LA

MONTAGNE PELÉE

ET

SES ÉRUPTIONS

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

QE
523
P3
L15

TOUS DROITS RÉSERVÉS.

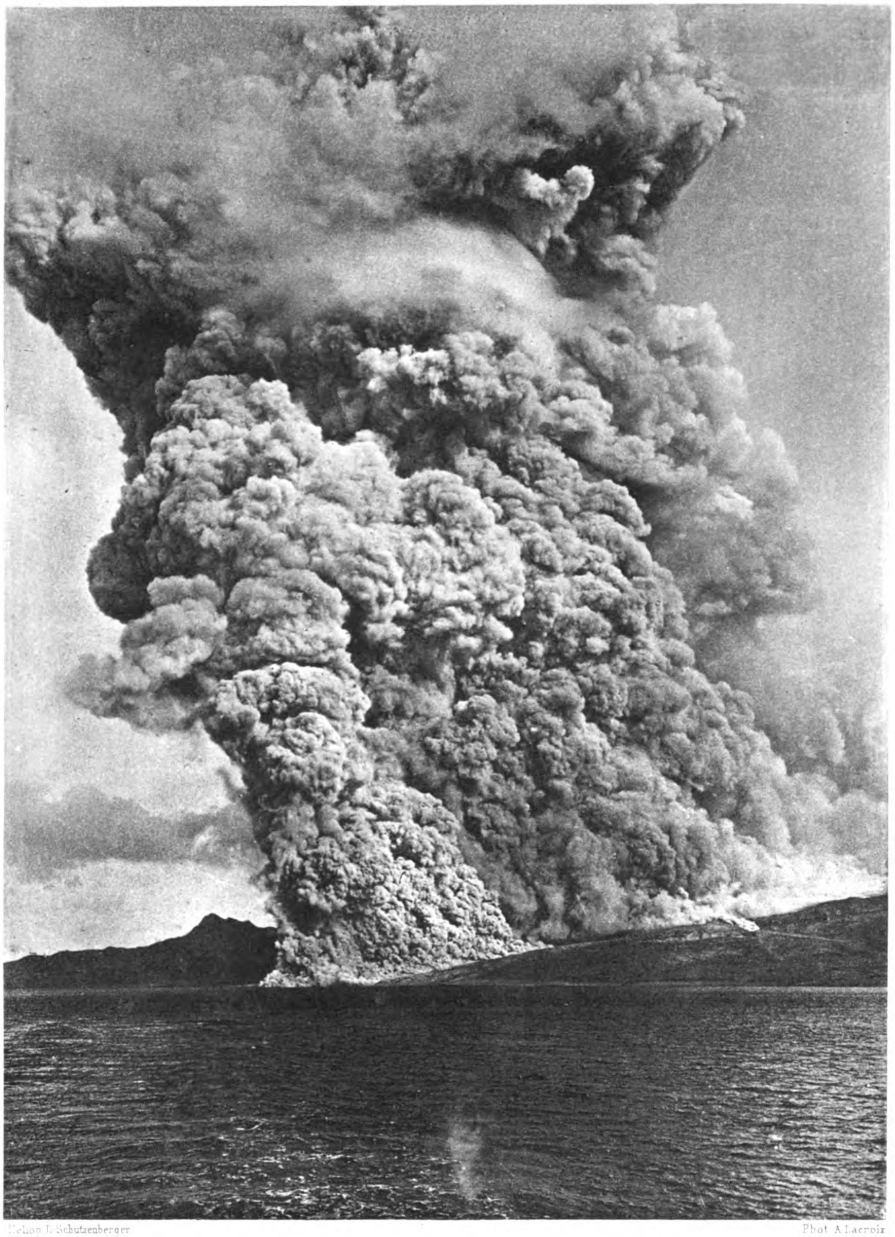
Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN



Phot. L. Schutzenberger — Phot. A. Lacroix

La nuée ardente du 16 Décembre 1902 arrivant à la mer.
(Hauteur 4000m.)

UofM

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

LA

MONTAGNE PELÉE

ET

SES ÉRUPTIONS

PAR

A. LACROIX

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE
CHEF DE LA MISSION SCIENTIFIQUE DE LA MARTINIQUE

OUVRAGE PUBLIÉ

PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SOUS LES AUSPICES

des Ministères de l'Instruction publique et des Colonies

PARIS

MASSON ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120

—

1904

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

QT
523
.P3
L15

Digitized by Google
Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

INTRODUCTION

Au lendemain de la destruction de Saint-Pierre par l'éruption du 8 mai 1902, le Gouvernement et l'Académie des Sciences se sont réunis dans une commune pensée d'envoyer aux Antilles une Mission scientifique pour étudier les effets de cette effroyable catastrophe et pour en rechercher les causes.

L'Académie des Sciences a bien voulu me désigner au choix de M. le Ministre des Colonies pour diriger cette Mission, dans laquelle j'ai eu pour collaborateurs M. Rollet de l'Isle, ingénieur hydrographe de première classe de la Marine, et M. Giraud, docteur ès sciences, stagiaire au Muséum.

D'après les instructions qui nous furent données par la Commission spéciale nommée par l'Académie (1), nous devions faire un court séjour à la Martinique pour réunir les éléments d'une enquête préliminaire sur l'éruption du 8 mai et sur l'état du volcan, puis préparer un plan d'étude à exécuter pendant la saison sèche dans un second et plus long voyage.

La première partie de notre programme a été exécutée suivant ces indications. Partis le 9 juin de Saint-Nazaire, nous arrivions à Fort-de-France le 23 du même mois et nous nous mettions immédiatement à l'œuvre. Nous avons séjourné à la Martinique jusqu'au 1er août, avec une interruption de quelques jours (8 au 11 juillet), consacrés à une excursion à la Guadeloupe, faite à la suite d'instructions câblées par M. le Ministre des Colonies.

Nous étions de retour en France depuis le 16 août, quand le 31 du même mois parvint à Paris la nouvelle de l'éruption meurtrière du 30. M. Doumergue, Ministre des Colonies, me fit alors appeler et me demanda de repartir immédiatement pour la Martinique, en me donnant une mission plus complexe que la précédente. Il ne s'agissait plus seulement en effet d'une étude spéculative du volcan, mais encore et surtout de la recherche et de l'application de toutes les mesures de sécurité que comportait la situation. Mes deux compagnons du premier voyage n'étaient plus disponibles : M. Rollet de l'Isle allait prendre, en qualité d'ingénieur en chef, la direction d'une importante section du Service hydrogra-

(1) Cette commission était composée du bureau de l'Académie : MM. Bouquet de la Grye, président; Gaudry, vice-président; Darboux, Berthelot, secrétaires perpétuels, et de MM. Janssen, Bassot, Hatt, Michel Lévy, de Lapparent et Alfred Picard.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

phique de la Marine ; M. Giraud était gravement atteint d'une maladie contractée à la Martinique ; je repartis donc seul (1), accompagné comme la première fois par Mme Lacroix. Le voyage fut effectué par voie anglaise (Southampton, Barbade, Sainte-Lucie), et le 1er octobre j'étais à nouveau à Fort-de-France.

M. le Ministre des Colonies m'avait donné carte blanche, en m'autorisant à prendre à Fort-de-France tous les collaborateurs qui pourraient m'être utiles. Comme dans notre première mission, M. le Ministre de la Marine avait mis à notre disposition l'aviso le *Jouffroy*, de la station locale de la Guyane, qui se trouvait à Fort-de-France, lors de la catastrophe du 8 mai.

Mon premier soin, après avoir étudié la situation, fut d'organiser deux postes d'observation au voisinage du volcan. A la suite de l'éruption du 30 août, la partie non détruite du Nord de l'île avait été complètement évacuée, le massif de la Montagne Pelée était donc désert, le Centre et le Sud de la Martinique en étaient séparés par les hauts sommets du Carbet et il était par suite impossible de savoir ce qui se passait chez l'ennemi. Cette situation pouvait être grave en cas de grand paroxysme ; elle entretenait, en tout cas, la population dans un état d'inquiétude et de malaise très compréhensible.

Je choisis comme principal poste d'observation un piton dépendant du morne des Cadets, situé au-dessus de la mairie du village abandonné de Fonds Saint-Denis, sur une arête montagneuse venant finir au-dessus de la ville de Saint-Pierre. Cette éminence est séparée par une petite vallée de la région atteinte par l'éruption précédente ; de là, on embrasse la masse du volcan ainsi que le large secteur, situé sur ses flancs Sud-Ouest et Sud et dévasté par toutes les grandes éruptions ; nous étions en outre placés vis-à-vis l'échancrure du cratère et pouvions voir tout ce qui s'y passait mieux que de partout ailleurs. Ce poste fut confié au capitaine d'artillerie coloniale Perney.

Le second poste fut installé dans la région non dévastée, à Assier, dans l'habitation de M. de Meillac au Nord du Lorrain ; bien moins important que le précédent, il était surtout destiné à surveiller l'arrière du volcan, ainsi que la haute vallée de la rivière Falaise, où des manifestations éruptives avaient été signalées. Il commandait toute la zone littorale, située à l'Est et au Nord du volcan et jusqu'alors épargnée par lui et dans laquelle, malgré les avis répétés, les habitants retournaient peu à peu. Ce poste fut dirigé jusqu'au commencement de février par l'enseigne Le Cerf, débarqué du *Taye* pour cette mission ; à partir de février, l'adjudant d'artillerie coloniale Guinoiseau a remplacé M. Le Cerf, rentré en France pour cause de santé.

Chaque chef de poste avait sous sa direction quatre artilleurs ; un service de quarts, assuré jour et nuit, permettait de noter les moindres manifestations éruptives. Je m'étais réservé personnellement la coordination des observations.

(1) Peu après, sont arrivés à la Martinique et à la Guadeloupe, M. le capitaine Ferrié et M. Magne, inspecteur des élégraphes, chargés d'installer les communications entre les deux îles par la télégraphie sans fil. Ce service, rattaché administrativement à la Mission, a fonctionné à partir de janvier 1902, sous la direction des lieutenants Mounier et Auvigne, après la rentrée en France de MM. Ferrié et Magne.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ainsi que l'étude détaillée du volcan et de la région dévastée, où je faisais de nombreuses excursions, soit par voie de terre, soit à l'aide du *Jouffroy*, qui me transportait sur la côte Sud-Ouest et Ouest.

Les postes furent reliés téléphoniquement à Fort-de-France. Tous les matins, je condensais les observations de la veille et de la nuit dans un *Bulletin du volcan* adressé au Gouverneur, qui le faisait afficher à Fort-de-France, transmettre à toutes les communes de l'île et imprimer au *Journal officiel* de la Colonie; j'y donnais l'état de la situation et indiquais, quand il y avait lieu, les mesures de prudence à prendre. Des avis plus détaillés, publiés au *Journal officiel*, complétaient au besoin ces renseignements.

Une fois ce service d'informations établi, j'ai fait procéder par les soins de la direction d'artillerie de Fort-de-France à une installation plus complète du poste principal. Une casemate bétonnée et deux petits bâtiments (1) furent construits au morne des Cadets pour loger le personnel et installer des instruments séismiques (pendule lourd de Strasbourg, séismographe avertisseur Secchi) et météorologiques, qui ont été mis en marche et surveillés avec la plus grande activité par le capitaine Perney. On peut se rendre compte des difficultés de tout genre qu'il a fallu surmonter pour construire ce modeste Observatoire à une altitude de 510 mètres, à 10 kilomètres de la mer, dans une région devenue déserte, dont les routes étaient constamment coupées, et cela en face du volcan menaçant; il s'est cependant peu à peu élevé, grâce au dévouement de tous mes collaborateurs.

Un service de télégraphie optique, en relation avec le village du Morne-Vert, un système de signaux de jour et de nuit, destiné à prévenir les habitants des localités situées sur la lisière de la région évacuée, avaient été préparés pour le cas où se seraient produites de grandes éruptions que nous n'avons pas eu à subir.

Au mois de mars 1903, ce service d'observations et d'informations fonctionnait d'une façon régulière, le volcan était relativement calme, les phénomènes se succédaient, toujours les mêmes, j'avais recueilli une quantité considérable d'observations et d'échantillons que j'avais hâte d'étudier; ma présence n'étant plus indispensable à la Martinique, je demandais alors à M. le Ministre des Colonies l'autorisation de rentrer en France, après avoir au préalable fait une petite expédition à la Guadeloupe (2) et à Saint-Vincent. M. Giraud est venu me remplacer quelques jours avant mon départ, effectué le 13 mars.

J'ai rapporté une impression inoubliable, non seulement des phénomènes grandioses et passionnants auxquels j'ai assisté, mais encore des infortunes dont j'ai été le témoin, des spectacles tragiques de cette campagne de six mois, de ces longues chevauchées dans la ville détruite et sur cette Montagne Pelée, naguère

(1) Ces deux bâtiments ont été rasés par le cyclone du 9 août 1903 et reconstruits depuis.

(2) Nous avons reçu à la Guadeloupe la plus charmante des hospitalités de M. le Gouverneur et de Mme de la Loyère; à Saint-Vincent, le R. et Mme Huckerby ont été pour nous les hôtes les plus aimables. Qu'ils me permettent de leur adresser ici nos remerciements.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

véritable Eden, aujourd'hui terre ravagée, couverte d'un gris linceul de cendres, qui n'évoque plus que des souvenirs de désolation et de mort!

Le programme, qui nous avait été donné par l'Académie des Sciences, comprenait, d'une part, l'étude de l'éruption et de l'autre celle de la géologie de la Martinique. Tandis que, lors de notre premier voyage, je me consacrais exclusivement à l'étude du volcan, M. Giraud, après une série de courses, faites en commun avec M. Rollet de l'Isle et avec moi, a exécuté une rapide exploration géologique du Sud et de l'Est de l'île (1); il en a publié les résultats dans une note insérée aux *Comptes Rendus* de l'Académie. Nous devions, pendant le second voyage prévu, nous partager l'étude géologique de l'île; les devoirs multiples et pleins de responsabilités, qui m'ont incombé lors de ma deuxième Mission, m'ont mis dans l'impossibilité de m'éloigner du volcan. Si l'étude de l'éruption y a gagné, ces obligations m'ont mis dans la nécessité d'écarter même la pensée de toute autre étude. J'ai donc laissé à M. Giraud, d'une façon complète, le soin de réaliser la partie géologique de notre programme: il est actuellement à la Martinique depuis plus d'une année; il a pu ainsi réunir les éléments d'un travail qu'il publiera ultérieurement.

Ce livre est donc exclusivement consacré à l'étude de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée et aux questions qui s'y rattachent. Il comprend les résultats de notre première enquête — ceux-ci ont fait l'objet d'un rapport, que nous avons, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, présenté à l'Académie dans les séances du 1er et du 8 septembre 1902 — que j'ai complétés, lors de ma seconde Mission; il comprend surtout les études que j'ai poursuivies pendant l'hiver 1902-1903 sur les deux faits capitaux et si caractéristiques de l'éruption et que j'ai eu la chance de pouvoir alors suivre de près : la *formation d'un dôme* de roche acide et les *nuées ardentes*, le phénomène destructeur et l'un des plus impressionnants, auxquels il soit donné à l'homme d'assister.

Depuis mon départ de la Martinique, j'ai eu à ma disposition deux sortes de documents qui me permettent de prolonger l'exposé chronologique des événements jusqu'à la fin de l'année 1903; ce sont, d'une part, le *Bulletin quotidien du volcan*, dont M. Giraud a continué la publication et qu'il m'a communiqué avec quelques renseignements complémentaires, et, d'une autre, le journal des observations faites à l'Observatoire par le capitaine Perney, ainsi que les croquis et les mesures du dôme que cet officier, suivant mes instructions, fait depuis novembre 1902, chaque fois que la montagne est découverte. Avec une complaisance inépuisable, le capitaine Perney m'a fourni, en outre, tous les renseignements dont j'ai eu besoin pour combler les lacunes rencontrées au cours de la rédaction de ce livre; je lui dois notamment les quelques échantillons des produits récents du volcan que j'ai pu examiner depuis ma rentrée en France.

J'ai divisé cet ouvrage en trois parties :

La Première Partie renferme tout ce qui concerne la *Physique du globe*.

(1) M. Rollet de l'Isle a fait pendant ce temps une enquête sur le port de Fort-de-France.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

J'ai cherché à éclairer, dans la mesure du possible, mes observations faites à la Montagne Pelée, à l'aide de celles que j'ai recueillies à Saint-Vincent et à la Guadeloupe.

La SECONDE PARTIE est consacrée à l'*étude minéralogique et chimique* des produits de l'éruption actuelle, complétée par celle des principales roches volcaniques plus anciennes de la Martinique et par l'étude des documents que j'ai pu me procurer sur les autres îles volcaniques des Antilles.

Enfin, dans la TROISIÈME PARTIE, je m'occupe des *minéraux et des roches produits au cours de l'incendie de Saint-Pierre*, particulièrement aux dépens de matériaux de construction d'origine volcanique; j'ai trouvé là des documents intéressants pour la discussion de quelques questions minéralogiques d'un ordre plus général.

Les planches et la plus grande partie des figures données plus loin sont inédites et sont la reproduction des photographies faites par Mme Lacroix et par moi-même. Pour ce qui concerne la Martinique avant l'éruption et pour la période de celle-ci qui a précédé notre arrivée dans l'île, j'ai dû me servir de photographies faites par diverses personnes, MM. Arnoux, Cochet, Cunge, Domergue, Fabre, Haven, Poyer, qui sont citées pour chacune d'entre elles : celles de ces photographies qui concernent l'éruption actuelle ont été pour la plupart publiées déjà dans diverses revues et journaux. Je suis redevable en outre, — à M. Giraud d'un cliché fait en juillet, — à MM. Perney (1) et Leboullanger de plusieurs épreuves, datant de 1903 et de 1904. Enfin, de mars 1903 à avril 1904, le sergent d'infanterie de marine Lacombe a fait pour moi, avec une grande habileté, un grand nombre de clichés, dont plusieurs sont reproduits plus loin : on les reconnaîtra à leur date. Toutes ces photographies étant données comme documents, il m'a paru nécessaire de sacrifier le côté artistique à l'absolue sincérité et de les reproduire sans retouches, à l'exception d'un très petit nombre d'entre elles, qui étaient trop mauvaises pour pouvoir être publiées directement : la retouche a été expressément indiquée dans ce cas.

Je tiens à adresser mes respectueux remerciements à M. Doumergue, Ministre des Colonies, qui a bien voulu m'accorder toute sa confiance; — à M. le Ministre de la Marine; — à l'Académie des Sciences, et en particulier à ses Secrétaires Perpétuels, MM. Berthelot et Darboux, qui ont aplani les difficultés matérielles que présentait la publication de ce livre. Je remercie aussi les hauts fonctionnaires du Ministère des Colonies (2), M. Vasselle, directeur des affaires d'Amérique, et M. Bousquet, directeur du Cabinet, qui, à Paris, se sont occupés

(1) Ces photographies, qui représentent le dôme, ont été faites à l'aide d'un *téléobjectif*, mis gracieusement à la disposition de la Mission par M. Gaumont, en même temps que divers appareils photographiques. Je remercie également MM. Lumière, qui m'ont généreusement donné la plus grande partie des plaques, utilisées pour mes photographies, et m'ont en outre communiqué deux panoramas reproduits dans ce livre, faits sur place par M. Lavesvre pour le *Photorama Lumière*.

(2) M. le directeur Bloch a bien voulu me communiquer d'intéressantes notes prises au cours de la Mission administrative qu'il a dirigée à la Martinique et qui a précédé la mienne de quelques semaines; je tiens à l'en remercier.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de la Mission ; -- M. le Gouverneur par intérim Lhuerre, puis M. le Gouverneur Lemaire, qui, à la Martinique, ont, avec la plus grande bienveillance, mis à ma disposition toutes les ressources dont ils disposaient ; -- MM. les Gouverneurs Merlin et de la Loyère qui ont facilité nos excursions à la Guadeloupe ; — enfin, M. Bayet, directeur de l'Enseignement Supérieur au Ministère de l'Instruction publique, qui s'est intéressé à la publication de ce livre.

Il m'est impossible de citer ici tous les fonctionnaires des Administrations coloniale, militaire, maritime, communale, ecclésiastique, ni tous les habitants de la Martinique, qui ont rivalisé d'amabilité et de complaisance pour faciliter ma tâche. Pour n'oublier personne, en effet, il me faudrait rappeler le nom de tous ceux, et ils sont nombreux, avec lesquels j'ai été en rapport officiel ou privé au cours des longs mois que j'ai passés aux Antilles. A tous, j'adresse l'expression de ma profonde gratitude.

Je tiens à faire une place spéciale dans mes remerciements à mes deux dévoués collaborateurs de la première Mission, MM. Rollet de l'Isle et Giraud ; — au lieutenant de vaisseau Dieulafé, commandant du *Jouffroy*, qui nous a rendu beaucoup de services au cours de nos deux voyages ; à son second, l'enseigne Deville, qui nous a accompagnés et aidés dans un grand nombre d'excursions à terre ; à son médecin, le Dr Manine, et aussi à tout l'équipage si dévoué de ce navire ; — enfin, à tous mes collaborateurs immédiats de la seconde Mission, à l'enseigne Le Cerf, à l'adjudant Guinoiseau, et d'une façon toute particulière au capitaine Perney.

Le plaisir que j'ai éprouvé à étudier les matériaux recueillis au cours de ma Mission et à écrire ce livre a été profondément assombri par la mort récente de M. Fouqué. Qu'il me soit permis d'adresser ici un souvenir respectueux et ému à la mémoire du maître vénéré auquel m'attachaient tant de liens de reconnaissance et d'affection.

A. LACROIX.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

BIBLIOGRAPHIE

I. — GÉOGRAPHIE ET GÉOLOGIE DES ILES VOLCANIQUES DES ANTILLES.

A. — Martinique.

1. — 1640. Le P. Jacques Bouton. — Relation de l'establissement des Français depuis l'an 1635 en l'isle de la Martinique, l'une des Antilles d'Amérique. Paris. 17 cm. 16.

2. — 1654. R. P. du Tertre. — Histoire générale des isles de Saint-Christophe, de la Guadeloupe, de la Martinique et autres dans l'Amérique. Paris. 1 vol. 22 cm.

3. — 1658. De Rochefort. — Histoire naturelle et morale des iles Antilles de l'Amérique, enrichie de plusieurs belles figures des raretez les plus considérables qui y sont décrites, avec un vocabulaire caraïbe. Roterdam. 1 vol. 25 cm., et 2e édition, Lyon, 1658. 2 vol., 15 cm.

4. — 1667. Le R. P. du Tertre. — Histoire générale des Antilles habitées par les Français (avec cartes et figures). Paris. 4 vol. 24 cm.

5. — 1699. Froger. — Relation d'un voyage fait en 1695, 1696 et 1697 aux côtes d'Afrique, détroit de Magellan, Brésil, Cayenne et isles Antilles, par une escadre des vaisseaux du Roi, commandée par M. de Gennes. Amsterdam, 1 vol. 15 cm. 5 (Martinique, p. 187-201).

6. — 1722. Le P. Labat. — Nouveau voyage aux isles de l'Amérique, contenant l'histoire naturelle de ces pays... (Cartes, planches et figures). Paris. 6 vol. 16 cm. et 1724. La Haye. 2 vol. 26 cm.

7. — 1763. Thibault de Chanvallon. — Voyage à la Martinique, contenant diverses observations sur la physique, l'histoire naturelle, l'agriculture, les mœurs et les usages de cette isle, faites en 1751 et dans les années suivantes. Lu à l'Académie royale des sciences de Paris en 1761. Paris. 1 vol. 26 cm.

8. — 1725. R. P. Louis Feuillée. — Journal des observations physiques, mathématiques et botaniques faites par ordre du Roi sur les côtes orientales de l'Amérique méridionale et aux Indes occidentales. Paris. 3 vol., 26 cm. (le tome III traite de la Martinique).

— 1796. Dupuget (*Voir* le n° 56).

9. — 1810. Cortés. — Mémoire sur la géologie des Antilles. *J. de Phys.*, LXX (129-134).

10. — 1818. A. Moreau de Jonnès. — Voyages physiques dans les montagnes de la Martinique, à la recherche des volcans éteints de cette ile. Explorations géologiques et minéralogiques des montagnes du Vauclin. Lu à l'Académie royale des sciences de l'Institut de France, dans les séances des 14 et 20 octobre 1817. *Ann. maritimes*, 1818.

11. — 1820. — Explorations géologiques et minéralogiques du volcan éteint de la Montagne Pelée. *Bull. soc. philom.* Paris 1820, p. 8.

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

12. — 1822. — Histoire physique des Antilles françaises, savoir : la Martinique et les îles de la Guadeloupe. Paris (Migneret). Le tome I a seul paru.

13. — 1828. P. Monnier. — Description nautique des côtes de la Martinique, précédée d'un Mémoire sur les opérations hydrographiques et géodésiques exécutées dans cette île en 1824 et 1825. Paris. Imp. roy. (*Dépôt des cartes et plans de la marine*, n° 26).

14. — 1848-49. Sainte-Claire Deville (Ch.). — Voyage géologique aux Antilles et aux îles de Ténériffe et de Fogo. Paris, I (*contient la météorologie*); du tome II, il n'a été publié que les 40 premières pages.

15. — 1868. Sambuc (Dr). — Etude sur les eaux thermales de la Martinique. *Archives de médecine navale*, XI (47-60 et 123-137). 1869.

16. — 1881-82. Hayot (Octave). — Matériaux pour l'histoire de la Martinique agricole. Fort-de-France.

17. — 1884. Siemiradzki. — Die geognostischen Verhaltnisse des Insel Martinique. Inaugural Dissertation. Dorpat. 39 p. + 1 pl. + 1 carte.

18. — 1884. Félix Lombard. — La Martinique et les erreurs des géographes. *Revue scientifique*, VIII (174-178).

19. — 1890. Hearn (Lafcadio). — Two years in the french West Indies. New York et London. 431 p. (2e édition en 1903, 19 cm.).

20. — 1900. Landes (Gaston). — Notice sur la Martinique, publiée à l'occasion de l'Exposition de 1900. Paris. 149 p. et fig. (25 cm.)

21. — 1902. Giraud. — Sur l'âge des formations volcaniques anciennes de la Martinique. *Comptes Rendus*, CXXXV (1377-1379).

B. — Iles volcaniques autres que la Martinique.

22. — Anderson (James). — An account of Morne Garou, a mountain on the Island of Saint-Vincent, with a description of the Volcano on its summit. *Philosoph. Transact.* London, LXXV, 1785, 16.

23. — Ballet (Jules). — La Guadeloupe. Basse-Terre, 1896 (193-241), 24 cm. 0.

24. — Cassan. — Beskrifning om Vulcanen pa Sainte-Lucie. *Kongl. nya Vetensk. Akad. Handling.*, XI, 1790 (161-178).

25. — Chisholm (C). — An essay on the Malignant Pestilentiel Fever introduced into the West Indian Islands from Boullam, on the coast of Guinea, as it appeared in 1793, 1794, 1795 and 1796. London, 1re *édition*, 1795 ; 2e *édition*, 1801, 2 vol.

26. — Cleve (P. T.). — On the Geology of the West India Islands. *Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl.*, IX, 1870, n° 12 (1-48).

— Cortès. — *Voir* le n° 9.

27. — Damour (A.). — Observations faites à la Montagne de la Soufrière (île de la Guadeloupe). *Comptes Rendus*, LI, 1860 (554-562).

28. — Daver. — Sur un tronc d'arbre carbonisé, trouvé enfoncé sous plusieurs couches de cendres et autres produits volcaniques, provenant d'un volcan, maintenant éteint de la Guadeloupe. *Comptes Rendus*, VI, 1838, 118.

29. — Duchassaing (P.). — Essai sur la constitution géologique de la partie basse de la Guadeloupe, dite la Grande Terre. *Bull. soc. géol. France*, IV, 1847 (1093-1100).

30. — Dufrénoy, Élie de Beaumont, Joly et Mercier. — Notice sur la Soufrière de la Guadeloupe. *Ann. des Mines*, XIV, 1848 (107-13).

— Du Tertre (le P.). — *Voir* les nos 2 et 4.

— Labat (le P.). — *Voir* le n° 6.

31. — Hill (R. T.). — The Geology of Jamaica. *Bull. Museum of compar. zool. at Harward College* Cambridge. Mass., XXXIV, 1899, Geol. Ser., IV. Part. V (168-220).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

32. — Hill (R. T.). — The volcano systems of the Western Hemisphere. *Century Magaz.*, LXIV, 1902 (473-483).

33. — Humboldt (Alex.). — Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent fait par Al. de Humboldt et A. Bompland. Paris, 1814. 3 vol.

34. — Lacroix (A.). — Sur l'état actuel de la Soufrière de la Guadeloupe. *Comptes Rendus*, CXXXVI, 1903 (656-659).

35. — Leboucher. — La Guadeloupe pittoresque. Basse-Terre, 1900, 188 p. 24 cm.

36. — Maclure (Williams). — Observation on the Geology of the West India Islands from Barbadoes to Santa Cruz, inclus. *J. Acad. Natur. Sci. Philadelphia*, I, 1817 (134-149).

36 *bis.* — Moissan (H.). — Sur la présence de l'argon dans les gaz des fumerolles de la Guadeloupe. *Comptes Rendus*, CXXXVIII, 1904 (936-938).

37. — Molengraaf (G.-A.-F.). — Het geologische verband tusschen de West-Indische Eilanden. *Handeling van het I natuur-en Genesskundig Congres*, Amsterdam, 1887.

38. — — De geologie van het Eiland Saint-Eustatius. Leiden, 1886, 61 p. in-4.

— Moreau de Jonnès. — *Voir* le n° 12.

39. — Nugent (Nicholas). — An Account of the Sulphur on Soufriere of the Island of Montserrat. *Transact. Geol. Soc.* London, I, 1811 (185-190).

40. — — A Sketch of the Geology of the Island of Antigua. *Trans. Geol. Soc.* London, V (459-475), 1819.

41. — Peyssonel. — Observations made upon the Brimstone-Hill (in French *La Soufrière*) in the Island of Guadelupa. *Philosoph. Transact. London*, XLIX, 1759 (564-579).

42. — Purves. — Esquisse géologique de l'île d'Antigoa. *Bull. Mus. Roy. Hist. nat. Belgique*, III, 1884-1885 (273-318).

43. — Reusch (Hans). — Lettre sur Saint Vincent, *in Nature* London, LXVI, 132, 5 juin 1902.

— Rochefort (de). — *Voir* le n° 3.

44. — Ch. Sainte-Claire Deville. — Sur le gisement de soufre de la Soufrière de la Guadeloupe. *Bull. soc. géol. France*, IV, 1847, 438.

45. — — Remarques au sujet de la communication de M. Damour (sur la Soufrière). *Comptes Rendus*, LI, 1860 (562-563).

— — *Voir* le n° 14.

46. — Sapper (Karl). — Ein Besuch der Inseln Dominica, Eustatius, Saba, und Guadeloupe. *Centralblatt f. Min. Geol. Pal.*, 1903.

47. — Zur Kentniss der Inseln S. Lucia, Montserrat, Nevis und Saint-Kitts (Saint-Christophe), in Westindien. *Ibid.* (273-287).

48. — Shephard (Charles). — An historical account of the Island of Saint-Vincent. London, 1831.

49. — Spencer (J.-W.). — Reconstitution of the Antillean Continent. *Bull. Geol. Soc. Am.*, VI, 1895 (103-140).

50. — — On the geological and physical development of Antigoa. *Quarterl. J. Geol. Soc. London*, LVII, 1902 (490-505).

51. — — On the geological and physical development of Guadeloupe. *Ibid.* (506-519).

52. — — On the geological and physical development of Anguilla, Saint-Martin, Saint-Bartholomew et Sombrero. *Ibid.* (520-533).

53. — — On the geological and physical development of the Saint-Christopher chain and Saba banks. *Ibid.* (534-543).

53 *bis.* — — On the geological and physical development of Dominica : with notes on Martinique, Ste-Lucia, St-Vincent and the Grenadines. *Ibid.* (341-353).

54. — — Geological age of the West Indian Volcanic Formations. *Amer-Geologist.*, XXXI, 1903 (48-51).

55. — 1897. Suess. — Das Antlitz der Erde. Traduct. française. E. de Margerie. I, Paris. I [Antilles (724-737)].

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

II. — LES ÉRUPTIONS DE LA MONTAGNE PELÉE, DES SOUFRIÈRES DE SAINT-VINCENT, DE LA GUADELOUPE ET DE LA DOMINIQUE.

1° LES ÉRUPTIONS ANCIENNES DE LA MONTAGNE PELÉE.

56. — Dupuget. — Coup d'œil rapide sur la physique générale et la minéralogie des Antilles. Annotations : Sur la soufrière de la Martinique. Sur la soufrière de la Guadeloupe. *J. Mines*, ventôse an IV (1796) (43-60).

57. — Le Prieur, Peyraud et Rufz — Eruption du volcan de la Montagne Pelée. *Bull. off. de la Martinique*, n° 49, 1852 (3-22), et *Revue coloniale*, 2e série, VII (314-320) et IX (72-96), 1852.

58. — Le Prieur. — Rapport sur les bouches de la Montagne Pelée à la Martinique. *Revue coloniale*, 2e série, XII, 1854 (66-77).

59. — Mercalli (Giuseppe). — Le antiche eruzioni della montagna Pellée. *Atti Soc. ital. Sc. natur. Milano*, XLI, 1902, 12 p.

2° LES ÉRUPTIONS ANCIENNES DE LA SOUFRIÈRE DE SAINT-VINCENT.

60. — Anderson et Flett. — Ces auteurs ont fait [**72**] la revue des documents publiés sur les éruptions de 1718, 1812, etc., dont une partie a été reproduite dans le n° **72.**

3° LES ÉRUPTIONS ANCIENNES DE LA SOUFRIÈRE DE LA GUADELOUPE.

61. — Amic, Hapel, Lachesnaie, Fontelliau et Codé. — Rapport fait aux citoyens Victor Hugues et Lebas, agens particuliers du Directoire exécutif aux Isles-du-Vent, par la commission établie en vertu de leur arrêté du 12 vendémiaire an VI de la République, pour examiner la situation du Volcan de la Guadeloupe et les effets de l'éruption qui a eu lieu dans la nuit du 7 au 8 du même mois. [Basse-Terre, 1798.] 84 p., 26 centimètres.

62. — Céloran de Blainville. — Sur un volcan sous-marin qui a fait éruption entre la Guadeloupe et Marie-Galante. *Comptes Rendus*, XVI, 1843 (1083).

63. — Lherminier. — Réflexions sur les volcans, considérations sur la Guadeloupe. *J. Physique*, LXXX (260-271) et LXXXI (209-217), 1815.

64. — — Note sur une éruption du volcan de la Guadeloupe. *Comptes Rendus*, IV, 1837 (294).

65. — — Sur les produits du volcan de la Guadeloupe, *Ibid.*, V, 1837 (454-455).

66. — Biot, Mercier et Daver — Note sur une éruption boueuse du volcan de la Guadeloupe et sur les éruptions de cendres du même volcan. *Ibid.*, IV, 1837 (651).

4° L'ÉRUPTION DE LA SOUFRIÈRE DE LA DOMINIQUE.

67. — Bert (L.). — Éruption et chute de poussière volcanique, le 4 janvier 1880 à la Dominique (Antilles anglaises). *Comptes Rendus*, XC, 1880 (622-624).

68. — Daubrée (A.). — Examen des poussières volcaniques tombées le 4 janvier 1880 à la Dominique et de l'eau qui les accompagnait. *Ibid.* (624-626).

69. — Nicholls (H.-Alford). — The Volcanic Eruption in Dominica. *Nature* London XXI, 1880 (372-373).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

5° LES ÉRUPTIONS ACTUELLES DE LA MONTAGNE PELÉE ET DE LA SOUFRIÈRE DE SAINT-VINCENT (1).

a. — PUBLICATIONS DE TÉMOINS DE L'ÉRUPTION.

70. — ANDERSON (TEMPEST). — Recent volcanic eruptions in the West Indies. *Geogr. Journ. London*, XXI, 1903 (265-281 + 13 pl. + 1 cart).

71. — ANDERSON (TEMPEST) and JOHN S. FLETT. — Preliminary report on the recent eruption of the Soufriere in St. Vincent and of a visit to mont Pelée, in Martinique. *Proceed. Roy. Soc. of London*, vol. LXX, 1902 (août) (423-445; pl. XI à XII).

72. — Report on the eruption of the Soufriere in St-Vincent 1902 and on a visit to montagne Pelée in Martinique. Part I. *Philos. Transact. of the Royal Society London*, series A, vol. CC, 1903 (353-553 et pl. 21-39).

73. — ANTILLES (LES). *Journal paraissant à Saint-Pierre*, n^os^ d'avril et du 1er au 7 mai 1902.

74. — ARNOUX. — Lettre à M. C. Flammarion. *Bull. Soc. astronomique de France*, 1902 (361-365).

75. — BERTÉ. — Les éruptions de la Montagne Pelée. Récit et observations d'un témoin. *La Géographie*, VI, 1902 (133-141).

76. — BORCHEGREVINK (C.-E.). — History s greatest disaster. *Frank Leslie's Popul. Monthly*, LIV, juillet 1902. *Martinique Supplément* (I-XVI).

77. — COLONIES (LES). *Journal paraissant à Saint-Pierre*, n^os^ d'avril et du 1er au 7 mai 1902.

78. — Correspondance relating to the volcanic eruption in St. Vincent and Martinique in May 1902. *Livre bleu publié par le gouvernement anglais en septembre* 1902. London, 99 p.

79. — CHURCH (J. R.). — The Martinique Pompeii. *Scribner's Magazine*, XXXII, 1902 (20_a-20_b).

80. — CURTIS (GEO. CARROL). — Looking in the Caribbean Craters. *Century Magazine*, LXV, 1902 (420-434).

81. — — Notes on the West Indian eruptions of 1902. *Amer. Geologist*, XXXI, 1903 (40-43).

82. — — Secondary phenomena of the West Indies volcanic eruptions of 1902. *J. of. Geol.*, Chicago, XI, 1903 (févr.-mars) (199-215).

83. — DICKSON (H. N). — The eruptions in Martinique and St. Vincent. *Geographical Journal*, XX, 1902 (49-60).

84. — [DUJON (Mme)]. — Récit d'une survivante de la catastrophe de la Montagne Pelée. 1 broch. 10 p. (22 cm.) parue sans nom d'auteur, ni de ville, à la Trinidad, en mai 1902.

85. — FREEMAN (CAPTAIN EDWARD WILLIAMS). — The awful doom of St. Pierre. *September Pearson's*. London, 1902 (313-325).

86. — GIRAUD. — Sur l'état actuel du volcan de la Montagne Pelée. *Comptes Rendus*, CXXXV, 1903 (1343-1345).

87. — — Bulletin (quotidien) concernant le volcan. *Journal officiel de la Martinique* (avril à décembre 1903).

88. — — Observations concernant le volcan. *Ibid.*

— — (Voir le n° 128).

89. — HEILPRIN (ANGELO). — Mt. Pelée in its might. *Mc Clure's Magazine*, New York, XIX (août 1902) (359-368).

(1) Un grand nombre des mémoires publiés sur ce sujet traitant des deux volcans voisins, je n'ai pas fait de bibliographie distincte pour chacun d'entre eux, afin d'éviter les répétitions.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

90. — — Mt. Pelée and the tragedy of Martinique. Philadelphia and London, 1903, 1 vol. 335 p.

91. — — Mt. Pelée and the ruins of the St.-Pierre. *Youth's Companion*. LXXVI, 1902 (471-472).

92. — — The Ascending Obelisk of the Montagne Pelée. *Science*, *N. S.*, XVIII, 1903 (184-185) et *Popul. Sc.. Monthly*, New York, LXIII, 1903 (467).

93. — Hess (Jean). — La catastrophe de la Martinique. Notes d'un reporter. Paris, Charpentier. 1 vol. (19 cm.), 300 p.

94. — Hill (R. T.). — A study of Pelée. *Century Magazine*. New York, LXIV, sept. 1902 (764-785).

95. — — Report on the volcanic disturbances in the West Indies. *National Geogr. Magaz.*, XIII, juillet 1902 (223-267).

96. — — Mont Pelée's Secret. *Collier's Weekly*, XXIX, 1902 (juin).

97. — Hovey (Edmund Otis). — A visit to Martinique and St. Vincent after the great eruptions of May and June 1902. *American Museum Journal*, II, 1902 (57-63).

98. — — Mr. Borchgrevink on the eruption of Mt. Pelée. *Science*, New York, XVI, 1902 (471).

99. — — Martinique and St.-Vincent : a preliminary report upon the eruptions of 1902. *Bull. Amer. Museum of Natural History*, New York, XVI, 333-372 (pl. XXXIII-LI), oct. 1902, réimprimé sous le titre : Observations on the Eruptions of 1902 of La Soufrière St. Vincent and Mt. Pelée, Martinique. *Amer. Journal of Sc.*, XIV, 1902 (319-358).

100. — — Mount Pelée. *Ibid.*, XVII, 1903 (1010).

101. — — The Eruptions of La Soufriere St. Vincent, in May 1902. *Natur. Geogr. Magaz.*, XIII, 1902 (444-459).

102. — — The new cone of Mt. Pelée and the gorge of the rivière Blanche, Martinique, *Amer. Journ. of sc.*, XVI, 1903 (269-281 + pl. XI à XIV).

103. — — Martinique and St. Vincent revisited. *American Museum Journal*, III, 1903 (41-555).

104. — — Mont Pelé from May to October 1903. *Science*, *N. S.*, XVIII, 1903 (633-634).

105. — Huggins (P. Foster). — An account of the Eruption of the Saint-Vincent Soufrière. Kingstown, St. Vincent, 1900.

106. — Jaccaci. — Pelée the destroyer. *McClure's Magazine*, XIX, 1902 (401-416).

107. — Jaggar (T. A.). — Field notes of a geologist in Martinique and St. Vincent. *Popul. Sci. Monthly*. New York, LXI, août 1902 (352-368).

108. — — The next eruptions of Pelée. *Science*. New York, nov. 1902 (871-872).

109. — — The crater of the Soufriere volcano, St. Vincent. *Harper's Weekly*, New York, XLVI, 1902 (1281).

110. — — The eruption of Pelée, July 9 1902. *Popul. Sc. Monthly*, LXIV, 1904 (219-231).

111. — — The initial Stages of the Spine on Pelée. *Amer. Journ. of Sc.*, XVII, 1904 (34-40).

112. — Kennan (George). — The tragedy of Pelée. *The Outlook*. New York, vol. LXXI, nos 9 à 15, 1902, et republié en 1 vol. 21 cm. (VII-259), New-York.

113. — Lacroix (A). — Extrait d'une lettre relative à la mission de la Martinique. *Comptes Rendus*, CXXXV, 1902 (147-150).

114. — — Nouvelles observations sur les éruptions volcaniques de la Martinique. *Ibid.* (672-674).

115. — — Sur l'état actuel de la Montagne Pelée à la Martinique. *Ibid.* (771-773).

116. — — *Ibid.* (992-997).

117. — — Nouvelles observations sur les éruptions volcaniques de la Martinique. *Ibid.* (1301-1307).

118. — — Les éruptions de nuages denses de la Montagne Pelée. *Ibid.*, CXXXVI, 1903 (216-218).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

119. — Lacroix (A.) — L'éruption de la Montagne Pelée en janvier 1903. *Ibid.* (442-443).

120. — — Sur une éruption du volcan de Saint-Vincent. *Ibid.* (803-807).

121. — — Sur les principaux résultats de la mission de la Martinique. *Ibid.* (871-876)

122. — — Sur quelques productions boueuses consécutives à l'éruption de la Montagne Pelée. *Revue générale des sciences*, 15 févr. 1903, avec deux planches (115-116).

123. — — Le volcan. *Dépêche coloniale illustrée* du 1er mai 1903 (nombreuses photographies). Numéro consacré à la Martinique.

124-125. — — L'éruption de la Martinique. Paris, *Bull. Soc. secours des Amis des sciences*, 1903 (49-93), et *Revue scientifique*, LXX, 1903 (674-686).

126. — — Bulletin (quotidien) concernant le volcan. *Journal officiel de la Martinique* (octobre 1902 à février 1903).

127. — — Observations concernant le volcan. *Ibid.*

128. — Lacroix (A.), Rollet de l'Isle et Giraud. — Sur l'éruption de la Martinique. Rapport de la mission envoyée par l'Académie. *Comptes Rendus*, CXXV, 1902, (377-391) et (450-454).

129. — Mirville. — Observations de la station météorologique de Fort-de-France, publiées dans le *Journal officiel de la Martinique*, 1902 et 1903.

130. — Mirville et Rosé. — Notes pour servir à l'étude des phénomènes volcaniques qui ont eu lieu à la Martinique en mai 1902. *Ann. d'hygiène et médecine coloniales*, Paris, V, 1902 (618-625).

131. — — Notes complémentaires sur les phénomènes volcaniques qui ont eu lieu en juin et juillet. *Ann. d'hygiène et médecine coloniales*, VI, 1902 (74-84).

132. — Nicholls (N. A. Alford). — Notes on the recent eruptions of Mt. Pelée. *Nature* (London), LXVI, 1902 (638-639).

133. — Parel (abbé). — The last days of St. Pierre. *Century Magazine*, New-York, 1902 (610-617). Traduction d'un rapport adressé à Mgr de Courmont, évêque de la Martinique.

134. — Perney (capitaine). — Bulletin (quotidien) concernant le volcan. *Journal officiel de la Martinique* (février à avril 1903, etc.).

135. — Reid (S.-C.). — The catastrophe in St. Vincent. Narrow escapes from Soufriere. Observations and narratives by two eyewitnesses. *Centur. Magaz.*, LXIV, 1902 (634-642).

— — Rollet de l'Isle (Voir le n° 128).

136. — Rost (E.-C.). — Mont Pelé in Eruption. *Scientif. Am.*, LXXXVII, août 1902 (106-108). Photographies de l'éruption du 9 juillet.

137. — Russell (Israel C.). — Phases of the West Indian eruptions. Deductions from personal observations in Martinique and St. Vincent. *Century Magazine*, New York LXIV, sept. 1902 (786-800).

138. — — The recent volcanics eruptions in the West Indies. *Nation. Geogr. Magaz.*, XIII, juillet 1902 (267-285) : Mémoire réimprimé avec additions sous le titre suivant : Volcanic eruptions on Martinique and St.-Vincent. *Smithsonian Report for* 1902, (331-349 et pl. I-XI). Washington, 1903.

139. — — Volcanic eruptions in Martinique and St. Vincent. *National. Geogr. Magaz.* New York, 1902 (415-436).

140. — — The Pelé Obelisk. *Science*, New York, XVIII, 1903 (792-795).

141. — Thierry. — Sur l'éruption volcanique du 8 mai à la montagne Pelée. *Comptes Rendus*, CXXXV, 1902 (71-72). Note réimprimée sous le titre : La catastrophe de la Martinique, dans la *Revue générale des Sciences*. Paris, XIII, 1902 (664-668).

142. — Saussine. — Lettre publiée dans le *Bull. Soc. géol. France*, II, 1902 (320).

143. — Sapper (Dr Karl). — Ein Besuch von Martinique. *Centralblatt für Miner., Geol. u. Paleont*, 1903 (337-358).

144. — — Die vulkanischen Ereignisse in Mittel-America und auf den Antillen. *Zeitschr.*

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

der Ges. für Erdkunde zu Berlin, 1903 et *Verhandl. XIV Deutsch. Geographentages zu Köln*, 1903 (13-34).

145. — — St. Vincent, *Globus*, Braunschweig LXXXIV, 1903.

146. — — Bericht über einen Besuch von St. Vincent. *Centralbl. f. Min. Geol. Pal.*, 1903 (248-258).

147. — Scott (E. S.). — The Tragedy of Martinique. *The Strand Magazine*. London, sept. 1901.

148. — — The eruption of Mont Pelée. *Cosmopolitan Magazine*, XXXIII, 1902 (243-252).

149. — — The destruction of the Roraima. *Frank Leslie's Popul. Monthly*, LIV, 1902 (233-248).

150. — Siebold (L.). — A visit to a Dead City. *Collier's Weekly*, XXIX, 1902 (7-9, 12 13).

151. — Vernier (capit. J.). — Note au sujet des circonstances de la destruction de la ville de Saint-Pierre, le 8 mai 1902. *Rev. du génie*, octobre 1903 (303-321).

152. — Wegener. — Einige neue Aufnahmen vom Mont Pelé. *Zeitsch. d. Ges. für Erdk. Berlin.*, VI, 1903 (431-433).

153. — Will (J.). — Report on the medical relief expeditions to Martinique and St. Vincent in aid of the sufferers from the volcanic eruptions of the may 1902. *Journ. of the roy. Army medical Corps*. London, 1903 (41-53).

b. — Publications de savants n'ayant pas assisté a l'éruption (1).

154. — Bergeat (Alfred). — Ein Rückblick auf die vulkanischen Ereignisse in West-Indien im Mai 1902. *Globus*, Braunschweig LXXXII, 1902 (125-131).

155. — Clayton (H.-H.). — The volcanic eruption in Martinique and possibly coming brilliant sky glows. *Science. N. S.*, XV, 1902 (791).

156. — Deckert (E.). — Martinique und sein Vulkanismus. *Petermann's Geogr. Mittheil.*, XLVIII, 1902 (133-136).

157. — — Die Westindische Vulkankatastrophe und ihre Schauplätze. *Zeitschr. Ges. für Erdkunde*. Berlin, 1902 (419-427).

158. — — Die Vulkanausbrüche des Mont Pelé und der Saint-Vincent-Soufrière. *Die Umschau*. Frankfurt a. M., 23 Nov. 1902 (941-948).

159. — Divers (Edward). — Suggested Nature of the phenomena of the eruptions of Mt. Pelée on July 9 observed by the Royal Society Commission. *Nature*, London, LXVII, 1902 (126).

160. — Flammarion (C). — Les éruptions volcaniques et les tremblements de terre [Le cataclysme de la Martinique, pages 197-282]. Paris, Flammarion, 1902.

161. — — Le cataclysme de la Martinique. *Bull. Soc. astronom. France*, 1902 (297-315), (345-361), (397-408).

162. — Gallois (L.). — L'éruption de la Martinique. *Ann. de Géogr.* Paris, XI, 1902 (289-294).

163. — Gautier (Armand). — A propos de la composition des gaz des fumerolles du Mont Pelé. Remarques sur l'origine des phénomènes volcaniques. *Comptes Rendus*, CXXXVI, 1903 (16-20).

164. — — Sur l'origine des gaz et le mécanisme des phénomènes volcaniques. *Bull. Soc. chim. Paris*, XXIX, 1903 (191-197).

(1) Je ne cite pas dans cette bibliographie tous les articles de revue, publiés tant en France qu'à l'étranger; je ne signale que ceux que j'ai pu me procurer et dans lesquels se trouvent des indications géologiques ou des renseignements de première main. A ce point de vue, il y a lieu de signaler les nombreuses photographies originales publiées par l'*Illustration*, en mai, juin (14, 21, 28), septembre (20), novembre (22) 1902 et en février (7) 1903.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

165. — Gerland (Georg). — Der Ausbruch des Montagne Pelée auf Martinique. *Deutsche Rundschau*, Berlin, 1902 (Sept.) (424-439).

166. — Issel (A.). — A proposito del recente disastro delle Antille. *Atti Soc. ligustica Sc. nat. e geogr. Genova*, XIII, 1902.

167. — Kermorgant. — Éruptions de la Martinique. *Bull. Acad. de médecine*, XLVIII, 1902 (189-194), et *Ann. d'hygiène et de médecine coloniales*, V, 1902 (625), reproduit dans *Le Caducée*, deuxième année, n° 17, 1902 (223-225), sous le titre : Quelques notes sur le cataclysme de Saint-Pierre.

168. — — Éruptions de la Montagne Pelée à la Martinique le 30-31 août 1902. *Bull. Acad. de médecine*, XLVIII, 1902 (320-327), et *Ann. d'hygiène et de médecine coloniales*, V, 1902 (84-92), reproduit dans *Le Caducée*, deuxième année, n° 21 (279-281).

169. — Lapparent (A. de). — L'éruption de la Martinique. *Rev. Quest. Scientif.*, III, 1903 (5-36).

170. — — La catastrophe des Antilles. *Le Correspondant*, n° du 25 mai 1902 (649-658).

171. — — L'éruption de la Martinique. *Ibid.*, n° du 10 novembre 1902 (416-428).

172. — — A propos de la théorie des volcans. *Rev. scientif.*, XVIII, 1902 (790-791).

173. — Meunier (Stan.). — Remarques sur l'origine de l'activité volcanique. *Comptes Rendus*, CXXXVI, 1902 (123-124).

174. — E. M. [erwart]. — La catastrophe volcanique du 8 mai 1902. 1 br. 14 p. (21 cm.), réimpression, avec additions, d'un article paru le 17 mai dans le *Journal officiel de la Guyane française*. Cayenne.

175. — Mc Gee (W. J.). — The West Indian disaster. *American Monthly Review of Reviews*, XXV, 1902 (676-686).

176. — — The Antillean Volcanoes. *Popul. Science Monthly*, New York, LXI, 1902 (272-281).

177. — Michel-Lévy (A.). — L'éruption de la Montagne Pelée et les volcans des Petites Antilles. *Rev. génér. des Sciences*, XIII, 1902 (554-557).

178. — Milne (J.). — The recent volcanic eruptions in the West Indies. *Nature*, London, LXVI, 1902 (107-111).

179. — — Volcanic eruptions in the West Indies. *Ibid.* (151-153).

180. — Moissan (Henri). — Sur la présence de l'argon, de l'oxyde de carbone et des carbures d'hydrogène dans les gaz des fumerolles du Mont Pelé à la Martinique. *Comptes Rendus*, CXXXV, 1902 (1085-1088).

181. — Montessus de Ballore. — Les manifestations volcaniques et sismiques dans les Antilles. *Rev. génér. des sciences*, XIII, 1902 (669-674).

182. — Moidrey (le P.). — Phénomène à Zi-Ka-Wei (Chine), lors de l'éruption de la Martinique. *Comptes Rendus*, CXXXV, 1902 (322).

183. — Page (James). — Reports of vessels as to the range of volcanic dust. *National Geogr. Magazine*. Washington, XIII, 1902 (juillet) (299-300).

184. — Stübel (A.). — Ueber die genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge. Eine Studie zur wissenschaftl. Beurtheilung der Ausbrüche auf den kleinen Antillen im Jahre 1902. Leipzig, 1903. 37 cm.

185. — — Rückblick auf die Ausbruchs-periode des Mont Pelé auf Martinique 1902 bis, 1903 vom theoretischen Gesichtspunkte. *Ibid.*, 1904, 25 p.

186. — Taquin (Arthur). — La théorie des volcans. *Revue scientif.*, XVII, 1902 (737-744).

187. — — A propos de la théorie des volcans. *Revue scientif.*, XVIII, 1902 (296-304).

188. — Vélain (Ch.). — Le cataclysme volcanique des Antilles. *Revue scientif.*, XVII, 1902 (769-775).

189. — Verrill (A. E.). — Peculiar character of the eruption of Mt. Pelée mai 8th. *Amer. Journ. of Sc.* XIV, 1902 (juillet) (72-74).

190. — — Causes of the sudden destruction of life in the Martinique volcanic eruption. *Science*, *N. S.*, XV, 1902 (824).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

III. — PÉTROGRAPHIE.

1° MÉMOIRES SUR LES ROCHES VOLCANIQUES, PRODUITES PAR LES ÉRUPTIONS ANCIENNES DES ANTILLES.

— — Cleve. — (Voir le n° 28).

191. — Diller (J. S.). — Volcanic rocks of Martinique and St. Vincent. *National. Geogr., Magazine*, XIII, 1902 (juillet) (285-296).

192. — Dufrénoy. — Examen des produits volcaniques de la Guadeloupe. *Comptes Rendus*, IV, 1837 (746-749).

193. — — Nature minéralogique et composition chimique des cendres lancées par deux volcans de l'Amérique tropicale. *Ibid.*, VI, 1838 (174 178).

194. — Élie de Beaumont. — Remarque comparative sur les cendres de l'Etna et sur celles de la Guadeloupe. *Comptes Rendus*, IV, 1837 (743-746).

195. — Fels (G.) — Ein Anorthitauswürfling von der Insel St Christopher. *Zeitsch. f. Kryst.* XXXVII, 1903 (450-460).

195 *bis.* — Harrison. — The rocks and soils of Grenada and Carriacou, London, 1896.

196. — Klein. Ueber die am 7 Mai 1902 vom Vulcan Soufrière auf St. Vincent ausgeworfene vulcanische Asche. *Sitzungsber. Wissench. Akad. Berlin*, XLI, 1902 (993-994).

197. — Lacroix (A.). — Sur les andésites et labradorites à hypersthène de la Guadeloupe. *Comptes Rendus*, CX, 1890 (1347-1350).

198. — — Sur la composition minéralogique des roches volcaniques de la Martinique et de l'île de Saba. *Ibid.*, CXI, 1890 (71-73).

199. — — Les roches volcaniques de la Martinique. *Ibid.*, CXXXIV, 1902 (juin) (1246-1248).

200. — — *Ibid.* (1369-1371).

201. — — Les enclaves des roches volcaniques. Mâcon, Protat, 1893. Martinique et Saint-Vincent, p. 476. [Trinidad a été citée par erreur à la place de Saint-Vincent], Saba. p. 156.

202. — — Sur le gisement de la calcédoine et des bois silicifiés de la Martinique. *Bull. Soc. franç. minér.*, XXVI, 1903 (150-152).

203. — Sainte-Claire Deville (Ch.). — Mémoire sur les roches volcaniques des Antilles [Guadeloupe]. *Comptes Rendus*, XXXII, 1851 (673-676).

204. — — *Ibid. Bull. Soc. géol. France*, VIII, 1850-1851 (423-430).

205. — — Description et analyse d'un carbonate de magnésie, en rognons botryoïdes, recueilli à la surface d'une lave à la Guadeloupe. *Bull. Soc. géol. France*, V, 1847.

206. — — De l'altération par voie naturelle et artificielle des roches silicatées au moyen de l'acide sulfhydrique et de la vapeur d'eau. *Comptes Rendus*, XXXV, 1852 (260-264)

207. — Waller (H.). — A lava from Montserrat. *Geol. Magazine London*, X, 1883 (290-293).

— — Molengraaff. — (Voir le n° 37).

— — Siemiradzki. — (Voir le n° 17).

2° MÉMOIRES SUR LES PRODUITS DES ÉRUPTIONS ACTUELLES DE LA MONTAGNE PELÉE ET DE SAINT-VINCENT.

208. — Colonna (Ettore) — Composizione chimica di una cenere del Monte Pelée (Martinica). *Atti R. Acad. Sci. Torino*, XXXVIII, 1902-1903 (471-476).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

209. — Coppock (John Bridgeford). Analyse des cendres volcaniques de la Soufrière de St Vincent, *Chimic. News*, LXXXVII, 1902 (233-234).

210. — Diller (J. S). — Volcanic rocks of Martinique et St. Vincent. *Nation. Geogr. Magaz.*, XIII, 1902 (juillet) (285-296).

211. — Flett (J. S.). — On volcanic ash from St. Vincent, fallen in Barbados. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, LVIII, 1902 (368-370).

212. — Gentil (Louis). — Sur la cendre de l'éruption de la Martinique. *Bull. Soc. géol. France* (compte rendu sommaire du 26 mai 1902), II (320-321).

213. — Gillot (H.). — Sur la composition chimique des poussières volcaniques de la Martinique. *Ann. Soc. géol. Belgique*, XXX, 1903, B. 49 [La composition montre qu'il s'agit de cendres de Saint-Vincent].

214. — Griffiths (A. B.). Analyse des cendres de la Montagne Pelée. *Bull. Soc. chim* , Paris, 1903. [La composition montre qu'il s'agit de cendres de St. Vincent].

215. — Hillebrand (W. F.) — Chemical discussion of analyses of volcanic ejecta from Martinique and St. Vincent. *Nation. Geogr. Magazine*, XIII, 1903 (juillet) (290-299).

216. — Lacroix (A.). — Sur les cendres des éruptions de la Montagne Pelée de 1851 et de 1902. *Comptes Rendus*, CXXXIV, 1902 (juin) (1327-1329).

217. — Sur les roches rejetées par les éruptions actuelles de la Montagne Pelée. *Ibid.*

218. — — Les enclaves des andésites de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée (*Ibid.*, CXXXV, 1902 (470-473).

219. — — La cordiérite dans les produits éruptifs de la Montagne Pelée et la Soufrière de St. Vincent. *Ibid.*, CXXXVI, 1903 (145-147).

220. — — Les enclaves des volcans de la Martinique et de St. Vincent. *Ibid.* (211-213).

221. — — Sur la production de roches quartzifères au cours de l'éruption actuelle de la montagne Pelée. *Ibid.*, CXXXVIII, 1904 (792-797).

222. — Michel-Lévy. — Sur la composition des cendres projetées le 3 mai 1902 par la Montagne Pelée *Ibid.*, CXXXIV, 1902 (1123-1124).

223. — Schmelck (L.). — Untersuchungen von vulkanischen Staub aus Martinique. *Chem. Zeit.* XXVII, 1903, (34). [La composition montre qu'il s'agit de cendres de St. Vincent].

224. — Wiechmann (F.-G.). — Analysis of dust from Martinique eruption, collected on board *Alesandro del Bueno*, 100 miles from St. Pierre. *Science*, *N. S.*, XV, 1902 (911).

3° LES PRODUITS DE L'INCENDIE DE SAINT-PIERRE ET LES ROCHES FONDUES ACCIDENTELLEMENT.

225. — Lacroix (A.). — Quelques observations minéralogiques sur les produits de l'incendie de St. Pierre. *Comptes Rendus*, CXXXV, 1903 (1068-1071).

226. — — Sur quelques faits d'endomorphisme observés dans les ruines de St. Pierre (Martinique). *Ibid.* CXXXVI, 1903 (28-30).

227. — — Observations sur l'influence du recuit sur la cristallisation du zinc, faites sur les produits de l'incendie de Saint-Pierre (Martinique). *Bull. Soc. franç. minér.*, XXVI, 1903 (184-188).

228. — — Sur la formation de cordiérite dans les roches sédimentaires fondues dans les incendies des houillères de Commentry (Allier). *Comptes Rendus*, CXIII, 1891 (1060-1062).

229. — — Sur les phénomènes de recristallisation présentés par les blocs de diabase des forts vitrifiés du camp de Péran, près de Saint-Brieuc. *Bull. Muséum hist. nat.* Paris, IV, 1898 (396-400).

230. — — Les enclaves des roches volcaniques. Mâcon, Protat, 1893. Roches houillères fondues (577), forts vitrifiés (580).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

SUPPLÉMENT

PUBLICATIONS PARUES OU CONSULTÉES PENDANT L'IMPRESSION

Branner (J. C.). — Is the Peak of Fernando de Noronha a volcanic plug like that of Mont Pelé? *Amer. Journ. of Sci.*, XVI, 1903 (442-444).

Hoernes (R.). — Die vulkanischen Ausbrüche auf den Kleinen Antillen. *Mitth. naturw. Ver. Steiermark*, XXXIX, 1903 (LXXV-LXXIX).

Hovey (Ed. O.). The 1902-1903 eruptions of Mont Pelé, Martinique, and the Soufrière St. Vincent. *Comptes Rendus IXe Congrès géol. intern. Vienne*, 1903-1904 (707-738 + 11 pl.) (1).

Kewitsch (C). — Die Vulkane Pelé, Krakatau, Etna, Vesuv. Norden, 1902, 35 p. in-8.

Lobley (J. L). — Volcanic Action and the West Indian Eruptions of 1902, *J. Victor Inst.*, XXXV, 1903 (205-225).

Russel (Israël C.). — Criteria relating to massive solid volcanic eruptions. *Amer. Journ. of Sc.*, XVIÌ, 1904 (254-268).

Sapper (K.). — Die vulkanischen Kleinen Antillen und die Ausbrüche der Jahre 1902 u. 1903. *Neues Jahrb.*, 1904, Bd. II (1-70).

Strachey (R.). — An ancient [Deccan] Lava-Plug like that of Mt. Pelé. *Nature*, London, LXVIII, 1903 (574 575).

Supan (A.). — Der neue Eruptionstypus der Antillen. *Petermann Mitth.*, XLVIII, 1902 (286-288).

Winchell (N. H.). — Peléliths. *Amer. Geologist*, XXXIII, 1904 (319-325).

(1) Cette note renferme une bibliographie de tout ce qui a été publié — aux États-Unis — sur les éruptions suivantes des deux volcans.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

LA MONTAGNE PELÉE

ET

SES ÉRUPTIONS

PREMIÈRE PARTIE

PHYSIQUE TERRESTRE ET GÉOLOGIE

CHAPITRE PREMIER

§ I. — Les Antilles.

Les Antilles sont constituées par une série d'îles, grandes ou petites, se développant en arc de cercle depuis le Yucatan jusqu'au golfe de Paria sur la côte Nord-Ouest du Vénézuéla. Elles forment une barrière interrompue, séparant du golfe du Mexique et de l'Océan Atlantique une mer intérieure, celle des Antilles, qui possède une très grande profondeur, atteignant 5000 mètres dans sa partie principale et même, au Nord-Est de la Jamaïque, 6 269 mètres. Ces îles représentent les sommets d'une chaîne de montagnes effondrée.

La branche septentrionale de l'arc de cercle est orientée Nord-Ouest ; elle comprend de grandes îles : Cuba et l'île des Pins, la Jamaïque, Haïti, Porto-Rico, auxquelles il faut joindre les îles Vierges ; toutes ces îles sont désignées généralement sous le nom de *Grandes Antilles*. La branche orientale incurvée, avec sa convexité tournée du côté de l'Océan Atlantique, ne contient que de petites îles, les *Petites Antilles*, quelquefois aussi désignées sous le nom d'*Iles du Vent*, par opposition à d'autres (*Iles sous le vent* : Curaçao, etc.) disposées le long de la côte septentrionale du Vénézuéla.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

M. Suess a synthétisé d'une façon frappante [**55**] les données, malheureusement encore incomplètes, que nous possédons sur la géologie de cette partie du monde, en précisant notamment les idées de Karl von Seebach sur les relations intimes existant entre les Antilles et l'Amérique centrale et sur l'indépendance de celle-ci par rapport aux continents de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud ; il a mis aussi en relief la remarquable analogie que présente cet ensemble avec le Bassin Méditerranéen.

On peut distinguer dans les Antilles trois zones concentriques, que je vais passer successivement en revue, en allant de l'extérieur à l'intérieur.

La *zone externe* est formée par des terres basses, uniquement constituées par des sédiments marins, tertiaires ou plus récents ; elle comprend les îles Bahama, Anégada (la plus septentrionale des îles Vierges), Sombrero, Barbude et la partie orientale de Barbade ; il faut certainement y rattacher la Floride et les terres basses du Yucatan.

La *zone centrale* est de beaucoup la plus développée ; elle embrasse en effet toutes les îles montagneuses des Grandes Antilles, y compris les îles Vierges et Sainte-Croix, puis les îles suivantes des Petites Antilles : Anguilla, Saint-Martin, Saint-Barthélemy, Antigoa, la Grande Terre de la Guadeloupe, avec la Désirade, Marie-Galante, les Saintes ; et enfin la partie occidentale de Barbade. Cette zone, que M. Suess appelle la *Cordillère des Antilles*, se prolonge vers l'Ouest, par virgation, en plusieurs branches ; les deux principales partent d'Haïti : l'une se dirige vers le Honduras par la péninsule de Jacmel et les montagnes Bleues de la Jamaïque, l'autre se détache du massif de Cibao et gagne le Guatémala par la Sierra Maestra à Cuba. Vers le Sud, la Cordillère des Antilles se continue par les îles de la Trinidad et de Tobago, puis par la chaîne côtière du Vénézuéla, la Sierra de Mérida et enfin celle de Bogota, qui la raccorde avec les Cordillères de la côte Pacifique.

Cette Cordillère des Antilles, malgré sa discontinuité, malgré les fosses parfois très profondes qui séparent quelques-unes de ses îles, présente une remarquable identité de composition géologique. Sa partie septentrionale, depuis le Guatémala jusqu'à Saint-Martin, est constituée par des schistes cristallins (orientés suivant la direction de la chaîne) et des roches éruptives grenues [granite, diorites, gabbros, péridotites (serpentines)], sur lesquels reposent, du côté du Nord, des grès et des calcaires crétacés, associés à

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

des roches volcaniques du même âge; ces sédiments sont recouverts par des couches tertiaires, éocènes, oligocènes ou miocènes. La même constitution géologique s'observe dans les îles de la Trinidad et de Tobago, ainsi que dans la chaîne côtière du Vénézuéla, mais dans cette dernière les sédiments occupent une position symétrique de celle qu'ils présentent dans la chaîne du Nord, c'est-à-dire qu'ils sont inclinés du côté du Sud.

Les premières des Petites Antilles (Anguilla, Saint-Martin, Saint-Barthélemy), sont en partie constituées par des roches anciennes, sur lesquelles reposent des sédiments oligocènes (semblables à ceux de la grande chaîne); ce sont ces mêmes formations marines qui forment en partie les îles d'Antigoa, de la Grande Terre de la Guadeloupe et enfin une partie de la Barbade; c'est pourquoi M. Suess a placé ces îles dans sa Cordillère des Antilles.

Mais les travaux de M. Molengraaff [**37**], de M. Hill [**31**] et de M. Spencer [**49-54**], complétant ceux de Clève [**26**], ont montré que dans ces îles, sauf à la Barbade, on trouve des roches et des tufs volcaniques (andésites, basaltes) à la base de ces sédiments, et qu'au milieu de ces derniers il existe parfois des intercalations de tufs. A Saint-Martin et à Antigoa, ces roches volcaniques se présentent même sans couverture sédimentaire: ce sont elles aussi qui constituent le substratum le plus ancien des îles exclusivement volcaniques de la zone suivante : Saint-Eustache, Saint-Christophe, Montserrat, Martinique, Saint-Vincent, Sainte-Lucie, Basse-Terre de la Guadeloupe, la Dominique: dans cette dernière île, elles paraissent être partout recouvertes par les roches volcaniques plus récentes, alors que dans les autres il est possible de les voir, par places, à découvert. Il y a par suite enchevêtrement de la zone moyenne et de la zone interne qui, elle, est exclusivement volcanique. A l'origine, donc, l'activité volcanique a été beaucoup plus généralisée que plus tard: elle s'est manifestée dans presque toutes les Petites Antilles, puis elle s'est apaisée dans quelques-unes d'entre elles. Tandis que des sédiments marins se déposaient sur les débris des volcans éteints d'Anguilla, de Saint-Martin, de Saint-Barthélemy, d'Antigoa, de la Grande Terre de la Guadeloupe, de la Désirade, etc., les éruptions continuaient et prenaient une plus grande ampleur dans celles des îles dont je vais m'occuper.

Il est vraisemblable d'ailleurs que toutes les Petites Antilles, sans excep-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tion, reposent, à une profondeur plus ou moins grande, sur un socle de roches anciennes. Il existe en effet, dans les tufs volcaniques de trois d'entre elles, des blocs de gabbros, de diorites quartzifères (Guadeloupe, Martinique), de schistes micacés (Martinique), de quartz filonien (Saint-Vincent) (1), indiquant la continuité en profondeur de l'axe ancien de la Cordillère des Antilles, dont quelques-unes des roches caractéristiques se retrouvent à la Trinidad.

Les îles constituant la *zone interne* de l'arc des Petites Antilles forment une série continue, qui n'est interrompue par aucune île non volcanique. Cette traînée d'îles volcaniques, qui avait déjà frappé Léopold de Buch, ne présente guère d'analogue que dans celles des îles Aléoutiennes, des îles du Japon et de la Sonde. Ainsi que je viens de le dire, les formations volcaniques de ces îles datant du Pliocène, du Pléistocène ou de l'époque actuelle, reposent directement sur les tufs ou les coulées volcaniques de l'Oligocène ou du Miocène.

Ces îles, souvent assez élevées, sont les suivantes, en allant du Nord au Sud : Saba (860 mètres), Saint-Eustache (Statia) (594 mètres), Saint-Christophe (Saint-Kitts) (1315 mètres), Névis (Nieves) (1095 mètres), Redonda (183 mètres), Montserrat (915 mètres), Basse-Terre de la Guadeloupe (1484 mètres), la Dominique (1447 mètres), la Martinique (1350 mètres), Sainte-Lucie (1200 mètres), Saint-Vincent (1100 mètres), les Grenadines et enfin Grenade (839 mètres). Quelques-unes d'entre elles (Saint-Eustache, Saint-Christophe, Névis, Saint-Vincent) renferment des cônes à cratères bien conservés ; d'autres (Guadeloupe et Saba) présentent des dômes analogues à celui qui s'est produit au cours de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.

La plupart de ces îles possèdent des *Soufrières* en activité : de petites éruptions se sont produites, depuis la période historique, à la Guadeloupe, à la Dominique et peut-être à Sainte-Lucie ; la Martinique et Saint-Vincent seules ont présenté à cet égard des phénomènes d'une grande intensité ; il est à noter que dans ces deux îles, contrairement aux précédentes, les

(1) Il est fort probable que les nombreux blocs de calcaires marneux métamorphisés qui se trouvent dans les tufs volcaniques anciens et dans les projections de l'éruption actuelle de la Soufrière de Saint-Vincent appartiennent à des sédiments crétacés ou tertiaires ; ils sont accompagnés de fragments de silex intacts. Il ne faut pas confondre les roches granitoïdes anciennes citées plus haut, avec les enclaves homœogènes de même structure qui se trouvent à Saint-Vincent et à la Martinique et dont l'origine sera discutée dans la *Deuxième Partie* de cet ouvrage.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

fumerolles étaient à peine manifestes dans l'intervalle des éruptions.

Je montrerai au cours de ce livre la remarquable parenté que présentent les roches volcaniques des éruptions successives de ces divers centres volcaniques.

Les faunes marines des sédiments des Antilles et de l'Amérique centrale offrent une analogie frappante avec celles du Bassin Méditerranéen ; aussi n'est-il pas douteux qu'avant l'effondrement méridien, qui a donné naissance à l'Atlantique, la Méditerranée se prolongeait d'une façon continue avec la Mer des Antilles. Celle-ci occupe une dépression *intérieure* à la chaîne qui l'enserre ; c'est un effondrement en ovale, comparable à ceux de la Méditerranée occidentale ; il est volcanisé sur deux de ses bords, — à l'Est par les volcans des Antilles (M. Suess a comparé leur disposition à celle des Apennins et des Carpathes) (1), qui sont placés sur un support moins effondré de près de 2000 mètres que les grandes fosses voisines (Atlantique et Mer des Antilles) ; — à l'Ouest, par la chaîne de volcans de Costa-Rica, du Nicaragua, du Salvador et du Guatémala.

Quant au golfe du Mexique, qui se trouve au Nord de la Cordillère des Antilles, il est dû à un effondrement *extérieur*, comparable à l'Adriatique et à la Mer Noire. Ses bords ne sont pas volcanisés, sauf dans sa partie Sud-Ouest, où commence la longue chaîne volcanique du Mexique.

De même que le pourtour de la Méditerranée occidentale, et plus qu'elle, la ceinture de la Mer des Antilles est souvent ravagée par des *tremblements de terre*. M. de Montessus de Ballore a étudié récemment [**181**] la distribution de ces séismes dans les différentes zones de la chaîne. A peu près inconnus dans la zone externe, les tremblements de terre sont extrêmement dévastateurs dans la partie de la Cordillère des Antilles s'étendant de la Guadeloupe à l'Amérique centrale et particulièrement du côté de l'effondrement, c'est-à-dire sur le bord de la Mer des Antilles ; ils causent également des ravages dans la branche vénézuélienne et surtout dans la région de Caracas et dans la Sierra de Mérida, mais les régions dévastées par ces terribles phénomènes ne se trouvant pas, comme les précédentes, sur le bord même de l'effondrement (les *Iles sous le Vent* constituent en effet

(1) M. Michel-Lévy a comparé [**177**] la Mer des Antilles à la Mer Egée et le Golfe du Mexique à la Mer Noire ; dans cette comparaison, les volcans des Antilles correspondent à ceux de la traînée Egine-Nysiros-Santorin, ceux de l'Arménie formant le pendant des volcans du Mexique ; enfin, les volcans de la Fosse érythréenne seraient à paralléliser à ceux des Andes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

une région stable au point de vue séismique), M. de Montessus attribue les séismes de cette région à des causes géologiques locales. Quant à la zone exclusivement volcanique, elle est fréquemment parcourue, elle aussi, par des tremblements de terre, mais, en moyenne, ceux-ci ne sont pas dévastateurs, et ceux qui l'ont été n'étaient accompagnés d'aucun phénomène volcanique.

§ II. — La Martinique.

1° *Esquisse géographique.*

On vient de voir que la Martinique fait partie de l'arc volcanique des Antilles ; elle est située entre les îles anglaises de la Dominique au Nord et de Sainte-Lucie au Sud ; 22 milles la séparent de la première et environ 17 de la seconde. Elle se trouve par 14° de latitude Nord et 63° de longitude Ouest ; elle mesure 66 kilomètres de plus grande dimension, du Cap Saint-Martin à la Pointe des Salines, avec une largeur variant de 13 à 30 kilomètres ; sa superficie est d'environ 988 kilomètres carrés (98 782 hectares).

La Martinique est essentiellement constituée par des montagnes, généralement escarpées ; elle ne renferme qu'une seule plaine, celle du Lamentin.

Sa forme est celle de deux péninsules réunies par un isthme, en partie séparées par la vaste baie de Fort-de-France, la plus belle des Antilles. On peut la diviser plus exactement en deux parties, de composition géologique assez différente, réunies suivant une ligne Nord-Sud, longeant la Rivière Lézard et passant à l'Ouest de la Trinité.

La partie située à l'Ouest de cette ligne est la plus élevée ; elle comprend deux massifs bien distincts ; le plus important, celui du Carbet, forme le centre de l'île, alors que l'autre, celui de la Montagne Pelée, en constitue l'extrémité Nord. Ces deux massifs, qui sont d'origine exclusivement volcanique, portent encore la marque caractéristique de leur structure originelle, surtout visible dans celui de la Montagne Pelée, le plus récent des deux ; cependant l'un et l'autre ont été profondément entaillés par l'érosion qui y a creusé de nombreuses et abruptes vallées. Les sommets culminants sont constitués, dans le massif du Carbet, par les pitons du Carbet, dents à pentes extrêmement raides (50° environ), presque inaccessibles, présentant des altitudes de 1 207 et de 1 161 mètres ; quant au sommet

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

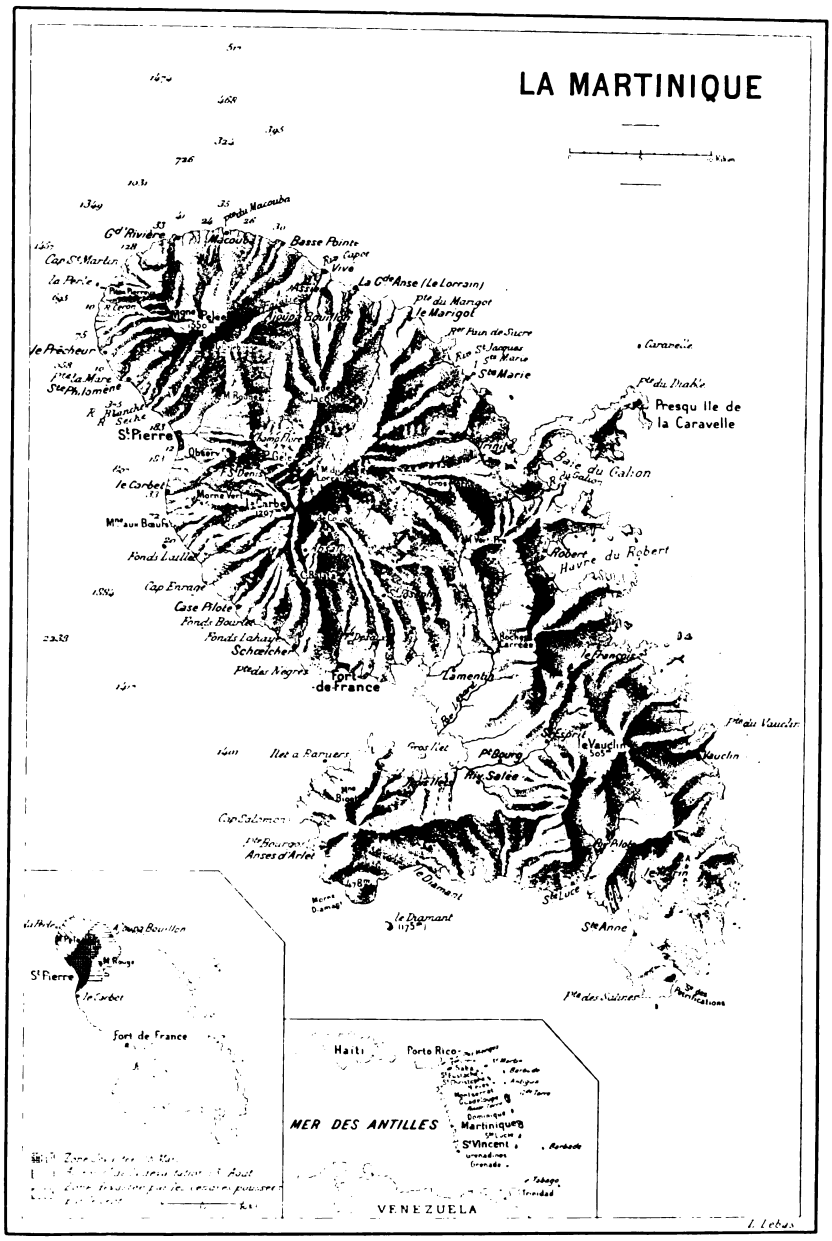


Fig. 1. — Carte de la Martinique.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de la Montagne Pelée, il s'élevait, avant l'éruption, à 1351 mètres.

La partie située à l'Est de la ligne, dont il a été question plus haut, constitue une région moins élevée que la précédente ; c'est une chaîne Nord-Ouest dont le mont Vauclin est le point culminant (505 mètres); elle envoie vers l'Ouest un chaînon qui se termine par une série d'éminences, dont la plus élevée, le morne (1) Diamant, a une altitude de 497 mètres. La topographie de cette partie de la Martinique a un facies plus ancien que le précédent ; l'érosion en a profondément modifié la structure originelle, surtout du côté de l'Est.

Toutes ces montagnes sont entaillées par un nombre considérable de ruisseaux, de torrents ou de rivières, dont deux seulement, la rivière Lézard et la Capot, ont quelque importance. Beaucoup de ces rivières ou de ces ravins (massifs du Carbet et de la Montagne Pelée) sont creusés en forme de cañon (sur la côte Ouest en particulier . Ils viennent déboucher à la mer par des vallées, s'élargissant dans leur cours inférieur ; encaissées entre des falaises plus ou moins hautes, elles ont alors une surface presque horizontale, souvent couverte de belles cultures ; ces basses vallées, situées à quelques mètres et souvent moins d'altitude, ont reçu le nom caractéristique de *fonds* (2).

De toutes parts, les côtes de la Martinique sont rongées par l'action de la mer, mais elles présentent des aspects divers, suivant la région considérée. Toutes celles de la partie septentrionale et de la partie occidentale à l'exception de la baie de Fort-de-France et du voisinage de Saint-Pierre, sont constituées par des falaises abruptes, entaillées par la vague dans les tufs et les conglomérats volcaniques ; on n'y peut débarquer qu'à l'embouchure, en forme de V, des rivières. Ces côtes sont pauvres en accidents topographiques ; il n'en est plus de même pour la côte Est (côte au vent), surtout au Sud de la pointe de la Caravelle ; celle-ci est en effet creusée d'un nombre considérable de baies, de criques, hérissée de pointes à formes découpées, bordée d'îlots ; l'active corrosion qu'elle subit continuellement est due à l'influence des vents alizés qui poussent la mer contre elle. Cette

(1) Le nom de *morne* est donné à la Martinique aux montagnes arrondies et, d'une façon plus générale, à presque toutes les montagnes ou éminences.

(2) Cette particularité topographique, les deltas des rivières aboutissant à Fort-de-France, la grande plaine du Lamentin, qui a une semblable origine, les récifs coralliens de la côte au vent, sont autant de preuves d'un mouvement récent d'exhaussement ; au voisinage de Fort-de-France, se voient des restes manifestes d'un niveau d'érosion ancien, assez élevé au-dessus du niveau de la mer.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

côte est en outre garnie de récifs coralliens qui contribuent à y rendre la navigation difficile.

Au voisinage de toute la côte orientale, la mer est peu profonde. Jusqu'à une assez grande distance au large, les fonds ne dépassent guère et souvent n'atteignent pas 60 mètres; sur les côtes Nord et Ouest, au contraire, ils ont fréquemment plus de 100 mètres à quelque 50 mètres seulement du rivage, et les profondeurs de 2000 mètres en sont fort voisines.

Saisons. — Les saisons sont peu marquées à la Martinique et leurs limites assez incertaines. La *saison des pluies*, désignée sous le nom d'*hivernage*, est la mieux caractérisée; elle dure d'ordinaire de mi-juillet à mi-octobre (1), mais, en réalité, elle commence souvent en mai ou en juin et se prolonge fréquemment pendant novembre. C'est la période de l'année où il pleut généralement le plus, où la température est le plus élevée et où sont à redouter les cyclones dévastateurs. La *saison fraîche* s'étend de décembre à février; la *saison sèche*, appelée aussi *carême*, de février à avril: la dénomination de *saison sèche* n'est employée d'ailleurs que par comparaison avec l'hivernage, car il pleut souvent beaucoup encore.

En raison de l'importance des pluies sur divers phénomènes secondaires de l'éruption, je donne ci-contre le résumé des observations météorologiques faites pendant douze ans à l'hôpital militaire de Fort-de-France par les pharmaciens coloniaux; je dois ces documents à l'obligeance de trois d'entre eux, MM. Mirville, Etchegarray et Lahille.

	1892.	1893.	1894.	1895.	1896.	1897.	1898	1899.	1900.	1901.	MOYENNE de 10 ans.	ÉRUPTION. 1902.	ÉRUPTION. 1903.
Janvier...	107,63	84,33	102,24	159,30	133,30	77,04	144,47	105,8	131,9	146,5	119,15	80,1	84,6
Février....	122,27	111,22	107,60	59,00	32,95	136,95	53,43	84,3	36,8	27,0	77,15	40,8	109,7
Mars.....	116,15	97,17	129,75	295,00	61,75	157,45	71,10	67,5	36,3	50,3	108,27	71,6	51,4
Avril.....	107,40	186,96	42,50	479,80	101,70	17,37	64,90	17,3	131,1	24,2	117,32	50,6	75,0
Mai.....	325,61	240,70	58,00	666,70	215,95	455,75	50,05	57,9	269,5	83,0	242,32	**260.0**	137,9
Juin.....	423,90	233,34	150,50	76,10	306,10	149,25	280,05	163,3	174,8	257,2	221,45	**308.6**	136,5
Juillet.....	226,67	462,53	21,00	167,85	191,50	218,75	420,50	272,3	136,1	234,8	235,20	**296.6**	269,1
Août.....	172,92	284,87	108,00	298,50	221,50	339,75	270,34	227,8	289,9	180,7	239,43	**215.8**	462,9
Septembre.	274,12	276,17	130,70	344,10	111,50	180,25	384,90	165,3	190,0	389,9	264,69	177,8	298,6
Octobre....	285,68	269,92	240,40	326,65	60,00	155,75	228,62	158,5	187,5	103,0	201,60	143,4	350,5
Novembre	170,86	271,82	212,20	390,70	449,95	225,50	293,25	332,4	189,3	234,4	277,04	292,3	184,7
Décembre.	109,00	214,76	57,70	225,30	206,00	253,00	126,50	138,6	113,0	209,9	165,38	148,2	354,9
Total annuel.	2442,20	2733,81	1360,59	3689,00	2092,20	2366,77	2358,11	1791,0	1885,4	1941,0	2269,00	2085,8	2515,0

(1) Les limites officielles de l'hivernage, pendant lequel des précautions réglementaires sont prises à bord des navires, en prévision des cyclones, s'étendent de trois jours avant la nouvelle ou la pleine lune de fin juillet à trois jours après la nouvelle ou la pleine lune de la fin d'octobre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Sur les hauteurs, la quantité de pluie est beaucoup plus considérable encore ; elle s'élève certainement à plus du double sur la Montagne Pelée. Le sommet de cette montagne, de même que celui des pitons du Carbet, est d'une façon presque constante caché par un épais manteau de nuages, qui a été une gêne constante pour nos études.

Pression barométrique. — Les mouvements du baromètre sont extrêmement faibles, sauf en cas de cyclone. La pluie, les orages, les tempêtes même, sont sans grande influence sur eux ; ils se réduisent en général à une marée diurne de 2 millimètres, consistant en deux oscillations régulières par jour : les maxima se produisent à 10-11 heures du matin et du soir et les deux minima à 4-5 heures du matin et du soir. La moyenne des pressions corrigées (pour les dix années qui ont précédé l'éruption) est de $761^{mm},8$ à Fort-de-France.

Quand, pendant l'hivernage, le baromètre descend au-dessous de 757 millimètres, c'est l'indice du passage d'un cyclone dans le voisinage de l'île ; lors de ceux du 18 août 1891 et des 8-9 août 1903, la pression s'est abaissée à $728^{mm},5$.

Température. — Le climat est chaud, mais supportable ; le thermomètre ne s'élève pas à plus de 32° C. et quelques dixièmes ; il ne s'abaisse guère au-dessous de 20° sur le littoral. La moyenne des minima a été de $22°,3$; celle des maxima de $29°,5$; celle de la différence des températures extrêmes de $25°,9$ pour les dix années qui ont précédé l'éruption.

La température indiquée par le thermomètre humide n'est inférieure à celle du thermomètre sec que de moins de 3 degrés, par suite de l'abondance de la vapeur d'eau dans l'air. La moyenne de l'état hygrométrique, évalué en centièmes, a été, de 1892 à 1901, de 80,8, le minimum ne descendant pas au-dessous de 77.

Vents. — Pendant toute l'année, sauf durant l'hivernage, les vents soufflent uniformément de l'Est ou de l'Est-Nord-Est (*vents alizés*) ; quand ils s'éloignent de cette direction, c'est pour peu de temps et ils y reviennent bientôt.

Ces vents constants tempèrent la chaleur : c'est par leur existence que s'expliquent la réputation de salubrité de la côte Nord-Est et la température plus élevée de la côte Ouest, abritée des alizés par les hautes montagnes de l'île. Souvent ils augmentent d'intensité depuis le matin jusqu'à une

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

heure ou deux, puis diminuent peu à peu, à mesure que le soleil s'abaisse : mais cette règle n'est pas toujours vérifiée.

Ces vents ont eu une influence considérable dans la distribution des cendres de l'éruption actuelle.

Dans les hautes régions de l'atmosphère (1), règnent généralement les contre-alizés poussant vers l'Est, l'Est-Nord-Est ou le Sud-Est : ils ont joué, eux aussi, un rôle important au cours des paroxysmes.

Durant l'hivernage, les vents ne sont plus réguliers ; ils varient de l'Est-Nord-Est à l'Ouest, en passant par le Sud. Le vent du Sud est chaud et humide ; il contribue, avec les calmes fréquents pendant cette époque de l'année, à faire de l'hivernage la saison la plus pénible à supporter à la Martinique.

Végétation. — Le climat humide et chaud de la Martinique donne à sa végétation une vigueur et une richesse qui font l'admiration de tous ceux qui arrivent pour la première fois dans notre colonie ; c'est d'elle d'ailleurs que ce beau pays tire toutes ses ressources. On peut, à ce point de vue, distinguer dans l'île trois zones principales.

La *zone des cultures* s'étend depuis la côte jusqu'à une altitude variable, qui atteint fréquemment 500 mètres. Sur le littoral, où résident beaucoup de pêcheurs, l'abondance des cocotiers donne au paysage un facies caractéristique. Les cultures commencent, dans beaucoup de points, presque sur le bord de la mer : c'est la région de la canne ; au delà se développent les cultures vivrières.

La culture prédominante, répartie sur toute l'étendue de l'île, est celle de la canne à sucre ; elle couvre environ 13000 hectares ; on estime qu'elle occupe en moyenne six travailleurs à l'hectare ; ce sont ses produits qui alimentent les nombreuses usines, où l'on se livre à la fabrication du sucre et du rhum, les industries principales du pays.

Une culture secondaire, qui prenait de l'extension au moment de l'éruption, est celle du cacaoyer ; environ 1 500 hectares lui étaient consacrés. Elle était malheureusement presque exclusivement localisée sur le flanc Ouest de la Montagne Pelée sur le territoire du Prêcheur ; depuis le milieu

1. Les poussées de vapeurs de l'éruption actuelle atteignaient souvent 4000 mètres ; elles étaient cependant tout entières poussées à l'Ouest par l'alizé ; c'est donc à une hauteur supérieure que règnent les contre-alizés.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

du XVIIIe siècle, en effet, par crainte des cyclones, les cacaoyers sont surtout cultivés dans les ravins chauds et humides, où ils trouvent une terre fertile et un abri contre le vent.

Le caféier, qui, à la fin du XVIIIe siècle, constituait l'une des ressources principales de la Martinique, y a presque entièrement disparu sous l'influence de nombreuses maladies. Cet arbrisseau n'y est plus guère cultivé en grand qu'au Vauclin et aux Anses d'Arlet, bien que de nombreux essais soient faits pour restaurer cette culture productive.

On donne, aux Antilles, le nom de *cultures vivrières* à celles qui ont pour but l'exploitation des fruits et des légumes indigènes : leurs produits, sauf le café et le cacao, qui y sont quelquefois accessoirement cultivés, ne sont pas exportés, mais consommés sur place. Les fruits sont extrêmement nombreux : fruits à pain, bananes, mangues, avocats, sapotilles, goyaves, corossols, oranges, mandarines et citrons, pommes-lianes, etc. ; les légumes ne sont pas moins variés : choux caraïbes, patates, ignames, christophines, etc. Il faut enfin citer le manioc. Les cultures vivrières, dans lesquelles on fait souvent un peu d'élevage, peuvent nourrir environ trois travailleurs à l'hectare.

Enfin, il y a lieu de signaler quelques cultures accessoires : coton, campêche, tabac, vanille, indigo, ananas, etc.

La *région des grands bois* commence en moyenne à 500 mètres d'altitude, quelquefois même plus bas, et monte jusqu'à 800 et même 1100 mètres. C'est là que la végétation tropicale se montre dans toute sa luxuriance et dans toute sa beauté, avec ses palmiers, ses fougères arborescentes et une foule d'espèces précieuses ; malheureusement, les cyclones et surtout la main de l'homme font très rapidement disparaître les véritables grands bois. Près d'un quart de la Martinique est occupé par cette région, qui à l'état boisé constitue le grand régulateur du climat, le réservoir des sources et des rivières. La richesse des territoires qu'elle domine paraît être en rapport direct avec le développement de la végétation qui s'y trouve : c'est ainsi, par exemple, que le Nord de l'île, qui, avant l'éruption, avait environ 27 p. 100 de sa surface occupée par des forêts, était la plus riche et la plus peuplée, alors que le Sud, dont 4 p. 100 de la surface seulement est boisé, est actuellement la partie la plus pauvre, tandis qu'au XVIIIe siècle elle était très boisée et riche. Cette idée a été bien mise en lumière par un rapport de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

M. Lasaulce, inspecteur adjoint des forêts, chargé par M. le Ministre des Colonies de l'étude et de l'organisation des bases d'un régime forestier à la Martinique (Fort-de-France, 1901). Il n'a pas été donné de suites à ce rapport, mais l'éruption actuelle qui a détruit toute la végétation de la Montagne Pelée a apporté une sinistre confirmation aux prévisions de M. Lasaulce sur les conséquences fatales du déboisement auquel on se livre à la Martinique sans trêve ni merci.

En 1901, les grandes forêts occupaient 6000 hectares dans le massif de la Montagne Pelée, 15000 dans celui du Carbet, 500 dans celui du Vauclin, autant à l'extrémité Sud-Ouest de l'île, sans compter les bouquets de bois disséminés un peu partout.

Enfin, au-dessus de la zone des bois, se trouve la *zone supérieure*, qui constitue le sommet des hautes montagnes ; elle est essentiellement constituée par une brousse, où abondent les lianes, les fougères et les palmistes.

J'emprunte à une notice publiée par M. Landes à l'occasion de l'Exposition de 1900 [**20**] la statistique suivante, malheureusement incomplète, sur l'emploi du territoire de la Martinique au point de vue agricole (1) :

Cultures	Canne à sucre	10.116	29.703 hectares.
	Café	349	
	Coton	18	
	Cacao	1.784	
	Tabac et cultures diverses	2.369	
	Cultures vivrières	15.067	
Savanes (2)			19.048
Forêts			23.672
Non cultivés	Dépendances des habitations		4.767
	Terrains vagues et domaines particuliers		12.337

(1) Le même auteur donne la statistique suivante, se rapportant également à 1900 :

Habitations rurales.		*Industries.*		*Répartition des travailleurs.*	
Habitations vivrières	8.908	Rhumeries	148	Canne à sucre	30.378
— sucrières	1.148	Usines centrales	19	Culture vivrière	25.164
— cacaoyères	636	Moulins à vapeur	15	Cacaoyers	3.016
— cotonnières	8	Fours à chaux	46	Cultures diverses	2.134
— indigotières	3	Poteries	2	Non employés	13.434
		Tanneries	2		

(2) Le nom de *savane* est donné aux espaces gazonnés, dépourvus d'arbres et servant au pâturage. Voici, d'après Landes, la statistique du bétail en 1900 :

Chevaux	9.390	Moutons	24.725
Ânes	870	Cabris	12.143
Mulets	4.355	Porcs	21.050
Taureaux, bœufs, vaches	33.854		

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Population. — La Martinique se divise en deux arrondissements, dont les chefs-lieux étaient Fort-de-France, la capitale administrative de l'île, et Saint-Pierre. Le tableau suivant donne le chiffre de la population des 32 communes de l'île d'après le recensement de 1902; elle s'élevait alors pour l'île entière à 203781. Le recensement de 1894 avait fourni pour la population 189599, y compris une population flottante de 1907 personnes.

Arrondissement de Fort-de-France.		*Arrondissement de Saint-Pierre.*	
Fort-de-France	22.164 habitants.	Saint-Pierre	26.011 habitants.
Schoelcher	1.739	Le Carbet	5.908 —
Lamentin	10.928	Case Pilote	2.986 —
Saint-Joseph	8.471	Fonds-Saint-Denis	1.560 —
Saint-Esprit	6.049	Le Prêcheur	4.620 —
Ducos	4.661	Morne-Rouge	3.943 —
Le Francois	12.452	Basse-Pointe	4.076 —
Rivière Salée	5.550	Ajoupa-Bouillon	1.871 —
Le Diamant	2.582	Macouba	1.536 —
Anses d'Arlet	3.380	Grand Rivière	1.508 —
Trois Ilets	3.595	Le Lorrain	6.605 —
Sainte-Luce	2.048	Le Marigot	2.094 —
Le Marin	4.571 —	La Trinité	7.212 —
Le Vauclin	7.128 —	Sainte-Marie	10.862 —
Sainte-Anne	2.884 —	Le Robert	8.847 —
Rivière Pilote	7.956 —	Gros-Morne	8.414 —

La population en 1902 était donc de 207 habitants par kilomètre carré, mais, comme plus de la moitié de l'île est inhabitée, en réalité la population était d'au moins 414 habitants par kilomètre carré, dans l'ensemble de la partie habitée ; mais, sur la côte, elle atteignait certainement une moyenne de 1000 habitants.

2° *La Montagne Pelée.*

Ces notions sommaires sur la géographie de la Martinique étant données, il est nécessaire d'entrer dans plus de détails sur la Montagne Pelée qui a été le siège exclusif de l'éruption actuelle et qui désormais va seule nous occuper.

Le massif de la Montagne Pelée constituant la partie Nord de l'île, a la forme d'un cône, assez régulier, dont le diamètre de base varie de 11 à 15 kilomètres. Son altitude maximum était, avant l'éruption, de 1351 mètres ; sa superficie totale est d'environ 120 kilomètres carrés ; il offre donc à peu

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

près les dimensions du massif du Vésuve, compris dans son ensemble géologique, avec une altitude un peu plus grande.

La Montagne Pelée est séparée des dépendances septentrionales du massif du Carbet par la vallée de la Roxelane à l'Ouest, et par celle de la Capot à l'Est. Les deux massifs sont réunis par une arête montagneuse, sur laquelle était bâti le bourg du Morne-Rouge, et qui va de la Calebasse au piton Gelé, par le Morne Balisier et le Morne Fumé. Les hautes vallées de la Capot et de la Roxelane constituent de vastes amphithéâtres ; Saint-Pierre était placé sur les bords de la mer, à l'extrémité méridionale de celui de la Roxelane.

Si l'on jette les yeux sur la carte (fig. 1), on voit que ce massif est extrêmement accidenté ; dans toutes les directions, partent de son sommet, s'irradiant vers la mer (sauf du côté du Sud), une série d'arêtes rocheuses, entre lesquelles se trouvent de profonds ravins, de nombreux ruisseaux ou rivières. Si l'on excepte un secteur Nord à Sud-Ouest, dans lequel ces arêtes rocheuses conservent pendant longtemps une altitude assez élevée, partout ailleurs les pentes de la Montagne Pelée s'abaissent rapidement, puis ensuite se continuent jusqu'à la mer avec une faible inclinaison ne dépassant pas 10°. De toutes parts, sauf entre Saint-Pierre et le Précheur, la côte est formée par des falaises verticales qui, par places, atteignent 100 mètres de hauteur.

Quelques-unes des rivières descendant de la Montagne Pelée ont leur vallée assez ouverte ; tel est le cas de la Roxelane et de la Rivière des Pères ; mais la plupart d'entre elles sont profondément encaissées à leur origine, formant même de larges cañons comme la Rivière Sèche ou d'étroites barrancas, venant butter contre un *à pic*, ainsi que cela a lieu pour la Rivière Blanche. Quelques-unes de ces rivières conservent leur forme de cañon jusqu'au bord de la mer ; leur embouchure est parfois peu ouverte, comme cela a lieu pour la rivière de Macouba, ou au contraire très large comme celle de Grand Rivière.

Quelques mots de plus sont nécessaires au sujet de la Rivière Blanche, qui a une importance capitale dans l'éruption actuelle. Elle débute brusquement au pied de l'échancrure en V d'une vieille caldeira, dont il va être question plus loin ; l'à pic qui la domine a une direction sensiblement Nord-Sud. (Voir la carte placée au début du chapitre VI.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Elle prend d'abord une direction Est-Ouest, en longeant le pied du morne Lénard, puis coule ensuite vers le Sud-Ouest. A 2 kilomètres de la côte environ, elle reçoit à droite un affluent, la Rivière Claire, prenant sa source près du sommet de la montagne : c'est dans la haute vallée de cette dernière qu'a été localisée l'éruption de 1851. Jusqu'à leur confluent, ces deux rivières sont encaissées entre des falaises verticales, puis, à partir de leur jonction, la vallée de la Rivière Blanche [1] est moins profonde, elle débouche bientôt sur un large delta ancien, au milieu duquel elle changeait jadis assez souvent de lit, lors de ses inondations. Les deltas torrentiels de la Rivière Blanche et de la Rivière Sèche sont, pour ainsi dire, enchevêtrés l'un dans l'autre.

Avant l'éruption actuelle, le lit de ces deux rivières était encombré de gros blocs de rochers arrachés à un conglomérat ancien.

Je donnerai plus loin, dans le chapitre IX, la description de la topographie de la Rivière Falaise, affluent de la Capot, qui fournira une idée de la structure des hautes vallées encaissées de la Montagne Pelée.

Le sommet de la montagne est constitué par un petit plateau, sur lequel se trouvait un étang minuscule, appelé le *Lac des Palmistes*. Ce plateau est dominé — du côté du Nord par une arête rocheuse se dirigeant vers l'Ouest-Nord-Ouest et formant une falaise sur la rive droite de l'origine de la rivière du Précheur ; — et du côté du Sud-Ouest par une éminence en forme de dent, le *morne La Croix*, qui, avant l'éruption actuelle, était le point culminant de l'île. Au pied de ce morne s'ouvre, du côté du Sud-Ouest, une large ouverture béante, au fond de laquelle se trouvait, jadis, une petite cuvette, rarement remplie d'eau et que pour cela on appelait l'*Étang Sec*. Cette grande cavité est constituée par une ancienne caldeira, qui a joué un rôle capital dans l'éruption actuelle, puisque c'est elle qui a servi de cratère.

Nous n'avons pas de renseignements très précis sur toute cette partie de la montagne, qui d'ailleurs, à l'exception du lac des Palmistes, était peu visitée. Les récits de MM. Deckert [**156**], Hearn [**19**] et Garraud montrent qu'avant l'éruption, comme aujourd'hui, le sommet de la

1. Je m'occupe ici de la vallée avant les événements de 1902 : elle a été entièrement remblayée au cours de l'éruption actuelle et se recreuse aujourd'hui.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

montagne était presque constamment enveloppé par un épais manteau de nuages, que déchiraient seulement de rares éclaircies. Je n'ai pu voir que quatre photographies de cette région (1) ; elles représentent exclusivement le petit lac. Celui-ci était presque circulaire ; il mesurait de 150 à 200 mètres de diamètre, suivant les années et les saisons ; sa profondeur maximum ne dépassait guère $1^m,50$; il n'était séparé des pentes orientales de la montagne que par un rebord de 3 à 4 mètres (fig. 2). Du côté du Sud, un assez large plateau le dominait de la même hauteur en se dirigeant vers le Morne Rouge.

Fig. 2. — Le bord oriental du *lac des Palmistes*.
(Photographie communiquée par M. de Pellerin.)

L'altitude du lac était de 1245 à 1246 mètres, d'après les observations de Ch. Sainte-Claire Deville [**14**,35] ; de 1252 mètres, d'après des mesures que m'a récemment communiquées M. Deckert : on verra plus loin qu'il faut probablement faire des réserves à cet égard.

L'altitude de 1350 mètres, portée sur la Carte marine, a été calculée par Monnier qui, dans son livre [**13**, 69], donne $1351^m,29$ en faisant remarquer que la valeur du coefficient de réfraction terrestre (0,55), admis par lui dans son calcul, n'est qu'une moyenne de mesures très variables. Ch. Sainte-Claire Deville, à l'aide d'observations barométriques, a obtenu des nombres différents l'un de l'autre, 1342 et 1326 mètres, au sujet desquels il ne donne aucune discussion.

Le morne La Croix était une éminence en forme de dent (dyke d'andésite), à parois verticales au-dessus de l'Étang Sec, à pentes assez raides du côté du lac des Palmistes. D'après la moyenne des renseignements que j'ai recueillis à la Martinique, il fallait environ quinze minutes pour le gravir par un sentier mal tracé dans les fougères, les lianes et les goyaviers nains qui l'embroussaillaient. Il était terminé par un petit plateau d'une vingtaine de mètres carrés, légèrement incliné vers le précipice sur le bord duquel

(1) L'une d'elles a été publiée par M. Deckert [**151**] ; elle représente le côté Sud-Ouest du lac.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

était implantée une croix en fer, d'où son nom de *morne La Croix*.

La figure 3 reproduit une photographie que m'a communiquée M. Garraud, ancien vice-recteur de la Martinique (1) ; elle représente le morne La Croix et le bord Sud-Ouest du lac des Palmistes ; on la comparera avec intérêt à la figure 1 de la planche VI, que j'ai faite à peu près du même endroit le 15 octobre 1902 : le lac était alors remblayé et il ne restait plus qu'un petit rocher de cette énorme dent.

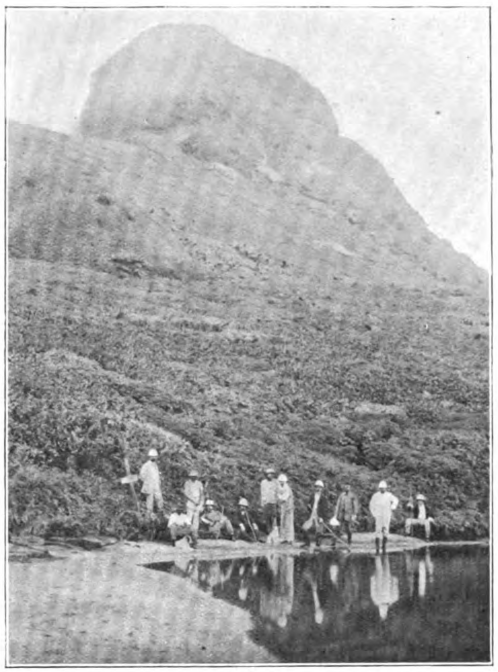


Fig. 3. — Le morne La Croix et le bord occidental du lac des Palmistes avant l'éruption.

Le morne dominant le lac du côté du Nord, et que sur la carte du chapitre V j'ai désigné sous le nom de *morne de Macouba* (dyke ou coulée d'andésite), joue par rapport à la caldeira de l'Étang Sec le même rôle que la Somma vis-à-vis du Vésuve, la vallée du Précheur pouvant être, dans ce cas, comparée à l'Atrio del Cavallo. Une disposition analogue se voit dans les Soufrières de Saint-Vincent et de Névis.

Le plateau situé au Sud du lac des Palmistes s'inclinait assez rapidement vers le Morne Rouge, et là se trouvait avant l'éruption une particularité intéressante de l'ancienne topographie de la montagne. Le sentier, allant du lac à Saint-Pierre par la Petite Savane, ou du lac au Morne Rouge, traversait une série de fentes béantes (*Terre fendue*) encombrées d'éboulis de toute sorte couverts de végétation. Il s'en exhalait une odeur sulfureuse, d'après M. Deckert qui m'a donné leur altitude (2) :

(1) M. Garraud a publié un intéressant livre de voyage : *Trois ans à la Martinique*. Paris, 1902.
(2) Ces nombres sont probablement un peu trop élevés.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

1227 mètres pour les deux fentes supérieures, séparées par 150 mètres environ, et 1129 mètres pour une troisième fente; leur orientation était Nord-Ouest ; elles étaient coupées par une quatrième fente plus large (2m,50 environ), orientée Nord-Est.

Cette partie de la montagne était revêtue d'une broussaille épaisse, formée par un inextricable fouillis de palmiers, de fougères, d'arbrisseaux de tout genre, au milieu desquels se trouvaient de magnifiques fleurs de bégonias, d'orchidées, de broméliacées, etc. Cette région était extrêmement marécageuse; le sol ponceux y était couvert d'une couche épaisse d'humus, au milieu duquel se trouvaient d'innombrables racines, rendant la marche fort difficile.

Au-dessous de cette zone de broussailles, commençait celle des grands bois qui, du côté de l'Est, s'élevait jusqu'à une altitude d'environ 1140 mètres, tandis que du côté Ouest, et particulièrement dans la vallée de la Rivière Claire, elle atteignait seulement l'altitude de 850 mètres, d'après les renseignements que je dois à M. Deckert.

Caldeira de l'Étang Sec. — Il me reste maintenant à m'occuper avec plus de détails de l'Étang Sec, qui a pour nous une importance capitale, puisque c'est la caldeira au fond de laquelle il se trouvait qui a servi de cratère à l'éruption actuelle.

Un observateur placé en haut du morne La Croix, avant l'éruption, avait l'Étang Sec à ses pieds; il voyait, du côté du Nord, la crête de la montagne s'infléchir d'abord, dentelée et abrupte, dépourvue de végétation; il la voyait ensuite remonter pour former les éminences du *Grand* et du *Petit Bonhomme*; le piton rocheux et décharné de celui-ci nous servira souvent de point de repère. Au Sud du morne La Croix, l'observateur avait devant les yeux une crête s'abaissant assez rapidement, puis remontant ensuite, en tournant vers le Sud-Ouest pour constituer la croupe de la *Petite Savane*. Celle-ci offrait du côté de l'Ouest une pente très raide; elle se prolongeait par les falaises de la rive gauche de la vallée de la Rivière Blanche, pour aller rejoindre le morne Lénard figuré sur la carte du chapitre V.

La *Petite Savane* et le *Petit Bonhomme* étaient réunis par un seuil rocheux, en forme de selle, limitant une large échancrure dirigée du côté de Saint-Pierre et interrompant la continuité des bords de la caldeira. C'est là l'échancrure en V qui, par son orientation, a joué un rôle capital dans le

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

phénomènes destructifs de l'éruption actuelle et dont il sera souvent question désormais ; elle dominait un *à pic* de plusieurs centaines de mètres, au pied duquel commençait la barranca de la Rivière Blanche (1).

Il eût été d'un intérêt capital d'avoir des renseignements précis sur la topographie de l'intérieur de cette caldeira ; malheureusement, il n'existe sur ce sujet aucun renseignement écrit. Elle était d'un abord difficile, non seulement à cause de sa topographie, mais encore en raison de la végétation inextricable qui en revêtait les parois ; seuls, les chasseurs de choux palmistes et quelques excursionnistes de Saint-Pierre s'y rendaient de loin en loin. Tous ont péri dans la catastrophe et je n'ai pu trouver à la Martinique qu'une seule personne ayant à cet égard des souvenirs assez précis : c'est le P. Vanhaecke, ancien professeur au séminaire de Saint-Pierre, qui, il y a quinze ans, faisait de nombreuses excursions sur la montagne. Voici les renseignements qu'il m'a fournis et que j'ai cherché à contrôler et à compléter avec quelques documents de sources diverses.

La caldeira avait une section elliptique ; son grand axe était à peu près dirigé Nord-Sud, sa forme était assez exactement celle d'un casque colonial renversé. D'après le P. Vanhaecke, les diamètres de sa section, au niveau des crêtes, étaient d'environ 1500 et 8 à 900 mètres ; on verra plus loin, dans un récit de M. Sully, parler d'un diamètre de 800 mètres. Une mesure approximative, faite de l'Observatoire sur la distance existant actuellement entre le Petit Bonhomme et la paroi opposée du cratère, a fourni au capitaine Perney 730 mètres, ce qui correspond pour le diamètre Est-Ouest à un nombre voisin de 700 mètres ; quant au plus grand diamètre, sur lequel aucune mesure n'a été prise, j'estime qu'il peut atteindre, mais ne dépasse pas 1000 mètres. D'après le P. Vanhaecke, les diamètres du fond de la cuvette étaient respectivement de 600 et de 200 mètres. Ces nombres se rapprochent de l'estimation des dimensions de l'Étang faites à la fin d'avril par M. Merwart (voir page 77), qui parle de 400 et de 200 mètres, mais là encore il est difficile de préciser, car il semble qu'il faille considérer cette caldeira comme ayant formé en réalité un ravin profond, avec une pente dirigée du Nord vers le Sud, formé par la convergence vers cette ligne des parois éboulées, à pentes

(1) Une disposition semblable s'observe dans la caldeira du cône de Nevis, qui est échancrée du côté du Nord-Ouest [**54**].

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

plus ou moins raides. L'Étang se trouvait dans la partie la plus basse de la pente ; il était séparé de la haute vallée de la Rivière Blanche par un frêle barrage, qui n'avait pas plus de 25 à 30 mètres de hauteur.

La question capitale à résoudre est celle de l'altitude du fond de cet étang, puisque c'est lui qui sert de base au dôme de nouvelle formation. Les renseignements recueillis à ce sujet sont fort divergents. D'après les indications que m'a fournies le P. Vanhaecke, il se trouvait à environ 300 mètres au-dessous du sommet du morne La Croix. Ce nombre me paraît trop faible, mais cependant approché de la vérité, car, dans son rapport sur l'éruption de 1851, Leprieur dit expressément qu'étant sur le haut du morne La Croix il voyait à ses pieds, à un peu moins de 400 mètres au-dessous de lui, la flaque d'eau remplissant accidentellement l'Étang Sec. Puis il ajoute, qu'étant descendu dans celui-ci il a, à l'aide d'une observation barométrique, constaté que son altitude était de 921 mètres ; or, le même jour, il avait pris l'altitude du sommet du morne La Croix et il la donne comme étant de 1277 mètres, soit une différence de 73 mètres avec la hauteur réelle de la montagne. Ou bien Leprieur a fait une erreur de lecture ou de calcul concernant l'altitude de la montagne elle-même (1), ou bien ses deux nombres sont atteints d'une même erreur systématique ; dans un cas, la véritable altitude de l'Étang serait de 921 mètres et dans le second 994. On voit donc que les observations de Leprieur et les estimations par le P. Vanhaecke donnent pour l'altitude de l'Étang Sec des nombres intermédiaires entre 921 et 1077 mètres ; il est vraisemblable que l'altitude réelle était voisine de 1000 mètres. Une mesure approximative faite du *Jouffroy*, le 15 juillet, a donné 1010 mètres pour la base de l'éboulis du dôme récent, situé en haut de la Rivière Blanche ; ce nombre doit se rapprocher de la vérité (2).

(1) Je pense que c'est cette dernière hypothèse qui est exacte, car, dans la collection des échantillons recueillis en 1851 par Leprieur et conservés au Muséum, ceux du lac des Palmistes portent l'indication : altitude 1188 mètres, nombre qui est certainement trop faible de 22 mètres au moins, si mes mesures citées plus loin sont exactes, et de davantage, si l'on admet les valeurs données par Ch. Sainte-Claire Deville et par M. Deckert.

(2) Une interview de M. Landes publiée par le journal *les Colonies* (7 mai) lui fait dire : « La vallée a reçu le contenu de l'Étang Sec dont la digue s'est rompue, laissant tomber des eaux boueuses à une hauteur de 700 mètres. » Le fond de la vallée, au pied de l'abrupt commençant à l'échancrure en V du cratère, pouvait avoir une altitude de 250 à 300 mètres ; cette indication de M. Landes, qui connaissait bien la montagne, confirmerait le nombre auquel je me suis arrêté. C'est sans doute cette indication qui a fait adopter par M. Hovey (99) l'altitude de 700 mètres pour celle de l'Étang Sec. Il me semble que la phrase de Landes s'applique à la chute de la boue dans le fond de la Rivière Blanche et non dans la mer.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

3° *Esquisse géologique.*

Je ne m'occuperai dans ce livre, ni de la géologie détaillée de la Martinique, ni des mouvements du sol répétés qui ont affecté l'île jusqu'à une époque récente, ni des quelques travaux antérieurs publiés sur ce sujet (voir la *Bibliographie*). J'ai laissé à mon collaborateur M. Giraud le soin de traiter complètement ces importantes questions avec tous les détails qu'elles comportent; son long séjour à la Martinique lui permet de réunir les matériaux nécessaires à ce travail. Je ne donnerai donc ci-dessous que les quelques renseignements indispensables pour indiquer l'âge relatif des roches volcaniques que j'ai personnellement recueillies et dont j'étudie la composition dans la seconde partie de cet ouvrage, afin d'établir la place des produits de l'éruption actuelle parmi ceux d'une intéressante province pétrographique. Ces indications géologiques sommaires seront peut-être modifiées par les études détaillées de M. Giraud; aussi je ne les donne que comme des renseignements provisoires.

La Martinique est d'origine entièrement volcanique. Les tufs et les conglomérats jouent dans sa constitution un rôle bien plus important que les coulées, et les filons n'y sont pas nombreux. On n'y trouve aucun substratum de roches sédimentaires, ni de roches éruptives antétertiaires; cependant les tufs renferment quelques enclaves de diorite et de schistes micacés, qui montrent que les formations volcaniques reposent dans les profondeurs, inaccessibles à notre observation directe, sur un soubassement ancien constituant le prolongement méridional de la Cordillère des Antilles, dont il a été question plus haut.

On peut distinguer dans l'ensemble des roches volcaniques de la Martinique deux séries pétrographiques principales, caractérisées par leur composition minéralogique et chimique. L'une, basique, ne comprend que des *basaltes* et des *labradorites augitiques*; l'autre est essentiellement formée de roches non augitiques (*labradorites*, *andésites* à hypersthène et *dacites*); elle est nettement plus acide et la plus grande partie des roches qui la constituent sont d'âge plus récent que celles de la précédente.

Série basaltique. — Les éruptions volcaniques les plus anciennes se sont produites dans la partie orientale de l'île, située à l'Est de la ligne Nord-Sud dont il a été parlé page 6; leurs produits constituent

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

notamment la chaîne montagneuse, s'étendant depuis la pointe des Salines jusqu'au Gros-Morne, pour se continuer jusqu'au voisinage du Lorrain et peut-être au delà, en passant par le Marin, le Vauclin, les Roches Carrées, le Morne-Vert-Pré, la Trinité, la presqu'île de la Caravelle, Sainte-Marie, etc. Ils sont essentiellement constitués par des tufs, des filons et des coulées de basalte à plagioclases, plus ou moins riches en olivine et passant à des labradorites pauvres en péridot.

M. Giraud a pu montrer [**21**] que dans cet ensemble il existe deux niveaux fossilifères distincts. Les tufs les plus anciens renferment, par places, des nodules ou des bancs de calcaires, plus ou moins cristallins, qui, dans quelques localités (le Marin, Sainte-Marie, la Caravelle), contiennent des algues calcaires (*Lithothamnium*) et des orbitoïdes (*Lepidocyclina*) permettant de les rattacher à l'*aquitanien*. Cette formation est surmontée par un ensemble de tufs (avec coulées et filons) de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, ayant la même composition pétrographique et dans lesquels se trouvent, à Bassignac, à l'Ouest de la Trinité, une riche faune du miocène inférieur (*Turitella tornata* Guppy ; *Natica sulcata* Born. ; *Clypeaster ellipticus* Mich. ; des *orbitolites* ; etc.). M. Giraud a fait remarquer la grande analogie de la faune de ces deux niveaux avec celle des couches oligocènes et miocènes de Panama et de l'Aquitaine ; ses travaux en cours lui permettront probablement de démontrer que, dans cette série géologique, se trouvent intercalées des andésites et des labradorites de la série pétrographique suivante (en particulier dans le Sud et le Sud-Ouest de l'île).

Série andési-labradoritique et dacitique. — Les roches volcaniques, situées à l'Ouest des précédentes, sont, à l'exception de quelques-unes de celles de l'extrémité Sud-Ouest de l'île auxquelles je viens de faire allusion, plus récentes, mais leur âge absolu est jusqu'ici resté indéterminé, faute de fossiles. Elles sont essentiellement constituées par des conglomérats ou des tufs d'*andésites* et de *labradorites* non augitiques, par des coulées ou des dykes de ces mêmes roches, ainsi que par des *dacites*. Cette formation géologique est donc plus compliquée et plus acide que la précédente ; il y existe en outre quelques coulées et filons de roches basiques, sur lesquelles je n'ai d'ailleurs personnellement recueilli que des renseignements géologiques insuffisants.

Les roches de cette série pétrographique constituent trois massifs prin-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cipaux, distincts. Au centre de l'île, se trouve celui des pitons du Carbet ; — à la pointe Sud-Ouest de l'île et, par suite, à l'Ouest du Vauclin, un second massif se termine par la pointe de Salomon ; le morne Bigot, le morne La Plaine et le morne Diamant en sont les principaux points culminants ; — enfin, au Nord se trouve le massif de la Montagne Pelée.

Massif du Carbet. — Les pitons du Carbet sont constitués par une masse énorme de *dacite*, paraissant former un amas ou une série de dykes. Toute la périphérie du massif est formée par des conglomérats à gros blocs (brèches ignées ou conglomérats boueux), associés parfois à des lits de cendres et de lapillis ; les roches qui les constituent sont des *labradorites* et des *andésites* à hypersthène. En nombre de points, ils sont traversés par des dykes ou surmontés par des coulées des mêmes roches, formant en particulier la partie supérieure des arêtes montagneuses qui, partant des pitons, descendent vers la mer dans toutes les directions. Dans de nombreuses localités, on peut voir des conglomérats de cette série reposer sur les tufs miocènes.

Massif du Sud-Ouest. — Je n'ai fait que traverser le massif du Sud-Ouest ; il y existe des *dacites* au Gros Ilet et au rocher du Diamant, des *andésites à hornblende et hypersthène* au morne Diamant, des *labradorites à hypersthène* aux Trois Ilets, mais on y trouve aussi des *basaltes* à l'îlot des Ramiers, des *labradorites à olivine, hypersthène, cordiérite* et *quartz* au morne Diamant, des *labradorites à olivine et quartz* à la pointe Burgos ; d'après M. Giraud, ces dernières roches sont très récentes, alors qu'une partie des andésites et des labradorites sont à rapporter à une série très ancienne.

Massif de la Montagne Pelée. — Le massif de la Montagne Pelée est constitué à sa base par des conglomérats qui, en moyenne, sont de même nature pétrographique que ceux du Carbet et en sont peut-être contemporains, mais qui, en différentes localités, renferment des types andésitiques spéciaux, caractérisés par l'abondance de la hornblende. Le cône de la Montagne Pelée est formé par un tuf ponceux qui, non seulement repose sur le conglomérat précédent, mais recouvre encore, vers le Sud, le conglomérat et les coulées dépendant du massif du Carbet, et vers le Sud-Est, dans le voisinage du Lorrain (M. Giraud), les tufs du Miocène. Ce tuf ponceux est donc très certainement postérieur à toutes les autres formations volcaniques.

Tandis que dans les parties Sud-Ouest, Sud à Nord-Est du massif, le substra-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tum de ce tuf ponceux est exclusivement constitué par les conglomérats à gros blocs ou par des brèches ignées, dans la partie Nord-Ouest à Ouest il existe une complexité beaucoup plus grande ; malheureusement, pendant mon séjour, cette région n'était pas abordable à cause de la cendre que le vent dominant y chassait d'une façon presque continue, rendant ainsi impossible toute excursion sur les hauteurs. D'après les échantillons de la collection Ch. Sainte-Claire Deville, je puis assurer qu'il existe dans cette région de gros dykes et des coulées d'*andésites* de types variés et en particulier d'andésite à hornblende (sommet du piton Pierreux), dont des blocs se retrouvent dans le conglomérat ; à la Perle, celui-ci renferme en outre des blocs de dacite, identique à celle du Carbet. Enfin, dans la vallée du Céron, au pied du piton Pierreux, ces conglomérats sont traversés par un filon mince d'une *labradorite augitique* (1).

Dans la partie centrale du massif de la Montagne Pelée, et en particulier à son sommet, des dykes émergent çà et là de la couverture de tuf ponceux [morne La Croix, morne de Macouba (dyke ou coulée), morne Aileron, Calebasse, morne Balisier, peut-être le Petit Bonhomme] ; beaucoup d'entre eux offrent une très grande analogie pétrographique avec les types poreux de l'andésite de l'éruption actuelle.

Ces tufs ponceux correspondent à une formidable éruption ou à une série d'éruptions extrêmement importantes ; ils ont, par places, jusqu'à 60 mètres d'épaisseur ; ils renferment parfois en abondance des bombes, identiques à celles de l'éruption actuelle, ainsi que des bancs de conglomérats à gros blocs anguleux d'andésite noirâtre semblable à celle des bombes. Leur âge est probablement assez récent ; on y rencontre en effet des débris, non fossilisés, de bois plus ou moins carbonisé, qui paraît appartenir à la flore actuelle. L'éruption qui a donné naissance à ces tufs est cependant antérieure au creusement des vallées, qui entaillent de toutes parts les flancs de la Montagne Pelée. La vallée de la Rivière Claire, les hautes vallées de la Rivière Blanche, de la Rivière Sèche, de la rivière Falaise, fournissent en particulier de très belles coupes qui montrent ces tufs ponceux recouvrant le conglomérat inférieur dont la surface est souvent ravinée.

1. J'ai trouvé dans de semblables conditions un filon de la même roche au gué de la rivière Lézard, sur la route de Saint-Joseph, dans le Sud-Est du massif du Carbet ; une petite coulée de cette roche se voit aussi sur la route de Fort-de-France à Balata. Il semble donc y avoir dans les trois massifs plus récents quelques roches basiques, analogues à celles du massif du Vauclin.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

La caldeira de l'Étang Sec semble avoir été le centre de ces formidables éruptions. Quant au lac des Palmistes, reposant sur le revêtement de ponces du sommet de la montagne, rien dans sa topographie ne peut faire supposer, malgré ce qui a été souvent répété, qu'il ait occupé la place d'un ancien cratère (voir la note 2 de la page 57).

La seule manifestation qui ait survécu aux éruptions anciennes de la Montagne Pelée consistait en une source bicarbonatée sodique et chlorurée, située près du Prêcheur (température + 38° C.) (1) et des sources sulfureuses à température élevée, se trouvant dans la haute vallée de la Rivière Claire. C'est dans le voisinage de ces dernières que se sont produites en 1792 et en 1851 les petites éruptions dont je vais m'occuper et qui n'ont laissé d'ailleurs aucune trace durable. Quant à l'éruption actuelle, elle a eu son siège exclusif dans la vieille caldeira de l'Étang Sec.

Notons enfin que le lit de certains ravins et l'embouchure de beaucoup de rivières renferment des conglomérats d'origine torrentielle, antérieurs à la période actuelle, formés aux dépens des conglomérats d'origine volcanique; il est particulièrement facile de les étudier sur les flancs Est et Nord de la Montagne Pelée.

§ III. — Les éruptions de la Montagne Pelée.

1° *Les éruptions anciennes.*

On a beaucoup disserté sur l'origine du nom de la *Montagne Pelée* (2), et quelques auteurs ont voulu voir dans celui-ci la preuve d'éruptions volcaniques très anciennes, dont l'histoire n'a d'ailleurs laissé aucune trace.

(1) Des sources bicarbonatées calciques, magnésiennes et sodiques, se trouvent dans le massif du Carbet à Absalon (+ 37° C.) et à Didier (+ 33° C.), une source bicarbonatée ferrugineuse à Mouthe, près Fort-de-France.

(2) J'emploie la dénomination de *Montagne Pelée*, plutôt que celle de *Mont Pelé*, qui, à la Martinique, est moins usitée que la première. C'est d'ailleurs celle qui figure sur toutes les cartes et dans tous les vieux ouvrages. Cette appellation se trouve déjà sur les plus anciennes cartes de la Martinique.

Sur celle qui accompagne le livre du P. du Tertre publié en 1654 (**2**), on lit montagne *Pelee*; dans son ouvrage de 1667 (**4**), la carte porte montagne *Pellée*, au Nord de sa position réelle, et, un peu trop au Sud-Est, montagne *Pelée*; on sait qu'à cette époque l'orthographe était le moindre des soucis des écrivains. Ces deux cartes paraissent être les mêmes qui ont été publiées à part, sans date, sous les deux titres suivants: *Insula Matanino, vulgo Martanico, in lucem edita.* Nicolaum Visscher et *Isle de la Martinique*, à Paris, chez Mariette, rue Saint-Jacques, A l'Espérance.

La plupart des géologues qui ont écrit en langue anglaise sur l'éruption actuelle ont employé mont *Pelée*. M. Hovey a discuté [**100**] cette orthographe qu'il a admise dans ses premières notes; il est bien clair que c'est là une orthographe incorrecte, *Pelée* devant être considéré comme un adjectif, au même titre que *Blanche* dans Rivière Blanche.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Peut-être ne faut-il pas chercher si loin une explication qui paraît beaucoup plus simple. Lorsqu'on jette les yeux sur la photographie de la Montagne Pelée avant l'éruption actuelle, on constate que son sommet semblait alors à peu près dépourvu de végétation : il semblait *pelé*. Ce n'était là d'ailleurs qu'une apparence, car, sauf sur quelques parties rocheuses, abruptes, la montagne était jadis couverte d'une inextricable végétation ; mais celle-ci n'était guère visible de loin, elle ne dépassait guère 1 mètre de hauteur, et, par cela même, contrastait avec celle de la région des hauts bois, occupant, comme on l'a vu plus haut, au-dessus des pentes cultivées et jusqu'à une altitude voisine de 1000 mètres environ, tout le pourtour de la montagne. Il y a des raisons climatériques à cette absence de haute végétation sur les hauteurs, et, parmi elles, le vent joue le rôle capital : tous ceux qui, comme nous, y ont fait de longs séjours ont été en effet frappés de sa violence, souvent capable de jeter un homme à terre. La montagne a été certainement dénommée par les premiers missionnaires installés à Fort-Saint-Pierre ; on peut voir dans les écrits du P. Labat la véritable signification qu'ils attribuaient à la qualification de *pelée*, qui voulait dire « dépourvue d'arbres ». « Le sommet de toutes les montagnes, dit cet auteur [T. II, 362] en parlant de la Soufrière de la Guadeloupe, est *pelé* ; *on n'y trouve que des fougères et quelques méchants petits arbrisseaux chargez de mousse* ».

J'ai cherché, dans toutes les publications datant du début de l'occupation de la Martinique par les Français, s'il n'y est pas question de quelque tradition concernant le volcanisme ; je n'y ai rien trouvé. Du reste, il semble qu'à cette époque les Européens ne s'aventuraient guère dans la région montagneuse, peu accessible en l'absence de sentiers ; elle devait d'ailleurs être presque impénétrable, car pour aborder les hauteurs il fallait tout d'abord franchir la région boisée qui était alors incomparablement plus épaisse qu'aujourd'hui.

La présence des Caraïbes dans le voisinage n'était pas d'ailleurs pour encourager les promenades lointaines : les anciens auteurs qui ont écrit sur la Martinique se sont beaucoup étendus sur leurs coutumes, leurs traditions ; dans aucune de ces dernières, je n'ai trouvé trace d'indication concernant un phénomène éruptif ; à ce point de vue, le livre de Rochefort, publié

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

en 1658 [**3**] et renfermant un vocabulaire caraïbe, est tout à fait caractéristique (1).

En 1654, le P. du Tertre [**2**, 138] parle du flanc occidental de la Montagne Pelée; sa description montre qu'elle était alors dans le même état qu'avant l'éruption actuelle.

> Il faut que je dise icy un mot en passant, d'une riuière de la Martinique (la Rivière Blanche), qui est la première qui se trouve après la rauine seiche en tirant vers le Prescheur. Cette riuière est perpétuellement trouble, si salle et si limoneuse, que de sa seule veuë, elle rassasie les plus altérez. La nécessité m'a contraint d'en boire plusieurs fois, et, i'ay remarqué que son goust est fade, et qu'un seul verre de cette eau lasche le ventre et purge aussi bien le corps qu'une bonne médecine, et cela sans aucunes tranchées.

Un peu plus loin, dans le même ouvrage, il disserte longuement sur la Soufrière de la Guadeloupe, alors en état de grande activité, et il n'est pas douteux que, s'il avait eu la moindre idée de quelque phénomène analogue produit, dans le présent ou dans le passé, sur la montagne au pied de laquelle il habitait, il n'eût pas manqué d'en faire part à ses lecteurs.

La plus ancienne indication que j'ai trouvée concernant la nature volcanique de la Montagne Pelée est le passage suivant de l'ouvrage de Thibault de Chanvallon (1763) [**7**, 11]; il y énumère les montagnes de l'île et dit: « La première est la Montagne Pelée, la plus haute et la plus considérable de toutes. Elle est située vers l'extrémité occidentale de l'Isle, elle porte tous les caractères d'un ancien volcan, c'est aussi le sentiment des anciens habitans. » Il ne fournit d'ailleurs aucune autre indication.

Éruption de 1792. — La première manifestation éruptive qui ait été constatée s'est produite à la fin du XVIIIe siècle; des dates différentes ont été données pour celle-ci dans un certain nombre d'ouvrages classiques.

Léopold de Buch (2) et A. de Humboldt (3) indiquent, l'un le 22 janvier 1762, l'autre le 22 janvier 1792. K. von Hoff (4) donne la première date dans le

(1) Voir aussi à ce sujet l'ouvrage posthume de L. de Rosny, *Les Antilles. Étude d'ethnographie et d'archéologie américaines*. Paris, 1887.

(2) *Physikal. Beschreib. Canarische Inseln*. Berlin, 1825, p. 404 (réimpression en 1877 dans ses *Gesammelte Schriften*. Berlin, III, 621).

(3) *Cosmos*. Traduct. Galusky, Paris, 1859, IV, 749. Dans cet ouvrage, Humboldt parle de la « grande éruption des vapeurs de 1792, décrite par Chisholm. Il y a là une méprise. N'ayant pu me procurer l'ouvrage de Chisholm [**25**], j'ai prié M. le professeur Fletcher de vouloir bien le consulter pour moi à la bibliothèque de la Société Royale de Londres. Mon collègue m'a obligeamment écrit que dans ce livre il n'est fait aucune allusion à l'éruption en question, mais que l'auteur y donne seulement des généralités sur la nature volcanique ancienne de la Montagne Pelée.

(4) *Gesch. d. Veränd. der Erdoberfläche*, II, 532.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tome I de son livre et la seconde (d'après L. de Buch) dans le tome V. Enfin, G. Landgreve (1) et Kluger (2) admettent deux éruptions distinctes à chacune de ces dates.

En réalité, toutes ces indications ont pour commune origine une courte note reproduite plus loin et publiée en 1795 dans le *Journal des Mines* [**56**] : la date indiquée est 1792.

Tout récemment M. G. Mercalli, qui a relevé ces incertitudes [**57**], s'est décidé pour la date de 1762 ; voici quelle est son argumentation. Il fait remarquer que Dupuget, l'auteur auquel est attribuée la note en question, ayant effectué son voyage aux Antilles de 1784 à 1786, n'a pu parler d'un événement qui serait survenu en 1792, mais seulement d'un fait antérieur à son voyage. Il est facile de montrer que cette opinion ne saurait être admise ; cette note, en effet, suit un mémoire de Dupuget intitulé : *Coup d'œil rapide sur la Physique générale et la Minéralogie des Antilles*. On y relève (page 44) la phrase suivante : « Les soufrières de la Martinique, de Sainte-Lucie, de la Dominique, de la Guadeloupe, ne sont que d'anciens volcans dont l'activité a diminué par le défaut d'aliments ». Il n'est plus ensuite question de la Martinique ; il semble que, si l'auteur avait eu connaissance d'une éruption antérieure à son voyage, il n'eût pas manqué d'insister sur ce fait capital. Or, c'est sous forme d'*Annotations* qu'est donnée la note sur l'éruption de 1792 ; elle est écrite sous forme impersonnelle, tandis que le mémoire principal est mis sous une forme narrative. Il paraît probable que ces annotations ont été rédigées non par Dupuget, mais par la rédaction du *Journal des Mines*, à l'aide d'indications fournies par cet officier. Elles se terminent du reste par une phrase caractéristique, relatant que les Martiniquais qui ont exploré la montagne après l'éruption ont consigné leurs observations dans un procès-verbal invitant les voyageurs futurs à y ajouter l'histoire des événements postérieurs ; si Dupuget avait eu connaissance de ces renseignements au moment de son séjour à la Martinique, il eût certainement signalé les observations personnelles sur ce sujet. Tout indique donc que cette communication lui a été faite après son retour en France et que, par suite, la date de 1792 est la bonne.

(1) *Naturgesch. der Vulkane*, 1855, I, 463.

(2) *Ueber Synchronismus und Antagonismus von vulkan. Eruptionen und die Beziehung. d. zu d. Sonnenfleck. v. Erdmagn. variation.* Leipzig, 1863, 1880.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

1762 (1) résulte d'une erreur de transcription due à L. de Buch (2). Voici quel est le texte de la note du *Journal des Mines* :

La soufrière de la Martinique est située dans la montagne Pelée, dont le pic le plus élevé a été mesuré par le citoyen *Dupuget*, qui a trouvé son élévation de 736 toises. Depuis la découverte de l'Amérique, il n'y avait point eu d'éruption dans cet endroit. On y observe cependant, à la hauteur de 500 toises, différents cratères qui attestent l'action des feux souterrains. L'éruption qui se manifesta le 22 janvier 1792, fut accompagnée d'une assez violente secousse de tremblement de terre. Bientôt une forte odeur de soufre se répandit jusqu'à l'habitation de la citoyenne *Montaval*, qui, avertie par là de cet événement, eut le courage de se rendre sur le lieu. La terre était criblée de trous par lesquels l'éruption s'était faite. Les arbres avaient subi l'action du feu, dix-neuf manicous (*Didelphis opossum*) et plusieurs oiseaux, surpris dans le cercle de l'explosion, étaient restés morts sur la place.

Quelques habitants des environs y retournèrent cinq mois après. On trouva des manicous qui paraissaient morts depuis la première explosion La citoyenne Montaval avait entendu, en effet, deux mois auparavant, un bruit semblable à un coup de canon qui venait de ce côté, et il y a lieu de penser qu'il y avait eu alors une éruption nouvelle. Les arbres, les fougères surtout, étaient abondamment saupoudrés de soufre; toutes les roches en étaient enduites. On distinguait de tous les côtés de petits soupiraux par où le soufre était sorti. La fumée qui s'en exhalait par bouffées annonçait la présence d'un feu souterrain. Une eau noirâtre sulfureuse et chaude au point de ne pouvoir presque pas y tenir la main, sortait d'un trou de deux pouces de diamètre, au bas d'une petite cascade.

Cinq ou six cents pas plus bas et dans la même coulée, il existe une autre soufrière d'où il sort également, par trois petits trous, des eaux chaudes sulfureuses. On trouve aussi des eaux thermales, mais non sulfureuses, au revers et à l'ouest du même morne, près de l'habitation du citoyen *Duroquet*. Toutes ces eaux chaudes paraissent sortir d'un même foyer. Ces détails sont tirés d'un procès-verbal que les observateurs rédigèrent sur le lieu, et dont ils déposèrent une copie dans un bocal placé à hauteur d'homme, à droite du ravin, avec une invitation aux curieux qui viendraient visiter cette soufrière, d'y ajouter l'histoire des événements postérieurs. Il a été communiqué par le citoyen *Aquart*, l'un d'eux, au citoyen *Dupuget*.

Peut-être le mot d'*éruption* est-il bien gros pour caractériser le phénomène qui vient d'être décrit et qui semble n'avoir été autre chose qu'une de ces recrudescences d'activité d'anciennes fumerolles, comme celles qui ont été si souvent constatées à la Soufrière de la Guadeloupe. Dans tous les cas, ce phénomène n'a guère attiré alors l'attention des habitants de l'île, où le souvenir même en est perdu; personne ne l'a rappelé au moment de l'éruption de 1851. La correspondance officielle de

(1) Dans la traduction française de la *Description physique des Iles Canaries*, par Boulanger, Paris, 1836 (p. 498), a été introduite une nouvelle faute d'impression : on y trouve 1782.

(2) La situation de la Martinique en janvier 1762 n'aurait pas permis d'ailleurs une semblable excursion; le 16 de ce mois, en effet, une armée anglaise de 15 000 hommes débarquait à Case-Navire (Schoelcher) et le 13 février, après plusieurs combats, elle s'emparait de Saint-Pierre. La correspondance officielle de 1762, conservée au Ministère des Colonies, que j'ai examinée grâce à l'obligeance de M. Tantet, est muette sur tout autre événement.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'année 1792, que j'ai pu consulter au Ministère des Colonies, ne fait aucune mention de ce phénomène; il est vrai qu'alors les événements politiques absorbaient toute l'attention.

Éruption de 1851. — Les seuls renseignements que l'on possède sur l'éruption de 1851 consistent dans les rapports rédigés par Leprieur au nom d'une commission (MM. Leprieur, Rufz et Peyraud) chargée par le gouverneur de la Martinique de l'étude du phénomène [**58-59**].

Les débuts de cette éruption ont présenté une très grande analogie avec ceux de l'éruption actuelle. Pendant le printemps de 1851, les habitants des hauteurs du Précheur commencèrent à percevoir une odeur sulfhydrique; des excursions, faites sur la montagne, leur montrèrent que cette odeur avait pour origine une fumerolle située à l'endroit dit *la Soufrière*, à l'origine de la Rivière Claire, là où étaient connues depuis longtemps des sources sulfureuses qui, jusqu'alors, n'émettaient pas de vapeurs de ce genre.

Le 5 août, vers 11 heures du soir, les habitants du Précheur et de Saint-Pierre furent réveillés par de sourdes détonations. Le lendemain, une couche mince de cendre, semblable à du givre, couvrait la montagne et ses abords, jusqu'à Saint-Pierre, le Morne-Rouge et peut-être le Carbet; un panache de vapeur s'élevait au-dessus de la montagne, enfin la Rivière Blanche roulait des eaux noires, entraînant de nombreux débris d'arbres.

Le 9 août, des détonations se produisirent à nouveau, plus violentes que les précédentes; en même temps, les matériaux détritiques charriés par la Rivière Blanche devinrent plus nombreux encore.

Après une période d'accalmie de plusieurs semaines, les détonations, les bouffées de vapeurs et les torrents de boue se renouvelèrent vers la fin d'octobre et se continuèrent jusqu'aux premiers jours de novembre, puis, peu à peu, l'activité volcanique diminua. Elle durait encore pendant les premiers mois de 1852; aucun renseignement n'a été fourni sur l'époque précise de leur disparition.

Le 29 août 1851, la commission constata que la boue avait été exclusivement charriée par la Rivière Claire; la Rivière Blanche, alors comme pendant tout le reste de l'éruption, avait conservé sa couleur normale en amont de son confluent avec la Rivière Claire; le siège de l'éruption se

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

trouvait uniquement dans un ravin de la haute vallée de cette dernière. Trois bouches y étaient actives, mais elles étaient situées à des hauteurs différentes ; les deux plus importantes ont été vues à une altitude de 883 mètres, la troisième à quelques centaines de mètres plus bas, à la *Soufrière* ; l'altitude exacte n'en a pas été déterminée. Les deux bouches supérieures étaient séparées l'une de l'autre par 25 ou 30 mètres ; elles étaient creusées dans les parois abruptes d'une falaise de tuf ponceux ; il en sortait d'épaisses colonnes de vapeurs, chargées d'hydrogène sulfuré. Quant à la bouche inférieure, qui ne put pas être étudiée de près, elle donnait par intermittence des vapeurs du même genre, ainsi que de l'eau boueuse ; celle-ci tombait en cascade dans le ruisselet, origine de la Rivière Claire, et faisait varier sa température ; c'est ainsi, par exemple, que le 29 août, à la suite d'une violente projection boueuse, le thermomètre passa brusquement de 27° à 47° C. Dans le ravin encaissé qui dominait cette bouche, les explorateurs constatèrent la présence de nombreuses sources, dont la température variait de 37° à 90° C.

La dévastation était limitée à une surface ayant de 8 à 900 mètres de diamètre : la végétation y était entièrement recouverte d'une boue gluante qui enduisait surtout la surface des arbres, du côté des bouches de sortie ; cette même boue formait une couche épaisse à la surface du sol. Elle avait été projetée verticalement à plusieurs centaines de mètres au-dessus des orifices des fumerolles supérieures, car la végétation était détruite presque jusqu'à la crête de la montagne.

Ces diverses bouches ont commencé à fonctionner d'une façon active le 9 août ; quant à celles qui ont donné naissance à l'éruption du 5, elles se trouvaient dans un petit ravin latéral du précédent, à l'altitude de 816 mètres. Leprieur et ses compagnons y ont vu une dizaine de petites ouvertures ne fonctionnant plus au moment de leur visite.

Dans les premiers jours de février 1852, la même commission se rendit à nouveau sur la Montagne Pelée et constata que l'éruption du mois d'octobre avait été beaucoup plus violente que celle d'août. Le périmètre de destruction ne semblait pas avoir augmenté, mais la végétation n'y était plus seulement couverte de boue, elle avait complètement disparu ; les arbres étaient renversés ou avaient été emportés ; le sol était profondément raviné ; des éboulements et des érosions considérables s'étaient produits,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

changeant par places la topographie du ravin ; enfin, des amas considérables de boue, mélangée de blocs projetés, s'observaient en maints endroits. Les deux bouches supérieures n'étaient plus abordables ; à leur voisinage s'était formé un petit lac, de 100 à 120 mètres de diamètre, rempli d'une eau noire, d'où s'échappaient des bouffées de vapeur. En divers points de la haute vallée de la Rivière Claire, il existait de petites fumerolles dont la température atteignait 115° C. ; les unes ne donnaient guère que de la vapeur d'eau, mais dans d'autres l'hydrogène sulfuré était extrêmement abondant : des cristaux de soufre et des croûtes d'alunogène s'observaient de toutes parts. Dans le fond de la *Soufrière*, la plupart des sources constatées au mois d'août n'existaient plus, mais il s'en était produit d'autres, dont la température atteignait 85° C.

En résumé, l'éruption de 1851 a consisté en production de violentes fumerolles sulfhydriques, dans une région de la montagne où se trouvaient des traces manifestes de fumerolles éteintes du même genre ; il y a eu en outre quelques paroxysmes, caractérisés par des projections d'eau boueuse et d'une petite quantité de cendres.

J'ai étudié les échantillons de boue, recueillis par Leprieur. Ils sont essentiellement constitués par le produit de la dégradation des vieilles assises de la montagne profondément altérées par les fumerolles sulfhydriques : ils offrent à ce point de vue l'analogie la plus grande avec la boue de l'éruption de 1838 à la Soufrière de la Guadeloupe (voir page 69) ; mais, en outre, l'un des échantillons que j'ai examinés est formé de cendres et de lapillis si frais, qu'ils paraissent devoir être considérés comme d'origine récente.

On doit donc en conclure que la plus grande partie des matériaux projetés a été arrachée à la surface du sol décomposé par les fumerolles, mais qu'il y a eu en outre projection d'une petite quantité de matériaux fondus venant de la profondeur.

Les phénomènes observés sont du même ordre que ceux des derniers jours d'avril et des premiers jours de mai 1902, mais ils ont présenté une intensité beaucoup moindre ; les cendres n'ont été en effet émises qu'en très petite quantité ; elles n'ont certainement pas dépassé le Carbet au Sud, si elles l'ont atteint ; elles ont été extrêmement peu abondantes dans le Nord et dans l'Est de l'île.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Un jour du mois de février 1903, ayant été surpris par le mauvais temps en redescendant de la montagne, nous nous sommes arrêtés, ma femme et moi, dans la première case que nous avons trouvée non démolie au Morne Balai ; nous y avons reçu l'hospitalité d'un vieillard, M. Théobald Monand, propriétaire du sommet de la Montagne Pelée, qui habitait là, sans interruption, depuis 1847. Malgré les avis répétés, il n'avait pas voulu quitter complètement sa demeure, bien que sa bonne ait été tuée devant sa porte, le 30 août. Il avait des souvenirs très nets sur l'éruption de 1851 ; il m'a raconté qu'alors, comme actuellement, la cendre était surtout poussée par le vent vers le Précheur ; qu'il en était à peine tombé quelques traces sur sa maison, malgré sa proximité du centre de l'éruption, enfin que, pendant les quatre ans qui ont suivi cet événement, il s'échappait de la haute vallée de la Rivière Claire des vapeurs, qui étaient parfois rabattues par le vent dans la direction du Morne Balai où l'odeur sulfhydrique était alors nettement perceptible.

2° *L'éruption actuelle.*

Les manifestations volcaniques de 1792 et de 1851 n'étaient que des phénomènes minuscules, comparés à ceux de l'éruption actuelle. Je me propose de donner ici un aperçu sommaire de cette dernière ; l'étude analytique de tous les phénomènes importants sera faite ensuite dans des chapitres distincts. On trouvera en annexe, à la fin de ce livre, la liste chronologique, jour par jour, des moindres manifestations observées par nous ou déduites de la discussion des informations qu'à la Martinique j'ai pu puiser à diverses sources.

Les phénomènes précurseurs datent de loin ; dès 1889, de petites fumerolles sulfhydriques avaient apparu dans la partie orientale de la caldeira de l'Étang Sec ; en 1900, puis en 1901, des touristes venant de Saint-Pierre avaient constaté, sans y attacher d'importance, un accroissement d'activité.

En février 1902, les habitants des hauteurs du Précheur commencèrent à être incommodés par une odeur sulfhydrique venant de la montagne ; elle ne fut que plus tard perçue au voisinage de Saint-Pierre, au Fonds Coré ; les objets en argent noircissaient dans les maisons. Le 20 avril, M. Landes, professeur au lycée, le naturaliste le plus qualifié de Saint-Pierre, fit

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'ascension de l'Étang Sec et y étudia de près les dégagements d'hydrogène sulfuré. Le 22 avril, le câble de Fort-de-France à la Guadeloupe se rompit dans le canal de la Dominique, et le lendemain une légère secousse de tremblement de terre fut ressentie au Précheur.

C'est le 24 avril que, pour la première fois, on voit s'élever de l'Étang Sec une colonne noire de vapeurs, chargées de cendres, montant à 500 ou 600 mètres de hauteur. Le 25, vers 10 heures du matin, le bourg du Précheur est couvert par un nuage de cendres fines et grises qui tombent lentement sur les maisons ; des bouffées de vapeur entraînant des cendres s'élèvent de l'Étang Sec à des intervalles irréguliers de 2 ou 3 minutes ; dans l'après-midi, ces vapeurs deviennent noires et se dégagent d'une façon continue.

Le 26, l'activité diminue et le lendemain de nombreux habitants de Saint-Pierre vont, en partie de plaisir, voir le lac d'eau noire qui s'est formé dans l'Étang Sec et d'où s'échappent des vapeurs, par un petit cône de cendres en voie d'édification.

Le 28, de forts grondements se font entendre, la colonne de vapeur augmente ; le débit de la Rivière Blanche, qui prend sa source au pied de l'Étang Sec, triple. Le 29 et le 30 sont calmes, la colonne de vapeur est à peine distincte ; de petites secousses de tremblement de terre sont cependant ressenties à Saint-Pierre à 3 h. 40, 5 h. 5 et 6 h. 10 du soir ; elles se renouvellent dans la nuit, pendant laquelle se produit une crue de la Rivière Blanche.

A partir de ce moment, la cendre tombe en abondance dans un secteur compris entre le cratère, Sainte-Philomène et les Abymes, hameau situé au Nord du Précheur ; des grondements répétés sont entendus dans la matinée du 2. A 4 heures du soir, la colonne qui s'élève du cratère est d'un noir foncé, elle est sillonnée d'éclairs ; la quantité de cendres s'accroît et à 11 heures du soir, pour la première fois, elle tombe à Saint-Pierre et dans ses environs. Son épaisseur augmente pendant la nuit ; l'éruption a dû avoir une assez grande violence, car, malgré un fort vent du Nord-Est, de la cendre fine est tombée sur presque toute la surface de la Martinique ; les projections avaient donc atteint les hautes régions où soufflent les contre-alizés.

Le 3 au matin, l'obscurité est presque complète au Précheur ; les sources

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sont taries et de Saint-Pierre l'on doit ravitailler en eau le bourg. Dans l'après-midi, le câble de Saint-Pierre à la Dominique s'était rompu. Le jour suivant (4 mai), la chute de cendres continue, mais moins dense, la colonne de vapeurs s'élevant du cratère est plus blanche et notablement moins épaisse.

Jusqu'alors, l'éruption présentait les mêmes caractères que celle de 1851, dont le souvenir était rappelé dans les journaux de Saint-Pierre, mais il allait bientôt se produire quelque chose de plus.

Dans la nuit du 4 au 5 mai, la Rivière Blanche déborde ; de violentes détonations se font entendre au cratère, dont les alentours sont sillonnés d'éclairs ; la cendre est chassée au Nord de l'île, sur Macouba. La montagne était calme à 9 heures ; à 10 heures des détonations se font entendre, la Rivière Blanche devient un torrent furieux ; les habitants de Saint-Pierre accourent à son embouchure pour voir ses ravages, quand, vers midi 45, se produit au cratère une violente *éruption boueuse* ; le barrage de l'Étang Sec est rompu, une masse énorme et fumante de boue épaisse et de gros blocs de rochers fait une trouée dans la végétation qui recouvre les pentes de la montagne, dévale dans la haute vallée de la Rivière Blanche et vient s'étaler sur son ancien delta torrentiel, en détruisant l'usine Guérin et en faisant les 25 premières victimes de l'éruption. Un petit ras de marée accompagne la chute de ce torrent boueux dans la mer et se propage jusqu'à Saint-Pierre.

A 7 h. 47 du matin, le câble de Fort-de-France à Puerto-Plata s'était rompu à 16 milles du cratère, par le travers de la Rivière Blanche.

Pendant toute la nuit du 5 au 6, la Rivière Blanche continue à rouler un torrent de boue ; toutes les rivières du Nord subissent de violentes crues ; il en est de même pour la Roxelane et la Rivière des Pères qui traversent Saint-Pierre ; pendant ce temps, la cendre tombait toujours. Le 6, à 8 heures du soir, pour la première fois des phénomènes lumineux sont constatés au cratère. Dans la soirée, à 6 h. 45, les communications par câble entre Saint-Pierre et Sainte-Lucie avaient été interrompues.

Le 7 mai, à 2 heures du matin, on constate une nouvelle crue de la Rivière des Pères ; la chute de cendres devient de plus en plus épaisse, les maisons et les arbres au Précheur, les arbres à Grand Rivière commencent à s'effondrer ou à se briser sous le poids des cendres ; la nuit venue, plu-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sieurs observateurs signalent dans le cratère des lueurs, des projections de blocs incandescents, des écroulements de ses parois (1).

L'anxiété était grande à Saint-Pierre ; le gouverneur Mouttet, accompagné par sa femme, par le directeur de l'artillerie, lieutenant-colonel Gerbault, et la femme de celui-ci, désirant rassurer les esprits et se rendre compte de la situation, arrive dans la ville où le lendemain ils devaient tous trouver la mort.

Dans la nuit du 7 au 8, une pluie torrentielle, accompagnée d'éclairs et de tonnerre, tombe sur la montagne ; à 3 heures du matin, une grande crue boueuse dévaste les bourgs de Grand Rivière, Macouba, Basse-Pointe ; à 5 heures une semblable crue emporte une partie du bourg du Précheur ; des catastrophes de ce genre vont se succéder pendant les premiers mois de l'éruption dans toutes les rivières descendant des flancs dénudés de la Montagne Pelée.

Dans la matinée du 8 mai, le ciel était clair ; du cratère s'élevait un haut panache vertical de vapeurs d'une admirable régularité, quand subitement, à 8 h. 2, s'est produit le phénomène terrifiant qui, en quelques minutes et peut-être moins, a anéanti Saint-Pierre et ses 28 000 habitants. Les quelques témoins dont les récits seront discutés plus loin ont entendu de violentes détonations, puis ils ont vu arriver sur la ville, avec une rapidité foudroyante, une nuée noire, sillonnée d'éclairs, roulant sur le sol. Après avoir dépassé Saint-Pierre, elle s'arrêta brusquement au Nord du bourg du Carbet. Quand un violent vent de retour l'eût refoulée, les quelques rares survivants à bord de ceux des bateaux en rade qui n'avaient pas été coulés et ceux qui étaient cramponnés à des épaves flottant sur la mer, ne virent plus de la ville qu'un monceau de ruines que dévorait l'incendie. En outre, la végétation, les habitations de toute la partie de la montagne comprise entre le cratère, le Morne Folie et la Petite Anse du Carbet, avaient disparu, recouvertes d'un épais linceul de cendres grises. Le petit carton de la figure 1 donne la surface de la partie du massif de la Montagne Pelée dévastée par cette éruption : elle n'a pas moins de 38 kilomètres carrés. Aussitôt que la nuée eut atteint la ville, des lapillis, de la boue chaude, puis de la cendre fine et sèche s'étaient mis à tomber.

1. Des détonations comparables à une canonnade venant du Sud ont été entendues durant toute l'après-midi dans l'île entière ; à 5 heures du soir, une oscillation de la mer, également ressentie à la Guadeloupe, a été observée à la Trinité. Ces phénomènes sont corrélatifs de l'éruption de la Soufrière de Saint-Vincent survenue ce même jour.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Peu après l'éruption de ce que j'appellerai désormais la *nuée ardente*, un immense nuage de cendres couvrait l'île tout entière, la saupoudrant d'une mince couche de débris volcaniques. Un ras de marée était en même temps constaté sur toute la côte Ouest et il se produisait une brusque dépression barométrique; ces phénomènes consécutifs se renouvelleront désormais à tous les paroxysmes.

A partir du 8 mai, toute la région comprise entre le cratère, la Rivière des Pères et la pointe Lamarre s'est trouvée nivelée par une couche épaisse de matériaux chauds, parmi lesquels (au Nord seulement de la Rivière Sèche) des blocs de lave ayant plus de 100 mètres cubes étaient noyés au milieu de cendre, de lapillis et de pierres de toute taille. L'action de l'eau provenant des pluies tropicales a déterminé bientôt, en érodant ces produits à haute température, toute une série de phénomènes violents ou tranquilles (explosions, éruptions secondaires, fumerolles), toujours discontinus, dont l'étude est pleine d'intérêt; les rivières de cette région étaient alternativement à sec, ou transformées en torrents boueux chauds et souvent furieux.

Le 21 mai, pour la première fois, un phénomène du même ordre, qui se renouvellera souvent, s'est produit dans la haute vallée de la Rivière Falaise; c'est sur lui qu'a été basée la légende d'un soi-disant cratère de l'Ajoupa-Bouillon.

Jusqu'au 6 juin, l'activité du cratère s'est maintenue assez violente, bien qu'avec des moments de répit. La chute des cendres était généralement limitée à l'Ouest, mais s'étendait parfois au Nord et plus rarement sur toute la périphérie de la Montagne Pelée. Durant toute l'éruption, cette influence du vent dominant dans la distribution de la cendre est restée tout à fait caractéristique; on peut voir sur la carte donnée page 7 le secteur qui a été couvert de cendres à chaque explosion du cratère, petite ou grande.

Trois éruptions paroxysmales se sont produites dans cette période. Le 20 mai, à 5 heures du matin, une énorme nuée ardente s'est dirigée sur Saint-Pierre, reproduisant en tous points les particularités de celle du 8 mai, achevant la destruction des maisons et des monuments encore en partie debout. Le nuage de cendres qui l'a suivie, doré par le soleil levant, est venu passer sur Fort-de-France et y jeter la terreur dans l'esprit des habitants.

Le second paroxysme a eu lieu le 26 mai; il paraît avoir surtout consisté

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

en une énorme nuée ardente, dirigée dans la direction de la Rivière Blanche ; le même phénomène s'est reproduit, sous la même forme, le 6 juin à 10 heures du matin ; cette fois encore un nuage de cendres s'est étendu sur une partie de l'île.

Cette éruption a été suivie d'une période de calme relatif, qui s'est poursuivie jusqu'au milieu d'août, avec toutefois une brusque recrudescence paroxysmale, le 9 juillet ; ce jour-là, à 8 h. 20 du soir, une nuée ardente est descendue le long de la Rivière Blanche ; une série d'explosions verticales a été constatée les jours suivants, jusqu'au 12.

Je ne me suis occupé jusqu'à présent que des phénomènes explosifs qui ont été destructeurs ; ils ont anéanti la végétation dans un rayon d'environ 2 kilomètres à partir du cratère, la végétation, les maisons et tous les êtres vivants dans le large secteur dont il a été question plus haut au sujet de l'éruption du 8 mai, mais, en même temps, un amas de lave s'édifiait dans le cratère. Pendant les mois de juin et de juillet, on pouvait voir, par l'échancrure en V dominant la haute vallée de la Rivière Blanche, un talus très raide en voie de continuelles modifications, le long duquel roulaient des blocs incandescents. Malheureusement, pendant toute cette période de l'éruption, la montagne est restée presque constamment couverte par un épais manteau de nuages, de telle sorte qu'il n'a pas été possible de définir d'une façon satisfaisante la structure et le mode de formation de cette accumulation de matériaux solides. Dans les rares intervalles où il était visible, on pouvait distinguer sa forme conique et son incandescence partielle ; vers le milieu d'août, celle-ci devint plus intense. Le 16, pour la première fois, on vit du Morne-Rouge pointer par-dessus la crête de la montagne le sommet de cet amas de lave ; on put dès lors constater chaque jour ses changements de forme, ses écroulements et ses phénomènes lumineux.

C'était le prélude d'une importante recrudescence d'activité du volcan ; de grandes nuées ardentes se succèdent et descendent à la mer par la Rivière Blanche (14, 21, 26, 29 août) ; de hautes colonnes de vapeur, rappelant celles de la période de grande activité de mai, s'élèvent du cratère, se rabattant tantôt vers l'Ouest, tantôt vers le Nord, plus rarement du côté du Morne-Rouge. En même temps que les nuées ardentes, réapparaissent dans le secteur Sud-Ouest les fumerolles qui avaient disparu peu

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

à peu en juillet : les grondements et les phénomènes électriques se multiplient ; le 24 août, une secousse de tremblement de terre est ressentie dans toute l'île. Enfin, le 29 et le 30, l'activité s'accroît encore ; les phénomènes électriques deviennent effrayants, les détonations se succèdent sans relâche, un grand paroxysme se prépare, il éclate le 30 août, vers 8 h. 45 du soir. Une énorme nuée ardente se dirige non plus seulement, comme les précédentes, sur le secteur Sud-Ouest, mais encore sur les versants Est, Sud-Est et Sud de la montagne, doublant la surface de grande dévastation, détruisant complètement le bourg du Morne-Rouge, partiellement celui de l'Ajoupa-Bouillon, faisant encore un millier de victimes. Une nouvelle nuée ardente se produit le 31 ; à partir du 1er septembre, l'activité s'apaise et alors commence une période de calme qui dure jusqu'au milieu de novembre. L'accroissement de la surface dévastée par cette éruption sur celle détruite le 8 mai est d'environ 56 kilomètres carrés (fig. 1).

Ce calme n'était d'ailleurs que relatif; il consistait seulement dans l'absence de phénomènes explosifs importants. Bien que silencieuse, l'activité volcanique existait toujours, se manifestant surtout par l'accroissement de l'amas de lave. Dès mon retour à la Martinique en octobre, j'ai pu, grâce à un temps favorable, étudier celui-ci de près et constater que, contrairement à l'opinion qui avait été formulée par les divers observateurs qui l'avaient étudié jusqu'alors, il ne constituait pas un amas de débris, mais une masse continue de roche solide; il m'a été dès lors possible de suivre pas à pas, pendant six mois, les diverses phases de l'accroissement de ce dôme andésitique qui, à partir de la fin d'octobre, a été surmonté par une curieuse aiguille de lave, dont l'histoire sera longuement exposée plus loin. De toute sa masse partaient de temps en temps des bouffées de vapeur et sans cesse s'écroulaient de ses flancs, dans la rainure du cratère et dans la haute vallée de la Rivière Blanche, de vraies avalanches de blocs incandescents.

Le 22 novembre, a commencé une nouvelle période d'activité, qui s'est prolongée jusqu'en fin de janvier 1903, avec quelques séries de jours de calme relatif. J'ai vu alors réapparaître les phénomènes caractéristiques des grandes éruptions, les *nuées ardentes*, se produisant cependant avec une atténuation qui m'a permis de faire une étude attentive de cet important et

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

terrifiant phénomène. Pendant cette période de suractivité, il ne s'est produit aucun grand paroxysme, les hautes colonnes de vapeur s'élevant du cratère étaient fréquentes, mais toujours discontinues, résultant d'une série d'explosions qui s'ouvraient un chemin à travers la carapace du dôme ; celui-ci *ne possédait pas d'ouverture permanente*.

De la fin de janvier au 13 mars, jour de mon départ de la Martinique, l'activité du volcan a été très atténuée. Voici quelques renseignements sur les manifestations qui se sont produites depuis lors, jusqu'à la fin de l'année 1903 ; je les extrais du *Bulletin quotidien*, publié par M. Giraud, et du journal de l'Observatoire, tenu par le capitaine Perney.

Du 24 mars à la fin d'avril, on a constaté encore une petite recrudescence, puis, jusqu'au milieu d'août, le volcan est entré dans une période de moindre activité, au cours de laquelle se sont cependant encore produites quelques nuées ardentes. Les écroulements de l'aiguille terminale du dôme étaient peu nombreux et bientôt compensés par un nouveau mouvement d'ascension : sa hauteur maximum de 1619 mètres a été atteinte le 4 juillet, puis cette aiguille s'est éboulée jusqu'à sa base dans le courant de juillet et le commencement d'août.

Vers le milieu d'août, recommence une nouvelle période d'activité qui se prolonge jusqu'au 23 septembre ; sa caractéristique consiste dans la rareté des grandes nuées ardentes, comparables à celles de l'hiver 1902-1903, mais dans la succession répétée, souvent même dans le courant d'une seule journée, d'un grand nombre de poussées de nuées ardentes, les unes verticales, les autres se dirigeant, comme auparavant, dans la vallée de la Rivière Blanche, alors que d'autres, enfin, se rabattaient du côté de l'Ouest et du Nord ou parfois à l'Est, débordant alors sur l'emplacement du lac des Palmistes et même (12 et 19 septembre) roulant sur les pentes Est et Nord-Est de la montagne. Quelques secousses de tremblement de terre ont été ressenties le 28 août. Quant au dôme, pendant cette période, il a continué à s'accroître, d'abord par une aiguille terminale, qui a atteint son altitude maximum (1473 mètres) le 2 septembre, puis bientôt par bourgeonnement moins localisé de son sommet ; il s'effritait non moins vite.

Depuis la fin de septembre, le volcan est entré dans une période de calme ; toutefois son activité se manifeste toujours sous la même forme, mais très atténuée ; les accroissements du dôme ne compensent plus main-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tenant ses éboulements et l'altitude de son sommet baisse de plus en plus ; elle n'était plus que de 1430 mètres à la fin de décembre 1903.

En résumé, l'éruption actuelle a débuté insidieusement par une série de phénomènes peu importants, analogues tout d'abord à ceux de l'éruption de 1851, puis des éruptions boueuses se sont produites dans la vieille caldeira. Le volcan est entré ensuite dans une période de grande activité, caractérisée par la production d'un amas de lave acide constituant un dôme élevé au milieu de cette caldeira, et par la violence des phénomènes explosifs. Ceux-ci ont été déterminés par la sortie d'une grande quantité de matériaux volatils, s'échappant par le même orifice que la lave et se frayant violemment un passage à travers sa carapace consolidée. Ils se sont manifestés non seulement par l'émission des hautes colonnes de vapeurs entraînant des matériaux solides qui s'observent dans toutes les éruptions volcaniques, mais encore par ces nuées ardentes qui ont été l'unique agent destructeur de l'éruption actuelle. Ces nuées se sont produites en dehors des grands paroxysmes, mais elles n'ont manqué à aucun d'eux. Ceux-ci se sont succédé à des intervalles irréguliers qui, exception faite pour le troisième, ont été de plus en plus éloignés les uns des autres : 8, 20, 26 mai, 6 juin, 9 juillet, 30 août. On voit qu'ils sont tous localisés dans les quatre premiers mois de cette éruption qui durera depuis plus de deux ans quand paraîtra ce livre. D'une façon générale, ils n'ont pas été subits, mais ont eu lieu au cours et plus généralement à la fin de périodes limitées de suractivité.

Depuis le dernier d'entre eux, le régime du volcan s'est maintenu le même, des périodes de suractivité se sont reproduites, avec les caractères essentiels des précédentes, mais aucune d'entre elles n'a présenté d'éruption paroxysmale.

J'ai représenté sur la petite carte de la figure 1 la région dévastée par les grands paroxysmes. Celui du 8 mai a tout anéanti sur une surface de 58 kilomètres carrés, soit environ 1/17 de la superficie totale de la Martinique. L'éruption du 30 août a couvert non seulement cette surface déjà dévastée, mais encore s'est étendue sur 56 nouveaux kilomètres carrés environ; la surface détruite s'est donc étendue alors à 114 kilomètres carrés, c'est-à-dire un peu plus du 1/9 de l'île. Il faut encore y ajouter un secteur de 48 kilomètres carrés (1/20 de l'île) situé à l'Ouest et au Nord-Ouest du cratère, dans lequel la végétation a été détruite et la vie rendue

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

impossible par la chute des cendres entraînées par les vents constants, sans que les nuées ardentes y aient joué un rôle direct, par leur direction originelle. Cet ensemble, qui est aujourd'hui complètement désert, représente 1/6 de la Martinique. On peut voir, délimitée sur cette carte, extérieurement à l'ensemble précité, une zone de 80 kilomètres carrés que j'ai considérée comme dangereuse et dont, pendant mon séjour à la Martinique, j'ai conseillé de maintenir provisoirement l'évacuation : elle n'a heureusement pas eu à souffrir du volcan, mais les bords immédiats des rivières qui la parcourent ont été ravagés par leurs inondations.

Je discuterai dans les chapitres V et VI l'étendue du désastre au point de vue de la perte de vies humaines, qui s'est élevée à environ 29 000.

§ IV. — Saint-Vincent et ses éruptions.

L'île de Saint-Vincent se trouve à 63 milles au Sud-Sud-Ouest de la Martinique. Sa forme est ovale; son grand axe, dirigé Nord-Sud, a environ 29^{km},5; sa plus grande largeur est de 18^{km},5; sa superficie de 340 kilomètres carrés. Elle est fort montagneuse; une arête à peu près Nord-Sud la parcourt de part en part; il s'en détache de nombreux chaînons plus ou moins perpendiculaires, et limitant de profondes vallées.

Au Nord de l'île, et occupant une position analogue à celle de la Montagne Pelée à la Martinique, se dresse la montagne de la Soufrière, le point culminant de Saint-Vincent. Les côtes sont généralement abruptes et rocheuses, coupées par des baies sableuses.

La capitale de cette île anglaise est Kingstown, située au Sud; les deux localités dont il sera question souvent dans l'histoire de l'éruption sont Georgetown sur la côte Ouest, à environ 10 kilomètres au Sud-Est du cratère de la Soufrière, et le village de Châteaubelair, qui est presque symétriquement placé, à environ 6 kilomètres au Sud-Ouest de celui-ci.

La constitution géologique de Saint-Vincent rappelle beaucoup celle de la Martinique; elle est entièrement de nature volcanique. M. Spencer a signalé [**53** *bis*] à Kingstown des tufs anciens qui seraient analogues à ceux de la série Oligocène-Miocène de la Martinique; le reste de l'île est plus récent, mais non daté d'une façon précise : l'activité volcanique est aujourd'hui localisée dans la partie Nord, à la Soufrière.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Les coulées jouent un rôle plus important dans la constitution de Saint-Vincent que dans celle de la Martinique. J'ai séjourné trop peu de temps dans cette île pour qu'il m'ait été possible d'y faire des études géologiques personnelles, mais le nombre assez grand d'échantillons que j'ai recueillis ou qui m'ont été aimablement communiqués par MM. Huckerby et Sapper me font penser que le type pétrographique dominant est constitué par des labradorites à hypersthène et augite ; il s'y trouve aussi des basaltes.

La Soufrière. — La Soufrière constitue une montagne assez régulièrement conique, creusée de vallées profondes en forme de cañon, s'irradiant dans tous les sens et au fond desquelles coulent des rivières ou des torrents. Celles qui ont joué un rôle important dans l'éruption actuelle sont, sur la côte Ouest, en allant du Nord au Sud, les vallées de Larikai, des Rivières Sèches de Rozeau, de Trespé, de Wallibu, puis, sur le versant Est, celle de la Rivière Sèche de Rabaka. Du côté Ouest, les arêtes qui se détachent du sommet restent élevées et abruptes jusqu'au bord de la mer, tandis que dans le Nord-Est la pente de la montagne, après avoir été très raide (40° par places), s'adoucit graduellement pour former de grandes plaines, jadis couvertes de cultures d'arrow-root.

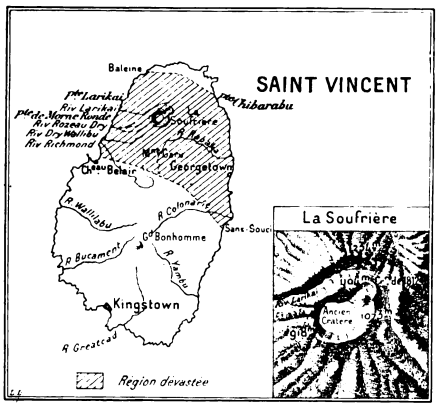


Fig. 4. — Carte de Saint-Vincent montrant la région dévastée par les grandes éruptions.

Le sommet de la montagne est creusé d'une vaste et régulière caldeira, que domine, au Nord, une éminence, en forme de demi-cercle, atteignant 1234 mètres et jouant par rapport à celle-ci le même rôle que la Somma vis-à-vis du Vésuve [Reusch, **43**] ; elle représente les restes d'une caldeira aux dimensions colossales ; dans cette comparaison, la haute vallée de Larikai est l'équivalent de l'Atrio del Cavallo et de la haute vallée du Précheur à la Montagne Pelée. C'est la caldeira régulière qui a servi de cratère à l'éruption actuelle ; sur son bord Nord-Est, s'ouvre un cratère plus petit (617 mètres de diamètre environ), formé lors de l'éruption de 1812 (fig. 4). Il avait, avant l'éruption actuelle, une profondeur d'environ 150 mètres et

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

était séparé du grand cratère par un frêle barrage qui s'est écroulé pendant les paroxysmes de septembre et d'octobre 1902 (1).

Le cratère est à peu près circulaire ; son diamètre, mesuré sur la carte, est d'environ 1670 mètres de l'Est à l'Ouest et de 1480 mètres du Nord au Sud. Son bord est dentelé et d'altitude inégale. La partie la plus élevée (côté du Nord) atteint 1104 mètres au-dessus du niveau de la mer, alors que le côté Sud n'a que 920 mètres environ ; au-dessus de la vallée de Larikai, le bord du cratère est plus bas encore ; il se trouve là une échancrure, comparable dans une certaine mesure à celle du cratère de la Montagne Pelée ; elle s'en distingue toutefois par ce fait que son bord est encore à plusieurs centaines de mètres au-dessus du fond du cratère ; elle n'a joué aucun rôle dans l'éruption actuelle. Avant celle-ci, le fond du cratère était occupé par un lac d'eau verdâtre, opalescente, d'où s'échappaient des vapeurs d'hydrogène sulfuré. Les parois étaient assez abruptes, garnies à la base par un talus d'éboulis ; le niveau moyen de la surface du lac était à 579 mètres d'altitude, c'est-à-dire à 525 mètres environ au-dessous du bord le plus élevé du cratère ; ce lac n'avait pas d'émissaire ; sa profondeur au centre était un peu supérieure à 160 mètres, mais il est vraisemblable qu'elle était plus grande encore du côté du Nord. Les parois de la caldeira étaient couvertes de broussailles et de verdure, qui contribuaient à donner à ce vieux cratère un aspect des plus pittoresques, qui depuis longtemps l'avait rendu célèbre (2).

La montagne de la Soufrière est constituée par une alternance de tufs et de coulées de lave, dont l'origine paraît être le cratère central ; sa partie superficielle est formée par un tuf ponceux, comparable à celui qui couvre la Montagne Pelée ; il a été produit comme celui-ci par une formidable éruption antéhistorique. Le cratère, aujourd'hui dépourvu de sa végétation, laisse voir sur ses parois absolument verticales de magnifiques coupes que traversent, du côté du Nord, des dykes très minces s'arrêtant à la base du tuf ponceux supérieur.

1) Les cratères du mont Misery à Saint-Christophe et de Saint-Eustache sont construits de la même façon que celui de Saint-Vincent, mais ils sont plus petits. Celui de Saint-Eustache est à sec et ne présente pas d'activité, tandis que le fond de celui du mont Misery est presque toujours inondé, et que des fumerolles sont très actives sur sa paroi Nord.

2) Au Sud de ce cratère de 1812, se trouve un petit plateau limité à l'Ouest par le bord du grand cratère, qui, ainsi que l'a fait justement remarquer M. Hovey, rappelle tout à fait, par sa disposition topographique, le plateau du lac des Palmistes à la Montagne Pelée.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

De même que la Montagne Pelée, la Soufrière est généralement couverte de brouillards qui rendent son étude difficile ; j'ai été favorisé par un temps exceptionnel le 3 mars, lors de mon ascension.

1° *Les éruptions anciennes.*

MM. Anderson et Flett ont minutieusement discuté les éruptions anciennes de la Soufrière ; je leur emprunte les détails suivants en renvoyant à leur intéressant mémoire pour plus de détails et pour les références bibliographiques [**72**].

Il est vraisemblable, malgré des renseignements contradictoires, qu'une éruption a eu lieu le 26 mars 1718 ; quelques détails, à ce sujet, qui paraissent authentiques, sont dus à Daniel Defoe, le célèbre auteur de *Robinson Crusoé*. L'éruption aurait été subite, accompagnée de violentes détonations perçues de fort loin et de projections de cendres qui ont été signalées à la Barbade, à la Martinique, à Saint-Christophe, à Haïti, et même jusqu'à l'embouchure de l'Orénoque. MM. Anderson et Flett font remarquer que si ces détails sont exacts, cette éruption aurait été la plus violente de toutes celles de ce volcan.

On possède une description détaillée de l'intérieur du cratère, faite en 1784 par James Anderson [**22**]. A ce moment, le cratère avait un fond régulier et assez uni, au centre duquel se dressait un cône, régulier lui-même, dont le sommet et les flancs laissaient échapper de nombreuses fumerolles sulfhydriques ; deux petits lacs étaient disposés symétriquement à sa base, l'un riche en sels, l'autre rempli d'eau douce. La base de ce cône et les parois du cratère seules étaient couvertes de broussailles.

La première grande éruption bien étudiée date de 1812. Le 26 avril, des excursionnistes avaient visité le cratère et l'avaient trouvé dans l'état qui vient d'être décrit (la hauteur du cône central a été estimée par eux à 75 ou 90 mètres de hauteur, avec 60 mètres de diamètre). Le lendemain, on en vit partir un grand nuage noir ; en même temps de sourdes détonations se faisaient entendre et le sol était secoué par un tremblement de terre. Pendant trois jours, le même phénomène se reproduisit, accompagné de projections de cendres et de lapillis. Le 30 avril, les détonations

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

devinrent de plus en plus sourdes, les projections augmentèrent d'intensité et se précipitèrent; enfin, à la tombée de la nuit, se produisit le paroxysme. Les témoins racontent qu'une masse énorme de cendres descendit d'abord dans la direction du Nord-Ouest, puis ensuite dans les vallées de Wallibu et de Rabaka. Les détonations du cratère devinrent assourdissantes, puis la cendre tomba par intermittence jusqu'au lendemain matin à 6 heures. Pendant ce temps, de violents et nombreux tremblements de terre s'étaient fait sentir, la mer était restée calme pendant toute l'éruption.

La surface dévastée par ce paroxysme a été à peu près la même que celle ravagée par les éruptions de mai 1902. Le sol fut couvert de 25 centimètres de cendres sur la côte au vent, alors qu'en mai 1902 l'épaisseur des produits récents y a atteint 1^{m},50; ces mesures permettent de juger de l'importance relative de ces deux éruptions. Les hautes vallées de Rabaka et de Wallibu furent mises à sec et remplies par des matériaux récents; des torrents boueux ne tardèrent pas à les recreuser à nouveau. MM. Anderson et Flett, dans leur discussion, montrent que le mécanisme de cette éruption (nuée ardente) a dû être très analogue, sinon identique, à celui de l'éruption actuelle. Une excursion au cratère faite trois jours après l'éruption permit de constater la disparition du cône central et son remplacement par un grand lac d'eau jaune constamment en mouvement. Un nouveau cratère s'était ouvert, au Nord-Est de l'ancien.

Cette éruption eut un lointain retentissement; une grande quantité de cendre (plusieurs centimètres d'épaisseur) tomba le 1er mai à partir de 1 h. 30 à la Barbade. Des détonations violentes, semblables à une canonnade, furent entendues dans cette île ainsi qu'à la Dominique et jusque dans l'Orénoque.

Le 9 juin de la même année, se produisit encore une petite éruption. Enfin, une explosion paraît avoir eu lieu le 9 janvier 1814, dans le vieux cratère, entre 1 heure et 6 heures du soir. Elle fut accompagnée de détonations, de tremblements de terre; des blocs furent projetés au voisinage du cratère dont le lac était en violente ébullition : la végétation de ses bords fut détruite.

Aucun renseignement n'a été fourni plus tard sur l'état du cratère; on sait seulement qu'en 1880 les fumerolles sulfhydriques ont subi un accroissement d'activité, qui a détruit la végétation des parois du cratère.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

2° *L'éruption actuelle.*

L'exposé suivant des phénomènes ayant signalé les éruptions de mai a été rédigé en utilisant les divers mémoires cités à la bibliographie et en particulier celui de la Commission anglaise [**72**].

Les signes prémonitoires de l'éruption actuelle ont été essentiellement constitués par des tremblements de terre et de sourds grondements intérieurs de la montagne de la Soufrière. Les tremblements de terre se sont succédé presque sans interruption depuis février 1901 ; ils n'étaient pas rares d'ailleurs en temps normal dans cette région, mais beaucoup moins répétés. A la fin d'avril 1902, ils augmentèrent en nombre et en intensité et, dans la dernière semaine de ce même mois, ils furent assez violents dans le Nord-Ouest de l'île pour déterminer l'écroulement de rochers et des avalanches de matériaux meubles. Le 29 avril, il ne se produisit pas moins de 18 secousses au Morne Ronde.

Jusqu'alors, aucun phénomène spécial n'avait été observé à la Soufrière. Le 6 mai, plusieurs secousses de tremblement de terre furent ressenties à Châteaubelair, puis, entre 11 heures et midi, on vit, pour la première fois, des bouffées de vapeurs partir du vieux cratère. A 2 h. 40, une violente détonation fut entendue de Châteaubelair, en même temps qu'une immense colonne de vapeurs s'élançait dans les airs ; puis des explosions du même genre se succédèrent à des intervalles distants de deux à trois heures ; ils étaient accompagnés de sourds grondements. De nombreux observateurs assurent avoir vu alors des lueurs sur les bords du cratère. MM. Anderson et Flett ont interrogé des pêcheurs qui, traversant la montagne ce jour même, sont passés sur les bords du cratère, les uns à 6 heures du matin, les autres vers midi. A ce moment, le niveau de l'eau du lac était normal ; sa couleur habituelle, d'un bleu vert, était seulement par places remplacée par une couleur rouge ou d'un blanc laiteux ; une violente ébullition se produisait en son milieu, et il s'exhalait beaucoup d'hydrogène sulfuré ; toute la végétation du voisinage était flétrie. Quelques-uns de ces pêcheurs ont assuré avoir remarqué des pierres émerger au milieu du lac.

Le 7, les explosions se succédèrent à des intervalles d'une heure à deux,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

le cratère ne donnant ensuite que de faibles vapeurs ; à partir de 10 h. 30 du matin, la colonne de vapeur devint continue, ses énormes volutes montaient jusqu'à 10 ou 11 000 mètres ; des éclairs sillonnaient ces nuées volcaniques. A 11 h. 10, on vit pour la première fois des jets de boue noire au milieu de la vapeur ; une cendre fine tombait sur les flancs de la Soufrière. Vers 8 heures du matin, les pêcheurs qui, la veille, avaient traversé la montagne, repassèrent sur les bords du cratère ; ils les trouvèrent couverts d'une boue sulfurée, mélangée de blocs de rochers ; l'intérieur du cratère était caché par des vapeurs, un sourd grondement se faisait entendre et le sol tremblait ; la végétation n'était plus seulement flétrie comme la veille, elle était brûlée.

Il semble que d'importantes projections de boue aient dû se produire au cratère dans la nuit du mardi au mercredi, et se déverser dans les hautes vallées des rivières de l'Ouest, car, le mercredi matin, de nombreux arbres dépouillés de leurs branches flottaient à l'embouchure des rivières du voisinage de Châteaubelair, sans qu'aucune pluie ait été constatée. A 11 heures, on vit s'élever des vapeurs de la vallée de Wallibu et à midi 30, une masse énorme de boue fumante, ayant un front de 9 à 12 mètres, se précipitait dans cette même vallée jusqu'à la mer, pendant que des torrents boueux de même nature ravageaient les vallées de Larikai et de Rabaka. Cette grande quantité de matériaux apportés est sans aucun doute due à une éruption boueuse. du genre de celle à laquelle j'ai assisté le 3 mars 1903 sur les bords du même cratère et qui sera décrite dans le chapitre IV, mais bien autrement violente : elle a dû vider le cratère, comme l'a fait celle du 5 mai à la Montagne Pelée.

A 1 heure de l'après-midi, l'activité du volcan devenait de plus en plus forte ; à 2 heures eut lieu la grande explosion ; un nuage noir (quelques témoins le qualifient de rouge) partit du cratère, roulant à la surface du sol avec une vitesse terrible, aussi bien sur le flanc Est que sur le flanc Ouest de la montagne, brûlant tout sur son passage et asphyxiant tous les êtres vivants. C'était là sans doute, comme l'ont fait remarquer MM. Anderson et Flett, une nuée ardente, du genre de celles de la Montagne Pelée ; je ne m'y arrêterai pas, son étude devant être faite dans le chapitre VIII. Au voisinage du cratère, le sol tremblait d'une façon continue. A ce moment, toute la partie Nord de l'île fut plongée dans les ténèbres. Un mélange de sable, de cendres

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

et de lapillis à odeur sulfureuse couvrit l'île entière. La température de ces matériaux projetés a été assez élevée pour mettre le feu à des constructions de bois à Georgetown, située à 10 kilomètres du cratère. A Kingstown, ville distante d'environ 20 kilomètres de celui-ci, les lapillis atteignirent la grosseur d'un œuf, tandis qu'à Georgetown et à Châteaubelair on a recueilli des blocs ayant jusqu'à 30 centimètres de côté; la cendre noirâtre de cette éruption était plus grossière sur la côte Est que sur les flancs Ouest du volcan ; les débris de roches arrachées au vieux sol étaient excessivement abondants. La cendre a été entraînée vers l'Est par les contre-alizés et l'île de la Barbade, située à 100 milles de Saint-Vincent, a été couverte par une couche de cendres fines d'environ 4 centimètres d'épaisseur, ce qui représente environ 1700000 tonnes pour toute l'île (1). A 8 h. 30 du soir, le navire anglais *Coya* a reçu $2^{cm},5$ de cendres en passant à 275 milles Est-Sud-Est de l'île (la vitesse de propagation a donc été de 32 milles 5 à l'heure). Il en est tombé très peu à la Trinidad, de même qu'à Sainte-Lucie et à Bequia, l'une des Grenadines. Par contre, des détonations formidables ont été entendues dans toutes les Petites Antilles. Un ras de marée a été signalé en outre, non pas à Saint-Vincent même, mais à Sainte-Lucie, à la Barbade et aux Grenadines.

Les désastres matériels causés par cette éruption ont été considérables et environ 1565 personnes ont péri. La petite carte donnée page 44 montre quelle a été l'étendue de la zone dévastée.

Le 8 et le 9, l'activité était encore grande au cratère, la chute de cendres continuait et il est vraisemblable que le 9, vers 7 heures du soir, une nouvelle nuée ardente s'est produite dans la vallée de Wallibu. A partir de 10 heures, le calme revint rapidement et la montagne fumait à peine le 15. On put alors voir de près l'étendue du désastre ; sur la côte Ouest, les villages de Morne Ronde et de Wallibu avaient disparu et la mer s'était avancée d'environ 180 mètres dans l'intérieur des terres ; depuis l'embouchure de la Wallibu jusqu'à environ 1 mille au Nord, la côte était

(1) MM. Anderson et Flett ont cherché à expliquer comment des lueurs ont pu être vues sur les bords du cratère, le 6 au soir, alors qu'il est démontré que le lendemain, à 11 heures du matin, le lac était encore plein d'eau ; ils ont rappelé à ce sujet l'observation faite par des pêcheurs qui ont vu des pierres émerger de l'eau, au milieu du lac, et ils pensent qu'il se formait alors au milieu de celui-ci un cône de débris (semblable à celui qui y existait jadis), dont le sommet pouvait s'élever au-dessus de la surface de l'eau et permettre la sortie de matériaux incandescents (**70**, 388). On a vu plus haut qu'un cône de cendres s'est édifié à la fin d'avril dans l'Étang Sec.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

bordée par une falaise. L'usine de Richmond avait été détruite et une quantité très grande de cendres recouvrait le sol dans cette région.

La rivière de Wallibu était à sec et presque entièrement remplie par des matériaux récents à haute température ; il en était de même pour les rivières de Roseau, de Trespé et de Larikai et, sur le versant Est de la montagne, pour celle de Rabaka.

Après le 15, le volcan étant tout à fait calme, les habitants du voisinage

Fig. 5. — Une falaise de matériaux récents de la vallée de Wallibu appuyée contre l'ancienne berge de la rivière, qui a recreusé son lit. (Photographie faite le 4 mars 1903.)

commençaient à retourner chez eux, lorsque le 18 mai, à 8 h. 30 du soir, alors que le temps était superbe et la montagne découverte, d'effroyables détonations se firent entendre au cratère et l'on en vit partir une colonne de vapeur et de cendres de plusieurs kilomètres de hauteur.

Tout le Nord de l'île fut enveloppé dans une profonde obscurité, produite par une chute de cendre très fine, qui fut portée jusqu'à Kingstown. A 10 heures, tout était terminé.

Pendant les huit premiers jours de l'éruption, le temps avait été relativement sec ; seules quelques ondées se produisaient sur les flancs de la montagne, déterminant aussitôt la formation de colonnes de vapeur qui

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

s'élevaient des vallées. Les habitants de Saint-Vincent, qui ont pu voir alors la montagne, ont comparé son aspect à celui d'une région modelée par une épaisse couche de neige. Le 19, une forte pluie étant tombée sur le Nord-Est de l'île, tous les flancs de la Soufrière se mirent à fumer furieusement, puis, pendant quatre jours, une pluie diluvienne ne cessa de tomber, déterminant des phénomènes d'érosion formidables, produisant dans les vallées des torrents boueux bouillants ; ceux-ci, entraînant les apports chauds, donnaient naissance à ces explosions secondaires grandioses qui, pendant des mois, ont fait l'admiration des géologues qui ont visité Saint-Vincent. Je m'en occuperai plus loin, à l'occasion des phénomènes similaires de la Martinique : ces phénomènes d'érosion se sont poursuivis rapidement et, au mois de mars 1903, les rivières avaient depuis longtemps atteint le fond de leur ancien lit dont les bords étaient encore encombrés d'une quantité considérable de matériaux récents (fig. 5).

Je dois au R. Huckerby et à M. J.-H. Darrell les renseignements suivants sur les événements qui se sont écoulés postérieurement au mois de mai.

Le volcan est resté calme jusqu'à la fin d'août; de petits tremblements de terre ont été cependant observés les 9, 19, 23 juillet, ainsi que les 20, 30 et 31 août. Ces deux derniers jours, de sourds grondements se firent entendre et, à partir du 1er septembre, l'activité du cratère se manifesta à nouveau par la production d'une haute colonne de vapeur d'eau. Le 3, à partir de 6 heures du matin, une série d'explosions de plus en plus fortes se produisit ; à 9 heures du soir, l'activité s'accroissait encore ; à 9 h. 30, des détonations plus violentes ébranlaient les alentours de la montagne ; enfin, dans la nuit du 4, à 2 heures du matin, eut lieu une violente éruption accompagnée d'effroyables explosions, de secousses de tremblement de terre et de phénomènes électriques extraordinairement intenses. Une quantité considérable de cendres a été projetée alors, et particulièrement sur le versant occidental de la montagne. Les produits de cette éruption sont constitués surtout par de petits lapillis et des cendres graveleuses noires.

Pendant le reste du mois, le volcan a été assez calme, quelques détonations seulement se faisaient parfois entendre (6, 8, 9) ; de petites explosions sont signalées le 19 septembre (phénomènes électriques), le 1er et le 13 octobre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Un nouveau paroxysme s'est produit du 15 au 16 octobre. Après deux jours d'une chaleur excessive, plusieurs secousses de tremblement de terre furent ressenties dans le Nord de l'île ; l'éruption commença à 8 h. 30 du soir, et atteignit son maximum le 16, à 1 heure du matin.

Une énorme quantité de cendre a été projetée par cette éruption, mais, à l'inverse de ce qui avait eu lieu au cours de celle de septembre, cette cendre s'est surtout dirigée vers l'Est et le Nord-Est. Le cratère de 1812 a été comblé sur une profondeur d'environ 70 mètres (en mars, son fond n'était plus qu'à 80 mètres de la partie la plus élevée du bord du vieux cratère) ; de plus, l'arête qui séparait les deux cratères s'est effondrée. A Georgetown, il n'est pas tombé moins de 30 centimètres de cendres. Tandis que sur la côte au vent les produits projetés étaient grossiers, ceux tombés sur la côte Ouest, et qui y étaient en petite quantité, étaient formés par des matériaux très fins, apportés par le vent. La cendre de cette éruption a été signalée à la Barbade, à Sainte-Lucie et jusque dans le Sud de la Martinique. Pendant toute la matinée du 16, elle a continué à tomber, et les habitants de la côte au vent réinstallés chez eux ont à nouveau émigré vers le Sud.

Après cette éruption, commence une longue période de repos, la Soufrière émettant cependant de temps en temps (19 au 22) des vapeurs ou quelques faibles explosions (6, 11, 24 novembre) ; l'une de ces dernières, le 26 novembre, a projeté un peu de cendres et quelques lapillis à Georgetown et à Châteaubelair. Le 22 janvier 1903, on signale à midi 30 une petite éruption avec projection d'une colonne de vapeur noire et chute d'un peu de cendre. Des explosions sont constatées les 23, 24, 26, 28 janvier, le 5 février ; le cratère émet encore des vapeurs le 13, le 14, le 28 du même mois.

Quand j'ai fait l'ascension du cratère, le 3 mars 1903, les parois de celui-ci étaient verticales de tous les côtés ; son fond était occupé par un lac bordé par des talus d'éboulis. Le niveau de ses eaux boueuses jaunes se trouvait à environ 800 mètres au-dessous du bord le plus élevé du cratère. D'après les indications que M. Huckerby nous a fournies, le cratère se serait un peu agrandi depuis le début de l'éruption, ce qui est assez vraisemblable, étant donnée la fréquence des avalanches se produisant fréquemment avec grand fracas. Une large échancrure était béante à la place de la frêle barrière séparant jadis le cratère de 1812 de la grande

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

caldeira. Les bords Sud-Ouest et Sud du cratère étaient couverts d'une boue fine, dans laquelle étaient creusés des trous profonds, produits par la chute de grosses bombes restées parfois en place. Du côté de l'Est et du Nord-Est, le sol était uniformément recouvert par de petits lapillis scoriacés, rejetés en grande partie par l'éruption de septembre. Du côté du Sud, pour suivre le bord du cratère nous avons dû franchir une arête en lame de couteau, d'accès assez difficile, rappelant les bords Sud du cratère de la Montagne Pelée.

Pendant les quelques heures que nous avons passées sur les bords du cratère, nous avons assisté à une série de projections de boue dont l'étude sera donnée dans le chapitre IV (Pl. XXI et XXII) : elles ont une grande importance, car elles m'ont fourni des documents précieux pour la discussion du mécanisme des éruptions boueuses des deux volcans. Ces explosions étaient le prélude d'un nouveau paroxysme ; depuis lors, en effet, le cratère a émis souvent des vapeurs et une véritable éruption a commencé le 21 mars; elle a atteint son maximum le 22 à 7 h. 25 du matin. Les projections de vapeurs et de cendres montaient à une hauteur prodigieuse ; l'obscurité a duré de 8 heures à 10 heures, puis a diminué peu à peu. Trois secousses de tremblement de terre ont été ressenties entre 6 et 8 heures; une quatrième s'est produite à 9 heures du matin. De nombreux éclairs et des grondements de tonnerre ont été signalés par M. Huckerby. Au début de l'éruption, la cendre était constituée par un sable noirâtre, grossier; plus tard, elle est devenue fine, pulvérulente, d'un gris-souris foncé. Sous cette forme, elle est tombée sans interruption dans la vallée de Larikai jusqu'au 30 mars. Ce jour-là, vers 8 heures du soir, les nuages situés au-dessus du cratère ont présenté, pendant quelques minutes, une très vive incandescence. Les parties Nord, Nord-Est et Est de l'île ont reçu une grande quantité de cendre grossière avec beaucoup de pierres et de fragments ponceux. Des vitres ont été brisées à Georgetown par la chute des pierres. Il semble que ce soit la vallée de Larikai qui ait reçu la plus grande quantité de cendres. L'épaisseur de celles-ci atteignait 6 mètres au fond de la vallée, elle était encore de 15 centimètres sur le bord de la mer.

M. Huckerby, qui a fait l'ascension de la Soufrière au commencement d'avril, a constaté alors que le lac avait disparu ; le cratère était à moitié rempli par des cendres. Un puits profond creusé au milieu de celles-ci

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

permettait de voir cependant encore le fond du cratère et de constater qu'il était bien rempli par des matériaux de projection et non par de la lave. Depuis lors, je n'ai eu aucune nouvelle de ce volcan, qui est resté calme.

En résumé, les caractéristiques des éruptions de 1902-1903 ont été les suivantes, quand on les compare à celles de la Montagne Pelée :

1° Le phénomène prémonitoire caractéristique a consisté en tremblements de terre, qui se sont répétés en outre à chaque paroxysme, alors qu'à la Martinique ce genre de phénomène n'a eu aucune importance ;

2° Les éruptions se sont maintenues dans une phase exclusivement explosive ; il n'y a pas eu production d'un amas de lave, comme à la Montagne Pelée. Les matériaux rejetés ont été essentiellement constitués par des cendres, parfois assez grossières, des bombes et des lapillis ; la proportion de matériaux anciens projetés, arrachés au vieux sol, a été incomparablement plus considérable qu'à la Montagne Pelée ;

3° Le cratère est par suite resté béant. Au début de l'éruption et à plusieurs reprises entre les paroxysmes, son fond a été rempli d'eau d'origine atmosphérique ; le début des paroxysmes a été signalé par l'expulsion de celle-ci, rendue boueuse par son mélange à des cendres ; il s'est produit ainsi des torrents boueux, dans les vallées descendant de la Soufrière ; c'est la reproduction du phénomène caractéristique de l'éruption du 5 mai à la Montagne Pelée ;

4° Tandis qu'à la Montagne Pelée, dans l'intervalle des paroxysmes, l'activité a été faible, mais continue, se manifestant, soit par l'accroissement du dôme, soit par des dégagements de vapeurs très variables au point de vue de l'intensité, à Saint-Vincent, au contraire, les paroxysmes ont été séparés par des périodes de repos presque complet.

Cinq paroxysmes sont à signaler : 7 et 18 mai, 3 à 4 septembre, 15 à 16 octobre 1902, 22 mars 1903 ; sauf ce dernier, ils se sont tous terminés plus ou moins brusquement ;

5° Deux de ces paroxysmes au moins, ceux de mai, ont été caractérisés par la production de nuées ardentes, paraissant assez analogues à celles de la Martinique : elles ont apporté dans les vallées une énorme quantité de matériaux à haute température, aux dépens desquels se sont produits, sous

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'influence des eaux pluviales, les mêmes phénomènes secondaires qu'à la Martinique ;

6° La quantité de matériaux projetés semble avoir été plus considérable qu'à la Montagne Pelée ; elle n'a pas été l'objet de cette localisation si remarquable qui, à la Martinique, est la conséquence de la production du dôme et de l'existence de l'échancrure Sud-Ouest du cratère. A Saint-Vincent, suivant les éruptions, les matériaux se sont déversés sur tous les flancs de la montagne ou tantôt à l'Ouest et tantôt à l'Est. Comme dans ce volcan, les projections verticales de cendres n'ont été observées que lors des paroxysmes, mais, comme les explosions ont été très violentes, le vent qui a joué le rôle principal dans leur dissémination a été non seulement l'alizé, mais encore le contre-alizé ; les matériaux ont été surtout entraînés du côté de l'Est.

Je ne pousserai pas plus loin cette comparaison, me proposant d'y revenir dans l'étude particulière des phénomènes de l'éruption de la Montagne Pelée, chaque fois que cela sera nécessaire.

§ V. — La Soufrière de la Guadeloupe et ses éruptions anciennes.

La Guadeloupe se trouve à 72 milles au Nord-Nord-Ouest de la Martinique. Elle est composée de deux îles, fort différentes à tous égards, réunies par un isthme très bas que coupe de part en part l'étroite Rivière Salée. Ces deux parties sont désignées sous les noms de *Guadeloupe proprement dite* ou *Basse-Terre* et de *Grande-Terre*.

La Grande-Terre est peu élevée ; au Nord, un plateau de 85 mètres d'altitude maximum s'abaisse brusquement du côté du Sud (hauteurs de l'Anse Bertrand) ; dans le Sud, parallèlement à la côte, se développent les Grands Fonds de Sainte-Anne, dont l'altitude maximum atteint 108 mètres ; ce sont des mornes assez abrupts creusés de gorges profondes. La Grande-Terre est essentiellement constituée par des calcaires, dont les plus anciens appartiennent au Miocène ; ils présentent des intercalations de tufs volcaniques basiques.

La Basse-Terre est exclusivement volcanique ; elle mesure 46 kilomètres de longueur du Nord au Sud, sur 28 de largeur. Elle est traversée du Nord-Nord-Ouest au Sud-Sud-Est par une chaîne de montagnes escarpées atteignant près de 1500 mètres ; ces montagnes sont couvertes de bois, à

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'exception de celle de la *Soufrière*, dont le sommet est dénudé ou seulement herbacé. Les flancs de cette chaîne ont une pente très raide du côté de l'Ouest ; ils sont déchirés par de nombreux ravins, au fond desquels coulent de rapides torrents. Du côté de l'Est, la pente est moins abrupte, on y trouve quelques plaines et les rivières sont moins torrentielles.

Le substratum de l'île est constitué par des coulées et des tufs volcaniques de l'âge de ceux de la Grande-Terre ; sur eux, repose par places une masse énorme de conglomérats, de tufs et de coulées plus récents. L'activité éruptive est aujourd'hui localisée à la Soufrière qui, depuis l'occupation euro-

Fig. 6. — Le dôme de la Soufrière vu du Camp Jacob. (Photographie de M. Le Boucher.)

péenne, a été le siège de quelques petits paroxysmes. Au point de vue pétrographique, la série des roches volcaniques de la Guadeloupe comprend des *basaltes*, des *labradorites*, des *andésites* à *hypersthène*, des *dacites*, très apparentées avec les roches similaires de la série pétrographique de la Martinique. Il semble, d'après les échantillons que j'ai étudiés, que, de même qu'à Saint-Vincent, ce soit le type labradorite à augite et hypersthène qui y domine.

Je me contenterai de ces détails sommaires, ayant l'intention dans ce livre de ne m'occuper de la Soufrière de la Guadeloupe qu'à l'occasion de ses phénomènes éruptifs actuels.

La Soufrière. — La Soufrière se trouve à l'extrémité Sud-Est de la Guadeloupe ; c'est une haute montagne, terminée par un dôme abrupt, se dressant d'un seul jet au milieu d'une enceinte circulaire, continue sauf du côté du Sud ; cette enceinte est constituée par des crêtes de 1300 mètres en

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

moyenne, dont les points les plus intéressants portent les noms de *morne Amic*, de *piton Tarade* et de *morne l'Échelle* (l'altitude de ce dernier est de 1387 mètres) ; entre elle et le dôme, s'étend un petit plateau (Savane des Mulets) qui, du côté du Sud, a une altitude de 1154 mètres.

Le dôme, qui paraît s'être formé par un mécanisme analogue à celui de la Montagne Pelée, a environ 950 mètres de diamètre à sa base et 350 à son sommet. Ses pentes sont extrêmement raides et leur inclinaison dépasse souvent 40°. Quand on en fait l'ascension par le Sud, au-dessus du talus d'éboulis de la base, on arrive rapidement à des parties tellement escarpées qu'elles ne peuvent être gravies qu'à l'aide d'une véritable escalade. Le sommet du dôme est constitué par un plateau d'une altitude moyenne de 1458 mètres, sur lequel s'élèvent de petits pitons ou des rochers de toute taille. Le plus élevé est appelé *la Découverte* ou *morne de l'Observation* ; son altitude est de 1484 mètres, d'après Ch. Sainte-Claire Deville ; c'est le point culminant de l'île. Deux autres sommets, le piton Dolomieu et le piton Saussure, alignés Nord-Sud, donnent à la silhouette de la Soufrière son aspect caractéristique (fig. 6).

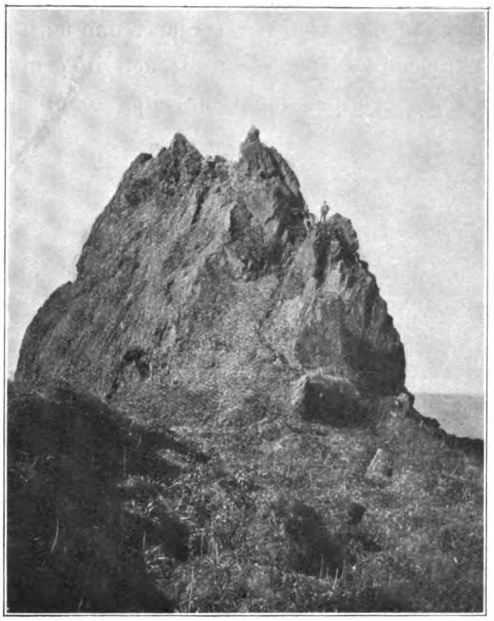


Fig. 7. — Le piton Dolomieu, sur le plateau de la Soufrière. (Photographie de M. Le Boucher.)

La petite carte ci-jointe a été dressée en partant de celle de Ch. Sainte-Claire Deville (1851) pour l'ensemble et d'un plan autographié que m'a adressé en 1903 M. Le Boucher, intrépide explorateur de la Soufrière, qui a bien voulu nous y servir de guide (1). Je l'ai complétée à

(1) Lors de notre premier voyage, nous avons été aimablement reçu par M. le gouverneur Merlin, et, lors du second, par M. le gouverneur de la Loyère, qui nous a accompagnés lors d'une de nos

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'aide de mes observations personnelles. Cette carte me dispensera d'une longue description.

L'un des traits caractéristiques de ce dôme réside dans l'absence d'ouverture cratériforme et dans la présence d'un très grand nombre de fentes, dont

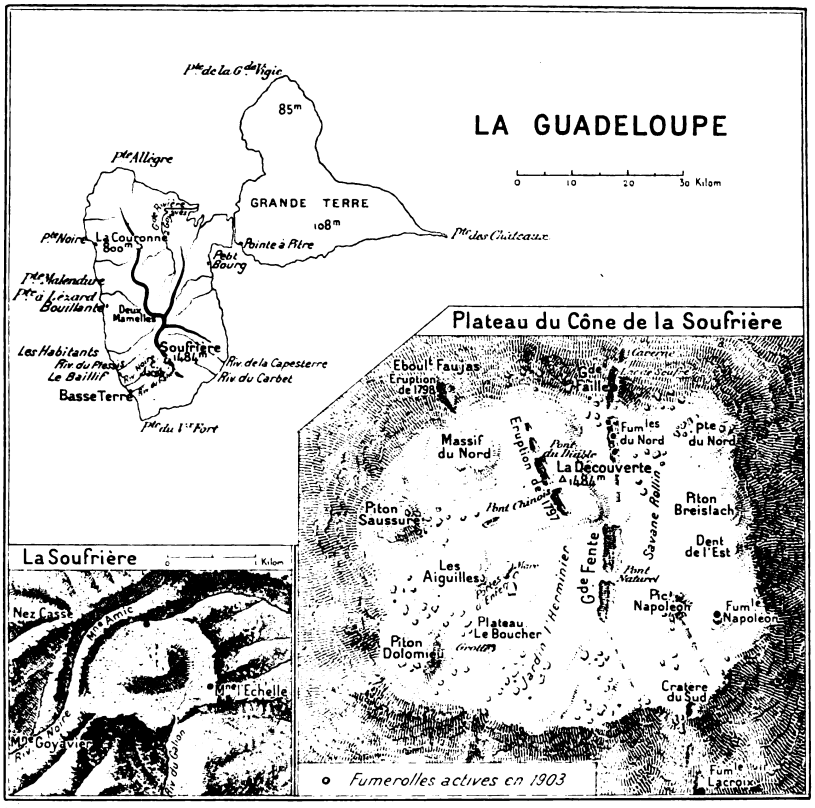


Fig. 8. — Carte de la Guadeloupe et plan de sa Soufrière.

les principales seulement ont été représentées ci-dessus. L'une d'elles, interrompue, traverse le sommet de part en part; elle porte le nom de *Grande Fente*; elle est séparée en deux (gouffre Dupuy et gouffre Tarissan) par un rocher qui permet de la traverser et qui est désigné sous le nom de *Pont*

ascensions de 1903, ainsi que M. Le Boucher, le capitaine Manet et plusieurs autres personnes du Camp Jacob. Au mois de juillet 1902, j'ai fait cette excursion avec mes deux collaborateurs, MM. Rollet de l'Isle et Giraud.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Naturel. Son extrémité septentrionale (Grande Faille) se termine sur le flanc même de la montagne ; elle est limitée par des falaises de labradorite, à structure prismatique ; son fond est garni d'un enduit de soufre qui lui a fait donner le nom prétentieux de *Lac de Soufre*. Au-dessous, s'ouvrait jadis une caverne (Caverne Spallanzani), découverte par Peyssonnel, et dont les anciens explorateurs de la montagne ont donné des descriptions enthousiastes. Elle était constituée par le prolongement souterrain de la Grande Fente, et divisée en trois parties, permettant de pénétrer jusqu'à 300 mètres environ dans l'intérieur de la montagne. Des dégagements gazeux abondants s'y produisaient, surtout dans la partie profonde ; des dépôts salins, résultant de l'action des eaux acides sur les roches environnantes, en tapissaient les parois. Un premier éboulement s'y est produit en 1791 ; chacune des éruptions qui vont être décrites plus loin a contribué à en modifier l'ouverture, qui s'est définitivement obstruée à la suite du tremblement de terre de 1843.

La Grande Fente paraît avoir été la plus anciennement connue ; les premières descriptions datant du XVIIe siècle en font mention ; une autre, orientée Nord-Nord-Ouest, et traversée par deux gros blocs de rochers, auxquels on a donné les noms de *Pont du Diable* et de *Pont Chinois*, date au contraire de l'éruption de 1797, ou tout au moins a été fortement élargie par celle-ci. Laissant de côté les fentes de moindre importance, que l'on peut distinguer sur la carte, je citerai en terminant la fente du Sud (1), qui, comme celle du Nord, s'ouvre sur le bord même du plateau ; c'est une ouverture béante de plus de 100 mètres de profondeur.

Le dôme de la Soufrière est constitué par une labradorite à hypersthène, augite et olivine assez variée d'aspect, tantôt compacte, tantôt plus ou moins scoriacée. Les nombreuses fumerolles dont je vais m'occuper plus loin, actuelles ou anciennes, ont localement modifié cette roche : tantôt elle a gardé sa cohésion, mais est devenue blanche et pyriteuse, tantôt [voisinage de la fente du Sud (1)] elle a été transformée en une argile gluante, aux couleurs rutilantes.

Dans toutes les dépressions, cette roche est recouverte par des cendres,

1) Je l'ai par mégarde indiquée sur ma carte sous le nom de *Cratère du Sud*, qu'elle porte dans le pays ; les noms locaux de *cratère*, de *volcan* sont donnés aux fumerolles et, d'une façon plus générale, à toutes les cavités de la Soufrière largement béantes. De même, sur cette carte, il y aurait lieu de substituer le nom de *dôme* à celui de *cône*.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

par des blocs projetés de toute taille, ou par des blocs écroulés des sommets. C'est sur cette cendre, surtout, que s'est développée une extraordinaire végétation de mousses, de lycopodes, de fougères, dans laquelle on entre parfois jusqu'aux genoux et au milieu de laquelle abondent des plantes variées, et entre autres des broméliacées, aux belles fleurs rouges. De cette magnifique verdure, dont la vigueur est déterminée par l'humidité considérable qui règne sur ces hauteurs, surgissent de toutes parts des blocs et d'énormes dents rocheuses noires et dénudées (fig. 7). Il est bien rare de pouvoir jouir de ce spectacle, le sommet de la Soufrière est presque constamment enveloppé de brouillard et c'est dans la pluie que nous avons fait toutes nos ascensions. La végétation n'est détruite qu'au voisinage immédiat des fumerolles.

État actuel de l'activité volcanique. — Avant d'aborder l'exposé des manifestations violentes de la Soufrière, j'indiquerai très rapidement l'état dans lequel nous avons trouvé celle-ci, en juillet 1902 et en février 1903, à deux époques où des rumeurs alarmantes et injustifiées avaient couru dans le pays. Je ne m'occuperai ici que de la distribution des fumerolles, leur étude détaillée devant être faite, pour éviter les redites, dans le chapitre IV, consacré aux fumerolles de la Montagne Pelée.

En 1902 et en 1903, deux centres d'activité seulement s'observaient à la Soufrière, tout d'abord dans la Grande Faille (au Lac de Soufre), et sur la prolongation de la Grande Fente, au point indiqué sur la carte sous le nom de *Fumerolles du Nord*, et ensuite dans l'Est, à la fumerolle Napoléon. Enfin, sur la prolongation de la fente du Sud, se trouvait une petite fumerolle désignée sur la carte de M. Le Boucher sous le nom de *fumerolle Lacroix*. Toutes ces fumerolles sont de nature sulfhydrique, et leur température est d'environ 96° C.

Quelques autres avaient été pour la première fois remarquées au pied du piton de la Soufrière, dans une savane voisine du Morne Amic (voir fig. 8). Lorsque nous les avons visitées, elles se réduisaient à une sortie de vapeur d'eau, renfermant un peu d'hydrogène sulfuré, et détruisant la végétation du voisinage sur quelques mètres seulement.

Enfin, d'autres fumerolles, très actives celles-là, se trouvaient sur le flanc Nord du morne l'Échelle ; elles consistaient en une série de petites bouches, se faisant jour au milieu d'un tuf ponceux et détruisant la végétation sur plu-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sieurs hectares. Ces fumerolles, découvertes en 1890, par M. Le Boucher, se trouvent dans une région dont le sol, extrêmement altéré par des fumerolles anciennes, est le siège de grands et fréquents glissements [34]. Il semble résulter de renseignements pris sur place qu'elles sont actuellement en voie d'accroissement; sur mes conseils, M. le gouverneur de la Loyère a installé un service d'observations hebdomadaires (1) et a fait couper toute la végétation sur quelques mètres de large autour de la région dévastée par ces fumerolles; il sera ainsi possible dans l'avenir de se rendre un compte exact de la marche du phénomène. Ces fumerolles, comme celles du sommet de la Soufrière d'ailleurs, subissent des variations de régime, en relation non seulement avec des causes profondes, mais encore avec l'état atmosphérique; elles sont fréquemment inondées, et au cours du débordement de l'une d'elles, qui s'est produit peu avant mon dernier voyage, il s'en est écoulé une boue bleuâtre, riche en cristaux microscopiques de pyrite, qui est intéressante, car elle permet de comprendre le mécanisme de l'éruption qui a eu lieu en 1880 à la Soufrière de la Dominique (voir page 72).

Il me reste, en terminant, à indiquer qu'au pied Sud-Est de la Soufrière se trouvent les sources de la rivière du Galion, sources sulfureuses, dont la thermalité suit de nombreuses variations, qui ne sont pas sans rapport avec celles de la Soufrière.

Éruptions du XVIIe *siècle.* — Les premières descriptions (2) de la Soufrière qui ont été données indiquent très nettement qu'au XVIIe siècle elle était dans un état d'activité beaucoup plus grand qu'actuellement et même que de

(1) Ce service est assuré avec beaucoup de dévouement par MM. Collardeau, Le Boucher, Thionville, avec le concours de l'autorité militaire; il consiste essentiellement dans la détermination de la température et de l'état des fumerolles de la Soufrière et de l'Échelle, ainsi que des sources chaudes du Galion.

(2) Les auteurs du Rapport sur l'éruption de 1797 [61] ont indiqué qu'en 1493, au moment de la découverte de la Guadeloupe par Christophe Colomb, la Soufrière était en éruption. Cette opinion résulte d'une mauvaise interprétation d'un passage de la relation du *Second voyage de Christophe Colomb.* Voici le passage extrait de la traduction française de l'ouvrage de F. de Navarrete (1828), II (407-408), intéressant à ce point de vue : « Nous y arrivâmes du côté d'une grande montagne qui semblait vouloir s'élever jusqu'au ciel, et au milieu de laquelle était un pic plus haut que tout le reste de la montagne, et duquel coulaient des sources d'eau vive de divers côtés, surtout de celui par lequel nous étions venus. A la distance de trois lieues ces sources ressemblaient à un jet d'eau qui se précipitait de si haut, qu'il semblait tomber du ciel, et qui paraissait aussi gros qu'un bœuf : on le voyait de si loin, qu'il y eut dans les vaisseaux plusieurs paris à son sujet; les uns disaient que c'étaient des roches blanchies, et les autres que c'était de l'eau. Dès que nous arrivâmes plus près, on connut ce que c'était en réalité : et c'était la plus belle chose du monde à voir de quelle immense hauteur ce jet d'eau se précipitait et son énorme grosseur, malgré la petitesse du lieu d'où il sortait. » Il s'agit là certainement de la chute du Carbet.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

véritables éruptions ont dû s'y produire à cette époque ; il n'y est pas question, en effet, de la végétation herbacée touffue qui frappe aujourd'hui le visiteur. Voici d'ailleurs deux passages caractéristiques à cet égard : le premier est emprunté au P. Du Tertre, qui se trouvait à la Guadeloupe en 1645. Après avoir indiqué qu'il existait une grande quantité de soufre à la Soufrière, il donne la description suivante de celle-ci [**2**, 119] :

Cette montagne est presque ronde ; au-dessus de la plate-forme s'élèuent deux petites éminences, comme deux petites pointes de roches, distantes de vingt ou trente pas : Vne du costé du Sud, et l'autre du costé du Nord ; celle-cy semble estre vne gueulle d'Enfer, ou vne cheminée du Montgibel, fumante comme vne fournaise enflammée, et dans les nuicts les plus seraines, on voit cette fumée entremeslée de petites flammes de feu.

Dans son histoire de la Guadeloupe, Ballet indique [**27**, 197] que vers 1680 le Piton du Nord (Piton Saussure) s'est en partie écroulé à la suite d'un violent tremblement de terre et qu'il s'est produit alors une fente orientée Nord-Est, se dirigeant vers la Grande Fente ; des détonations, des projections de cendres et de blocs auraient été en outre constatées alors, mais, cet auteur ne citant aucune référence sur l'origine de ce renseignement, je n'ai pu le contrôler.

Le P. Labat donne [**6**, t. II, 361] le récit suivant d'une ascension de la Soufrière qu'il fit en 1696 :

Quand nous eûmes marché environ 3 heures et demie en tournant autour de la montagne, et montant toûjours, nous nous trouvâmes dans des pierres brûlées, et dans des lieux où il y avait près d'un demi-pied de cendres blanchâtres qui sentaient très fort le souffre. Plus nous montions, plus la cendre augmentoit. Enfin, nous nous trouvâmes sur la hauteur. C'est une vaste platte-forme inégale, couverte de monceaux de pierres brûlées de toutes sortes de grosseur. La terre fumait en bien des endroits, et sur tout dans ceux où il y avait des fentes et des crevasses, où nous ne jugeâmes pas à propos de nous aller promener ;... [Étant montés sur le morne de l'Observation] nous vimes au-dessous de nous, du côté de l'Est, la bouche de la Souphrière,.... Ses bords étaient couverts de grosses pierres, mêlées de cendres, et de morceaux de souffre. Quant à sa profondeur, nous n'en pûmes pas juger parce que nous n'en étions pas assez proches, et il n'y aurait pas eu de prudence à s'approcher davantage ; d'ailleurs il en sortoit de tems en tems des tourbillons d'une fumée noire, épaisse, sulphurée, mêlée d'étincelles de feu, qui ne laissaient pas de nous incommoder quand le vent les portait du côté où nous étions. Il y a une autre bouche beaucoup plus petite que la première, qui paraît comme une voûte ruinée. Il en sortait aussi une grosse fumée et beaucoup d'étincelles. Tous les environs de ces deux bouches étaient pleins de fentes et de crevasses qui rendaient beaucoup de fumée.

On peut conclure de ce passage que le P. Labat fit son ascension peu après une éruption de cendres, dont le siège a dû être la Grande Fente.

Une éruption est souvent signalée comme s'étant produite en 1738 ;

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cette indication paraît avoir pour origine l'information suivante qui se trouve dans l'*Histoire de l'Académie royale des Sciences*, 1767 (p. 25). « Vers cette année, les deux bouches [de la Soufrière s'agrandirent et la matière brûlante du volcan trouvant une plus facile issue causa moins de secousses [de tremblement de terre] dans l'île. Depuis 1745, les bouches se sont fermées, et on trouve en leur place une multitude de petites crevasses par où il sort de la fumée, et où on ramasse facilement à la main, la plus belle fleur de soufre ». Cette indication est, on le voit, assez vague et fait probablement allusion à une recrudescence de l'activité des fumerolles plutôt qu'à une véritable éruption.

En effet, peu après, le médecin Peyssonnel commença ses excursions dont il a donné la description en 1756 [**41**]; alors, tout souvenir d'anciennes éruptions était oublié. Il indique l'existence d'une fumerolle très chaude, donnant beaucoup de soufre, sur le flanc Sud du dôme (sur le prolongement de la Grande Fente) et une autre ne fournissant que de la vapeur d'eau, sur le côté oriental du plateau. Dix ans plus tard, le 18 septembre 1766, des vapeurs, plus abondantes que de coutume, se sont élevées de la Soufrière (*Hist. Acad. Sciences*, 1767, p. 24) et c'est probablement ce qui a donné naissance à la légende d'une éruption, qui se serait produite cette année-là. Peyssonnel sollicita, sans succès d'ailleurs, l'autorisation d'établir une exploitation régulière du soufre qui se formait en abondance à la Soufrière.

Le rapport sur l'éruption de 1797, dont il va être question plus loin, indique quel était l'état d'activité des fumerolles à cette époque; le vieux guide qui conduisit les explorateurs d'alors leur assura qu'il n'avait vu aucun changement sur la montagne depuis 40 ans qu'il la fréquentait : l'éruption signalée par quelques auteurs en 1772 est donc probablement, elle aussi, apocryphe.

« En montant à la Soufrière, est-il dit dans ce rapport [**61**, 7], on rencontrait, aux deux tiers à peu près de sa hauteur, un terrein d'environ 40 pieds de surface, sur lequel on ne voyait qu'une vapeur ardente semblable à celle qu'on aperçoit sur les pierres encore rouges d'un four à chaux. » Ce point à température élevée est celui où devaient bientôt se produire des phénomènes intéressants. Une seconde région située à l'Est du Plateau, au pied du piton Breislack, était alors le siège unique des fumerolles sulfurées. Elles sortaient en sifflant et en dégageant

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

beaucoup de vapeur d'eau avec une pression suffisante pour projeter en l'air les pierres que l'on plaçait à leur orifice ; c'est là que l'on venait chercher du soufre pour les besoins du pays.

Éruptions du XVIIIe *siècle.* — La première éruption qui ait été scientifiquement observée à la Guadeloupe et qui, d'ailleurs, semble avoir été la plus importante de toutes a eu lieu en 1797. Nous en avons une relation faite par une commission scientifique nommée par Victor Hugues et Lebas, agents du Directoire à la Guadeloupe [**61**] ; cette commission était composée de Peyre, Amic, Hapel-Lachesnaie, Fontelliau et Codé, auxquels s'adjoignirent Le Boucher et Passé ; il n'est pas toujours facile de comprendre exactement les descriptions données dans son rapport, car, à ce moment, les divers accidents topographiques du sommet de la Soufrière n'étaient pas nommés et il n'en existait pas de carte. La plupart des dénominations actuelles ont été imaginées au commencement du XIXe siècle, par le médecin Lherminier, auquel nous devons plusieurs notes intéressantes ; ce naturaliste a envoyé au Muséum des collections de roches que j'ai examinées avec intérêt.

Le 29 septembre 1797, vers 6 heures du soir, une secousse de tremblement de terre fut ressentie dans la Basse-Terre, puis un bruit sourd se fit entendre. A 8 heures, des détonations répétées, allant en croissant jusqu'à 2 h. 30 du matin, partirent de la Soufrière ; en même temps, un nuage noir se dirigeant vers l'Ouest s'élevait de celle-ci. Au Matouba, une pluie abondante, accompagnée de cendres, tomba toute la nuit ; la cendre fut assez abondante pour faire fléchir la végétation. La Rivière Rouge, d'ordinaire limpide, charria pendant douze heures des eaux épaisses et boueuses ; au Nord du Baillif, sur la côte, le sol était couvert de cendre.

Formée en grands nuages et entraînée dans le cours du vent, elle se précipitoit de préférence, et en plus grandes masses, dans les vallons et les rivières qui l'attiroient. Il s'en étoit établi un courant considérable entre les hautes montagnes qui encaissent la grande Rivière des *Habitans*, d'où elle s'étendoit sur la mer à plusieurs lieues au large. Cette cendre répandoit une forte odeur de soufre par-tout où elle passoit. Elle avoit rendu grises les eaux de toutes les rivières, depuis le *Plessis* ; mais sa pesanteur spécifique la faisoit se précipiter promptement. Vers les 5 heures du soir, notre collègue voulut boire à la rivière du *Baillif*, qu'il traversoit à son retour ; il la trouva si chaude qu'il en fut dégoûté. Quelques citoyens qui y prenoient de l'eau lui dirent qu'elle avoit commencé à s'échauffer depuis 10 heures du matin [**61**, 15].

Le nuage volcanique se produisit encore les jours suivants ; les grondements ne discontinuaient pas. Le 2 octobre, vers 5 heures du matin, la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cendre cessa de tomber, la montagne se découvrit. L'éruption était terminée ; seules, de hautes colonnes de vapeurs blanches s'élevaient encore du sommet. Un détail de la forme de celui-ci était changé : le piton Breislack, en effet, n'était plus visible de la ville de Basse-Terre.

L'ascension de la Soufrière permit de constater que le centre de l'activité se trouvait principalement entre le prolongement de la Grande Fente et le piton de Saussure. Il s'était formé dans cette partie du plateau la fente Nord-Nord-Ouest que barrent le Pont Chinois et le Pont du Diable. Sur le flanc Nord-Ouest du dôme, là où avant l'éruption se trouvait une surface très chaude, s'étaient ouvertes 5 ou 6 crevasses fumantes. Toute la végétation du sommet et d'une partie des flancs de la montagne, à l'exception du côté Est, avait été détruite ou recouverte par des cendres grisâtres. Des changements topographiques nombreux s'étaient produits sur le plateau, soit par affaissement, soit par écroulement de rochers ; le principal des éboulements avait détruit le sommet du piton Breislack, au pied duquel les anciennes fumerolles étaient en violente activité. Pendant l'hiver 1797-1798, plusieurs nouvelles explosions, plus faibles que les précédentes, se produisirent et à diverses reprises les hauteurs de la Capesterre (1) reçurent de la cendre.

Le 26 avril 1798, vers 2 heures de l'après-midi, une détonation semblable à celle d'un coup de canon se fit entendre à Basse-Terre, se prolongeant pendant deux minutes. La montagne fut enveloppée par un épais nuage de vapeur, mais aucune chute de cendres ne fut constatée; quand, deux jours plus tard, la Soufrière se découvrit, on vit des vapeurs s'élever de sa partie Nord-Ouest et à peu près à mi-hauteur du dôme, mais en outre :

Une énorme quantité de pierres, dit le rapport précité [page 51], a été lancée au loin ; le morne voisin, contre lequel elles ont particulièrement frappé, en a été dépouillé de sa verdure, et comme labouré. Cette masse de décombres est descendue avec tant de force, qu'elle a rasé quelques éminences du terrain qu'elle a parcouru, mis en morceaux de très grands arbres, et comblé une ravine très profonde ; le cours de la rivière *Noire* en a été presque entièrement suspendu pendant trois jours, et la rivière *des Pères*, l'une des plus considérables de cette partie de l'île qu'elle concourt à former avec la rivière *Rouge* et celle de *Saint-Louis*, en est restée presque sans eaux pendant ce temps. De la ville, les décombres se présentent maintenant comme une grande route nouvellement pratiquée qui se partage en deux sentiers.

(1) Dans les Petites Antilles, aussi bien à la Guadeloupe qu'à la Martinique, on donne le nom de *Capesterre* au versant tourné vers le vent, c'est-à-dire du côté de l'Est.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Cet éboulis, bien visible dans la figure 9, a reçu depuis lors le nom d'*Éboulement Faujas*; l'éminence qui se trouve à sa gauche (morne Amic) a été parfois appelée, en souvenir de l'exploration scientifique, *morne de la Commission*. Notons en terminant que l'exploration du haut du plateau montra qu'il s'était formé un certain nombre de fumerolles, alors que l'activité avait redoublé dans sa partie orientale (1).

On voit, en résumé, que le siège de l'explosion résidait dans la fumerolle chaude, dont il a été question plus haut. En l'absence de renseignements plus détaillés, il est impossible de préciser le mécanisme de cette éruption, mais on peut se demander, étant donnée l'énorme quantité de matériaux transportés dans une direction unique, si ce phénomène n'a pas affecté la forme d'une nuée ardente, venant butter contre le morne Amic.

Éruptions du XIXe *siècle*. — Une nouvelle période de suractivité (2) commença en 1809; le 22 juin de cette année, Lherminier constata [**58**], dans la partie septentrionale de la Grande Fente, la formation de nouvelles fumerolles, orientées Nord-Nord-Ouest [**63**]; en mars 1810, leur activité avait augmenté et, de plus, la fente s'était élargie par suite d'importants éboulements. De nouvelles fumerolles s'étaient en outre ouvertes, fournissant des enduits de soufre, de réalgar, de salmiac et de divers sulfates.

Le 20 mai 1811, Lherminier constata que la température de la caverne Spallanzani avait augmenté; de nouvelles fumerolles y fonctionnaient, ainsi qu'au pied du piton de la Découverte, dans la partie centrale de la Grande Fente. Cet état de forte activité durait encore en avril 1812 et il s'était accentué le 10 mai, date de la grande éruption de Saint-Vincent.

(1) La collection du Muséum possède quelques échantillons des produits de cette éruption. Les cendres, mélangées de lapillis, sont grises, mais les échantillons que j'ai examinés, de même que ceux qui ont été étudiés par Elie de Beaumont et Dufrénoy, ont été recueillis longtemps après l'éruption et ils sont très altérés par les fumerolles. Ces produits ne diffèrent pas de la labradorite en place à la Soufrière.

Notre collection minéralogique possède en outre des échantillons de lave, entièrement transformée en opale imprégnée d'alunogène et de kalinite (alun potassique) et recouverte par une couche jaune d'or ou verte d'aiguilles d'orpiment, sur laquelle sont implantés de jolis cristaux de réalgar [p (001), m (110), h^3 (210), c^2 (012), b $^1/_2$ ($\bar{1}11$)]; ce sont ceux que j'ai décrits dans ma ***Minéralogie de la France et de ses colonies*** (II, 441). Ces échantillons sont entrés dans notre collection en 1804; ils ne portent pas d'indication de date plus précise, mais il est vraisemblable qu'ils ont été recueillis à la suite de l'éruption de 1797.

(2) Quelques auteurs ont cité une éruption qui se serait produite en février 1802; il y a là certainement une erreur, car Lherminier, qui a commencé ses explorations en 1800, insiste longuement sur l'éruption de 1797-1798, et ne signale rien de remarquable entre celle-ci et 1809.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

A ce moment, le Pont Naturel était à peine praticable; de plus, de nouvelles ouvertures, orientées Est-Ouest, s'étaient produites vers le piton Breislack; elles avaient été déterminées sans doute par des explosions, car Lherminier a constaté, lors de sa dernière ascension, que la végétation du voisinage était couverte de débris pierreux. Dans la Grande Fente, s'entendait un crépitement continu et de sourdes détonations intermittentes; de nombreux éboulements se produisaient sur ses bords. La caverne Spallanzani était devenue impraticable par suite de l'apparition de fumerolles extrêmement actives se prolongeant sur le quart de la hauteur du dôme et flétrissant la végétation à une grande distance. Cette période de suractivité ne s'est terminée par aucun paroxysme et ce n'est que vingt-cinq ans plus tard que nous trouvons un nouveau fait intéressant.

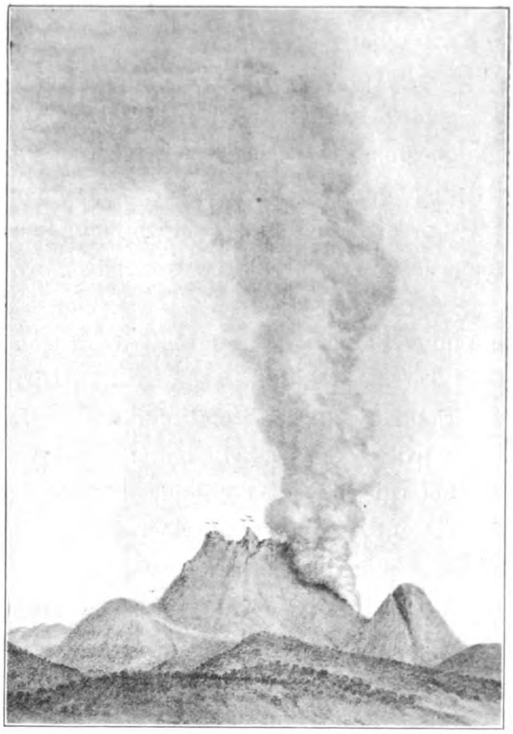


Fig. 9. — Le début de l'éruption de 1837 : à droite du dôme se dresse le morne de l'Échelle, à gauche, le morne Amic; ⌣ voie de Faujas; ⌣⌣ piton Saussure; ⌣⌣⌣ piton Dolomieu.

Le 3 décembre 1837, à 2 heures de l'après-midi, de sourds grondements partirent de la Soufrière et, quelques minutes plus tard, une haute colonne de vapeur s'éleva du flanc méridional du dôme (fig. 9) et plus tard de son sommet; pendant plusieurs semaines des cendres continuèrent à être projetées en petite quantité et une odeur sulfureuse fut perçue jusqu'à Basse-Terre. Comme en 1797, c'est vers le Sud-Ouest et l'Ouest que les cendres furent entraînées par l'alizé, atteignant le morne Houel, Matouba et les Vieux Habitants. L'étude de cette éruption a été faite par Lherminier [**64**];

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sur le sommet même de la Soufrière, il n'a trouvé de cendres qu'entre le piton Dolomieu et la Porte d'Enfer. Les dégagements gazeux avaient commencé sur le prolongement méridional de la Grande Fente, presque à la base du dôme (fumerolles Lacroix, cratère du Sud). La figure 9, que j'ai trouvée dans une note de Mercier [**66**] (reproduction d'un dessin fait au début de cette éruption), fixe exactement le siège de son point de départ. L'activité fut grande, en outre, sur tout le parcours de la Grande Fente, notamment au voisinage du Pont Naturel (très fissuré); la bouche principale de sortie des cendres se trouvait dans l'Est, au voisinage de la fumerolle Napoléon actuelle; des blocs de 20 à 25 kilogrammes en furent projetés. La cendre de cette éruption était d'un gris clair et riche en verre bulleux [**192**]. Il est à noter que ni la partie septentrionale de la Grande Fente, ni la fente du Pont Chinois où s'était produit le maximum d'activité lors de l'éruption précédente n'ont fonctionné en 1837.

Le 12 février 1838, une fissure s'ouvrit sur le flanc Nord-Ouest du dôme à la suite de la projection d'une énorme quantité d'eau boueuse, qui descendit dans la direction de l'éboulement Faujas, se précipitant dans la vallée, ravinant les flancs de la montagne, faisant déborder les ruisseaux et les ravins du voisinage [**66**]. Des fumerolles très violentes se manifestèrent en ce point; elles perdirent rapidement de leur intensité, alors qu'au contraire celles du centre augmentaient. L'activité volcanique continua, assez grande, dans les années suivantes, sans cependant qu'il y ait eu aucune projection de cendres.

Le tremblement de terre du 8 février 1843, qui a détruit Pointe-à-Pitre, a déterminé quelques éboulements sur le plateau de la Soufrière; en outre, l'entrée de la caverne de Spallanzani a été définitivement obstruée; par contre, Ch. Sainte-Claire Deville a constaté, le 23 février de la même année, que le régime des fumerolles n'avait pas été modifié par ce phénomène sismique (1).

En 1846, il existait dix-neuf fumerolles actives le long de la Grande Fente, trois dans celle du Pont Chinois et seize dans la région de l'Est (fumerolle Napoléon, etc.) [**30**]; les fumerolles de 1838, dans le Nord-Ouest, étaient alors en état de décroissance de plus en plus marqué.

1 Il semble que le 17 mars 1843 il se soit produit une éruption sous-marine entre la Guadeloupe et Marie-Galante [**62**].

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Je n'ai pu trouver aucun renseignement précis sur l'état de la Soufrière, depuis cette époque jusqu'en 1879. Ballet [**23**] signale de septembre à fin décembre de cette année une recrudescence de l'activité des fumerolles, qui semble avoir été assez réduite au cours des années précédentes. A ce moment, on en vit fonctionner tout le long de la Grande Fente, ainsi que dans l'Est (particulièrement la fumerolle Napoléon).

M. Le Boucher a signalé [**34**] à partir de 1896 l'apparition des fumerolles du Nord. Il a indiqué, en outre, en 1899, une petite période de suractivité, pendant laquelle le cratère du Nord, les fumerolles Napoléon, le cratère du Sud, ainsi que les fumerolles de l'Échelle (observées pour la première fois en 1890) ont fonctionné d'une façon continue. Enfin, on a vu plus haut quel est l'état actuel de la montagne (1).

En résumé, depuis la découverte de la Guadeloupe, l'activité de la Soufrière a été constante, son régime normal est celui des fumerolles sulfhydriques à température voisine de 100° C.; quelques paroxysmes se sont produits depuis quatre cents ans : ils ont été réduits à des périodes explosives de courte durée. Nous n'avons pas de renseignements précis sur l'évolution des fumerolles pendant ces paroxysmes, mais la présence du salmiac et du réalgar, signalée alors, indique qu'elles ont dû subir les phases de réchauffement habituelles.

L'éruption boueuse de 1838 a été rendue possible par l'abondance des fentes qui couronnent le sommet de la montagne et où l'eau atmosphérique a pu facilement s'accumuler. Les échantillons de boue de cette éruption que possède la collection du Muséum m'ont permis de constater qu'elle est constituée par une argile un peu pyriteuse, résultant de l'altération de la lave du dôme par les fumerolles sulfhydriques ; elle a donc une origine tout à fait superficielle. Cette petite explosion de 1838 paraît tout à fait identique à celle qui s'est produite en 1880 à la Dominique (voir p. 72).

Ce que nous connaissons des éruptions paroxysmales de la Guadeloupe est comparable aux phénomènes de l'éruption de 1851 et des débuts de l'éruption actuelle à la Montagne Pelée.

L'influence de l'alizé sur la distribution des cendres n'y est pas moins frappante. Les renseignements fournis sur l'explosion de février 1798 me

(1) Il semble que les fumerolles de la Soufrière n'aient subi qu'une légère recrudescence d'activité en 1902-1903 ; des observations continues permettront seules dans l'avenir d'avoir une opinion définitive sur ce sujet.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

font penser à la possibilité de la production d'une nuée ardente à cette époque. Nous retrouvons en outre dans les phénomènes secondaires de l'éruption de 1797 (torrents boueux, échauffement des rivières) des éléments de comparaison avec ceux qui se sont produits récemment à la Martinique.

Enfin, il faut noter comme caractéristique la variation du centre de l'éruption à chaque paroxysme et, dans les périodes de faible activité, le déplacement continuel des fumerolles en fonctionnement.

§ VI. — La Soufrière de la Dominique et son ancienne éruption.

Bien que je n'aie pas visité moi-même la Soufrière de la Dominique, et qu'elle n'ait pas présenté récemment de phénomènes exceptionnels, je donnerai cependant quelques détails à son sujet, à cause de la petite éruption dont elle a été le siège en 1880, et dont j'ai pu examiner les produits.

Il existe à la Dominique un assez grand nombre de sources thermales, mais le centre de l'activité volcanique se trouve localisé dans le milieu du tiers méridional de l'île, à l'Est de Roseau, dans la région désignée sous le nom de *Grande Soufrière*. M. Sapper a donné une récente description [**46**] de ses fumerolles, qui se trouvent sur le versant méridional d'une arête montagneuse et près de son sommet, à une altitude de 800 à 900 mètres. Ce géologue y décrit trois cavités cratériformes circulaires, entaillées dans des tufs volcaniques très altérés par des fumerolles acides. Elles sont orientées en demi-cercle dans une direction Est-Nord-Est ; chacune d'entre elles présente une échancrure dans une direction différente, par laquelle passent des ruisseaux qui se réunissent, pour constituer la rivière Pointe à Mulâtre se jetant à la mer sur la côte Est. Les deux plus grandes de ces dépressions ont environ 250 mètres de diamètre, la plus petite n'en a que 100 ; au fond des deux grandes, se trouvent de nombreuses sources thermales ou des fumerolles sulfhydriques en activité, dont la température est de 87° à 96° C. ; elles fournissent en abondance des dépôts de soufre.

Le fond de la plus petite des cavités est occupé par le *Boiling Lake*. Celui-ci a 60 mètres de diamètre ; il est rempli d'une eau rendue laiteuse par la grande quantité de soufre qu'elle tient en suspension. En juillet 1903, MM. Anderson et Flett y ont constaté [**72**] de très violents dégagements d'hydrogène sulfuré ; en février 1902, M. Sapper y indique seulement une

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

petite quantité du même gaz. Ces dégagements paraissent d'ailleurs varier d'intensité avec le temps ; en 1901, deux personnes ont été asphyxiées en séjournant sur le bord du lac. La température de l'eau prise par M. Sapper est de 87° à 88°C.

Au cours de leur visite, MM. Anderson et Flett ont vu l'eau du lac bouillonner furieusement ; en 1903, M. Sapper a constaté que le bouillonnement était localisé presque à son centre (avec une légère excentricité vers l'Ouest) ; sur un espace de 20 mètres de diamètre environ, l'eau était soulevée à environ 2 mètres de hauteur (1) ; il existait vers l'Ouest un autre point de barbotement, moins important. Il semble donc, d'après les observations recueillies par MM. Anderson et Flett, qu'au moment des éruptions de Saint-Vincent et de la Martinique il y ait eu une légère recrudescence de l'activité de cette Soufrière, mais elle ne paraît pas avoir été très importante ; le régime de cette Soufrière a d'ailleurs été peu étudié antérieurement.

Éruption de 1880. — On voit en définitive que, comme la Soufrière de la Guadeloupe, celle de la Dominique subit d'incessantes variations d'activité. On n'a constaté, jusqu'à ce jour, qu'un seul cas de projection de matières solides : il s'est produit en 1880 et nous est connu, grâce à deux notes de M. L. Bert [**67**] et de M. Nicholls [**69**] ; la collection du Muséum possède des échantillons de cendres recueillis par le premier de ces observateurs : ce sont celles que j'ai examinées.

Le 4 janvier 1880, vers 11 heures du matin, un sourd grondement se fit entendre dans le Sud de la Dominique et se répéta ensuite, par intermittences, toutes les deux minutes. La pluie s'était mise à tomber ; on vit alors un gros nuage noir s'élever de la Grande Soufrière et se diriger sur la ville de Roseau. A 11 h. 3, une violente rafale de vent passa sur celle-ci et, jusqu'à 11 h. 10, la pluie se transforma en une chute de boue et de sable volcanique, possédant une forte odeur sulfureuse ; le ciel redevint ensuite serein. La température et la pression barométrique n'avaient pas été sensiblement modifiées.

La cendre formait à Roseau une couche d'environ 6 millimètres ; le nuage poussé vers l'Ouest par le vent alizé avait couvert de cendre un secteur

(1 L. Bert signale [**67**] qu'avant 1880 le jet vertical atteignait 10 mètres de hauteur ; il donne 75° C. pour la température de l'eau.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

embrassant environ 4 kilomètres de côte (la distance de Roseau à la Grande Soufrière est d'environ 15 kilomètres). La cendre fut transportée au loin sur la mer, où le nuage volcanique ne s'est dissipé qu'avec une extrême lenteur; en effet, le yacht la *Louise*, de la Martinique, pénétra dans ce nuage à 10 milles au large de Roseau, vers 5 heures du soir seulement; cela correspond pour celui-ci à une marche de 2 milles à l'heure seulement.

La rivière de Roseau, qui descend de la montagne de la Grande Soufrière, fut aussitôt transformée en un torrent boueux furieux et chaud, dévastant ses rives; trois semaines plus tard, ses eaux étaient encore troubles. La rivière Pointe à Mulâtre, qui prend sa source à la Grande Soufrière même, reçut une telle quantité de boue que son lit en fut à moitié rempli.

Le 12 janvier, M. Nicholls fit l'ascension de la montagne; il constata que le centre de l'éruption était situé à 2 kilomètres environ au Sud-Ouest du Boiling Lake; il y constata l'existence d'une ouverture de forme elliptique, dont le grand axe était dirigé Ouest-Sud-Ouest; elle présentait au Nord-Est une échancrure, dont l'altitude était de 800 mètres environ; elle avait une profondeur d'environ 180 mètres et il s'en échappait par intermittence des bouffées de vapeur; il s'agit là sans doute de la plus occidentale des cavités cratériformes signalées par M. Sapper. A une distance considérable de ce point, les arbres de la forêt couvrant le sommet de la montagne étaient détruits; l'explosion avait été si violente qu'un grand nombre d'entre eux avaient volé en éclats et que plusieurs étaient pénétrés par des projectiles solides. Le sol était couvert par plusieurs décimètres de débris de toute sorte et la boue qui enduisait les arbres était si adhérente que les pluies des jours précédents n'avaient pu la faire disparaître. A l'extérieur de la zone détruite, un grand nombre d'arbres étaient renversés et M. Nicholls attribue cette dévastation à une sorte de trombe qui aurait précédé l'éruption.

Les deux observateurs cités plus haut ont signalé l'abondance de la pyrite dans les cendres tombées sur l'île. Les échantillons que j'ai examinés consistent en cendres fines et en graviers recueillis à Roseau, et en cendres très fines, ramassées sur le pont de la *Louise*. Dans les unes, comme dans les autres, on ne voit pas de matériaux fondus récents, mais simplement des produits de décomposition des tufs volcaniques de la Soufrière, mélangés à de la pyrite. Le lessivage de ces cendres, de même

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

que l'eau du pluviomètre de Roseau, a fourni un pourcentage très élevé de sels, parmi lesquels dominait le chlorure de potassium (1); cette observation rendrait utile l'étude de la composition normale de l'eau du Boiling Lake. Au cours de cette éruption, celui-ci ne semble avoir été le siège d'aucune manifestation exceptionnelle (2).

Il est intéressant de constater la formation abondante de la pyrite dans ces roches altérées; il y a là une frappante analogie avec ce qui se passe à la Guadeloupe et dans le lac de la Soufrière de Saint-Vincent; une explosion violente, qui se produirait actuellement dans les fumerolles de l'Échelle, fournirait des produits tout à fait analogues.

On peut comparer cette éruption de la Dominique avec celles de la Soufrière de la Guadeloupe en 1838, avec celles de la Rivière Claire en 1851 et aux débuts de l'éruption actuelle dans l'Étang Sec.

(1) Les cendres étaient constituées [Daubrée, **68**] par 86,45 p. 100 de matières insolubles dans l'eau et dans l'acide chlorhydrique (dont 5,30 de pyrite et 0,65 de galène); le reste avait la composition suivante :

Solubles dans HCl.	Sous-sulfate de fer.....	6,20	Solubles dans l'eau.	KCl	1,96
	Carbonate de chaux....	3,60		NaCl	0,63
	Carbonate de magnésie.	0,80		$CaSO^4$	0,28
				Matières organiques...	0,70

L'eau des pluviomètres renfermait 20 p. 100 de cendres et de graviers et 2 p. 100 de sels solubles.

(2) Pour compléter cet exposé des éruptions volcaniques dans les Antilles depuis la période historique, il serait nécessaire d'étudier celles qui ont été signalées en 1766 à la Soufrière de Qualibou à Sainte-Lucie et au mont Misery à Saint-Christophe, en 1692 : sur la première, je n'ai trouvé que quelques lignes insignifiantes, publiées en 1792 par Cassan [**24**]; sur la seconde, les renseignements ne sont pas plus précis; ils consistent dans le passage suivant d'une lettre datée de la Jamaïque (16 janvier 1693) et publiée dans les *Philos. Transact. London*, XVIII, 1694 (p. 99) : « St-Christopher's, one of the *Caribee* Islands, was heretofore much troubled withe Earthquakes, wich upon an Eruption of a great Mountain there of combustible Matter, wich still continues, wholly ceas'd, and have never been felt there since. » Il ne paraît pas prouvé qu'il s'agisse là de véritables éruptions.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE II

PHÉNOMÈNES INTÉRESSANT LE RELIEF DU SOL OU DU FOND DES MERS. — TREMBLEMENTS DE TERRE.

Je me propose de montrer dans ce chapitre que le siège de l'éruption actuelle a résidé dans un orifice unique et de discuter la possibilité de l'existence, soit sur la terre ferme, soit au fond de la mer, de fissures, ayant laissé échapper des dégagements gazeux. Cette dernière question, qui est liée à la discussion des causes des ruptures de câbles, m'a conduit à traiter à la suite les tremblements de terre, qui eussent été peut-être mieux à leur place dans le chapitre consacré aux phénomènes accessoires de l'éruption.

§ I. — Le centre unique d'éruption.

L'éruption actuelle a été essentiellement caractérisée par ce fait que les dégagements gazeux et l'émission de matériaux solides se sont produits par une ouverture unique, au-dessus de laquelle s'est rapidement édifié un *dôme* d'andésite, d'où sont partis dès lors tous les phénomènes explosifs; on verra plus loin que ce dôme n'a pas présenté d'ouverture béante *permanente*, pendant tout le temps où je l'ai étudié; s'il en a possédé une ou plusieurs pendant les paroxysmes, ce qui est vraisemblable, elles ont été de durée éphémère. Il n'y a donc pas, à proprement parler, de *cratère de l'éruption actuelle*, dans le sens que l'on donne généralement au mot *cratère*. Mais ce dôme, au lieu de s'élever d'un point quelconque du sol volcanique de la Montagne Pelée, a surgi du fond d'une *ancienne caldeira*, d'un vieux cratère d'explosion qui, dans les premières semaines de l'éruption, avant l'apparition du dôme, a par suite joué le rôle d'un véritable cratère. En définitive, il y a là emboîtement de deux formations volcaniques successives, produites par un mécanisme différent.

Néanmoins, pour la commodité de mes descriptions, j'emploierai le mot

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cratère, mais je tiens à préciser d'une façon expresse le sens que je lui attribue : je désigne par là la portion de l'ancienne caldeira qui n'a pas encore été remplie par la masse solide du dôme ou par les éboulis qui s'en détachent (voir le plan dans le chapitre III).

Aucune manifestation éruptive n'avait été observée au cours de l'éruption de 1851 dans la caldeira de l'Étang Sec ; l'examen qui en a été fait alors par la Commission scientifique a montré qu'aucune fumerolle n'y existait à cette époque. Il semble que la production de fumerolles ait été observée pour la première fois en 1889 par le P. Vanhaecke, qui m'a raconté qu'alors, au cours d'une ascension du morne La Croix, on lui montra du haut de celui-ci une tache à peine perceptible dans la végétation de la base Est-Sud-Est de la cuvette de l'Étang Sec. Il s'y rendit et vit la petite fumerolle décrite page 20. M. Arnoux a indiqué qu'en 1900 et en 1901 il y a observé, la première fois deux, la seconde fois six fumerolles sulfhydriques, mais il n'a fourni aucun renseignement sur leur position précise. Ce n'est qu'au mois d'avril 1902 que des renseignements plus circonstanciés ont été publiés.

Dès les premières manifestations éruptives, plusieurs habitants de Saint-Pierre se sont, en effet, rendus sur la montagne et ont donné dans les journaux locaux le résultat de leurs observations. Ils ont en premier lieu constaté que le fond de la cuvette, depuis longtemps à sec, était rempli d'eau. M. Sully a publié dans *les Antilles* (numéro du 30 avril), le récit d'une excursion au morne Lénard, faite le 27 avril ; il termine son article par le passage suivant :

> Selon les indications qui nous ont été données sur ces lieux, si proches voisins du nouveau cratère, par le guide Moridon, l'éruption n'a commencé à prendre une certaine intensité que vendredi matin [25 avril], à 7 heures, avec un plouf énorme, des bruits et des pétillements explosifs, accompagnés de grondements souterrains, de quelques légères secousses de tremblement de terre et de projections considérables de cendres, de vapeurs et d'*énormes fusées d'eau bouillante*, entremêlées de rochers et de troncs d'arbres.
>
> D'après les travailleurs Rémy, Anthony, Julien, Joseph, Daniel, qui se sont rendus à l'Étang Sec dans la matinée de samedi dernier [26 avril], la vapeur sort, violemment expulsée, par quatre principales ouvertures, sans qu'il soit possible de se rendre un compte exact de leur situation, mais tous sont d'accord pour établir que la principale de ces bouches a pris naissance au nord de l'Étang Sec, entre le pied du *morne Lacroix* et le pic du *Petit Bonhomme*. Tout le fond du cirque-cratère étant couvert d'eau, — eau qui a dû être rejetée par le volcan, — il en résulte un formidable barbotement qui se traduit par un flux et un reflux continuels de ses eaux sur les parois de l'Étang Sec.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Dans le numéro du 7 mai du journal *les Colonies*, se trouve le récit suivant d'une ascension à l'Étang Sec, faite également le 27 avril.

Que l'on se représente une cuvette gigantesque mesurant approximativement : le fond 300 mètres de diamètre, la partie supérieure 800 mètres. Sur les parois de cette excavation, des arbres uniformément recouverts d'un enduit noir à reflet métallique ; au fond, un lac de 200 mètres de diamètre ; tout contre le fond et les parois, vers l'Est, un tronc de cône de 10 mètres de haut, de 15 mètres de diamètre au sommet, surplombant légèrement le lac... Le lac, sur lequel flottait de la cendre noire, balayée par un vent intense, présentait l'aspect d'une mer de plomb fondu ou de vif-argent... Du point où ils se trouvaient, les touristes avaient le cratère en face. On entendait distinctement le mouvement tumultueux d'un liquide en ébullition ; la fumée s'envolait par gros flocons de la bouche du volcan ; l'eau rejaillissait en cascades sur les bords du cratère et allait se répandre dans le lac immédiatement à sa base... L'eau a donc environ 37° centigrades. Il y a lieu de croire qu'elle est bouillante à la sortie du cratère, mais la superficie du nouveau lac, jointe à la violence du vent, en accélère le refroidissement... Çà et là, en effet, au milieu et sur le pourtour du lac, dans l'eau même, on voit des feuilles flottantes, immobiles et encore vertes. Les touristes croyaient qu'ils pouvaient avoir pied en ces endroits, mais, désignant l'un de ces îlots minuscules, les guides affirmèrent que l'on avait tout simplement affaire à un arbre d'une vingtaine de mètres de hauteur et dont le sommet, sous l'aspect d'une touffe de feuilles, émergeait à peine. Le lac n'a pas d'issue visible et, bien qu'on ait stationné une heure sur ses bords, on n'a pas vu le niveau augmenter... Les touristes n'ont trouvé ni laves, ni pierres dans le voisinage, de la cendre noire partout.

M. Sully, dans l'article cité plus haut, signale que, du morne Lénard, ses compagnons et lui ont remarqué à mi-hauteur, entre le barrage de l'Étang Sec et le fond de la haute vallée de la Rivière Blanche, qu'un jet d'eau important, ayant environ 1 mètre de diamètre, sortait, en forme de cascade, du fond d'une fissure ; il le considère avec beaucoup de vraisemblance comme la décharge de l'Étang Sec et attribue à sa naissance le débit exceptionnel de la Rivière Blanche constaté depuis quelque temps. Des vapeurs légères s'élevaient au-dessus de cette chute d'eau. Ces divers renseignements sont corroborés par la lettre suivante écrite [**174**] à M. Merwart, gouverneur de la Guyane, par son frère, peintre de la marine, en mission à la Martinique, qui a trouvé la mort à Saint-Pierre, le 8 mai.

Hier, [28 avril], je me suis installé pour quelques jours au sommet de la montagne Pelée pour peindre les cratères qui se sont mis à fumer depuis huit jours environ... Le volcan a visiblement éprouvé une réelle perturbation. L'ancien cratère crache une fumée abondante, très blanche et sentant fortement le soufre. Plusieurs petites soufrières ont surgi entre des rochers précédemment inertes qui se sont déplacés. On aurait vu, paraît-il, mais je n'ai pas eu cette chance, des blocs de rochers lancés au milieu de la fumée. Toujours est-il que la cendre verdâtre recouvre tous les feuillages d'alentour. Mais le plus typique, c'est que la cuvette qui représentait l'ancien grand entonnoir des cratères et qui, de temps immémorial, était à sec, s'est remplie d'eau et forme un lac d'une étendue d'environ 400 mètres

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de long sur 200 mètres de large, alimenté par le cratère le plus important d'où l'eau s'échappe abondante et chaude à une quarantaine de degrés. La profondeur de cette pièce d'eau doit être assez sérieuse, car on y voit émerger les cimes d'arbres qui dénotent un certain développement et dont le feuillage roussi, les branches dépouillées et comme calcinées donnent au paysage, sous la brume constante des nuages enveloppants, un aspect d'hiver ou d'automne avancé dans les pays d'Europe. La pluie qui nous pénètre jusqu'à la moelle contribue à rendre l'illusion complète, d'autant plus que mon brave guide Alexis et son compagnon tremblent de froid et n'arrivent à se réchauffer qu'en se tenant au bord du lac, vers sa source chaude, autant que les vapeurs de soufre le permettent.

Il résulte de ces documents qu'à la fin d'avril 1902 le fond de la cuvette de l'Étang Sec était rempli par une grande quantité d'eau. Les fumerolles qui y existaient avaient dû être inondées, d'autres sans doute s'étaient ouvertes sous la couche liquide ; de la partie Nord et Nord-Est de cet étang, s'échappaient en abondance des gaz et de la vapeur d'eau qui n'ont pas tardé à entraîner des cendres fines. Enfin, le 5 mai, toute cette masse liquide a été expulsée au dehors par un mécanisme qui sera étudié dans le chapitre IV.

Pendant les premiers jours de l'éruption, les observateurs placés à Saint-Pierre signalent que les vapeurs s'élevaient de plusieurs ouvertures distinctes, puis le grand paroxysme du 8 mai s'est produit et le dôme d'andésite s'est rapidement édifié sur l'emplacement de l'Étang Sec. Le chapitre III lui étant entièrement consacré, je ne m'occuperai ici que de la cavité cratériforme elle-même. Il ne faut pas oublier que celle-ci a été bientôt réduite à une sorte de petite vallée circulaire s'étendant entre l'ancienne paroi et le dôme récent. Ce dôme s'est rapidement soudé à la base du Petit Bonhomme, du côté de l'Ouest, de telle sorte que cette vallée, que j'appellerai désormais la *rainure du cratère,* commençant au pied de la Petite Savane, ne faisait pas complètement le tour du dôme; grâce à l'accroissement continu de celui-ci, ce barrage de la rainure s'est élevé rapidement. En février, il avait atteint la crête du cratère et les débris du dôme ont commencé alors à s'écrouler dans les hautes vallées de la rivière Lamarre et de celle du Précheur.

On a vu page 19 qu'avant l'éruption les parois de la caldeira étaient assez abruptes, et que du côté Sud-Ouest elle était profondément échancrée en forme de V au-dessus de la Rivière Blanche, entre le Petit Bonhomme au Nord et la Petite Savane au Sud. Ses parois étaient garnies de végétation, sauf du côté Nord qui était constitué par des rochers à pic et décharnés.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

La première modification topographique qui se soit produite dans ce vieux cratère a consisté dans la disparition (le 5 mai) du seuil rocheux situé en haut de l'*à pic* dominant les sources de la Rivière Blanche; puis le sommet du morne La Croix n'a pas tardé à s'écrouler dans le cratère. Le journal *les Colonies* du 7 mai a publié à ce sujet l'indication suivante :

> Ce matin, la montagne étant découverte, le morne Lacroix s'est montré, présentant à sa base du côté de l'Étang plein [il y a là un lapsus, c'est l'Étang Sec que l'on a voulu mettre] une échancrure de 100 mètres de long sur 40 de hauteur, rendant possible la chute partielle de cette éminence qui pourrait amener un peu de trépidation du sol.

Il est vraisemblable que cet écroulement s'est produit au cours de la grande explosion du 8 mai, mais il m'est impossible d'en faire la preuve. Le 22 mai, le *Tage* arrivait sur la côte Est de la Martinique : le contre-amiral Servan indique dans un *Rapport au Ministre de la Marine* que plusieurs mesures du morne La Croix ont fourni aux officiers du bord une valeur de 1277 mètres ; l'écroulement était donc complètement accompli à cette date, car le 29 juin nous trouvions (1), MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, un nombre très voisin (1270 mètres).

Il est assez vraisemblable qu'il a dû se produire un centre d'explosion à la base du morne La Croix, qui a été ainsi rapidement miné et s'est écroulé dans le cratère; ce morne est constitué par un dyke d'andésite entouré par du tuf ponceux. La figure 1 de la planche III montre l'état précaire dans lequel se trouvait en octobre ce qui restait du sommet, fissuré dans tous les sens ; son écroulement a continué pendant notre second séjour à la Martinique; de l'air chaud circulait (60° C.) le 15 octobre dans ses fentes. J'ai indiqué pour son altitude 1230 mètres; ce même nombre a été donné depuis par M. Hovey [**102**] (31 mars), et M. Giraud a trouvé 1235 mètres. Ces valeurs sont en contradiction avec les anciennes mesures (p. 17) de Ch. Sainte-Claire Deville et de M. Deckert sur l'altitude du lac des Palmistes (1245 à 1252 m.). La moyenne de mes mesures d'altitude du plateau qui occupe aujourd'hui la place de celui-ci est de 1215 mètres, avec des écarts consi-

(1) Cette première ascension a été faite dans le brouillard, sans qu'il nous ait été possible de nous orienter avec exactitude ; nous avons vu, au Nord du point mesuré, une éminence que j'ai reconnue en octobre être le morne de Macouba. On verra dans le chapitre IV que le piton mesuré du *Jouffroy* par l'enseigne Deville, et dont l'altitude a été trouvée de 1353 mètres, était non pas, comme nous l'avions cru alors, le morne La Croix, mais le sommet du dôme de nouvelle formation.

Je n'ai connu les anciennes mesures de la montagne qu'à mon retour en France et je n'ai pu, par suite, entreprendre de vérifications précises à ce sujet.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dérables dans les observations extrêmes (1240-1210 m.) ; M. Hovey a donné 1210 mètres. J'estime que ce qui restait du morne La Croix, le 9 mars 1903, n'était pas à plus de 15 mètres au-dessus du niveau le plus bas du plateau formé par le lac remblayé (1), ce qui concorderait bien avec la valeur de 1230 mètres. Mais, comme toutes ces mesures ont été faites à l'aide d'un baromètre anéroïde, au cours d'ascensions effectuées dans un but différent, elles

Fig. 10. — La rainure du cratère (côté Est), le 1er avril 1904. — Au milieu, à droite, se voit ce qui reste du morne La Croix ; au fond, le bord du cratère est dominé par le morne de Macouba ; à gauche, se voit le pied du dôme.

peuvent être entachées de fortes erreurs. Il sera utile, lorsque l'éruption sera achevée, de tirer à clair cette question en faisant une topographie précise du sommet de la montagne et de rechercher si ce sont nos mesures ou les anciennes qui sont inexactes ; la concordance des résultats de MM. Giraud et Hovey avec les miens mérite d'être prise en considération. Dans tous les cas, il n'y a pas à s'arrêter à l'hypothèse d'un affaissement du sommet de la Montagne Pelée (2).

(1) Je ne crois pas que l'épaisseur des matériaux qui ont remblayé le lac des Palmistes ait plus de 4 ou 5 mètres : dès notre première ascension, le 29 juin 1902, l'ancienne cuvette était à peu près remplie par des matériaux récents, mais M. Heilprin, qui a été le premier à atteindre le sommet de la montagne au début de l'éruption, signale que le 31 mai, du côté de l'Est, le vieux sol formait encore un petit rebord de 0m,30 à 0m,90 au-dessus du niveau du plateau remblayé [**90**, 154].

(2) D'après les mesures faites de l'Observatoire par le capitaine Perney, le sommet du Petit Bonhomme avait en novembre 1902 une altitude de 1183 mètres. M. Hovey l'a estimé en mars à peu

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Les détails donnés page 66 sur les éruptions de la Soufrière de la Guadeloupe montrent que des modifications topographiques, comparables à celles qui résultent de l'écroulement du morne La Croix, s'y sont produites à diverses reprises ; on peut citer notamment la chute du sommet du Piton de Breislack, au cours de l'éruption de 1797. La démolition du morne La Croix a dû être grandement facilitée par sa position sur le bord même de la caldeira.

Pendant l'hiver 1902-1903, j'ai suivi de près l'agrandissement progressif

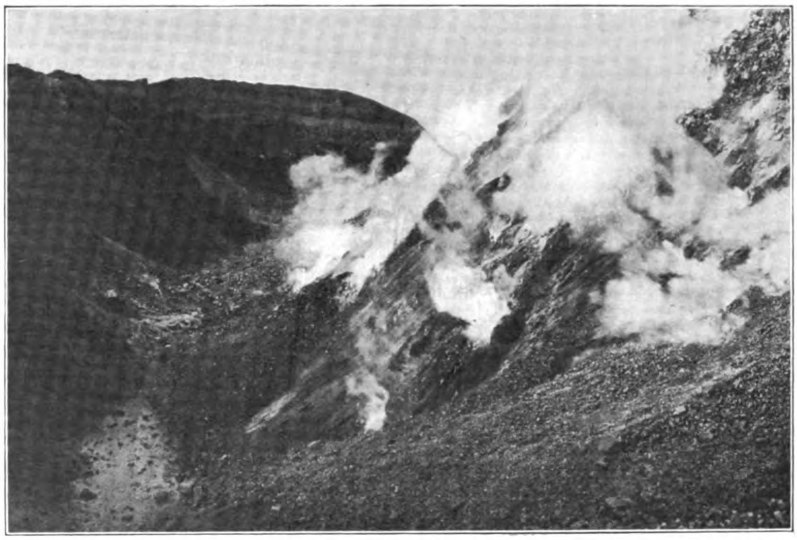


Fig. 11. — La rainure du cratère (côté Sud), le 1er avril 1904 : à gauche, la paroi du cratère ; à droite, la base du dôme ; à comparer avec la Planche IV.

du cratère, qui se produisait par éboulement de ses bords dans la rainure ; l'ouverture ancienne de la caldeira entamant la crête même de la montagne, son élargissement entraîne, d'une façon nécessaire, l'abaissement progressif de l'altitude d'une partie de ses bords, notamment des côtés Nord, Nord-Est, Sud et Sud-Est qui ont par places la forme d'une véritable lame de couteau (1). Ces éboulements ont été particulièrement importants du

près à la même hauteur (1180 m.) et pense qu'il a dû perdre 40 mètres par éboulement, depuis le mois de juin ; nous n'avons pas fait de mesure à cette époque.

(1) On voit d'après l'inspection de la figure 16 (page 109), représentant la Montagne Pelée avant l'éruption, quelle importance ont eu, au début de celle-ci, les écroulements des parois occidentales et septentrionales de la caldeira.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

côté du Sud (prolongement de la Petite Savane), et à la fin de l'hiver il était devenu presque difficile de suivre le bord du cratère, pour aller de la Petite Savane au morne La Croix.

La figure 2 de la Planche III fait comprendre le mécanisme de ces éboulements; des fissures parallèles aux bords et souvent emboîtées les unes dans les autres, s'ouvrent dans le tuf ponceux ; l'eau s'y infiltre ; des tassements se produisent peu à peu et tout d'un coup le compartiment le plus extérieur s'effondre dans le cratère. La comparaison de la figure 3 (p. 18), représentant le lac des Palmistes et le morne La Croix avant l'éruption, et de la figure 2 de la Planche VI, faite le 15 octobre 1902, à peu près du même endroit, donne une idée de l'importance de la portion de la montagne qui s'est écroulée dans la rainure orientale du cratère.

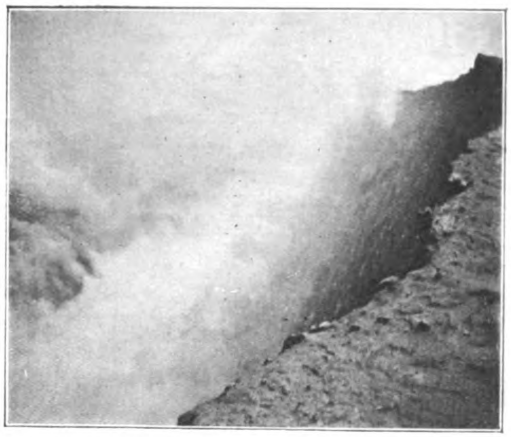


Fig. 12. — Les bords du cratère au Sud du morne La Croix : à gauche, on aperçoit le dôme au milieu des vapeurs volcaniques (15 octobre 1902).

Les figures 1, 3 et 4 de la Planche III, la Planche IV et les figures 10 et 11 montrent l'aspect de l'intérieur de cette rainure, avec ses parois tantôt absolument verticales, tantôt inclinées en forme de talus toujours très raide, et alors (Pl. IV) creusées de petits sillons d'érosion semblables à ceux qui, au début de l'éruption, étaient si fréquents sur les pentes extérieures de la montagne à la surface des cendres récentes.

La figure 10, qui reproduit une photographie faite par le sergent Lacombe le 1er avril 1904, fait voir que, depuis un an, l'écroulement de la paroi orientale du cratère a continué à se produire de la même façon que pendant l'hiver 1902-1903. Le morne La Croix est aujourd'hui réduit à un chicot qui ne tardera sans doute pas à disparaître complètement. Si dans les premiers jours de mai, les phénomènes explosifs ont dû jouer un certain rôle dans l'élargissement du cratère, depuis lors cet élargissement a été continué exclusivement grâce à l'érosion, rendue

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

possible par la mise à vif de hautes falaises, constituées par un tuf ponceux peu cohérent.

Ces écroulements des parois, combinés à ceux du dôme récent, comblent progressivement la rainure du cratère, mais d'une façon inégale. Au mois de juin 1902, celle-ci avait, en son point le plus profond, au pied du morne La Croix, une profondeur de 150 à 240 mètres d'après M. Hovey; je l'ai pour ma part estimée (et non mesurée) à 150 mètres en octobre et à environ 80 mètres (1) le 9 mars 1903. La figure 11, comparée à un cliché que j'ai fait, à cette dernière date, du même endroit, montre que, depuis lors, le remblayage s'est continué, surtout en ce point situé au pied de l'ancienne aiguille; au 1er avril 1904, d'après une photographie que m'a communiquée M. Giraud, la rainure du côté du Nord était presque entièrement comblée; aujourd'hui, la plus grande profondeur se trouve du côté Sud.

On remarquera que le fond de la rainure (fig. 11 et Planche IV) est à peu près plan : cela tient à l'action de la pluie, qui, en s'y déversant, nivelle le sol en remplissant de matériaux fins l'intervalle des gros blocs éboulés, aussitôt que, par suite d'une activité moindre du volcan, il ne se produit plus d'explosions dans la rainure même.

L'échancrure en V du cratère, modifiée une première fois par l'éruption du 5 mai, a subi depuis lors de nombreuses transformations, consistant essentiellement en un élargissement de plus en plus grand et dans un envahissement progressif par la partie antérieure du dôme et par son talus d'éboulis, qui peu à peu a fait disparaître l'à pic dominant jadis l'origine de la Rivière Blanche; ce talus se continue aujourd'hui par une pente relativement douce avec le lit remblayé de celle-ci. Ces modifications topographiques étant liées d'une façon intime au développement du dôme, il est impossible de les étudier indépendamment de celui-ci; je m'en occuperai donc dans le chapitre III.

§ II. — Les soi-disant cratères inférieurs.

La difficulté d'interpréter, au début de l'éruption, la cause de la destruction de Saint-Pierre, alors que le phénomène des nuées ardentes était scientifiquement inconnu, a conduit plusieurs observateurs à imaginer un cratère rapproché de la ville, d'où serait partie l'explosion dévastatrice. Telle est

1. M. Hovey l'a estimée à 60 mètres le 29 mars [**102**] et M. Heilprin de 90 à 105 le 13 juin 1903 [**92**].

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'origine d'un soi-disant cratère inférieur qui aurait été situé entre les rivières Blanche et Sèche, à peu près à mi-chemin entre le véritable cratère et la mer : il a été signalé par M. R. T. Hill [**95**] et aussi par M. Heilprin [**89**], qui l'a d'ailleurs abandonné dans son dernier livre [**90**].

Dès notre premier rapport, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, nous avons indiqué n'avoir pas trouvé de cratère à cette place, et peu après M. Hovey [**99**] a exprimé la même opinion. Les phénomènes qui ont frappé MM. Hill et Heilprin consistaient dans les éruptions secondaires de boue et de hautes colonnes de vapeur, partant de la région à fumerolles très chaudes, dont j'ai marqué par des croix la place sur la carte placée en tête du chapitre VI. L'histoire du soi-disant cratère de la Falaise ou de l'Ajoupa-Bouillon décrit par les mêmes auteurs est la même. Là encore, des phénomènes d'explosion importants ont été déterminés dans le lit de la Rivière Falaise par l'arrivée de torrents d'eau sur la grande accumulation de matériaux chauds qui la remplissaient. Les soi-disant cratères boueux de la Rivière Basse-Pointe et des rivières du Nord-Ouest doivent être interprétés de la même façon.

L'étude de ces phénomènes secondaires étant faite en détail dans le chapitre IX, je me contente de les indiquer ici.

§ III. — Y a-t-il eu des fissures en dehors de la caldeira de l'Étang Sec?

Dans notre premier rapport, nous avons, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, exposé que si, en dehors du cratère, il ne s'est produit à la surface du sol aucune fente béante, il semble du moins s'être formé d'étroites fissures, dont la réalité nous avait paru indiquée par les faits d'observations suivants : 1° par l'existence de nombreuses fumerolles entre les lits des Rivières Sèche et Blanche, ainsi que dans la vallée de Canonville et à l'embouchure de la rivière des Pères ; 2° par la rencontre que nous avons faite après le 9 juillet de poissons morts sur la côte, au voisinage de ces fumerolles; nous avions appris d'autre part, de la bouche de M. Guérin, que le 5 mai au matin des poissons morts flottaient à la surface de l'eau, à l'embouchure de la Rivière Blanche; 3° par la constatation faite par nous, après l'éruption du 9 juillet, de tranches d'eau chaude à la surface de la mer, près de l'embouchure de la même rivière; enfin, 4° par la rupture,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

trois fois répétée, du câble de Puerto-Plata, au large de cette même région.

Nous avons conclu de ces diverses observations, non seulement qu'il existait sur la terre ferme une série de fissures parallèles à la direction de la Rivière Blanche et à la ligne de côte, mais encore que celles-ci se prolongeaient dans la mer. A la suite de l'étude minutieuse de cette question à laquelle je me suis livré pendant l'hiver 1902-1903, mon opinion personnelle à ce sujet s'est aujourd'hui profondément modifiée.

J'ai tout d'abord constaté que ces fumerolles partaient exclusivement des accumulations de produits chauds de l'éruption actuelle; il m'a été impossible de trouver un seul point où ces fumerolles sortissent incontestablement du vieux sol; d'autre part, elles se sont peu à peu exclusivement localisées dans la vallée de la Rivière Blanche ou à l'embouchure de la Rivière Sèche, c'est-à-dire sur le trajet habituel des nuées ardentes. Toutes celles de la vallée de Canonville, qui étaient si actives au mois de juin, toutes celles qui ont pris naissance à la suite de l'éruption d'août dans la vallée de l'Ex-Voto au Nord de la rivière des Pères, avaient disparu en octobre et ne s'y sont pas reproduites, depuis qu'aucune nuée ardente ne s'est dirigée, ni au Nord, ni au Sud de la Rivière Blanche (1).

Ces fumerolles ont fait leur apparition dans la vallée de la Rivière Blanche le 5 mai, après l'éruption boueuse; elles s'élevaient alors exclusivement des apports de celle-ci; depuis lors, elles ont fonctionné avec intermittence, mais surtout dans les périodes de paroxysme ou de suractivité pendant lesquelles se produisaient des nuées ardentes; elles se sont prolongées ensuite pendant plus ou moins longtemps après la cessation de ce phénomène, tant que les cendres sont restées chaudes; c'est ainsi qu'en fin de juin nous les avons trouvées violemment actives et qu'en juillet elles ont peu à peu diminué après avoir subi une recrudescence au moment de l'éruption du 9 de ce mois. Elles ont réapparu dans la période de suractivité d'août 1902; elles n'étaient plus visibles en octobre.

A partir du milieu de novembre, elles ont fait à nouveau leur réapparition.

(1) A deux reprises pendant l'hiver, et notamment le 25 janvier, il nous a semblé voir une fumerolle fonctionner au pied Nord du Coffre à Mort. En cherchant à l'étudier sur place, je n'ai pu constater dans cette région aucune sortie de vapeur, ni aucun point chaud; il est vraisemblable que ce n'étaient là que d'épais nuages de poussière, provenant de l'éboulement des cendres fines qui étaient accumulées par le vent sur le Coffre à Mort après chaque nuée ardente.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Frappé de la relation évidente existant entre le fonctionnement de ces fumerolles et la pluie, dès l'installation de notre Observatoire j'ai fait noter régulièrement par le capitaine Perney toutes les manifestations de celles de la Rivière Blanche et en même temps toutes les pluies violentes et tous les grains. On peut voir dans le tableau suivant, qui résume les observations faites d'octobre 1902 à la fin de décembre 1903, que ces fumerolles ont fonctionné au cours de 90 jours; dans 71 d'entre eux, leur apparition a été précédée de pluies violentes; il est vraisemblable que pour une partie des autres il a plu en amont des fumerolles, la montagne étant alors couverte de nuages.

	RIVIÈRE BLANCHE.					RIVIÈRE BLANCHE.					RIVIÈRE BLANCHE.			
	Haute.	Moyenne.	Basse.	Embouchure.		Haute.	Moyenne.	Basse.	Embouchure.		Haute.	Moyenne.	Basse.	Embouchure.
1902														
11 nov.		+	+	+	29 déc.				−	4 sept.				+
12 —	+				30 —				+	5 —				
13 —			+							6 — *		+	+	
14 — *				+	**1903**					9 — **		−		
15 —				+						12 —			+	
16 — **			+	+	4 et 5 janv. *					13 — *			+	+
17 —			+		6 janv.					16 —			+	
18 — **	+			+	19 —			−		17 — *			+	+
19 —				+	25 — **					18 — *		+	+	
21 —				−	15 févr. *			+		19 — *			+	+
22 —				−	24 — **	+				20 —			+	
24 —	+		+	+	3 mai *			−		21 — *			+	
25 — *		+	+	+	4 —			−		22 — **			+	
26 —			+	+	11 juin *			+		23 —			+	
27 —				+	24 —	+		+		24 —			+	
28 — **			+	+	10 août			+	+	25 —			+	+
29 —			+	+	11 —			+		27 —		+		
30 — **	+	+	+	+	12 —				+	28 —			+	
2 déc. *					14 —				+	29 —			+	
4 — *		−			15 —	+				12 oct	+	+	+	+
6 — *				−	16 —	+			+	20 —	+	+	+	+
10 —				−	17 —				+	7 nov.				+
15 — *	+	+	+	+	18 —				+	13 —			+	
16 — **			+	+	19 —				+	17 —				+
19 — *		+	+	+	20 —			+	+	19 —				+
20 — *				+	25 —				+	20 —				−
21 —			−		26 — *				+	26 —		+		
22 —				+	27 —				+	28 —				+
23 — *			−	−	28 —				+	11 déc.		−		
24 —				−	29 —				+	19 —				−
25 — *				−	30 — *					21 —		+		
26 — *					2 sept. *				+	22 —		+		
28 —				−	3 — *					24 —		+		

\+ Fumerolles fonctionnant après une pluie. − Fumerolles fonctionnant sans pluie sur le point où elles se produisaient. ** Nuée ardente descendant jusqu'à la mer. * Nuée ardente descendant jusqu'à mi-vallée de la Rivière Blanche.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Il y avait donc une relation certaine entre le fonctionnement de ces fumerolles et la pluie, mais la réciproque n'était pas toujours vraie, toute pluie n'entraînant pas nécessairement leur activité. Celles qui fonctionnaient le plus souvent étaient celles des embouchures bordées par des falaises de cendres, facilement éboulables; les autres variaient de position, un très petit nombre d'entre elles seulement se produisaient toujours aux mêmes points. Il est en outre vraisemblable que ce qui a été noté comme fumerolle a pu n'être, dans quelques cas, que des nuages épais de poussière produits par l'écroulement de portions importantes de falaises de cendres chaudes ou même refroidies; nous avons vu de semblables phénomènes dans la vallée de la Wallibu à Saint-Vincent (4 mars 1903) en dehors de toute intervention de l'eau. Telle est probablement l'explication à donner des observations faites de l'Observatoire, les 15 et 16 décembre, sur la vallée de la Roxelane, les 16, 18 et 26 novembre, les 10, 15 et 16 décembre 1902 sur l'embouchure de la rivière des Pères (1); le capitaine Perney m'a signalé la reproduction de ce fait, le 17 septembre et le 12 octobre 1903 dans ce dernier point. J'ai minutieusement examiné cette embouchure après la production du phénomène, sans avoir jamais pu trouver de bouches de sortie de fumerolles au point où il paraissait s'être produit. Il existait bien un peu de soufre à la surface des morceaux de bois disséminés dans les graviers de la rivière; mais cela n'est pas démonstratif, car les dépôts de ce genre abondaient dans toutes les pseudo-fumerolles produites aux dépens de cendres chaudes.

Les autres arguments que nous avons fait valoir en faveur de l'existence de vraies fumerolles ne sont pas topiques; ils consistent surtout dans l'échauffement de l'eau de mer que nous avons constaté au voisinage du rivage et l'existence des poissons morts dont il a été question plus haut; mais les observations que j'ai faites sur le bord de la mer après le passage des nuées ardentes de l'hiver 1902-1903 montrent la véritable signification des tranches d'eau chaude observées par nous après l'éruption du 9 juillet; elles étaient en relation avec la destruction par la

1) En fin de juillet 1902, on voyait encore sur la rive gauche de l'embouchure de cette rivière, et près de l'endroit d'où semblaient s'élever ces fumerolles, un dépôt de charbon, qui se consumait lentement; en octobre il était recouvert par les apports du 30 août. M. Giraud m'a signalé qu'en mai et juin 1903 on l'a vu à nouveau de l'Observatoire briller pendant la nuit. A la même époque, un gros arbre carbonisé, enveloppé par la cendre, a été mis à nu par l'éboulement d'une falaise de cette même rivière et s'est mis à flamber au contact de l'air.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

mer des apports encore chauds de la nuée ardente de cette éruption ; quant aux poissons morts du 5 mai, leur présence doit peut-être être expliquée par la grande quantité d'eau boueuse, à odeur sulfureuse, qui avait été déversée dans la mer pendant toute la nuit précédente ; en effet, le 6 mai (7 heures du soir) le même fait a été observé à l'embouchure de la Roxelane, au moment d'un débordement de cette rivière.

Enfin, la rupture des câbles ne peut pas être d'un grand poids dans cette discussion, puisque, comme on va le voir, de tous les phénomènes de l'éruption, c'est celui dont l'interprétation présente le plus d'incertitude. La non-production de fissures sur la terre ferme n'impliquerait d'ailleurs en aucune façon l'absence de celles-ci au fond de la mer.

De tout ce qui précède, on ne peut affirmer qu'un fait positif, c'est que la plus grande partie de ces fumerolles, sinon toutes, étaient de nature secondaire ; cette question est développée dans le chapitre IX. Il n'est pas impossible qu'il ait existé aussi de véritables fumerolles, sortant non pas de fentes béantes, mais de fissures du sol (1), telles que nous les avions conçues à l'origine ; je ne puis pas toutefois le démontrer. La question pourra être éclaircie quand la vallée de la Rivière Blanche aura creusé son nouveau lit jusqu'au niveau de l'ancien ; si des dégagements gazeux continuent alors à s'y produire et s'élèvent du vieux sol, il n'y aura plus de doute.

§ IV. — Absence de mouvements d'exhaussement ou d'affaissement sur la terre ferme. — Modifications topographiques.

L'étude attentive des côtes et du relief du sol a montré qu'aucune modification ne s'est produite à leurs dépens au cours de l'éruption, *ni par exhaussement*, *ni par affaissement*. Les quais, les pans de murailles de Saint-Pierre encore debout, les murs de soutènement le long de la route longeant la mer entre la Rivière Blanche et Sainte-Philomène sont d'un examen instructif à ce point de vue. Quant aux *modifications topographiques* déterminées au cours de l'éruption actuelle, elles ressortent très nettement de l'étude analytique des divers phénomènes qui leur ont donné naissance

(1) On trouvera dans le chapitre IX l'indication fournie par *les Colonies* sur une cavité qui se serait ouverte le 7 mai dans la rivière des Pères, près de son embouchure, et où la rivière se serait engouffrée ; à notre arrivée, il n'y avait plus trace de ce phénomène, si tant est qu'il se soit réellement produit.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

et qui sont exposés dans divers chapitres de ce livre; je me contenterai donc d'en donner ici l'énumération.

Les seules modifications topographiques importantes à signaler sont localisées dans la caldeira de l'Étang Sec; elles consistent essentiellement dans l'édification du dôme récent, qui l'a en partie remplie, et dans l'élargissement de celle-ci par écroulement de ses bords. A cet égard, la disparition de la plus grande partie du morne La Croix, le point culminant de l'île, est particulièrement à noter. Le dôme actuel, bien que beaucoup moins étrange par sa forme que pendant l'hiver 1902-1903 et une partie de l'année 1903, n'en a pas moins changé complètement l'aspect général du sommet du volcan (voir les figures du chapitre III).

Les rivières descendant de la Montagne Pelée ont eu localement leur lit élargi par une active érosion. Au cours de l'éruption actuelle, leurs vallées ont, en outre, été plus ou moins complètement remplies par les matériaux récents projetés ou écroulés du cratère et par les matériaux anciens arrachés à leurs berges; mais l'action mécanique si puissante des pluies tropicales les a rapidement débarrassées de toutes les parties meubles ou de petite taille de ces apports récents, et il n'en restera bientôt plus que les masses rocheuses importantes, qui, dans la Rivière Blanche et dans la Rivière Sèche, sont remarquables à la fois par leur volume et par leur nombre. Les matériaux apportés non plus dans les vallées, mais sur les pentes de la montagne, ont depuis longtemps déjà en partie disparu, et là encore ce sont les gros blocs seulement qui resteront comme témoins de l'éruption actuelle.

Les modifications sur les côtes n'ont été importantes qu'entre la Rivière Sèche et la Rivière Blanche, où la vague, en rongeant l'ancien delta torrentiel de ces rivières, a déterminé la production de falaises montrant les matériaux récents reposant sur des conglomérats anciens.

L'embouchure de toutes les rivières de la côte Ouest (depuis la Roxelane) et Nord s'est ouverte en outre, en forme de V, sous l'action combinée de la vague et des actions torrentielles. Inversement, sur la côte au vent, les apports torrentiels des rivières ont fait gagner au rivage quelques centaines de mètres sur la mer; puis les courants ont commencé aussitôt la démolition de ces accroissements de territoire, emportant leurs matériaux fins, ainsi que ceux tombés directement dans la mer; ils les ont transportés au Nord des embouchures, et y ont déterminé la production de barres

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

et de bancs de sable, qui gèneront pendant longtemps la navigation.

En résumé, les modifications topographiques dues à cette éruption sont, au point de vue strictement géologique, relativement faibles, quand on les compare aux désastres qui les ont accompagnées.

§ V. — Tremblements de terre.

On a vu page 48 que les secousses de tremblement de terre ont constitué le phénomène caractéristique des débuts de l'éruption de Saint-Vincent ; elles ont été répétées, mais en général de peu d'amplitude, toujours inoffensives ; la plupart d'entre elles sont restées localisées dans le massif même de la Soufrière.

A la Martinique, au contraire, les tremblements de terre n'ont joué qu'un rôle minuscule parmi les phénomènes accessoires de l'éruption. Dans la période de début, quelques très petites secousses ont été constatées sur les flancs Ouest et Sud de la montagne ; elles ont conservé un caractère purement local : le 23 avril (8 h. du matin) et le 25 avril (10 h. du soir) au Prêcheur ; le 30 avril (à 3 h. 40, 5 h. 5, 6 h. 10 et dans la nuit) à Saint-Pierre. Une secousse a été signalée le 25 mai à Basse-Pointe ; M. Mirville l'a constatée à Fort-de-France le même jour, à 3 h. 40.

Une secousse plus forte que les précédentes, mais qui n'a produit de dégâts d'aucune sorte, même minimes, a été ressentie le 24 août 1902, à 9 h. 30 du matin, principalement dans la partie de l'île située au Nord du parallèle de Fort-de-France. D'après M. Mirville, la direction du choc était Nord-Ouest, sa durée d'environ 20 secondes ; M. Heilprin, qui était alors au Carbet, assure [**211**] ne l'avoir pas ressenti. Quant aux trépidations qui se sont produites du 25 au 30 août dans les bourgs encore habités du voisinage de la Montagne Pelée, elles sont sans aucun doute dues aux ondes aériennes accompagnant les détonations du cratère.

J'ai installé à l'Observatoire du Morne des Cadets deux pendules lourds de Strasbourg et un séismographe avertisseur Secchi ; la première secousse enregistrée par le premier de ces appareils s'est produite le 28 août 1903 ; malheureusement, l'Observatoire avait été presque anéanti par le cyclone du 9 août, et commençait seulement à se réinstaller ; les appareils avaient dû être réparés tant bien que mal à la Martinique, et seul le pendule enregistrant les secousses Nord-Sud fonctionnait alors. Le phénomène s'est

Mqu

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

produit à 9 h. 13 et a duré trente secondes. Le diagramme ci-joint (fig. 13) montre qu'il a consisté en trois secousses, dont la seconde, pouvant même être disjointe, a été la plus considérable. Deux autres petites secousses ont été postérieurement enregistrées, l'une le 19 septembre (1 h. 15 du matin), l'autre le 22 décembre (midi 29).

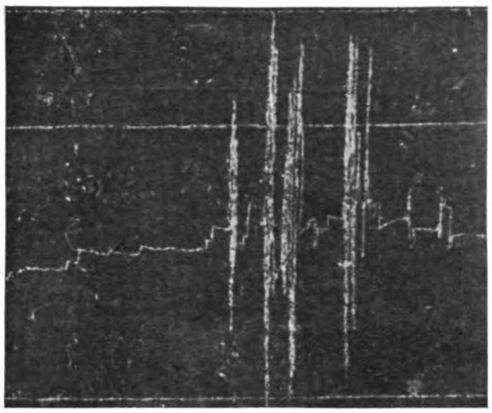


Fig. 13. — Diagramme du pendule lourd lors du tremblement de terre du 28 août; 30 secondes se sont écoulées entre la première et la dernière grande oscillation.

L'intérêt de ces observations consiste à montrer qu'à la Montagne Pelée il ne s'est produit aucun tremblement de terre en coïncidence avec les paroxysmes (1). Les très nombreuses secousses ressenties à Saint-Vincent au cours de l'éruption ont été d'un caractère tout local et non destructrices. On retrouve donc dans les Petites Antilles, région où les tremblements de terre sont fréquents et dans quelques cas désastreux, cette indépendance déjà constatée entre les grands phénomènes de la volcanicité et de la séismicité qui a été constatée dans nombre de régions dévastées par ces deux ordres de phénomènes. M. Milne a montré notamment qu'au Japon les paroxysmes volcaniques les plus violents ne sont accompagnés que de tremblements de terre très faibles et que, réciproquement, les tremblements de terre destructeurs ne sont concomitants avec aucun phénomène éruptif. Cette observation a du reste été faite depuis longtemps à la Guadeloupe : on sait que de grands tremblements de terre s'y sont produits à diverses reprises ; dans les vieux mémoires concernant les éruptions de la Soufrière, on voit souvent percer l'idée que l'activité de celle-ci est comme un préservatif des séismes redoutés.

(1) Les tremblements de terre du 22 janvier 1797 et des années 1851-1852 ont été insignifiants ; aucune activité volcanique n'a été constatée le 11 janvier 1839, lors de la destruction de Fort-de-France par un séisme (Moreau de Jonnès, *Comptes rendus*, VIII, 1839 329-331). A. Poey a donné (*Ann. Soc. météor. France*, V, 1857 (75-127 et 227-252)) la statistique de tous les tremblements de terre signalés aux Antilles de 1530 a 1857.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ VI. — Phénomènes sous-marins.

1° *Absence de variations du fond de la mer.*

Au début de l'éruption, on a beaucoup parlé de grandes variations de profondeur qui auraient été constatées dans la mer, à l'Ouest de la Martinique sans qu'il ait été possible de connaître l'origine de ces informations : elles ont été reconnues inexactes. M. Rollet de l'Isle s'est, au cours de notre première mission, plus particulièrement chargé de l'étude de cette question, pour laquelle il a une compétence spéciale ; il m'a remis la note suivante que je reproduis *in extenso* et qui résume ses conclusions, déjà publiées dans notre premier rapport [**128**]. (Voir, au chapitre X, le paragraphe consacré aux *raz de marée*.)

La constatation de variations dans le fond de la mer n'aurait pu se faire d'une façon exacte que par la comparaison de sondages antérieurs et postérieurs à l'éruption. La disposition du relief sous-marin aux environs de la Martinique fait que les cartes hydrographiques ne portent que peu d'indications de profondeur.

Sauf dans le Nord-Est, où s'étend un plateau de fond inférieur à 100 mètres, l'île est entourée de fosses profondes, dont l'exploration n'avait pas paru utile jusqu'au moment de l'établissement des câbles. A cette époque, il ne fut fait de sondages que suivant des directions déterminées et en nombre très restreint.

Au voisinage immédiat de la côte Ouest, on trouve des fonds de près de 100 mètres, et ce n'est que tout à fait près du rivage que les sondes diminuent.

Il résulte de ce qui précède que l'étude des modifications du sol sous-marin se réduisait à fort peu de chose, puisque les nouvelles sondes, qu'on aurait pu faire, n'auraient donné que l'état actuel, sans comparaison possible avec l'état antérieur, là où celui-ci n'avait pas été déterminé.

Je n'ai donc exécuté de sondages que dans les fonds relativement faibles, voisins de la côte, tant dans l'Ouest, devant Saint-Pierre et entre cette ville et le Prêcheur, que dans le Nord-Est de la Montagne Pelée. Elles m'ont permis de constater qu'aucun effondrement ne s'y était produit ; *il est bien évident que ces sondes ne pouvaient révéler l'existence de fentes étroites, s'il s'en est formé.*

L'absence de mouvements du fond de la mer dans la rade même de Saint-Pierre est mise en évidence non seulement par l'état intact du rivage, mais encore par ce fait que les nombreux coffres qui y sont mouillés n'ont pas disparu à la suite de l'éruption ; un seul d'entre eux, situé près de l'Anse Latouche, a été jeté à la côte.

On verra plus loin que les sondages exécutés dans les fonds de 2600 mètres à l'Ouest de la Montagne Pelée conduisent aux mêmes conclusions, mais il semble que dans ces parages, de même qu'à l'Ouest de la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Soufrière de Saint-Vincent, les fonds aient été modifiés par des apports dus aux torrents boueux descendus des flancs du volcan.

2° *Les ruptures de câbles.*

Les éruptions de la Montagne Pelée et de Saint-Vincent ont été l'une et l'autre accompagnées de la rupture répétée de tous les câbles immergés à l'Ouest des deux volcans. Si la liaison entre ces ruptures de câbles et le volcanisme n'est pas douteuse, il est difficile d'en préciser la cause exacte. Voici tout au moins l'exposé et la discussion des documents que j'ai pu réunir sur cette question.

Au cours de notre premier voyage, le capitaine Thirion, commandant, et M. Wildenstein, ingénieur du *Pouyer-Quertier*, navire de la *Compagnie française des cables télégraphiques*, chargé de la réparation du câble français, ont fourni à M. Rollet de l'Isle de nombreux renseignements; depuis lors, M. Jéramec, président du conseil d'administration de cette même compagnie, m'a aimablement procuré les détails complémentaires dont j'ai eu besoin. En ce qui concerne les câbles anglais, M. Brown, secrétaire de la *West India and Panama Telegraph Company*, m'a donné d'utiles documents qui m'ont permis de compléter ceux publiés dans le rapport de la Commission scientifique anglaise (**72**).

Voici d'abord les dates de ces diverses ruptures et l'indication des points où elles se sont produites :

DATES des ruptures.	HEURES.	CABLES ROMPUS.	POSITIONS DES RUPTURES.
22 avril.	2 h. 3 soir.	Fort-de-France à Pointe-à-Pitre.	Canal de la Dominique.
3 mai.	Après midi.	Saint-Pierre à Roseau (Domin.).	A environ 1 mille 3/4 de St-Pierre.
5 —	7 h. 30 matin.	Fort-de-France à Puerto-Plata.	16 m. Iles O. S.-O. Montagne Pelée.
6 —	6 h. 45 soir.	Saint-Pierre à Sainte-Lucie.	2 milles de Saint-Pierre.
7 —	2 h. 54 soir.	Sainte-Lucie à Saint-Vincent.	5/2 et 8/2 milles du cratère de la Soufrière.
7 —	2 h. 54 soir.	Sainte-Lucie à Grenade (1).	24 1/2 et 16 milles N.-N.-O. du cratère de la Soufrière.
8 —	8 h. 2 matin.	Saint-Pierre à Fort-de-France.	Atterrissement : Saint-Pierre.
30 —	1 h. 3 soir.	Fort-de-France à Puerto-Plata (2).	12 milles S.-O. Montagne Pelée.
9 juillet. . .	Nuit du 9 au 10.	Fort-de-France à Puerto-Plata (3).	14 milles N.-O. Id.
18 septembre	Nuit du 17 au 18.	Sainte-Lucie à Saint-Vincent (4).	»

(1) Ce câble a été réparé le 10 octobre 1902.
(2) Ce câble avait été réparé le 17 mai.
(3) Ce câble avait été réparé le 29 juin.
(4) Ce câble avait été réparé le 16 septembre ; il a été rétabli en février 1904.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Il faut, parmi ces ruptures, faire une place à part pour celle du 22 avril, qui n'est peut-être qu'en coïncidence accidentelle avec le début de l'activité de la Montagne Pelée (les cendres n'ont été observées que le 25); elle est en tout cas due à l'usure du câble, l'interruption était prévue depuis longtemps ; le même câble avait été rompu et réparé le 19 mars et on l'avait alors signalé comme étant en très mauvais état. Le 22 avril, à 2 h. 3 de l'après-midi, il s'est brisé en trois points : à 18 milles au large de la Pointe-à-Pitre ; 2° à mi-chemin entre la Pointe-à-Pitre et la Martinique ; enfin 3° à 1 ou 2 milles au large de la côte, au Nord de cette dernière île.

Toutes les autres ruptures, au contraire, sont incontestablement en relation avec les éruptions, bien qu'elles ne coïncident pas toujours exactement avec des paroxysmes. En effet, la première grande explosion de la Montagne Pelée s'est produite dans la nuit du 2 au 3 mai ; c'est le 3, dans l'après-midi, que s'est rompu le câble de la Dominique ; aucun détail précis sur cette rupture n'est parvenu en Angleterre, le *Grappler*, bateau de la Compagnie anglaise des câbles, ayant été détruit le 8 mai, alors qu'il procédait à la réparation au voisinage de la Rivière Blanche. On sait seulement qu'elle a été localisée à 1 mille 3/4 de Saint-Pierre, au voisinage d'un fond de 365 mètres. Inversement, c'est cinq heures *avant* l'éruption boueuse du 5 mai que s'est produite la rupture du câble de Puerto-Plata. Le second accident survenu au même câble, le 30 mai, ne coïncide pas avec un paroxysme ; le rapport du *Pouyer-Quertier* signale bien ce jour-là « une violente coulée de lave dans le lit de la Rivière Blanche », mais il s'agit là d'un phénomène peu important, d'un torrent boueux secondaire en relation avec la pluie abondante tombée sur la montagne et qui, sur le versant Est de celle-ci, a déterminé le débordement de la Falaise. Le câble anglais de Saint-Pierre à Sainte-Lucie s'est brisé le 6 mai à 6 h. 45 du soir; la Montagne Pelée projetait alors de la cendre, mais sans paroxysme.

Les autres ruptures sont au contraire en relation d'heure avec des paroxysmes : les deux câbles anglais se sont en effet brisés simultanément 54 minutes (en temps de Saint-Vincent) après le commencement du grand paroxysme du 7 mai (1), et le câble de Saint-Pierre à Fort-de-France le

(1) La seconde rupture du câble de Sainte-Lucie à Saint-Vincent s'est produite le 18 septembre, dans une période de calme; l'éruption du 15-16 octobre n'a pas eu de contre-coup sur le câble de Sainte-Lucie à Grenade, réparé six jours auparavant.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

8 mai à 8 h. 2 du matin, c'est-à-dire exactement à l'heure de la destruction de la ville. Quant à la rupture du câble de Puerto-Plata, le 9 juillet, il est vraisemblable qu'elle a été consécutive de l'éruption de 8 heures du soir, mais il n'est pas possible de l'affirmer ; le câble fonctionnait au moment de la fermeture du bureau et ce n'est que le lendemain matin à l'ouverture du service que l'on s'aperçut de l'accident.

Pour la discussion de la cause de ces ruptures, il faut tout d'abord mettre à part celle du 8 mai ; en effet, ce jour-là, à 8 h. 2, le bureau de Fort-de-France était en communication avec Saint-Pierre ; on y a entendu le bruit sec de la rupture, ce qui permet de fixer exactement son heure. L'accident s'est produit à la guérite de l'atterrissage de Saint-Pierre, au pied de la falaise Sainte-Marthe, et il est certain qu'il a été déterminé par le choc de la grande vague qui a accompagné le passage de la nuée destructrice sur la ville.

Pour les autres ruptures, voyons tout d'abord les constatations qui ont été faites au cours des réparations exécutées à diverses reprises.

Les seuls renseignements que j'aie pu recueillir à cet égard concernent les câbles de Fort-de-France à Puerto-Plata, de Saint-Pierre à Sainte-Lucie et ceux de Saint-Vincent.

Câble de Fort-de-France à Puerto-Plata. — On a vu que ce câble (1) s'est rompu le 5 mai, à 7 h. 30 du matin ; ce même jour, la mesure de sa résistance électrique (2), effectuée de Fort-de-France, permit de constater que la rupture avait eu lieu à 25 milles (en câble) au large, soit à environ 16 milles à l'Ouest-Sud-Ouest de la Montagne Pelée, au point indiqué sur la carte ci-jointe (fig. 15), qui nous a été remise par le capitaine Thirion.

Le 13, le *Pouyer-Quertier* a croché le câble à la Pointe des Nègres, distante de Fort-de-France de 4 milles (en câble) ; le 14, il l'a relevé sur une longueur de 16 milles (à partir de cette pointe) ; c'est alors que ce câble s'est rompu en un point qui était par suite distant de 5 milles de la rupture localisée le 5 mai (14°44 30″ Nord et 63°43′00″ Ouest) ; au voisinage du 16ᵉ mille, il présentait de nombreux fils cassés, sous une garniture

(1) Ce câble a été posé en 1891 ; il n'avait pas jusqu'alors éprouvé de rupture.

(2) La distance en milles du point de rupture d'un câble à la station la plus voisine est donnée par le quotient de la résistance électrique de ce câble, mesurée après la rupture, par sa résistance spécifique par mille.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

à peine ininterrompue aux points de rupture ; ailleurs cette garniture était intacte et brillante. L'extrémité, ramenée d'un fond de 2600 mètres, était tournée en forme de tire-bouchon et ses fils étaient disjoints ; un fragment de bois, ayant 1 mètre de largeur et 6 centimètres de diamètre, était serré dans deux de ses loves (fig. 14). Pendant tout le relevage, on a constaté une forte tension du câble, comme si celui-ci avait été enfoncé sous des matériaux solides ; si cette hypothèse est exacte, ces derniers devaient être plastiques, puisque la garniture du câble est restée lisse et n'a pas été écrasée et que, d'autre part, la tension était continue, sans à-coup.

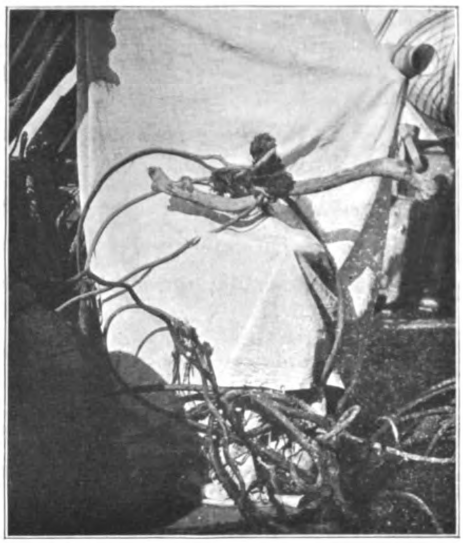


Fig. 14. – Branche d'arbre ramenée par le câble d'une profondeur de 2600 mètres. (Photographie de M. Fabre.)

Le câble fut réparé le 27 mai ; il se rompit à nouveau le 30 mai, à 1 h. 30 du soir (1) ; on put localiser cette rupture à 15 milles de Fort-de-France, soit à environ 12 milles au Sud-Ouest du cratère (fig. 15). Les travaux de réparation commencèrent aussitôt, mais ce ne fut que le 11 juin que le *Pouyer-Quertier* arriva à crocher l'extrémité du câble, côté Fort-de-France, qui fut mis sur bouée. Puis, le bout rompu du côté du large ayant été retrouvé, on chercha à le relever ; il se roulait très mal : « Il est chaud au toucher, est-il dit dans le rapport ; le goudron de la garniture comme exprimé en larmes, le jute brûlé est mou, la gutta colle légèrement sans être ramollie. L'extrémité rompue présente la cassure nette plusieurs fois constatée déjà à la suite de tremblements de terre. Longueur relevée : 12 milles 258. »

Les opérations effectuées du 13 au 20 juin, dans le quadrilatère de la figure 15, ont consisté en essais de repêchage du câble.

1) Depuis le début du relevage jusqu'à 12 h. 30, on a constaté des variations dans la résistance électrique du câble ; puis, à partir de 12 h. 30, la résistance initiale, constatée le 5 mai après la rupture, a été retrouvée. Voir au chapitre des *Phénomènes électriques* pour l'explication de ce phénomène secondaire, qui est indépendante du volcanisme.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

A plusieurs reprises, on est parvenu à en crocher des fragments toujours de faible longueur, ce qui a conduit à la conviction que le câble était fractionné en nombreux tronçons enchevêtrés. En outre, l'un des grappins a été remonté, brisé, d'une façon singulière. « La dent rompue, dit le

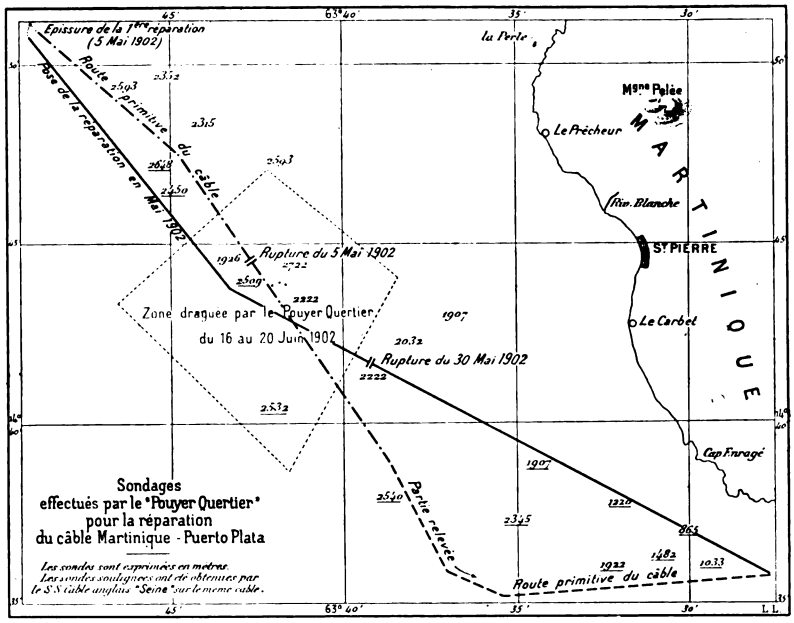


Fig. 15. — Carte de la région où se sont produites les ruptures du câble Martinique-Puerto-Plata en mai 1902; celle du 9 juillet a été constatée sur la ligne en trait plein, à 4 milles de la rupture du 30 mai, c'est-à-dire dans l'intérieur du quadrilatère pointillé.

rapport, avait dû s'engager jusqu'au ras du jas dans une faille sur le fond. » Cet accident est arrivé au voisinage de la rupture du 5 mai; le câble était couvert d'une poudre rougeâtre, le grappin cassé a ramené une boue noire.

Les dragages ont montré que les fonds n'avaient pas sensiblement changé dans cette région qui avait été antérieurement sondée par le navire *Seine*.

La rupture du 9 juillet s'est faite à 19 milles de Fort-de-France, aucune tentative de réparation n'a été tentée, un nouveau câble ayant été posé en 1903, plus au large, afin d'éviter la zone dangereuse.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Câble de Saint-Pierre à Sainte-Lucie. — Ce câble a été coupé à 2 milles de Saint-Pierre, le 6 mai, à 6 h. 15 du soir, entre des sondes de 357 et de 680 mètres; lors de récents sondages, on a pu retirer du fond des fragments brisés, ils présentaient les mêmes déformations que les câbles suivants.

Câbles de Saint-Vincent et de Sainte-Lucie. — M. Brown m'a fourni les indications d'heure et de position des points de ruptures données plus loin. Des renseignements intéressants se trouvent dans une lettre de M. Cruickshank à M. John Milne publiée par MM. Anderson et Flett [**72**, 530]. Les travaux de relevage du câble Sainte-Lucie-Saint-Vincent n'ont fait constater aucune différence de fonds, autant du moins qu'on peut en juger par le petit nombre de sondages antérieurs faits dans cette région. (Ce câble, posé depuis 1898, n'avait pas encore subi d'accident de ce genre.) Les deux ruptures se sont produites à 9 milles l'une de l'autre, l'une à 5 milles du cratère (11 milles de Kingstown ; la sonde la plus voisine est de 794 mètres), l'autre à 8 milles du cratère (22 milles de Kingstown ; la sonde la plus voisine est de 1853 mètres).

Le câble de Sainte-Lucie à Grenade passe par le travers de Saint-Vincent, suivant une ligne Nord-Nord-Ouest et à 16 milles environ du cratère.

Il a été rompu en deux endroits, situés au Nord-Ouest de la Soufrière, l'un distant de 24 milles du cratère (35 milles de Sainte-Lucie; la sonde la plus voisine est de 2761 mètres) et l'autre de 16 milles (85 milles de Grenade; la sonde la plus voisine est de 2436 mètres) ; la distance comprise entre les deux ruptures est d'environ 21 milles. Lors du relevage, on l'a croché au point de rupture du côté de Sainte-Lucie; la partie relevée d'abord a été trouvée intacte, mais le reste était dans un état très variable, suivant les points considérés; par places, en effet, le fil de fer de l'entourage était coupé comme par le tranchant d'une roche lourde et, par places, tordu et noué. Le câble, dit M. Cruickshank, semblait avoir été enfoui sur une grande longueur ou déplacé de sa position initiale; une partie (jusqu'à l'Ouest du Grand Bonhomme) n'a pu être retrouvée. Le grappin a ramené une boue grise, tachetée de rouge.

On voit d'après ce résumé que les constatations faites sur ces deux câbles présentent de grandes analogies; dans les deux cas, il y a eu rupture,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

enchevêtrement de tronçons, disparition plus ou moins complète sur une longueur importante. L'impression ressentie par les gens du métier est que ces câbles ont été enfouis sous des matériaux solides (1).

Le relevage du 11 juin à la Martinique semble en outre avoir mis en évidence des phénomènes calorifiques, qui, s'ils étaient démontrés, auraient une importance capitale ; dans tous les cas, ils ont été faibles et sont malheureusement difficiles à préciser ; ils n'ont été constatés que dans un seul cas.

Quelle explication peut-on donner à ces ruptures de câbles ? Deux hypothèses viennent à l'esprit, l'action de tremblements de terre ou celle de phénomènes volcaniques sous-marins.

Nous ne trouvons pas grand secours dans les observations concernant les nombreuses ruptures de câbles qui ont été signalées dans le monde entier à de nombreuses reprises. M. Milne a discuté cette question à un point de vue général dans un mémoire relativement récent (2) ; le savant séismologiste, frappé par la coïncidence de date d'un certain nombre de ces ruptures (87 sur 245) et de tremblements de terre d'origine inconnue, signalés par des Observatoires plus ou moins lointains, admet, sans pouvoir le démontrer, que les tremblements de terre en constituent l'une des causes principales ; il insiste particulièrement sur la fréquence de l'ensevelissement des câbles rompus, qu'il considère comme une preuve de changements de niveaux du fond de la mer, accompagnés d'éboulements. On connaît aujourd'hui des cas bien établis de tremblements de terre ayant déterminé à la surface du sol des fissures de grande longueur ; c'est en particulier le cas de celui du 28 octobre 1891 au Japon (3) ; il a produit une fissure de 112 kilomètres, dont les deux lèvres ont présenté une dénivellation indiscutable. Les cas d'éboulements superficiels à la suite de séismes sont plus fréquents encore et, dans les Antilles même, je pourrais citer ceux qui ont été observés à la Soufrière de la Guadeloupe en 1843 et plus récemment à Saint-Vincent dans la période prémonitoire de l'éruption actuelle. M. Milne estime donc que le

(1) M. Milne, dans le mémoire cité ci-dessous, a reproduit (fig. 8, p. 268) la photographie d'un câble repêché en 1888 du golfe du Mexique et noué comme ceux de Saint-Vincent et de la Martinique. La figure 9 du même mémoire représente un câble brisé le 26 décembre 1894, sur la côte du Maroc : il rappelle l'aspect du câble relevé le 14 mai.

(2) *Geographical Journal*, X, 1897 (129-146 et 259-289).

(3) B. Kotô, *J. College of Sci. Tokio*, V, 1893, 295.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

phénomène bien connu à la surface du sol doit se produire aussi dans le fond des océans ; il rappelle que le tremblement de terre sous-marin du 15 juin 1896, constaté sur la côte Nord-Est du Japon, a été accompagné d'un grand ras de marée, ayant parcouru tout le Pacifique du Nord; ce second phénomène est, à ses yeux, la preuve de la réalité d'un de ces déplacements du fond de la mer.

Il est incontestable qu'il se produit des ruptures de câbles (1) en relation immédiate avec des tremblements de terre, non plus lointains, mais constatés sur place; c'est ainsi par exemple que le 30 octobre 1900, un séisme ayant été ressenti sur les côtes du Vénézuéla, lorsqu'on voulut le signaler en Europe on constata que tous les câbles qui partent du Vénézuéla s'étaient rompus simultanément et de la même façon. On a vu plus haut que les ingénieurs du câble français m'ont signalé l'analogie de forme de la partie brisée de ce câble avec celle observée dans le cas de tremblements de terre, mais cette observation n'a pas de portée définitive, puisque nous ne savons pas quel est l'aspect des ruptures produites par les éruptions sous-marines; de plus, voici une série d'objections que l'on peut faire à cette hypothèse :

1° Aucun tremblement de terre n'a été observé à la Martinique les jours de rupture, malgré la proximité des points où elle s'est produite; à Saint-Vincent, le sol a bien été secoué de nombreuses trépidations au moment de l'éruption du 7 mai, mais elles n'ont pas dépassé comme intensité celles qui se produisaient sans interruption depuis un an ; elles sont restées localisées sur les flancs du volcan et sur la terre ferme et n'ont pas été ressenties jusqu'à l'extrémité méridionale de l'île; il est peu vraisemblable qu'un véritable tremblement de terre, suffisant pour rompre des câbles, ait pu se produire à quelques milles de la côte, sans être ressenti sur celle-ci.

2° Aucun changement de fond appréciable n'a été constaté par les sondages dans les fonds sous-marins où ont eu lieu les ruptures.

(1) M. Léauté a bien voulu me communiquer les renseignements suivants sur la résistance du câble de Madagascar, analogue à celui de la Martinique; ils donnent une idée de l'effort qui a été nécessaire pour la rupture de ce dernier. Le câble de grand fond, dont l'armature se compose de 17 fils de $2^{mm},5$ de diamètre et que l'on immerge lorsque la profondeur de la mer est supérieure à 500 mètres, résiste à une tension de 6000 kilogrammes. Le câble intermédiaire, armé de 10 fils de 5 millimètres de diamètre, que l'on immerge dans les fonds compris entre 250 et 500 mètres, résiste à une tension de 7500 kilogrammes. Enfin le câble d'atterrissement, composé d'une première armature analogue à celle de grand fond, recouverte d'une deuxième armature composée de 11 fils de 7 millimètres de diamètre et que l'on immerge dans les profondeurs inférieures à 250 mètres, résiste à une tension de 24000 kilogrammes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

3° L'absence de ras de marée au moment même de la rupture confirme cette dernière constatation; à ce point de vue, la discussion des heures de rupture est importante. Un petit mouvement de la mer a bien été signalé à Saint-Pierre le 5 mai (page 496), mais il s'est produit au moment de l'éruption boueuse, c'est-à-dire 5 heures *après* la rupture du câble.

Le 7 mai, un ras de marée a été ressenti à Bequia, à la Barbade, à la Martinique et à la Guadeloupe (page 498), mais, par analogie avec ce qui s'est passé à la Montagne Pelée à chaque paroxysme, on doit supposer que le départ de la vague a été synchrone de la grande explosion, c'est-à-dire a eu lieu à 2 heures (c'est l'heure adoptée par la Commission anglaise). Or, le mouvement de la mer a été constaté à la Barbade, distante de 100 milles du volcan, à 3 h. 10, alors que la rupture du câble déterminée à 16 et 24 milles de celui-ci s'est produite à 2 h. 54.

On voit donc en résumé que l'hypothèse de tremblements de terre ne paraît pas justifiée pour expliquer, à elle seule, les cas de rupture étudiés.

En tout état de cause, pour expliquer les enfouissements de câbles signalés au large aussi bien de la Martinique que de Saint-Vincent, il n'est pas nécessaire de faire intervenir des écroulements hypothétiques de roches situées sur le fond de la mer; l'explication suivante me paraît plus vraisemblable. Les points où ces enfouissements ont été constatés se trouvent vis-à-vis les deux îles, sur le prolongement des rivières qui ont été comblées par les apports de l'éruption actuelle et qui, grâce aux phénomènes secondaires, ont déversé dans la mer un cube formidable de matériaux solides de toutes dimensions. Or, dans les deux cas, le câble était immergé au fond de fosses profondes, existant au pied des pentes rapides, qui sont la continuation du rivage. Les matériaux apportés par les torrents boueux ont pu, grâce à leur grande densité, rouler sur le fond de la mer (1) et gagner ainsi assez rapidement les profondeurs dans lesquelles le câble est immergé. Cette hypothèse me paraît être la seule qui permette d'expliquer le repêchage, d'une profondeur de 2 600 mètres, de l'arbrisseau dont il a été question plus haut. J'ai examiné celui-ci de près; sa section prouve qu'il a été immergé à l'état

(1) Voir, page 433, l'observation concernant la chute du torrent boueux de la Rivière Blanche, qui, le 7 mai, disparaissait dans la mer sans troubler sa surface.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

vert ; il n'a pas séjourné longtemps dans l'eau. Il est dépourvu de son écorce et offre l'aspect extérieur de ces troncs d'arbres qui, après les premières éruptions, existaient en si grande abondance dans les apports torrentiels de la Montagne Pelée, où ils étaient mélangés à des produits récents et anciens. J'ai lavé avec grand soin l'une des extrémités de ce morceau de bois et j'ai examiné la composition minéralogique de la boue ainsi extraite, de même que celle de petits fragments pierreux, profondément enfoncés dans l'une de ses extrémités. Ces derniers sont constitués par des débris d'andésite à hypersthène; les uns, un peu altérés, appartiennent certainement au vieux sol, tandis que d'autres sont incontestablement des fragments de la roche de l'éruption actuelle. Quant à la boue, elle est essentiellement formée par les minéraux les plus lourds de la cendre récente (hypersthène et feldspaths); ils sont d'une fraîcheur parfaite.

Il est donc vraisemblable que ce morceau de bois a été entraîné dans la profondeur d'où il a été retiré, au milieu d'une masse de matériaux pierreux de plus grande densité qui l'ont empêché de remonter à la surface. Après les grandes éruptions, une énorme quantité d'arbres flottaient à la surface de la mer ou nageaient entre deux eaux (pages 316 et 334) ; les ingénieurs du câble que j'ai consultés ont été unanimes à penser que l'arbre en question n'a pu être l'une de ces épaves accrochée par le câble au moment du relevage. D'ailleurs, il n'a pas dû couler de la surface jusqu'à une profondeur de 2600 mètres, car sa densité devait être inférieure à celle de l'eau de mer : en effet, à l'état sec (1), sa densité est de 0,83; j'ai trouvé 0,89 pour la densité du bois d'une espèce voisine qui n'en est vraisemblablement pas très différente à ce point de vue.

Le fait intéressant à discuter ici n'est pas sans analogue; Sir John Pender a signalé (2) en effet que, lors de la réparation d'un câble brisé le 29 juin 1888 à 20 et à 25 milles Sud-Ouest du Mont Dodo, à Sumbawa (archipel de la

(1) M. Fliche, professeur à l'École forestière de Nancy a pu assimiler ce bois « dit *de citronnier* » à l'une des deux espèces de *houx* signalées par le P. Duss, dans sa *Flore des Antilles françaises*, à la Montagne Pelée, l'*Ilex montana*, Gr. (à la Petite Savane) ou l'*Ilex sideroxyloides*, Gr. (dans les bois inférieurs). L'échantillon de bois frais que j'ai examiné appartient à l'*Ilex nitida* que M. Leboullanger a bien voulu m'envoyer après l'avoir fait couper dans le bois de Colson. L'examen histologique montre que notre bois n'a été soumis qu'à une immersion très courte, car non seulement les parois des organes élémentaires sont intactes, mais il en est de même pour le contenu des tissus de réserve, parenchyme ligneux et rayons médullaires : ceux-ci, très développés, constituent l'un des caractères remarquables de ce bois.

(2) *Electrician*, 12 octobre 1898.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Sonde), on retira d'une profondeur de 1189 à 1830 mètres des fragments d'arbres, enchevêtrés avec le câble rompu.

Si mon hypothèse de l'enfouissement des câbles de la Martinique et de Saint-Vincent est exacte, il n'est pas possible d'admettre qu'il ait été la cause déterminante des ruptures, tout au moins en ce qui concerne celles du 5 au 7 mai. La Rivière Blanche roulait beaucoup de boue depuis le 4 mai, mais ce n'est que le 5, et cinq heures après la rupture du câble, que s'est produite l'éruption boueuse du cratère et par suite l'arrivée à la mer de l'avalanche de boue qui a détruit l'usine Guérin : ce n'est qu'après le 8 mai que s'est répétée la production de torrents boueux sur les flancs de la Montagne Pelée; de même, à Saint-Vincent, ceux-ci n'ont commencé à se produire que plusieurs jours après la rupture.

Si l'on élimine l'hypothèse de la rupture des câbles par le seul phénomène d'un tremblement de terre, il ne reste plus que la seconde hypothèse, celle qui fait intervenir des phénomènes volcaniques sous-marins. Les trois ruptures successives du câble de Puerto-Plata, produites en des points distincts, mais dans une région limitée, impliquent nécessairement une cause localisée et persistante, qui paraît seule compatible avec l'hypothèse de phénomènes volcaniques pouvant être d'ailleurs accompagnés de mouvements du sol sans retentissement lointain, tels que ceux signalés sur les flancs du cratère de la Soufrière de Saint-Vincent, au cours des paroxysmes. L'observation du *Pouyer-Quertier* indiquant que des actions calorifiques semblent avoir été subies par le câble, relevé le 11 juin, est aussi en faveur de cette hypothèse : des faits du même genre ont été signalés déjà par Forster (1) lors du relevage de câbles rompus dans des régions volcaniques (au voisinage des îles Lipari, ainsi qu'entre Java et l'Australie). Mais si les renseignements que nous possédons me paraissent conduire, avec assez de vraisemblance, à accepter la *probabilité* de la production de phénomènes volcaniques sous-marins, je ne me crois pas en droit de rien préciser au sujet du mécanisme exact de ceux-ci ; il est néanmoins intéressant de discuter leur nature présumable.

Dans notre premier rapport, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi nous avons émis la possibilité de la production de fissures sous-marines ayant livré passage à des fumerolles. M. Stübel, après avoir rappelé [**184**] que

(1) *Transact. seismol. Society Japan.*, XV, 1890, 73.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nous n'avons constaté ni fissures béantes à la surface du sol, ni changements du fond des mers, ni secousses importantes de tremblements de terre, a fait suivre sa citation de la critique suivante : « Cependant l'ouverture au fond de la mer d'une fente assez large pour déchirer un câble souple n'aurait certainement pas pu avoir lieu sans de violents ébranlements du sol. » A cela on peut objecter qu'il ne paraît pas nécessaire d'imaginer des fentes très larges pour expliquer des ruptures, d'autant plus que si, par de semblables fissures, il s'est produit des dégagements gazeux, à haute température (1), ceux-ci ont peut-être modifié l'élasticité du câble. Du reste, si cette objection porte contre l'hypothèse de l'ouverture de *fissures*, suffisantes pour permettre l'émission de fumerolles telles que nous les supposions alors, *a fortiori* s'applique-t-elle à la théorie de la production de la *fente* nécessaire à la sortie de la formidable quantité de lave qu'imagine M. Stübel. Prenant en effet pour point de départ les vagues renseignements publiés au début de l'éruption et s'appuyant sur des considérations théoriques, ce savant attribue la destruction du câble à la production d'une coulée sous-marine. Il est invraisemblable, dit-il, que les violentes éruptions du mois de mai n'aient donné lieu à aucun épanchement de lave ; du moment où il n'en a pas été observé à la surface du sol, c'est qu'il s'en est produit au fond de la mer, et dès lors M. Stübel n'hésite pas à donner une coupe, dans laquelle est représentée une vaste coulée, partant du prolongement de la Rivière Blanche et s'étalant sur un fond de 2600 mètres jusqu'à mi-chemin de Fort-de-France. Il compare ensuite l'Etna et la Montagne Pelée, faisant remarquer que si l'Etna était enfoncé dans la mer, de telle sorte que son sommet ne soit qu'à une altitude de 1 350 mètres seulement, la coulée qu'il imagine au large de la Rivière Blanche serait le pendant de celle qui, en 1669, a détruit Catane. M. Stübel rappelle divers exemples d'épanchement *latéral* de lave, précédant de grandes explosions, produites dans un cratère *central*, et il cite entre autres l'éruption de Santorin en 1866. Je ferai remarquer en passant que celle-ci se rapporte à un mécanisme fort différent de celui qu'il s'agit de démontrer ; bien loin d'avoir été caractérisée par un épanchement *latéral*,

(1) La couleur rouge de la boue enduisant les câbles de Puerto-Plata et de Saint-Vincent est peut-être un indice de l'action de ces fumerolles ; malheureusement aucun échantillon de ces boues n'a été conservé, ce qui ne permet pas de vérifier cette hypothèse.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cette éruption de Santorin doit au contraire être tout à fait parallélisée avec ce qui s'est produit dans la caldeira de la Montagne Pelée ; dans les deux cas, la lave et les émanations gazeuses déterminant les explosions ont été émises par un orifice unique, *central*.

Le raisonnement qui sert de base à la théorie de M. Stübel est plus que contestable, la grandeur des explosions n'impliquant en aucune façon la nécessité d'un épanchement de lave ; il ne manque pas d'exemples de violentes éruptions, qui sont restées limitées à des phénomènes explosifs. D'ailleurs, en admettant même que le raisonnement soit exact au point de vue général, dans le cas particulier de la Montagne Pelée la suite de l'éruption a montré que les prémisses en sont fautives, puisqu'il y a eu dans le cratère cette émission importante de lave qui a constitué le dôme.

La comparaison de ce qui s'est passé au large de Saint-Vincent et de la Martinique, où les modes de rupture des câbles ont été comparables, alors que dans un cas il y a eu production centrale de lave et dans l'autre uniquement phénomène explosif, montre que l'on ne peut pas déduire, d'une façon certaine, la nature des phénomènes produits au fond de la mer, de ceux se manifestant dans le cratère du volcan.

On peut faire remarquer que l'étude de la formation du dôme de la Montagne Pelée a montré que la lave émise par ce volcan est peu fusible ; que, par suite, elle a une grande tendance à s'accumuler à l'orifice de sortie ; les troubles sous-marins se sont certainement manifestés sur une longueur dépassant 10 milles ; s'ils ont consisté dans la production d'une coulée, il faut donc, pour expliquer les faits d'observation, admettre que celle-ci avait une semblable longueur, ce qui est tout à fait invraisemblable ; ou bien supposer l'existence de trois coulées distinctes, contemporaines de chacune des ruptures, ce qui ne l'est guère moins. Il me semble plus sage de reconnaître que nous manquons de données suffisantes pour résoudre définitivement le problème.

MM. Anderson et Flett, qui se trouvaient au large du Carbet au moment de l'éruption du 9 juillet, n'ont pas ressenti le léger ras de marée, synchrone de l'explosion et peut-être de la rupture du câble de Puerto-Plata. Si donc il s'est réellement produit des phénomènes éruptifs sous-marins à de grandes profondeurs, ils n'ont pas, quelle que soit leur nature, eu de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

retentissement certain à la surface de la mer; cela n'a du reste rien d'étonnant, car lors de l'éruption de Santorin, en effet, ce n'est que lorsque l'amas de lave est arrivé au voisinage de la surface qu'il a été possible de se douter de son existence.

Voici cependant en terminant quelques observations faites, soit à l'Ouest de la Montagne Pelée, soit à Sainte-Lucie, et qui sont peut-être une conséquence de troubles sous-marins, sans qu'il soit possible de l'affirmer.

J'ai relevé le passage suivant dans le rapport du *Pouyer-Quertier*: « Le 7 mai, après avoir sondé [à 5 milles à l'Ouest de Saint-Pierre], nous avons, dans l'après-midi, mouillé une bouée-marque par 2600 mètres de fond, pendant que de très fortes détonations venant du Sud se faisaient entendre [éruption de Saint-Vincent]. Un courant inaccoutumé en direction et en intensité portant au Nord, avec une vitesse de 3,5 nœuds, a incliné, dans son remous, notre bouée. Ayant pensé qu'elle n'était pas étanche, nous l'avons remplacée, pour voir la seconde couler immédiatement à pic dans un violent tourbillon. Une pluie de cendres survenant nous a forcés à nous éloigner. »

M. Wildenstein m'a donné verbalement les renseignements complémetaires suivants : « Ce phénomène n'a pas été brusque, il a été en s'accentuant depuis le mouillage de la première bouée jusqu'à celui de la seconde. Il a continué toute la nuit, car le navire, étant demeuré sur ses machines le soir de ce même jour par le travers de la Pointe des Nègres, s'est trouvé le lendemain matin dans le canal de la Dominique ».

Le 8 mai, alors que le *Pouyer-Quertier* se dirigeait sur Fort-de-France dans l'épais nuage de cendres qui l'avait empêché de s'approcher de la ville en flammes, les officiers de ce navire ont aperçu à 9 h. 30, par le travers du Cap Enragé, une ligne anormale de petits brisants partant de terre et allant au large sur une longueur de trois quarts de mille.

Le lendemain, le même bâtiment étant mouillé dans l'Anse Belleville, au Nord du Précheur, par 53 mètres de fond, a fait, à 11 heures du matin, deux tours rapides sur lui-même au milieu de remous et de courants. On n'a d'ailleurs pas observé de dégagements de gaz à la surface de la mer.

Enfin, MM. Anderson et Flett citent dans leur rapport [**72,** 535]

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'observation suivante, faite de Port-Castries, à Sainte-Lucie, par le major Hodder (1).

Le 9 mai, vers midi, cet observateur a vu au large, à environ 4 ou 5 milles de la côte, deux taches blanches, séparées l'une de l'autre par environ un demi-mille ; leur forme était irrégulière, mais grossièrement ovale ; l'une mesurait environ 140×90 mètres, l'autre 90×55 mètres ; par moments, ces taches semblaient être le siège de bouillonnements. Elles sont restées dans la même position jusqu'à 1 h. 30 et elles ont alors disparu.

Un autre observateur aperçut ces mêmes taches de 8 heures du matin à 1 h. 30. Le jour suivant le major Hodder crut voir se reproduire le même phénomène, mais en plus petit. J'ai entendu parler de ces faits à mon passage à Port-Castries, sans avoir pu toutefois obtenir d'éclaircissement à leur sujet.

Enfin, je citerai comme document la note suivante, publiée jadis par Celoran de Blainville [**62**] ; elle semble indiquer qu'une éruption sous-marine s'est produite le 17 mars 1843 au voisinage de la Guadeloupe.

Entre la pointe orientale de Marie-Galante et la Guadeloupe, à mi-canal à peu près, une très forte colonne d'eau, d'une couleur noirâtre, jaillissait à une assez grande hauteur en tourbillonnant. Elle s'élevait par jets, et tout à l'entour, dans une distance assez étendue, la fumée, ou plutôt la vapeur, couvrait la mer ; ce phénomène a duré environ une demi-heure.

Je ne crois pas que ce phénomène se soit renouvelé ; en tout cas, il n'a donné lieu à aucune autre observation.

(1) Ces mêmes auteurs ont montré [**72**, 537] que les soi-disant phénomènes sous-marins signalés à Grenade, dans la matinée du 6 juin 1902, paraissent n'avoir été autre chose qu'un petit ras de marée, sans doute en relation avec l'éruption de ce jour à la Montagne Pelée.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE III

LE DÔME

De tous les phénomènes qui se sont produits au cours de l'éruption, le plus important au point de vue de l'histoire du volcanisme, celui dont la portée théorique est la plus grande, a consisté dans l'édification d'un dôme d'andésite dans la caldeira de l'Étang Sec. Le mode de formation de ce genre de montagne, si souvent réalisé par les roches acides de tant de régions volcaniques, était fort obscur, aucune éruption n'ayant jusqu'alors permis d'en suivre les diverses phases.

J'ai eu la chance de pouvoir, d'octobre 1902 à mars 1903, assister aux stades successifs et décisifs de ce phénomène, de pouvoir les décrire et en donner une explication rationnelle. L'évolution de ce dôme a continué depuis lors sans modifications capitales et continue encore; les observations de MM. Giraud [**86**], Heilprin [**92**], Hovey [**102**], Sapper [**143**] et Weneger [**152**], qui ont suivi les miennes, sont venues confirmer mes premières conclusions.

Je n'ai publié jusqu'à présent que des résultats préliminaires (1); je me propose dans ce chapitre de les développer et d'en fournir la justification. J'expliquerai tout d'abord, à l'aide des résultats acquis, les phénomènes qui, pendant les premiers mois de l'éruption, se sont déroulés sous l'épaisse couverture de nuages, et qui, lors de notre première mission, nous ont empêchés, ainsi que tous les géologues nous ayant précédés, de faire des observations décisives à ce sujet.

Les figures 16 et 17, représentant la Montagne Pelée avant l'éruption et en mars 1903, mettent en évidence l'importance de ce dôme au point de vue du changement de la topographie du point culminant de la montagne.

(1) Plusieurs notes insérées aux *Comptes rendus* à partir d'octobre 1902 relatent les résultats de mes observations, au jour le jour; j'ai dû parfois modifier mon opinion sur des questions de détail à la lumière de constatations nouvelles. Dès le début, j'ai comparé cet amas de lave au *cumulo-volcan* de Santorin; je l'ai désigné tout d'abord sous le nom de *cône*, puis, à partir de ma note du 6 avril 1903, je me suis servi de celui de *dôme*, que j'ai dès lors employé et qui me paraît être le plus convenable.

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

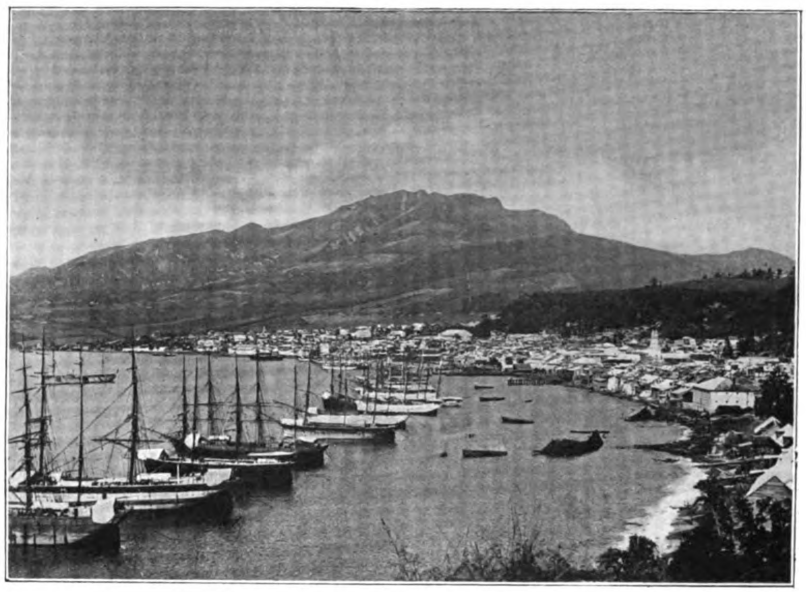


Fig. 16. — La Montagne Pelée, vue de Saint-Pierre, avant l'éruption.

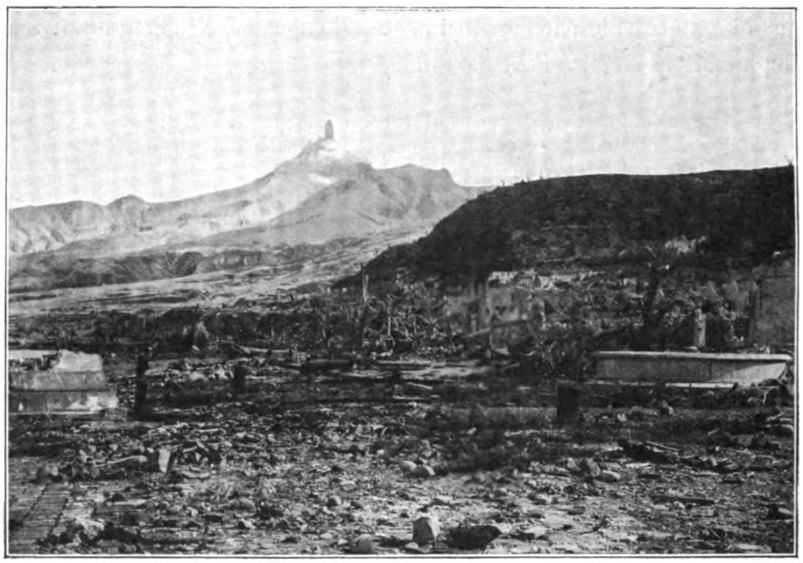


Fig. 17. — La Montagne Pelée, vue de Saint-Pierre détruite, le 15 mars 1903 (Voir la planche II).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ I. — L'évolution du dôme.

Les débuts de sa formation (mai à octobre 1902). — On a vu page 76 que le 27 avril 1902 des touristes, ayant visité l'Étang Sec, le trouvèrent plein d'eau et virent sur son bord Est un petit cône de cendres en voie de formation. Ce sont là les seuls renseignements que nous possédons sur ce qui s'est passé dans la vieille caldeira au début des manifestations éruptives. Après l'éruption boueuse du 5 mai, la montagne est restée généralement couverte par le brouillard ou par d'énormes poussées volcaniques. Quelques indices me font penser que, dès ce moment, c'est-à-dire dès le début de l'éruption, un amas de lave s'est formé rapidement dans le cratère vidé par l'explosion du 5 : voici en effet ce que M. Landes téléphonait le 7 mai à Fort-de-France :

Fig. 18. — La Montagne Pelée, dans les premiers jours qui ont suivi l'éruption du 8 mai. (Photographie communiquée par M. Leboullanger.)

> La montagne était partiellement découverte ce matin; la digue de l'Etang Sec, brisée au pied du Petit-Bonhomme, n'existe plus. Nous voyons rouler de la hauteur, sur le côté du Petit-Bonhomme faisant face au morne La Croix, des blocs et de la lave incandescente. Quelques instants après, chute de nouvelle lave et blocs énormes venant du morne La Croix qui remontent la paroi du Petit-Bonhomme.

D'autre part, l'abbé Altéroche, qui, dans la soirée du 8 mai, observait la Montagne Pelée du presbytère du Morne-Vert, m'a remis un récit d'où j'extrais le passage suivant :

> Des feux distincts et séparés s'étageaient de distance en distance *sur les crêtes qui couronnent la montagne* en formant un demi-cercle, nous en comptions jusqu'à huit; dans le bas de cet hémicycle, le cratère vomissait des torrents de lave en feu [blocs incandescents].

Ces deux observations ne me semblent pouvoir s'expliquer que par l'existence dans le cratère, dès le 7 mai, d'un grand amas de matériaux à

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

haute température venant de la profondeur et ayant déjà une hauteur assez

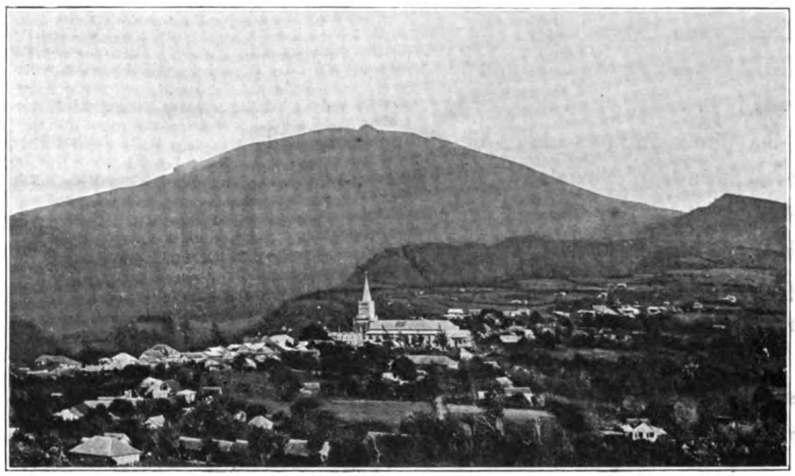


Fig. 19. — La Montagne Pelée et le Morne-Rouge avant l'éruption : on aperçoit au milieu de la figure le sommet du morne La Croix.

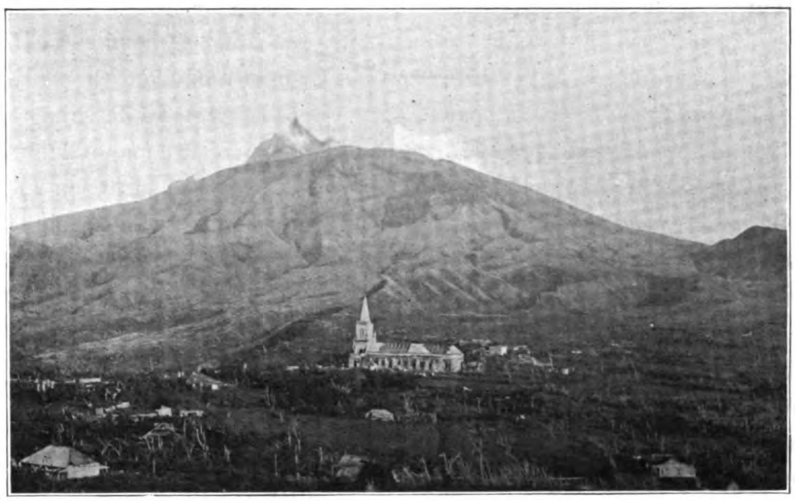


Fig. 20. — La Montagne Pelée et les ruines du Morne-Rouge (8 octobre 1903). Le morne La Croix a disparu, mais on voit le dôme récent. A gauche, de même que dans la figure précédente, on aperçoit le sommet du Petit-Bonhomme.

grande pour pouvoir être vu par l'ouverture en V. La description, faite

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

par M. Landes, de blocs paraissant rouler du morne La Croix pour remonter la paroi du Petit-Bonhomme dépeint d'une façon très nette la marche de ceux que nous avons vus si souvent dévaler le long du talus inférieur du dôme. Il est donc probable que, dès cette époque, celui-ci devait avoir une altitude bien voisine de 1 200 mètres. Il est vrai que M. Hovey dit [**99**, 271] que les photographies et les dessins, pris par lui le 21 mai à bord du *Potomac*, montrent l'existence, à l'entrée de la gorge de la Rivière Blanche, d'un petit cône qui, d'après certaines estimations, aurait eu seulement de 60 à 150 mètres de hauteur, mais il est fort probable que le petit cône en question n'était que la partie antérieure du dôme principal, caché dans le brouillard; en juillet nous avons eu souvent, comme on le verra plus loin, une illusion semblable (fig. 21). Le 27 mai, la Mission Bloch est allée à Basse-Pointe à bord du *Tage*; l'un de ses membres, M. Alfassa, a fait de la côte Nord-Est une photographie du sommet de la Montagne Pelée, malheureusement trop peu nette pour pouvoir être reproduite, mais intéressante cependant, car on y distingue, au Sud-Ouest du morne La Croix (en partie éboulé), une petite éminence, qui n'était probablement autre chose que le sommet du dôme, dépassant déjà la crête de la montagne.

Deux jours plus tard, le 29 mai au soir, M. Drosne, ingénieur de la Marine, embarqué sur le *D'Assas*, a pu observer la montagne en passant par le travers de la Rivière Blanche, entre 8 h. 23 et 9 h. 10 du soir; elle était complètement découverte; M. Drosne (note comprise dans un Rapport de l'amiral Servan au Ministre de la Marine) a vu, par l'échancrure en V, un *énorme amas pierreux*, qu'il compare à un gigantesque feu de charbonnier, parsemé d'un grand nombre de points lumineux, rouges, à éclat variable, séparés par des points obscurs; de temps en temps, il s'en écroulait des blocs incandescents.

M. Heilprin est le premier géologue qui ait fait l'ascension des bords du cratère [**89**,362, et **90**,163]; ce fut le 31 mai et le 1er juin. Il n'a pu en voir le fond, mais il a signalé l'existence, à environ 75 mètres du bord, d'un mur vertical enveloppé de vapeurs, qu'il a pris pour la paroi opposée du cratère; en avant de ce mur, se trouvait une grande quantité de matériaux à haute température qu'il a considérée comme formée par l'amoncellement de cendres ou de blocs empilés les uns sur les autres. Un croquis de M. Varian, joint à la première de ces notes, représente ce rocher

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

enveloppé de vapeurs; le 20 juin, MM. Hovey et G. Curtis n'ont pu le retrouver. M. Hovey [**99**,356] a décrit dans l'intérieur du cratère un cône de matériaux fragmentaires, consistant en poussières, en cendres, en blocs de toutes dimensions et en bombes; ses pentes, dit-il, avaient par places une inclinaison de 38 à 40°, mais présentaient des portions précipitueuses, son sommet était creusé d'une cavité cratériforme; ce savant a publié une photographie représentant une petite portion de la crête, enveloppée par les vapeurs volcaniques; elle rappelle d'une façon frappante l'aspect que le sommet du dôme présentait en octobre (fig. 25).

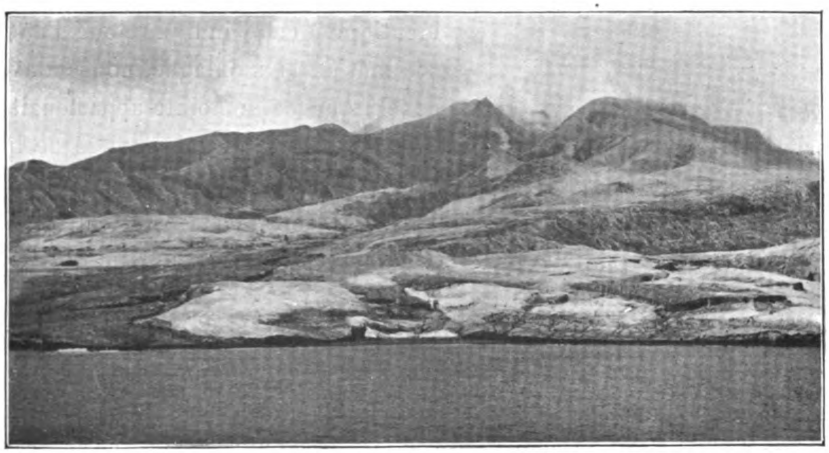


Fig. 21. — Une protubérance de la partie antérieure du dôme, apparaissant dans l'échancrure en V du cratère; le véritable sommet, plus élevé que les bords de l'échancrure, est caché dans le brouillard. (Photographie faite le 13 juillet, par le travers de l'embouchure de la Rivière Sèche.)

De tous ces documents, je conclus que, dès ce moment, la constitution du dôme était fixée. Après les grandes éruptions, sa surface devait être localement couverte par des produits de projection retombés dans le cratère; mais, étant donnée la forme abrupte des parois du dôme pendant la période où je l'ai étudié, il me paraît vraisemblable que ceux-ci ne devaient pas jouer un rôle important dans sa constitution.

Aucune des ascensions du sommet de la montagne faites pendant notre premier voyage ne nous a fourni d'indications sur ce qui se passait dans le cratère; nous sommes toujours restés enveloppés dans le brouillard. Nous n'avons pas été plus heureux pour nos observations faites à distance,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

car, d'une façon presque constante, nous n'avons aperçu par l'échancrure en V que le talus d'éboulis cachant la base de l'amas de lave; à la surface de ce talus roulaient constamment des blocs, dont l'incandescence était visible pendant la nuit. A quelques reprises seulement, étant à bord du *Jouffroy* (notamment le 6 juillet), nous avons vu émerger du nuage une crête déchiquetée, terminée par une pointe recourbée vers le Sud-Est; l'enseigne Deville a mesuré sa hauteur de la rade de Saint-Pierre et l'a estimée à 1 353 m.; ce nombre étant identique à celui indiqué pour l'ancien sommet de la montagne, nous en avons conclu que cette pointe appartenait au morne La Croix et que, par suite, celui-ci n'avait pas changé de hauteur. Ces deux interprétations étaient inexactes; ce sommet n'était autre chose que celui de l'amas de lave de formation récente (1). La figure 22 en représente la silhouette, d'après un croquis et une photographie médiocre faite du Carbet (2).

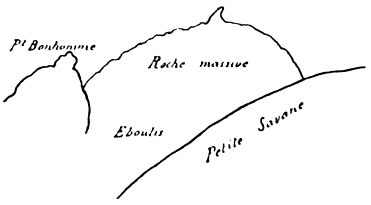


Fig. 22. — Silhouette du dôme, le 6 juillet 1902.

Le 13 juillet, j'ai constaté dans la base du dôme, que je n'avais pas vue depuis le 8, d'assez grandes modifications de forme qui se sont accentuées à la fin du mois et qui consistaient en un accroissement de volume du côté du Petit-Bonhomme. Il s'était formé en outre sur la face antérieure du dôme un bourgeonnement conique, qui apparaissait parfois seul distinct, quand le sommet de la montagne était couvert par le brouillard; on le voit dans la figure 21. Pendant la nuit, le dôme présentait des phénomènes d'incandescence, localisés sur les bords de l'échancrure en V, à la fois du côté du Petit-Bonhomme et de celui de la Petite Savane.

Je n'ai eu connaissance d'aucune observation sur l'état de la montagne entre notre départ, le 1er août, et le 15 du même mois; à cette dernière date ont commencé les manifestations croissantes, qui ont abouti à

(1) La topographie du sommet, alors si peu connue de nous, explique cette erreur.

(2) M. Jaggar, qui se trouvait à la Martinique en juillet 1902, a publié en janvier 1904 [111] une photographie faite également le 6 de ce mois; l'interprétant à l'aide des observations récentes exposées plus loin, il considère la dent recourbée comme formée à la façon de l'aiguille de 1902-1903. Je ne crois pas que cette interprétation soit exacte; il s'agit là plus vraisemblablement d'un de ces bourgeonnements modifiés par des éboulements, si fréquents dans l'histoire de ce dôme, mais rien ne permet de supposer qu'il ait eu un mode d'ascension par extrusion, comparable à celui qui a caractérisé l'aiguille.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'éruption du 30. J'ai trouvé les indications suivantes dans les rapports des brigades de gendarmerie du Morne-Rouge et de Saint James, dont l'attention sur le cratère avait été appelée par des phénomènes d'incandescence visibles dès le coucher du soleil. Pendant la nuit du 15 au 16, ceux-ci avaient atteint une intensité particulière; le 16, le sommet de l'amas de lave a été aperçu pour la première fois du Morne-Rouge (1).

Ce matin, dit le brigadier dans son rapport, on a aperçu sur le versant Nord de la montagne, un pic plus élevé que la montagne elle-même ; les habitants disent que ce pic n'existait pas hier soir ; la gendarmerie ne l'avait pas vu non plus.

Le soir de ce même jour, le *Tage* passait au large de la Rivière Blanche ; le commandant Pivet m'a dit avoir constaté alors des phénomènes d'incandescence sur les bords de l'échancrure en V. Le 18, on signale encore du Morne-Rouge que le pic a augmenté en surface et en hauteur, et qu'il change d'aspect à chaque instant par suite d'éboulements. Le brigadier de gendarmerie installé à Saint-James donne les indications suivantes :

Le sommet de la montagne, avant le 15 août au soir, était formé de trois pics distincts, un au Nord-Ouest, un au Sud et un à l'Est ; tous trois avaient à peu près la même hauteur; leur base était isolée; le dernier, paraissant un peu plus petit que les autres, était complètement en feu. A partir du 27, ces trois pitons n'en forment plus qu'un seul par leur réunion à celui de l'Est, qui n'est qu'un brasier permanent ; à vue d'œil, de Saint-James, il parait avoir augmenté de 100 à 150 mètres en hauteur. Sur ce pic unique, il existe trois fissures ; la première, la plus occidentale, laisse échapper une forte vapeur noirâtre ; elle a l'aspect d'une machine sous pression ; la seconde est à l'Est et la troisième au sommet projetant de forts tourbillons de fumée grise, le plus souvent sans détonations. De ce pic, s'écoulent continuellement des matières incandescentes, qui roulent sous forme de gerbes et se précipitent dans la Rivière Blanche.

M. Heilprin était alors revenu à la Martinique ; il a donné quelques renseignements descriptifs sur l'amas de lave [**90**] ; il estime que son sommet était de 45 à 60 mètres plus élevé que le Petit-Bonhomme; il insiste sur ce qu'il était constitué par *une vaste accumulation de roches fragmentaires et de cendres*. Il y signale, le 24 août, la présence de deux cornes noires, incandescentes la nuit, l'une verticale sur le bord Sud-Est du dôme et l'autre se projetant horizontalement; il les regarde comme produites par la refusion de cendres; enfin, il estime qu'il existait à ce moment une ouverture au sommet. M. Arnoux m'a remis une photographie, faite par lui du Parnasse, le 24 août; malheureusement l'épreuve est fort mauvaise, car l'intérieur du

1 J'ai indiqué [**114**] que le sommet du dôme avait été visible du Morne-Rouge à partir du 11 août ; c'est d'Assier que j'ai voulu dire.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cratère est en partie caché par des vapeurs; la figure 23 représente la silhouette du sommet du dôme aussi exactement qu'il est possible de la distinguer sur cette photographie.

Peu après, survint la catastrophe du 30 août; toute la région ayant vue sur le volcan fut évacuée et à mon arrivée, le 1er octobre, je n'ai pu recueillir aucun renseignement sur les modifications subies par le dôme pendant le mois de septembre. Toutefois, il semble que son sommet n'ait pas subi de changements importants pendant ce temps, d'après les indications que m'a données M. de Meillac, qui, depuis le 11 août, considérait d'Assier, non sans intérêt, le piton, commençant à surgir au-dessus de la crête de la montagne.

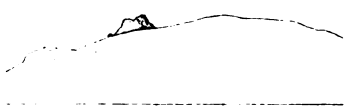


Fig. 23. — Le dôme, émergeant derrière la Petite Savane, vu du Parnasse, le 24 août 1902.

Le dôme d'octobre 1902 à mars 1903. — Voici l'état dans lequel j'ai retrouvé la montagne à mon arrivée. Le 1er août, en bas de l'échancrure en V du cratère, on voyait encore, entièrement à vif, un *à pic* (vieux sol) de plusieurs centaines de mètres, dominant la haute vallée de la Rivière Blanche; sa pente était irrégulière, constituant une série d'échelons, les uns verticaux, les autres à parois raides, mais dans tous les cas inaccessibles (fig. 79, page 210). La base de l'amas de lave dominait cet *à pic*, et c'est là que se trouvait le petit bourgeonnement conique dont j'ai parlé plus haut.

Le 4 octobre, quand, du morne des Cadets, j'ai revu pour la première fois la montagne, la base du dôme s'était beaucoup avancée vers le Sud-Ouest, une partie de l'à pic avait disparu sous une couche de matériaux récents éboulés qui descendaient alors jusque dans le haut de la vallée de la Rivière Blanche. Des excursions faites dans celle-ci nous ont permis de constater que les parois verticales de l'à pic étaient encore à nu en certains points et que l'on y voyait à mi-hauteur une tache de rouille, due sans doute à une ancienne source thermale ferrugineuse, que nous avions souvent remarquée en juillet; les progrès de l'écroulement de l'amas de lave ne devaient pas d'ailleurs tarder à cacher complètement cette partie de la montagne (fig. 28). Cette échancrure ne s'était pas seulement modifiée par apport, elle s'était considérablement élargie, surtout du côté du Sud, et la très grande abondance de matériaux anciens qui, dans la Rivière Blanche, se trouvaient mélangés aux roches récentes, montrait l'importance des

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dégradations subies par le vieux sol. Quant au sommet de l'amas de lave, il nous est apparu d'une façon nette et, dès ma première observation, je n'ai pu m'empêcher de comparer ses crêtes dentelées à celles de l'amas de lave de l'éruption de 1866 à Santorin.

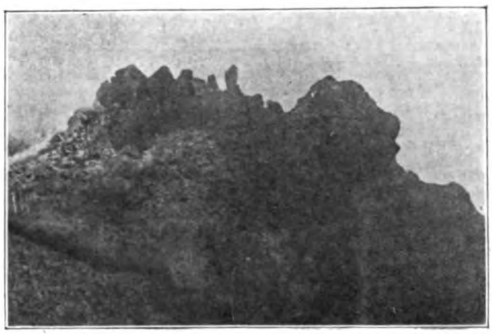


Fig. 24. — Le sommet du dôme le 15 octobre 1902, là où devait s'élever l'aiguille à partir du 4 novembre. (Photographie faite des bords du cratère.)

Une ascension effectuée, le 15 octobre, en partant d'Assier, m'a permis d'entrevoir pendant quelques minutes la base du dôme et de constater qu'elle était constituée par une masse *continue* de roches compactes, fissurées dans tous les sens, s'écroulant constamment et se dressant d'un seul jet du fond (1) de la caldeira; des talus d'éboulis existaient toutefois sur ses parties les moins abruptes et à sa base. A partir de ce moment, l'installation de mes postes d'observation a permis d'entreprendre l'étude méthodique des phases d'accroissement de ce dôme.

Pendant le mois d'octobre, les observations précises ont été faites surtout du côté Sud-Est, d'Assier. Alors, le sommet du dôme apparaissait de cette localité sous la forme d'un petit bourrelet, situé en arrière des restes du morne La Croix et paraissant avoir à peu près la même hauteur que ce dernier. Lors de notre ascension du 15, j'ai constaté que son sommet était en réalité constitué par une crête, orientée environ Nord-Sud et très déchiquetée, ainsi que le montrent les figures 24 à 26. Elle ne présentait pas de piton distinct, mais seulement une région un peu plus élevée, située vis-à-vis du morne La Croix; c'est cette partie seule qui était visible d'Assier. A la fin du mois (à partir du 23 octobre), les observations régulières faites par M. Le Cerf ont montré que le sommet augmentait assez rapidement, sur une lon-

(1) Dans cette description, on reconnaît des points de ressemblance avec celle que M. Heilprin a faite après son ascension du 31 mai; il est probable que ce savant, en estimant à 75 mètres la distance qui le séparait de cette paroi rocheuse, a été victime d'une erreur d'appréciation analogue à celle qui m'a fait attribuer à 100 mètres, puis à 150 mètres la distance du morne La Croix au dôme, alors qu'elle était en réalité d'au moins 200 mètres.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

gueur d'environ 200 mètres ; des éboulis incessants le modifiaient sans cesse.

La partie la plus élevée se déplaçait assez rapidement du côté du Sud ; le 23 octobre, elle avait la forme d'une dent très aiguë, se détachant d'un soubassement assez large ; du Précheur, sa forme rappelait celle d'une main fermée, avec l'index levé, analogue à celle de la figure 40, mais avec une hauteur beaucoup moindre et un aspect plus grêle. Le 3 novembre, à 11 heures du matin, une mesure faite d'Assier m'a donné pour cette dent 1 370 mètres ; à 1 h. 30 de l'après-midi, un éboulement lui faisait perdre 20 mètres ; c'est à peu près à sa place que, dans la nuit suivante, a commencé à se dresser la grosse aiguille, qui est devenue dès lors le trait le plus curieux de la structure du dôme, et dont nous avons suivi l'évolution avec un intérêt passionné.

Fig. 25. — L'extrémité Nord du sommet du dôme, le 15 octobre 1902. (Photographie faite des bords du cratère.)

Pour bien comprendre le mécanisme de la formation de l'amas de lave il faut distinguer très nettement : 1° la masse principale du dôme, qui n'a subi que des modifications lentes et peu considérables d'octobre 1902 à mars 1903 ; 2° l'aiguille qui la surmontait et qui elle, au contraire, était en voie de continuelle modification.

La masse du dôme. — Au risque de faire quelques répétitions, il me semble utile d'insister ici sur la structure et la forme de la masse principale du dôme. On a vu page 75 que celui-ci s'est élevé du fond de l'ancienne cuvette de l'Étang Sec, dont l'altitude devait avoir environ un millier de mètres ; ce dôme occupe dans la vieille caldeira une position dyssymétrique ; dès le début, il a été, en effet, soudé par la base à la paroi occidentale de celle-ci, au pied du Petit-Bonhomme ; cette soudure n'a fait que s'accentuer au cours de l'éruption. De tous les autres côtés, se trouvait tout d'abord,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

entre le dôme et les parois de la caldeira, une rainure, plus ou moins large suivant les points considérés ; j'ai fait voir, page 82, comment elle s'est élargie par éboulement des parois de la caldeira, mais s'est en même temps en partie comblée.

Fig. 26. — L'extrémité méridionale du sommet du dôme, le 15 octobre 1902. (Photographie faite de l'emplacement du bord Est de l'ancien lac des Palmistes.)

Je tiens à donner une esquisse de l'état de la caldeira et du dôme au moment où j'ai quitté la Martinique, bien que les conditions dans lesquelles j'ai fait mes ascensions du sommet de la montagne ne m'aient pas permis d'en faire une topographie précise ; la figure 27 n'est donc qu'une première approximation ; elle a été établie à l'aide de mes observations et de diverses photographies et complétée par des vérifications que le capitaine Perney a bien voulu faire à diverses reprises. Indépendamment de l'aiguille, des rochers abrupts étaient visibles au sommet du dôme et en particulier vis-à-vis la Petite Savane, dans sa partie antérieure au-dessus de la Rivière Blanche, et enfin dans ses parties orientale, septentrionale et méridionale. Pendant longtemps, l'amas rocheux a été limité par des parois presque verticales, surtout du côté du Nord, du Sud, du Sud-Ouest et de l'Est. En beaucoup d'autres points, sa base dans la rainure était bordée de talus d'éboulis, qui sont devenus de plus en plus importants (fig. 53) et qui actuellement l'entourent d'une façon continue ; le plus grand de ces éboulis est celui descendant par l'échancrure en V et se prolongeant dans la Rivière Blanche. Jusqu'au commencement de février 1903, les blocs éboulés du dôme ne pouvaient sortir de la caldeira que par cet éboulis, mais à cette époque, le talus descendant de la crête du dôme vers le Petit-Bonhomme ayant fait disparaître à peu près complètement la rainure du cratère dans cette direction, les blocs ont commencé à rouler directement dans les vallées de la Rivière Claire et de la rivière du Précheur. La soudure du dôme et du bord de la caldeira est

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

devenue chaque jour de plus en plus complète au Nord du Petit-Bonhomme et, d'après les indications que m'a fournies M. Giraud, elle s'est beaucoup accentuée depuis mon départ; dans le voisinage, la rainure du cratère se

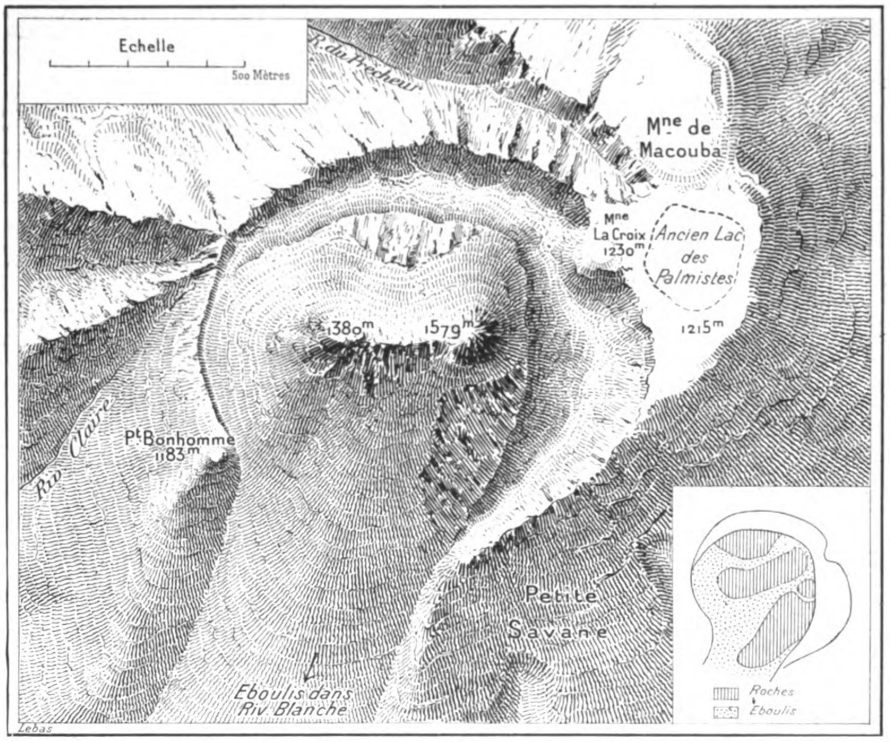


Fig. 27. — Esquisse topographique de la vieille caldeira et du dôme récent, en mars 1903: l'aiguille est constituée par le point 1 559 mètres. Le carton de droite indique les principales régions où, au cours de mes observations d'octobre 1902 à mars 1903, j'ai observé des rochers continus de lave en place, dont quelques-uns ont été peu à peu recouverts par des éboulis.

comble d'autant plus vite du côté du Nord, qu'en même temps les parois de la caldeira s'éboulent.

Les accroissements de la masse même du dôme, d'octobre 1902 à mars 1903, ont été relativement peu importants ; ils ont consisté surtout en gain de matière solide par les rochers faisant face à la Petite Savane et par ceux de la partie antérieure du dôme. Des modifications plus rapides encore ont été le résultat de l'écroulement incessant de l'aiguille qui, en différents points, a permis la formation de talus d'éboulis recouvrant une partie

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de la carapace du dôme. Tel est particulièrement le cas de celui qui se voit dans les croquis, entre l'aiguille et les rochers situés vis-à-vis de la Petite Savane. Les éboulis ont formé peu à peu une gaine à la base de l'aiguille terminale qui s'est ainsi dressée sur un support de plus en plus élevé.

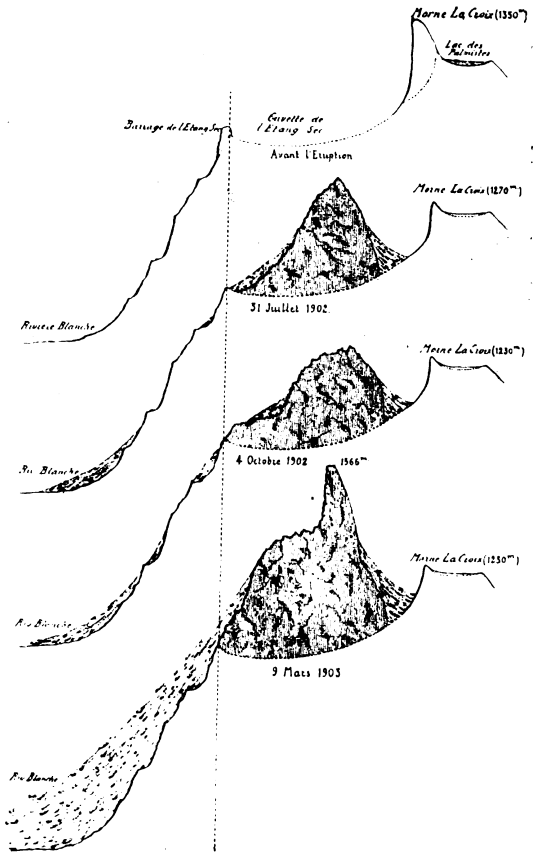


Fig. 28. — Coupe Nord-Est-Sud-Ouest de la caldeira avant et au cours de l'éruption, montrant les diverses phases de production du dôme et de son talus d'éboulis qui descend dans la haute vallée de la Rivière Blanche.

L'aiguille. — J'ai fait remarquer plus haut que c'est le 3 novembre que l'aiguille a commencé à se dessiner d'une façon distincte. Dès que je me suis aperçu des variations de hauteur du sommet du dôme, j'ai installé un système de mesures à Assier : celles qui sont données plus loin jusqu'au 12 novembre ont été faites de ce poste par M. Le Cerf ou par moi-même ; à partir de cette date, je n'ai retenu que les mesures prises par le capitaine Perney de l'Observatoire du morne des Cadets, dans de meilleures conditions d'installation ; elles ont été effectuées, d'abord à l'aide d'une alidade nivellatrice, puis ensuite d'un théodolite. On a admis que la distance du sommet de l'aiguille à l'Observatoire est exactement de 9000 mètres et l'altitude du poste de 510 mètres ; la première de ces données n'est pas rigoureusement exacte, mais nous n'avions ni le loisir, ni le moyen de faire une triangulation de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

précision (1). Lorsque l'éruption sera achevée et que la position exacte qu'occupait l'aiguille du dôme sera fixée, ces nombres devront subir une correction. Dans l'espèce, les variations seules ont de l'intérêt et il importe peu, pour l'histoire géologique du phénomène, que la Montagne Pelée ait eu, à une date déterminée, quelques mètres d'altitude en plus ou en moins; aussi n'ai-je pas cru devoir m'arrêter à cette difficulté.

Je ne donne pas jour par jour la liste des mesures qui ont été faites : on les trouvera dans les figures 29 à 34, qui sont la réduction, à la même échelle, des croquis du capitaine Perney. Les hauteurs seules ont été toujours mesurées avec précision; le sommet de la montagne ne se découvrait parfois que pendant quelques secondes et souvent la mesure principale était seule possible. J'ai réuni toutes ces mesures dans le diagramme de la figure 35. Il ne représente pas toutes les variations du dôme, mais seulement celles qui ont pu être précisées; de nombreuses lacunes existent forcément par ce fait que la montagne était très souvent couverte; néanmoins, tous ceux qui ont étudié l'éruption seront certainement étonnés du grand nombre de mesures réunies; ce résultat n'a pu être acquis que grâce à la persévérance du capitaine Perney qui, sans cesse en faction devant le volcan, n'a pas laissé échapper la moindre occasion d'effectuer une observation ; il a été rappelé par l'autorité militaire du 29 juin au commencement d'août 1903 et remplacé pendant ce temps par le lieutenant Postaire : les observations de cet officier, complétées pour la fin de juillet par celles d'Assier, m'ont été communiquées assez à temps pour que je puisse les faire figurer dans le diagramme, mais alors que la figure 32 était déjà gravée.

Les variations de l'aiguille sont dues à une ascension verticale discontinue, dont les résultats étaient constamment modifiés par des écroulements, souvent fort importants. Le diagramme, sur lequel les variations des hauteurs sont représentées en fonction du temps, met en évidence que l'histoire de l'aiguille peut être divisée en un certain nombre de phases; je vais les passer successivement en revue, avant de discuter le mécanisme de la formation de ce curieux monolithe.

Première phase d'ascension. — L'aiguille a commencé son ascension

(1) M. Hovey a publié [**102**] des croquis et quelques mesures faites par le major Hodder en novembre 1902, en janvier et avril 1903 du morne Fortuné, près Port-Castries (Sainte-Lucie) à 55 milles de la Montagne Pelée; elles se rapprochent des nôtres, mais leurs valeurs sont un peu plus faibles.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dans la nuit du 3 au 4 novembre 1902, par la localisation de la poussée dans la région la plus méridionale de l'arête en voie d'évolution depuis le milieu du mois ; ce point avait alors une altitude d'environ 1343 mètres. L'ascension a été extrêmement rapide, car, le 24 novembre, le sommet atteignait une altitude de 1575 mètres (1), ce qui correspond à une montée moyenne de plus de 10 mètres par vingt-quatre heures, mais avec des accentuations très marquées ; c'est ainsi que du 9 au 12 l'ascension a été de 60 mètres ; cette montée paraît avoir été continue, sans que nous ayons eu à constater de chutes importantes.

Première phase d'écroulement. — Le maximum de 1575 mètres a été atteint le 24 novembre 1902 ; à partir de ce moment, jusqu'au 6 février 1903, nous avons assisté à une période de chutes, d'écroulements du sommet de l'aiguille, accompagnés de remontées brusques, ne compensant pas les pertes. Il en résulte dans le diagramme une série de dents, la hauteur de chacune d'entre elles étant toujours moindre que celle de la dent qui la précède ; il y a eu cependant deux exceptions, l'une le 21 décembre et l'autre le 24 janvier, dans lesquelles un mouvement ascensionnel plus accentué a semblé vouloir se produire, mais il a été bientôt limité par des chutes plus considérables. Le 6 février au soir, l'aiguille avait atteint la plus basse cote qu'elle ait eue depuis son origine (1424 mètres).

Deuxième phase d'ascension. — Dès le 7 février, une nouvelle période d'ascension a commencé ; elle a été moins rapide que la précédente, mais a conduit à une altitude plus élevée. Le maximum atteint pendant la précédente phase (1575 mètres) a été atteint à nouveau le 25 mars. Jusqu'au 28 juin, la hauteur de l'aiguille est restée supérieure à 1500 mètres ; elle a même dépassé 1600 mètres, du 10 au 31 mai et du 25 juin au 6 juillet, où a été atteint le maximum de 1608 mètres. Pendant cette longue période, trois chutes importantes seulement se sont produites : les 26 mars, 11 avril et 1er juin ; elles ont été aussitôt réparées par une rapide remontée de l'aiguille.

Deuxième phase d'écroulement. — Du 6 au 7 juillet, l'aiguille a subi un éboulement considérable de 63 mètres. Cela a été le début

(1) J'ai exprimé les hauteurs du sommet de l'aiguille en nombre de mètres au-dessus du niveau de la mer et non en hauteur absolue au-dessus de son substratum rocheux, car l'altitude de celui-ci s'est progressivement élevée par suite de la formation d'un talus d'éboulis qui, au bout de quelques mois, a engainé la base de l'aiguille.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

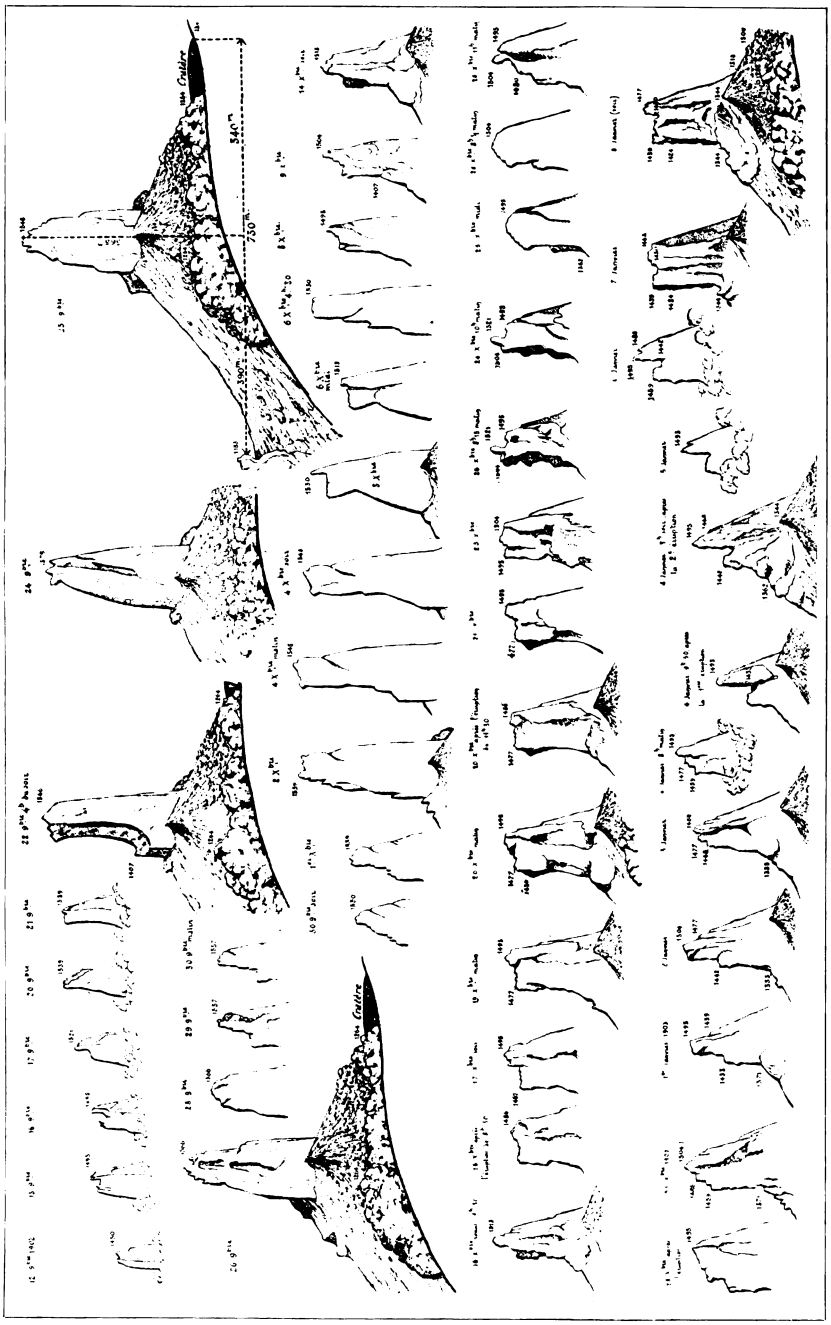


Fig. 29. — L'aiguille terminale du dome du 12 novembre 1902 au 8 janvier 1903, d'après les croquis du capitaine Perney.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

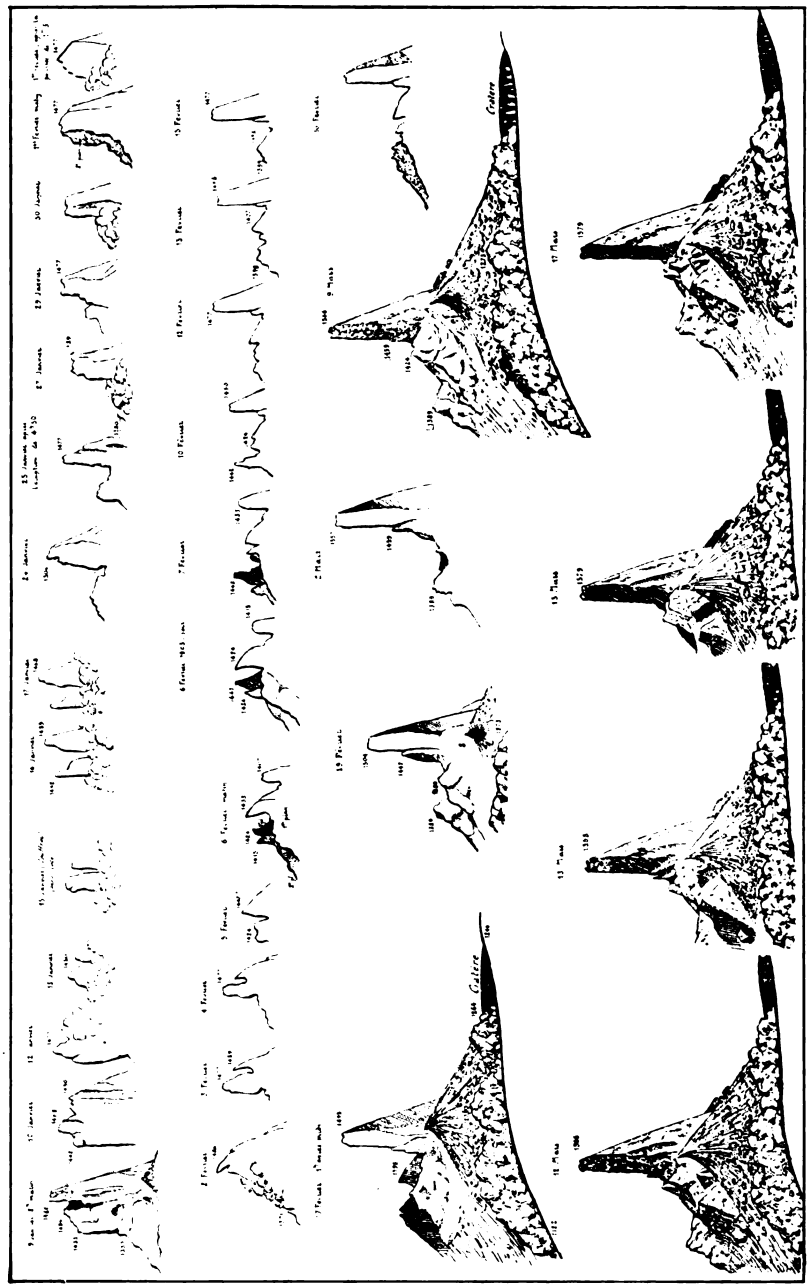


Fig. 30. — L'aiguille terminale du dôme du 9 janvier au 17 mars 1903, d'après les croquis du capitaine Perney.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

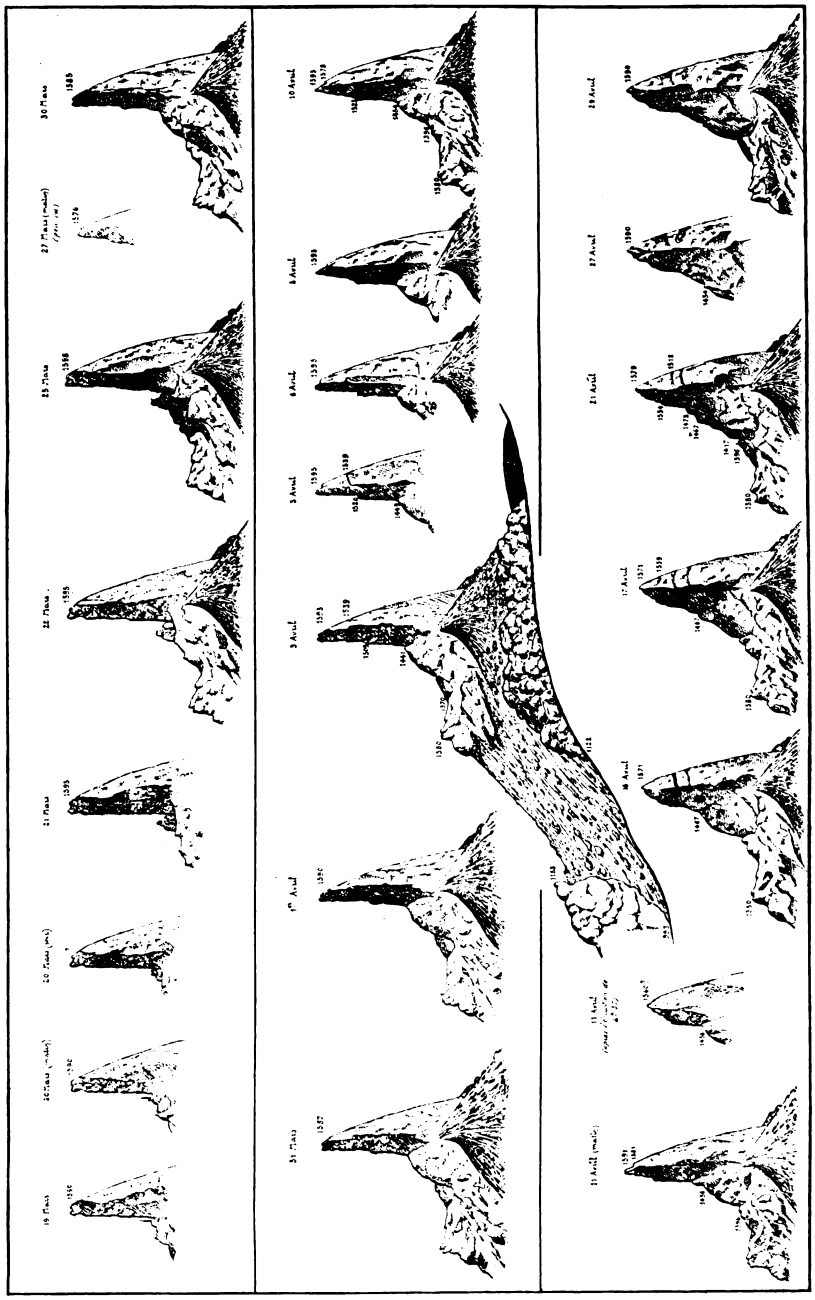


Fig. 31. — L'aiguille terminale du dôme du 19 mars au 29 avril 1903, d'après les croquis et les photographies du capitaine Perney.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

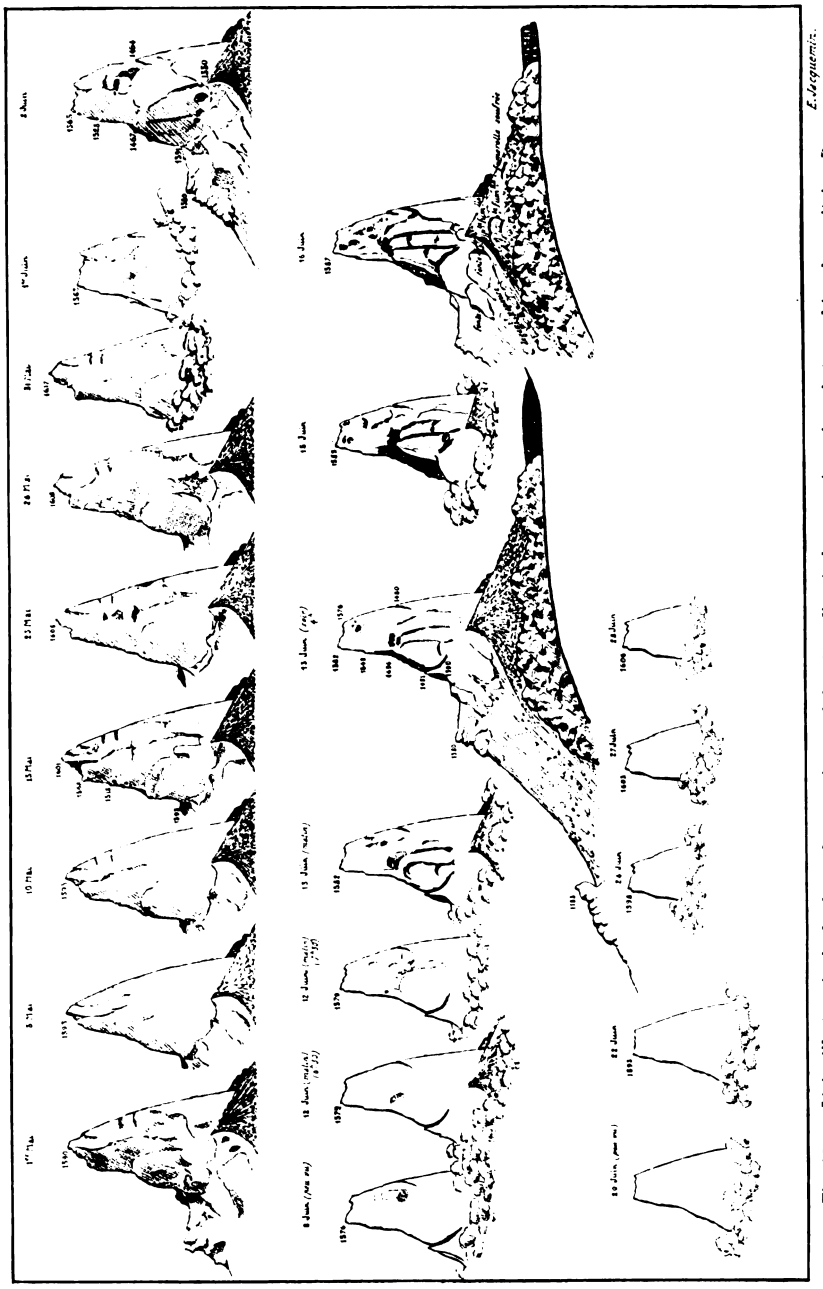


Fig. 32. — L'aiguille terminale du dôme du 12 mai au 28 juin 1903, d'après les croquis et les photographies du capitaine Perney.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

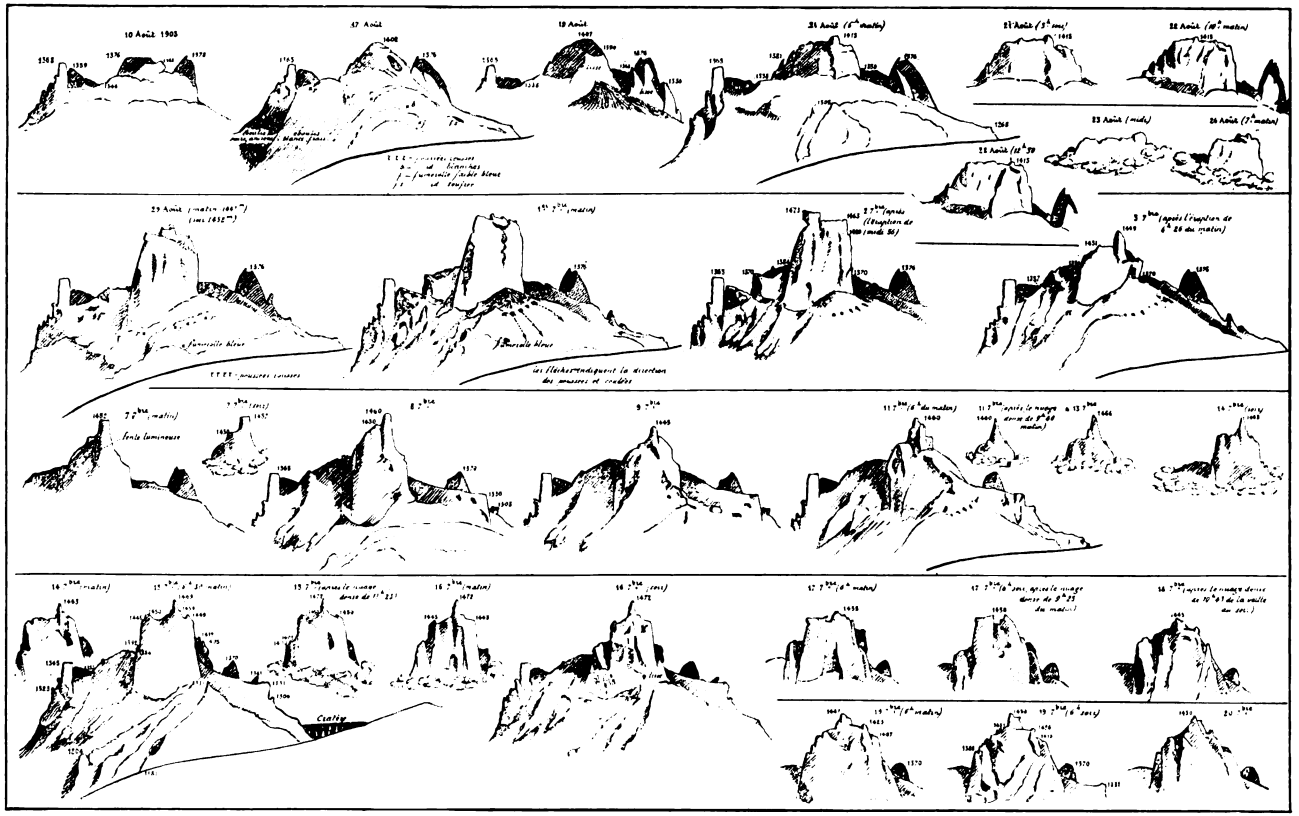


Fig. 33. — Le sommet du dôme du 1er août au 20 septembre 1903, d'après les croquis et les photographies du capitaine Perney.

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

d'une période d'éboulements successifs ; le minimum de 1380 mètres a été atteint le 10 août. Au cours de cette période d'écroulement, il ne s'est produit que deux faibles tentatives de remontée (2 mètres entre le 30 juin et le 1er juillet ; puis entre le 8 et le 9 du même mois).

Elle n'a été signalée par aucune nuée importante : elle se distingue donc très nettement de la première phase d'écroulement, dans laquelle la démolition de l'aiguille était la conséquence de poussées internes se manifestant à la fois par des nuées et d'incessantes tentatives de remontée de l'aiguille.

Troisième phase d'ascension. — A partir du 10 août 1903, sur l'emplacement du milieu de l'ancienne aiguille (c'est-à-dire à l'Ouest-Nord-Ouest de la paroi orientale de celle-ci), dont les restes ne se mo-

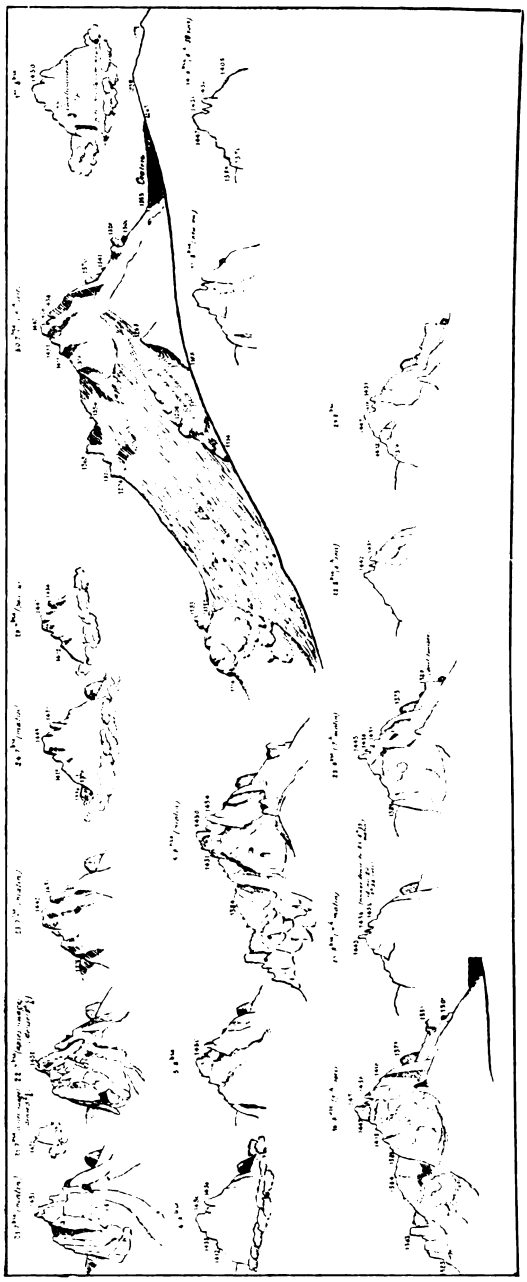
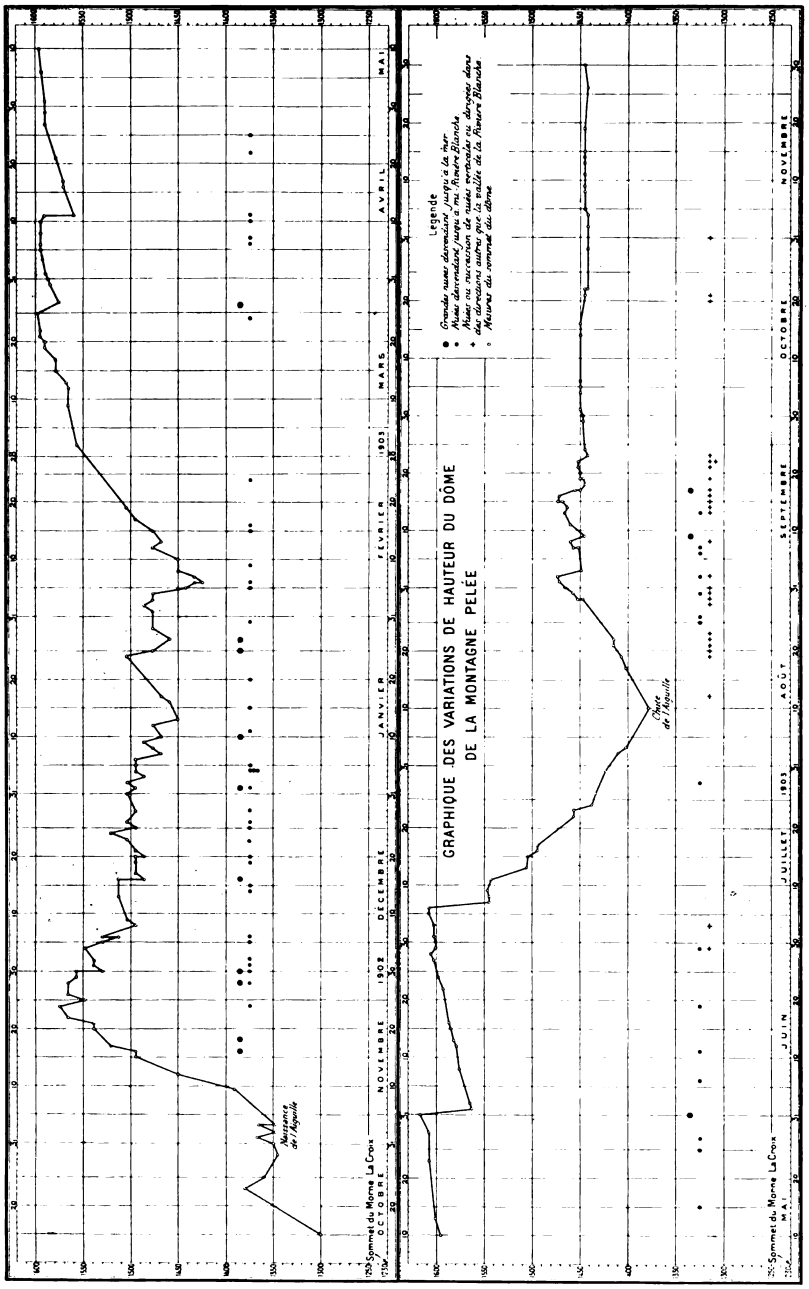


Fig. 34. — Le sommet du dôme du 21 septembre au 29 octobre 1903, d'après les croquis et les photographies du capitaine Perney.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN


GRAPHIQUE DES VARIATIONS DE HAUTEUR DU DÔME
DE LA MONTAGNE PELÉE
Légende
Grande aiguille jusqu'à la fin
Aiguille disparaissant par moments
Aiguille ne dépassant pas le sommet du dôme
Sommet du Morne La Croix
Aiguille
Pitons du Carbet
Pitons du Nord
Pitons du Centre
Pitons du Sud
Morne Rouge
Fonds Canonville
Fonds Coré
Fonds Sainte-Claire
Fonds Saint-Denis
Fonds Saint-Pierre
Fonds Rose
Fonds Lacroix
Fonds Lahaye
Fonds Lacroix
Fonds Lahaye
Fonds Lacroix
Fonds Lahaye

difièrent plus que par écroulements progressifs, s'est édifiée une nouvelle aiguille de diamètre plus petit que celui de la précédente; pendant quelques semaines, elle a monté par le même mécanisme, s'écrou-

Fig. 36. — Le dôme et son aiguille, vus de la plaine de l'Ex-Voto, le 28 novembre 1902 (à droite), et le 9 décembre (à gauche).

lant peu à peu. En même temps, des bourgeonnements se sont produits en de nombreux points du sommet du dôme, et il s'est formé notamment au Nord de l'aiguille une crête rocheuse dont il sera question plus loin; elle offre une grande ressemblance avec celle qui existait à la même place à la

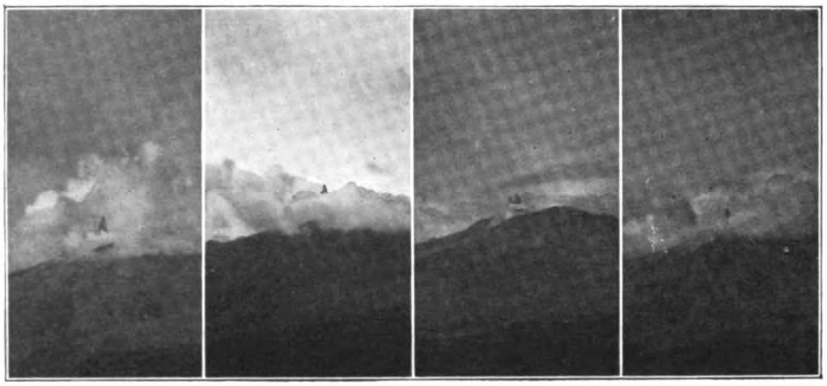


Fig. 37. — Le sommet de l'aiguille apparaissant dans les nuages, les 29 et 30 novembre 1902, les 19 et 20 janvier 1903. (Photographies faites de l'Observatoire.)

fin d'octobre 1902. La figure 52 montre l'aspect régulier que le dôme a pris à cette époque : il s'est peu modifié depuis (voir à l'appendice pour ce qui se produira au cours de l'impression).

Il n'est pas possible aujourd'hui d'apprécier numériquement quel est le volume du dôme, à cause du manque de données topographiques précises, à cause surtout de l'incertitude régnant sur l'altitude de l'ancienne cuvette de l'Étang Sec qui lui sert de base, mais une première approximation gros-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sière permet de supposer que ce volume est certainement supérieur à cent millions de mètres cubes ($0^{kmc},1$).

Quant à l'aiguille, on peut calculer que si elle n'avait subi aucun écroulement depuis le 3 novembre 1902 jusqu'au 4 juillet 1903, jour de sa plus grande hauteur, elle eût atteint à cette dernière date une altitude d'au moins 2 200 mètres ; la hauteur de la colonne d'andésite qui a fait extrusion a donc été d'environ 850 mètres. En admettant que cette aiguille ait eu une forme parfaitement cylindrique avec 150 mètres de diamètre (voir pl. I *bis*), on voit que le volume des roches écroulées dans la Rivière Blanche ou enlevées par les nuées ardentes pendant cette période à la seule aiguille n'a pas été inférieur à quinze millions de mètres cubes.

§ II. — Mécanisme de la formation du dôme.

Il est facile de se représenter avec une assez grande vraisemblance quels ont été les débuts de la formation du dôme. Après l'expulsion du contenu de l'Étang Sec, de la lave très visqueuse est sortie par une ou plusieurs ouvertures dans le fond de la caldeira. Cette lave, dont nous connaissons le degré de fusibilité, s'est rapidement consolidée à sa périphérie, puis s'est fragmentée, sous la double influence du retrait et de la continuité de la poussée interne. A la façon du cumulo-volcan de l'éruption de Santorin en 1866, elle s'est élevée ainsi sous une couverture de blocs, s'écroulant sans cesse et produisant le talus d'éboulis visible par l'échancrure en V du cratère. Cette enveloppe croulante présentait pendant la nuit des phénomènes d'incandescence, dont l'intensité variait avec la marche plus ou moins rapide de l'ascension de la lave. La comparaison du dôme, faite le 26 mai par M. Drosne (page 112), avec un feu de charbonnier, rappelle la description,

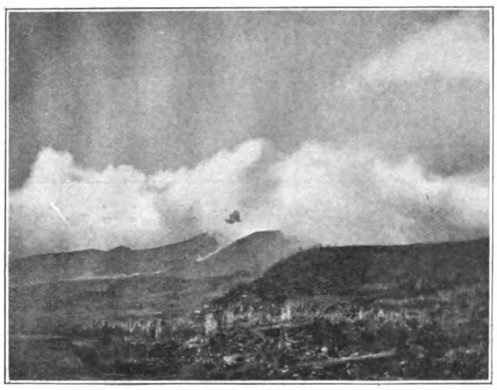


Fig. 39. — L'aiguille vue des ruines de Saint-Pierre, le 29 janvier 1903. (Photographie de M. Domergue.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

donnée jadis par M. Fouqué (1), du sommet du Georgios, vu pendant la nuit.

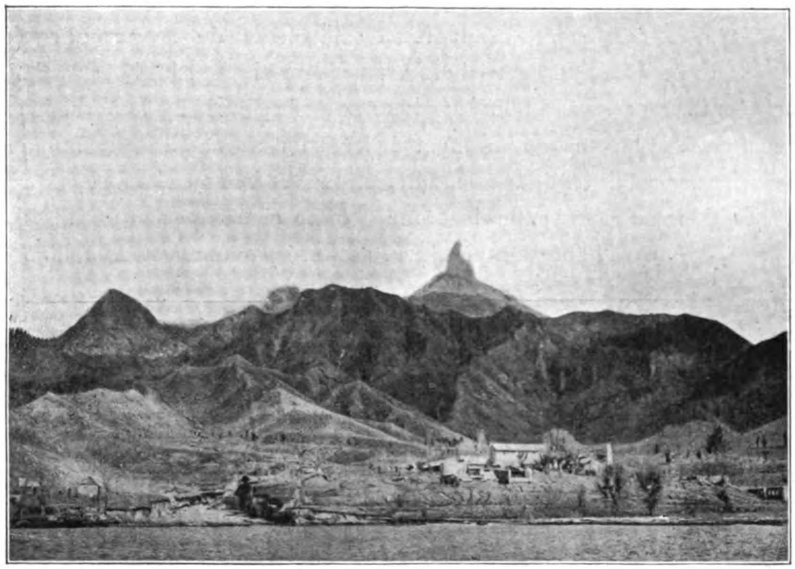


Fig. 40. — Le dôme et le bord occidental du cratère. (Photographie faite par le travers de Boisville, hameau du Précheur, le 3 décembre 1902.)

Fig. 41. — Le dôme, vu du travers de Boisville, le 4 décembre 1903.

Une ascension lente et continue eût sans doute, comme dans ce dernier

(1) *Santorin et ses éruptions.* Paris, Masson, 1879.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

volcan, maintenu la masse même de l'amas continuellement cachée sous ses débris, mais il est vraisemblable, il est certain même que, dans le courant de mai 1902, de très rapides apports de lave ont dû se produire (1), déterminant l'édification de rochers à parois verticales; les blocs qui s'en détachaient sans cesse ne pouvant plus dès lors séjourner à leur voisinage, ces rochers sont restés entièrement à découvert; à partir de ce moment, cette structure est devenue très caractéristique et s'est maintenue.

Il faut donc se représenter le dôme comme constitué par un amas de matière visqueuse à haute température, entouré par une *carapace*, d'abord

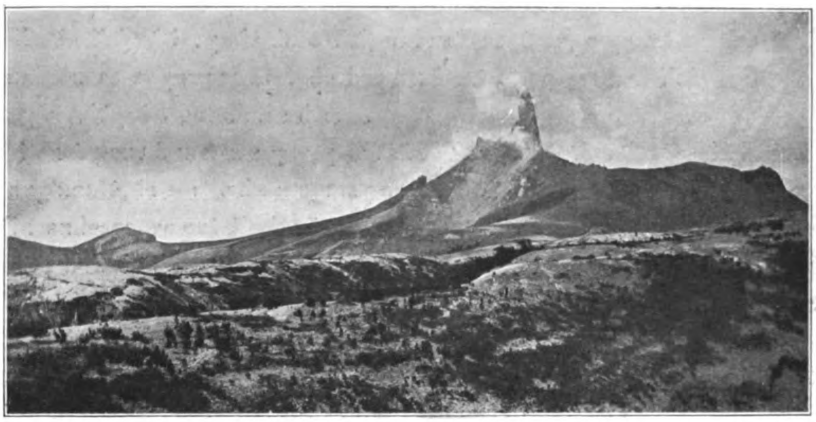


Fig. 42. — Le dôme et son aiguille vus de la rive gauche de la haute Rivière Sèche en avril 1903. (Photographie de M. Leboullanger.)

très mince, de matières consolidées : elle est localement couverte par les produits incohérents résultant de son fendillement superficiel, et, après les paroxysmes, par des matériaux solides projetés par les explosions et retombés sur place. Je ne pense pas toutefois que ceux-ci aient joué un rôle important dans l'accroissement du dôme ; la plus grande partie des roches rejetées par les paroxysmes, en effet, ont été entraînées par les nuées ardentes, dont l'effet ne s'est pas manifesté de bas en haut, mais au contraire de haut en bas, du dôme dans la Rivière Blanche et dans la direction de

(1) On verra plus loin comment, pendant la période de mes observations, après chaque poussée violente de nuée ardente, l'aiguille subissait une rapide ascension. Il devait en être de même *a fortiori* au moment des grands paroxysmes et je suppose que les grandes nuées ardentes du 8 et du 20 mai ont été suivies d'un afflux d'une grande quantité de lave et par suite d'une augmentation concomitante de la masse du dôme dont la carapace était alors peu épaisse et par suite peu résistante.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Saint-Pierre ; ces nuées ardentes ont donc déterminé dans le dôme des pertes de matière sans retour. La preuve que les matériaux rejetés par les projections verticales et retombés dans le cratère n'ont pas contribué dans une large mesure à l'accroissement du dôme, c'est qu'au mois d'octobre la rainure du cratère était encore très profonde et que l'on voyait s'en élever les parois verticales du dôme qui, à leur base, n'étaient bordées que localement par des talus d'éboulis formés manifestement à leurs dépens.

Fig. 43. — L'aiguille vue des ruines du Morne-Rouge, le 15 mars 1903.

Dès qu'il m'a été possible de faire des observations précises, j'ai pu établir que l'accroissement du dôme s'effectuait essentiellement par deux mécanismes distincts que je vais étudier séparément : 1° par *injection* de matière fondue à travers ses parties déjà consolidées ; 2° par *extrusion* d'une masse continue de roche *solide* (formation de l'aiguille).

Accroissement par injection. — L'injection de matière fondue s'est produite tout d'abord dans toutes les parties de la carapace du dôme et en particulier à sa base ; c'est ce qui explique les lueurs apparaissant fréquemment au début de l'éruption et jusqu'en août 1902, sur les bords de l'échancrure en V, et celles que nous avons observées à plusieurs reprises en octobre

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

et en novembre 1902, dans les rochers dominant cette échancrure. Ces lueurs rappelaient parfois le phénomène qui s'observe au moment de l'ouverture, rapidement obturée, du trou de coulée d'un creuset de haut fourneau ; elles apparaissaient brusquement, d'abord très vives, elles s'atténuaient rapidement, puis disparaissaient peu à peu, à mesure que la matière fondue venue au jour se refroidissait. C'est en partie au même phénomène qu'il faut attribuer l'incandescence, complète ou localisée, du sommet du dôme, qui s'est produite si souvent dans les périodes de grande activité. Au commencement de novembre, étant en observation à Assier, j'ai vu à plusieurs reprises sur la crête dentelée, dont la formation a précédé celle de l'aiguille, puis dans l'aiguille elle-même, apparaître des traînées lumineuses se propageant de bas en haut et présentant l'obscurcissement progressif qui vient d'être décrit.

Peu à peu, à mesure que, par refroidissement, l'épaisseur de la carapace a augmenté, la sortie du magma par des fentes et par suite les phénomènes d'incandescence ont diminué, puis se sont localisés au sommet du dôme.

A partir de l'hiver 1902-1903, une grande quantité de blocs incandescents s'écroulaient fréquemment (1) d'une région située au-dessus du talus d'éboulis descendant vers la Rivière Blanche. Leur étude était surtout facile pendant la nuit, car alors leur incandescence était très visible ; ils se détachaient non pas de l'aiguille, mais sortaient au-dessous de sa base Sud-Ouest : leur départ n'était souvent accompagné d'aucune poussée gazeuse. Ils ne tardaient pas à se briser, donnant ainsi naissance à de nombreux blocs de plus petite taille, qui continuaient leur course en se brisant à leur tour, et en produisant de véritables cataractes lumineuses dont l'aspect était merveilleux. On ne peut guère expliquer ce phénomène que par l'existence en ce point d'une zone de résistance minimum de la carapace ; sous l'influence de la poussée interne, celle-ci cédait, laissant tomber ses débris incandescents et parfois même échapper un peu de matière visqueuse, qui se solidifiait dès son arrivée à l'air. C'est de cette même région du dôme que partaient les nuées ardentes ; il est vraisemblable que s'il s'était produit alors une grosse éruption, son point de sortie eût été là plutôt qu'ailleurs.

(1) D'après les renseignements qui m'ont été fournis par les gendarmes installés à Saint-James, ce phénomène s'est produit à peu près dans les mêmes conditions et dans la même partie du dôme pendant la période de suractivité qui a précédé le paroxysme du 30 août 1902.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Ce phénomène n'a pas cessé de se produire depuis lors, mais, pendant la période de suractivité d'août à septembre, MM. Giraud et Perney ont constaté en outre l'existence d'une crevasse située entre la base de l'aiguille et les rochers faisant face à la Petite Savane; les blocs incandescents qui s'en échappaient étaient accompagnés de bouffées de vapeurs très denses et ces messieurs se sont à plusieurs reprises demandé s'il n'y avait pas en ce point une véritable sortie continue d'un peu de matière fondue; cette impression a été exprimée dans les notes du capitaine Perney par l'expression de « coulées visqueuses », lui servant à désigner ce phénomène, qui n'a malheureusement pas été observé de près.

Fig. 44. — Le dôme et son aiguille vus de l'arête séparant les Rivières Blanche et Sèche (9 mars 1903) (1).

Fig. 45. — Le dôme et son aiguille vus de la Petite Savane (9 mars 1903).

En résumé, je considère que ce mode d'accroissement du dôme a consisté en une sorte de bavure du magma fondu dans les fentes de la carapace; elle s'est traduite à la fois par des émissions de blocs roulant sur les parois du dôme et par des accroissements de volume de celui-ci; ils

(1) Les figures 44 à 47, 54, 56 et la planche VII reproduisent des photographies faites le même jour; elles montrent les aspects que présentait l'aiguille à mesure que l'on se rapprochait d'elle depuis la mer jusqu'au bord du cratère, en suivant l'arête qui sépare les Rivières Blanche et Sèche.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ont essentiellement consisté pendant l'hiver 1902-1903 dans l'avancement de la base antérieure du dôme au-dessus de l'échancrure en V, dans une soudure plus complète de celui-ci avec le Petit-Bonhomme peu à peu masquée par les éboulis qui ont bientôt établi la continuité complète de la partie ancienne et de la partie récente de la montagne, et enfin dans l'augmentation de volume des rochers faisant face à la Petite Savane, rochers que,

Fig. 46. — L'aiguille surmontant le dôme, soudé au Petit-Bonhomme (à gauche); au premier plan, la Petite Savane (9 mars 1903).

de l'Observatoire, nous avons vus peu à peu surgir au-dessus de la crête. Je ne pense pas que pendant cette même période il y ait eu apport important sur les flancs mêmes du dôme dominant la rainure du cratère, autant du moins qu'il m'a été possible d'en juger sans mesures précises au cours de mes ascensions successives. Depuis lors, toutefois, le dôme semble s'être notablement accru du côté de l'Est (fig. 53).

Accroissement par extrusion, formation de l'aiguille. — Il me reste maintenant à étudier le second mode d'accroissement du dôme, *par extrusion*. Un semblable phénomène n'a été jusqu'à présent, à ma connaissance du moins, observé dans aucun volcan.

J'ai insisté à plusieurs reprises sur ce fait que, pendant tout le cours de mes observations, le dôme ne présentait aucune ouverture béante, perma-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nente; M. Heilprin, au contraire, est très affirmatif [**90**] sur l'existence d'une ouverture de ce genre à son sommet à la fin du mois d'août 1902. Cette particularité de structure me paraît assez vraisemblable au cours d'un paroxysme, et les phénomènes que j'ai maintenant à expliquer sont peut-être une conséquence de l'obturation progressive de cette ancienne ouverture. J'ai montré plus haut en effet que, dans le courant d'octobre 1902, l'accroissement

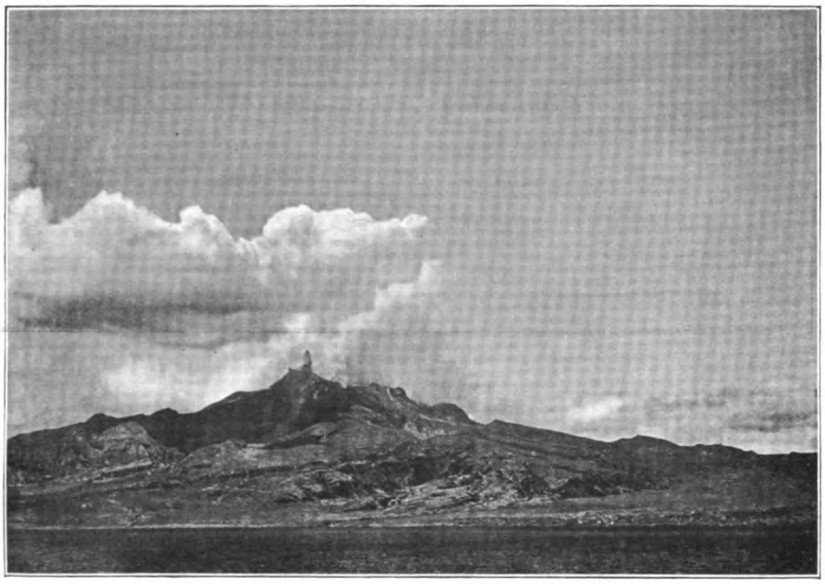


Fig. 47. — Le dôme et son aiguille, vus par le travers de la Rivière Sèche (mars 1903). (A comparer aux figures 21 et 60.)

du sommet du dôme s'est manifesté par la formation d'une arête rocheuse, orientée Nord-Sud, dont le sommet s'est progressivement déplacé vers le Sud; à partir du 4 novembre, le phénomène d'ascension s'est localisé dans une partie de cette crête et a donné naissance à l'aiguille. Il est probable que, pendant cette période, la matière fondue surgissait lentement, par extrusion, d'une fente Nord-Sud qui, par sa disposition, pourrait être comparée à celle traversant de part en part le sommet du dôme de la Soufrière de la Guadeloupe. Une partie de cette fente a pu devenir inactive par soudure complète des matériaux qui en sortaient; tout l'effort de la poussée interne s'est alors concentré sur un point limité et a permis ainsi la plus rapide ascension d'une aiguille étroitement localisée.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

L'apparition de ce monolite et sa rapide croissance ont été pour moi des

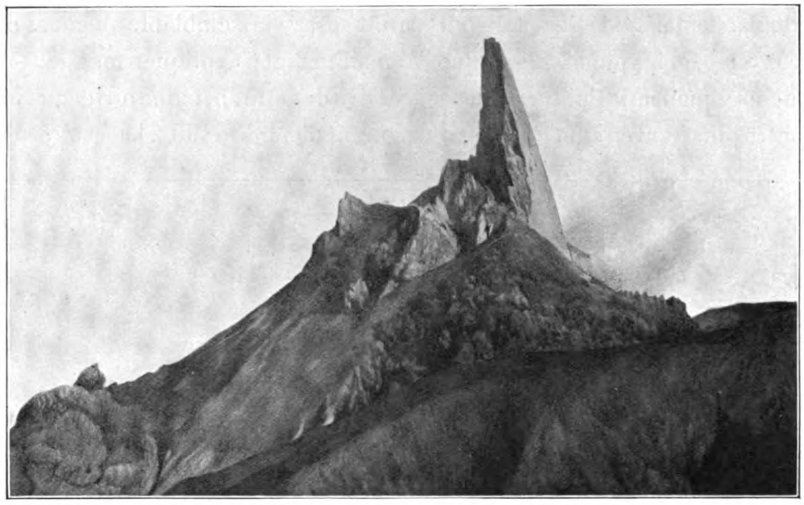


Fig. 48. — L'aiguille, le 11 mars 1903.

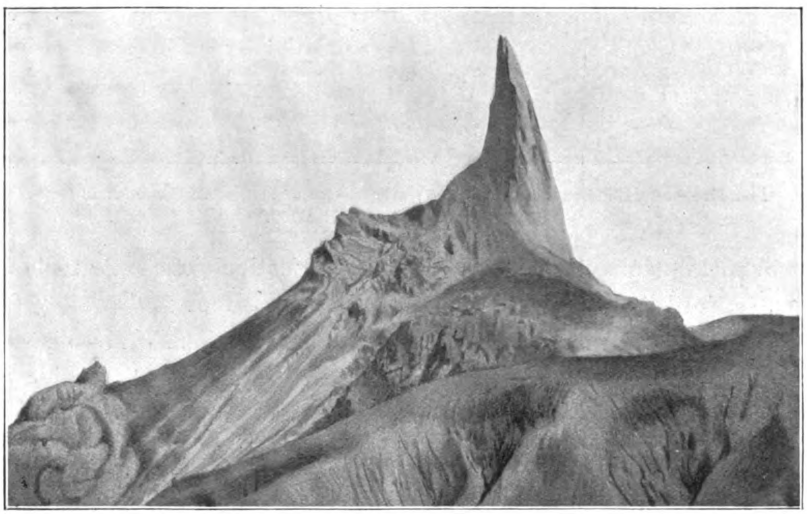


Fig. 49. — L'aiguille, le 12 avril 1903.

phénomènes si nouveaux et si étranges, que j'ai concentré toute mon attention sur leur étude ; il m'a été bientôt possible de constater que si les phéno-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

mènes d'injection de matière fondue dans la masse de cette aiguille jouaient

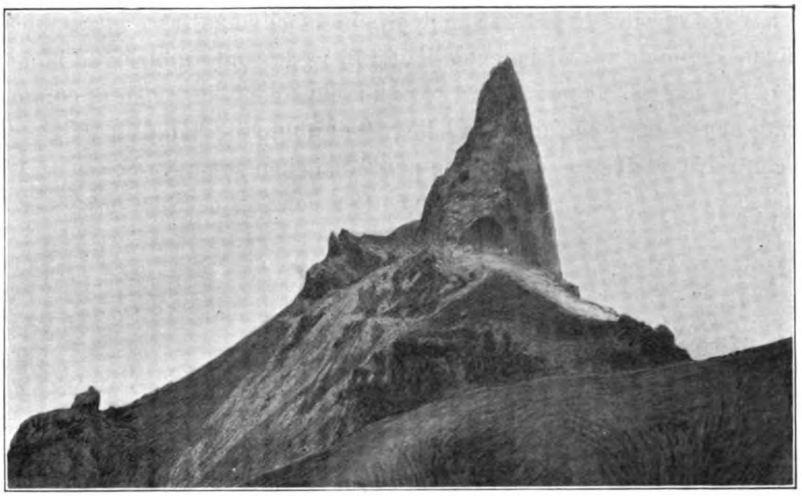


Fig. 50. — L'aiguille, le 28 avril 1903.

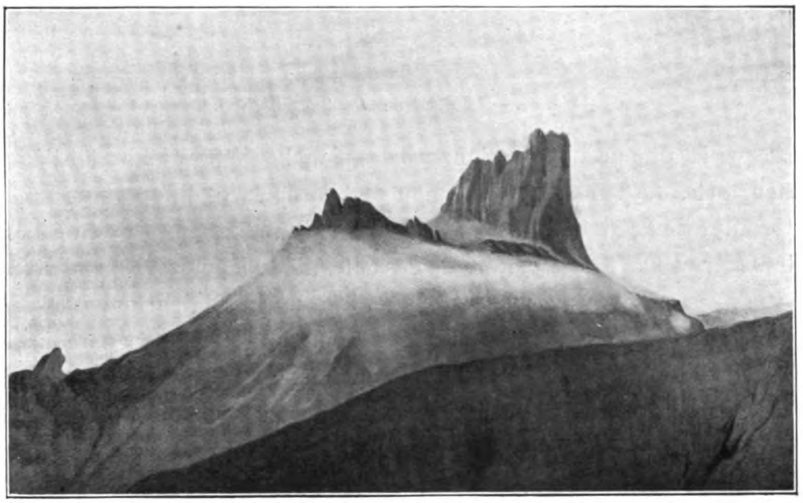


Fig. 51. — L'aiguille, le 23 juillet 1903.

un certain rôle, surtout au début de son existence, le mécanisme essentiel de son ascension consistait dans une poussée de bas en haut, faisant surgir

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

d'une ouverture *rigide* une masse énorme de *roche solide*, dont la forme ne se modifiait guère que par éboulement. J'ai fait faire par le capitaine Perney des mesures répétées sur des points facilement reconnaissables du sommet du dôme au voisinage de l'aiguille; elles ont montré que la masse même de celui-ci ne participait pas au mouvement d'ascension, comme je l'avais pensé tout d'abord (1), qu'elle restait immobile, tandis que l'aiguille, au contraire, était dans un état de perpétuel changement.

La caractéristique essentielle de cette ascension est bien mise en évi-

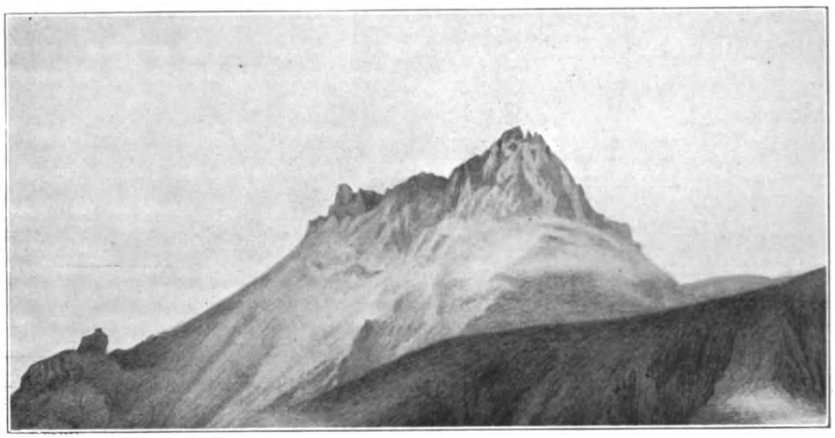


Fig. 52. — Le dôme, le 23 octobre 1903 (2).

dence par la comparaison des figures 3 des planches V et VI, faites de l'emplacement du lac des Palmistes; elles montrent l'aspect très différent que présentait le côté oriental de cette aiguille à cinq mois de distance, le 8 novembre 1902 et le 9 mars 1903. A la première de ces dates, il était constitué par deux surfaces planes, se coupant sous un angle obtus ; elles étaient polies et blanchies (3) par leur propre poussière. Des fissures verticales les parcouraient de bas en haut; elles étaient parfois lumineuses pendant la nuit, par suite de l'incandescence de l'intérieur de l'aiguille. Cette forme polyédrique de

(1) Il me paraît presque certain que des fragments de la carapace, limités par des fractures, ont été soulevés localement par des apports de lave fondue; mais je n'ai pas d'observations assez convaincantes pour pouvoir le démontrer; je m'explique par un mécanisme de ce genre le soulèvement du lambeau de granit et de schistes juchés en haut du dôme de domite du Puy Chopine (Puy-de-Dôme).

(2) Les photographies 48 à 52 ont été faites de l'Observatoire à l'aide du téléobjectif Gaumont; elles ont dû être légèrement retouchées pour pouvoir être reproduites.

(3) Plus tard, et à plusieurs reprises, cette teinte blanche uniforme a été tachée de jaune, de brun ou de rouge par des produits de fumerolles.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

la face orientale de l'aiguille s'est atténuée peu à peu, elle est progressivement devenue cylindrique, mais, à part cela, son aspect extérieur est resté le même et des fissures verticales ont notamment continué à s'y produire.

Pour expliquer ces diverses particularités de l'aiguille et leur évolution, le mécanisme suivant me paraît nécessaire et suffisant. Cette aiguille était constituée par une portion du magma, poussée vers une ouverture du dôme, et se solidifiant, au moins en partie, avant d'atteindre l'extérieur;

Fig. 53. — Talus d'éboulis du flanc oriental du dôme, vis-à-vis la morne La Croix (1er avril 1904). (Photographie prise du bord Sud du cratère.)

soumise à une pression énergique de bas en haut, la lave solidifiée était obligée de passer à travers cette ouverture, comparable à celle d'une filière; imparfaitement plastique, elle se polissait ainsi contre les parois de celle-ci, d'autant plus facilement que sa structure était un peu poreuse. Au début, la forme de l'ouverture étant polyédrique, l'aiguille a pris une forme prismatique; puis, peu à peu, les parois de la filière se sont usées comme la surface de l'aiguille elle-même, et c'est ainsi que, progressivement, la forme polyédrique a fait place à la forme cylindrique. Dans les premières semaines, l'aiguille partait de la paroi continue du dôme, et ce n'est que plus tard que sa racine a été couverte par des éboulis (fig. 3, pl. V et VI). La

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

planche I *bis* met en évidence, sur la paroi lisse de l'aiguille, deux catégories de cannelures; les unes, verticales, sont dues à des irrégularités de la filière, elles indiquent un léger mouvement hélicoïdal dans l'ascension; les autres, transversales et curvilignes, sont une conséquence de la discontinuité de l'extrusion : chacune d'entre elles correspond à une période d'arrêt.

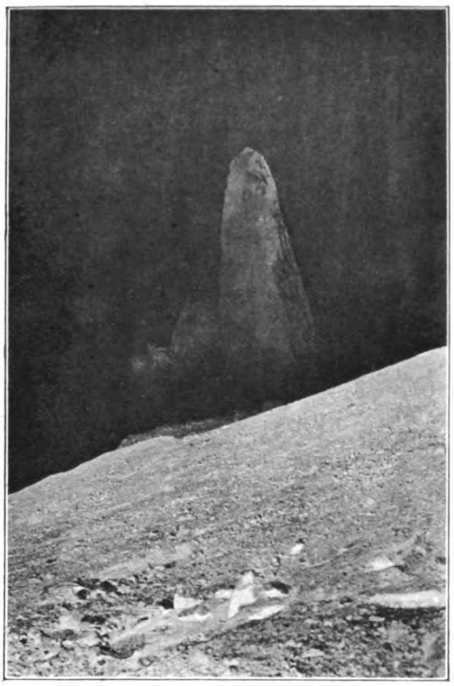


Fig. 54. — La cicatrice de l'aiguille du côté Sud-Ouest. (Photographie faite le 9 mars du bord de la Petite Savane.)

Tout d'abord, l'ascension de l'aiguille s'est faite verticalement et d'une façon uniforme, de tous les côtés à la fois; puis, à partir de décembre, elle s'est effectuée plus rapidement du côté du Nord-Est, ce qui a entraîné un mouvement de bascule et de torsion vers le Sud-Ouest, si bien mis en évidence par la figure 1 de la planche VII. En même temps que l'aiguille cessait d'être verticale, il se produisait un écrasement dans la concavité de sa courbure; c'est ce qui aide à expliquer la continuité des éboulements dans cette partie du monolite dont l'aspect ruiniforme contrastait avec le poli de ses autres côtés (fig. 54). Cette courbure et les éboulements qui en étaient la conséquence ont empêché pendant longtemps l'aiguille de dépasser un certain maximum; plus tard, en avril, il s'est produit un léger redressement de son axe et il semble qu'au mois de juillet il y ait eu pendant quelque temps mouvement de bascule en sens inverse (1).

J'ai réuni dans la figure 55 un schéma formé par la superposition du

(1) Dans une de mes notes, j'ai comparé l'aiguille à un flotteur; cette expression n'est peut-être pas correcte, car un flotteur suit le mouvement du liquide sur lequel il flotte; or l'aiguille n'a jamais été soumise qu'à des mouvements d'ascension et jamais à des mouvements de descente; ses changements de hauteur étaient exclusivement dus à des éboulements, et il n'est pas prouvé que cette sorte de bouchon solide soit restée en contact continu avec la matière fondue sous-jacente.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

calque de quatre photographies faites à l'aide d'un téléobjectif et d'un croquis du capitaine Perney, ramenés à la même échelle. On y voit distinctement les oscillations qui se sont produites dans les positions successives de l'aiguille. Le trait noir, qui représente l'aspect de l'ensemble du dôme en décembre 1903, après la chute définitive de l'aiguille, montre comment sa forme s'est régularisée alors, pour se rapprocher de celle de la Soufrière de la Guadeloupe.

Pendant la période d'activité d'août-septembre 1903, après la chute de la première aiguille, on a vu qu'il s'en est produit une nouvelle de plus petite

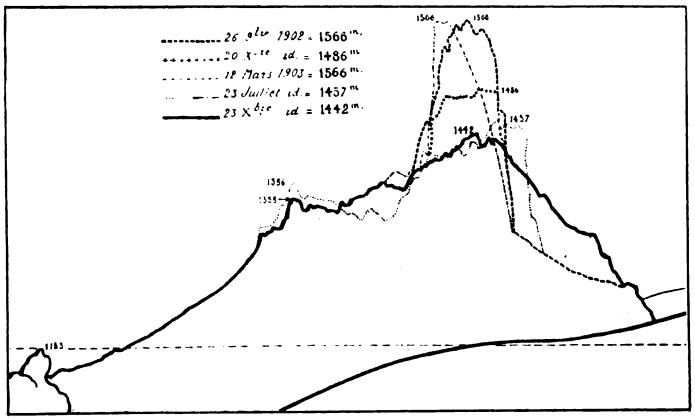


Fig. 55. — Schéma montrant les variations du dôme et de son aiguille entre la fin de novembre 1902 et la fin de l'année 1903.

taille, à l'Ouest-Nord-Ouest de celle-ci ; ses mouvements d'ascension et ses éboulements consécutifs n'ont plus été dès lors que d'une très faible amplitude. Les fréquents phénomènes d'incandescence, parfois généralisés, du sommet, signalés par MM. Giraud et Perney, me font penser qu'à ce moment il y a eu en outre, dans bien des points de la crête, apport de lave par bourgeonnement, mais les observations faites d'Assier font voir qu'en outre, en plusieurs parties de ce sommet, se trouvaient des surfaces polies, indiquant une extrusion moins localisée de matière solide par un mécanisme semblable à celui qui a donné naissance à la première aiguille. Il est intéressant de constater que ces apports de matière se sont effectués, non seulement au voisinage de cette dernière, mais encore au Nord de celle-ci, c'est-à-dire dans la direction Nord-Sud,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

suivant laquelle la crête du dôme s'accroissait en octobre 1902, avant l'apparition du grand monolite. Il est donc certain que pendant cette période de suractivité la carapace supérieure du dôme a été fissurée par les incessantes explosions, dans toutes les directions, mais en particulier dans une direction privilégiée de moindre résistance. De nombreuses fissures laissaient échapper à la fois des produits volatils et des bourgeonnements de lave; elles ont ainsi rendu impossible la réalisation des conditions nécessaires à l'édification d'une aiguille unique (1).

Fig. 56. — L'aiguille et les rochers récents faisant face à la Petite Savane. (Photographie faite le 9 mars 1902 des bords du cratère ; ceux-ci forment le premier plan et paraissent continus avec les rochers dont ils sont cependant séparés par la rainure.)

Je ne me suis occupé jusqu'à présent que du mécanisme de l'ascension de celle-ci; voyons maintenant en quoi ont consisté les phénomènes qui ont déterminé sa destruction. Il est à noter tout d'abord que les mesures et les dessins qui en ont été faits permettent d'éliminer complètement l'hypothèse d'une modification de hauteur par un mouvement de haut en bas, inverse de celui d'ascension. L'émiettement déterminé par la production de fissures de retrait, dues au refroidissement, a contribué dans une certaine mesure aux modifications incessantes de forme de l'aiguille, mais cela n'a été là qu'une cause accessoire, au moins pendant la période de mes observations, il n'en est résulté que des détails de forme. La masse de l'aiguille, fissurée comme toute celle du dôme, était traversée par d'incessants dégagements gazeux,

(1) M. Hovey a publié [**102**] deux schémas de l'aiguille, que le major Hodder a faits du Mont Fortuné à Sainte-Lucie, en novembre 1902 et en avril 1903 ; d'après cet observateur, il se serait produit entre ces deux époques un déplacement de l'axe de l'aiguille d'une trentaine de mètres vers l'Est. En consultant la figure 5[illegible], on voit que, d'après nos observations, le changement d'axe de l'aiguille entre novembre et mars a eu lieu au contraire vers l'Ouest et entre mars et juillet vers l'Est ; il n'est pas dû au déplacement de l'aiguille, mais au changement de direction de son inclinaison.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sortant verticalement, obliquement ou horizontalement de ses parois à pic. Ceux auxquels j'ai assisté de près partaient sans violente pression ; aussi je ne pense pas que l'agent principal de destruction ait consisté en explosions produites dans la masse même de l'aiguille, mais bien dans les nuées ardentes ayant pour siège sa base Sud-Ouest.

Afin de mettre en évidence le rôle de ces nuées sur la destruction de l'aiguille, j'en ai reporté sur le diagramme de la figure 35 les principales poussées, en les distinguant suivant leur importance par des signes conventionnels. On peut voir qu'elles ont été surtout abondantes de novembre 1902 à janvier 1903, c'est-à-dire pendant la première période de l'éboulement de l'aiguille, et en second lieu pendant la période de suractivité d'août et de septembre 1903 ; mais comme, dans cette dernière, la nouvelle aiguille était peu élevée et subissait par suite des modifications peu importantes, il est moins facile de suivre la relation liant les deux phénomènes que dans la première période. On voit que les dépressions du diagramme sont toujours en relation avec des poussées gazeuses ; chaque chute importante de l'aiguille a coïncidé avec l'éruption d'une nuée. Lorsque la coïncidence n'est pas exacte sur le diagramme, cela tient à ce que la mesure de l'aiguille n'a pu être faite immédiatement après l'explosion, par suite de l'existence de brouillards sur la montagne ; mais la dépression a toujours été constatée par la première mesure effectuée après l'éruption ; je ne doute donc pas que les deux

Fig. 57. — L'aiguille du dôme (vue du côté Nord-Est) montrant sa paroi lisse et striée verticalement (Voir les planches VI et VII). (Photographie faite du morne de Macouba, le 15 mars 1903.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

phénomènes n'aient toujours été connexes; toutefois, comme j'ai tenu à donner scrupuleusement le diagramme de nos observations et non une courbe interprétative, les mesures ont toujours été figurées à la date précise où elles ont été faites.

On remarquera, en outre, que, dans cette même période d'observation, toute chute importante a été immédiatement suivie d'un nouveau mouvement d'ascension de l'aiguille; cette constatation est importante pour la théorie des nuées ardentes que j'exposerai plus loin, car elle montre nettement que celles-ci ne constituaient pas simplement d'épais nuages de poussière, consécutifs à un écroulement important de matériaux solides, mais qu'elles résultaient d'un phénomène explosif, produit par l'émission de gaz et de vapeurs, accompagnée ou suivie immédiatement par un apport de matière solide ; notons enfin, comme conforme à cette théorie, que les périodes de faible variation de hauteur du dôme ont été pauvres en nuées ardentes.

Fig. 58. — La partie antérieure du dôme dominant l'échancrure en V. [Photographie faite le 9 mars 1903 des bords du cratère (Petite Savane).] Au milieu, le grand éboulis (descendant dans la Rivière Blanche), soudé au Petit-Bonhomme, est en partie masqué par des fumerolles.

Toutes les poussées de l'hiver 1902-1903 et celles qui l'ont suivi ont été impuissantes à dégager l'ouverture d'où surgissait la masse puissante de l'aiguille; les produits gazeux ont dû par suite se frayer au voisinage un chemin dans les parties du dôme offrant une moindre résistance ; c'est ce qui explique la localisation de la sortie des nuées dans la paroi à pic dominant la haute vallée de la Rivière Blanche, au voisinage du goulot obturé par l'aiguille. Lorsqu'en septembre cette dernière a disparu, des dégagements gazeux ont pu se produire librement dans toutes les parties fissurées du sommet du dôme et les nuées ardentes se sont dirigées alors dans toutes les directions, reproduisant, en petit, ce qui s'est passé au cours du paroxysme d'août.

Les écroulements de l'aiguille mettaient en évidence de la façon la plus

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nette que sa surface seule était refroidie et que sa masse était en réalité à une

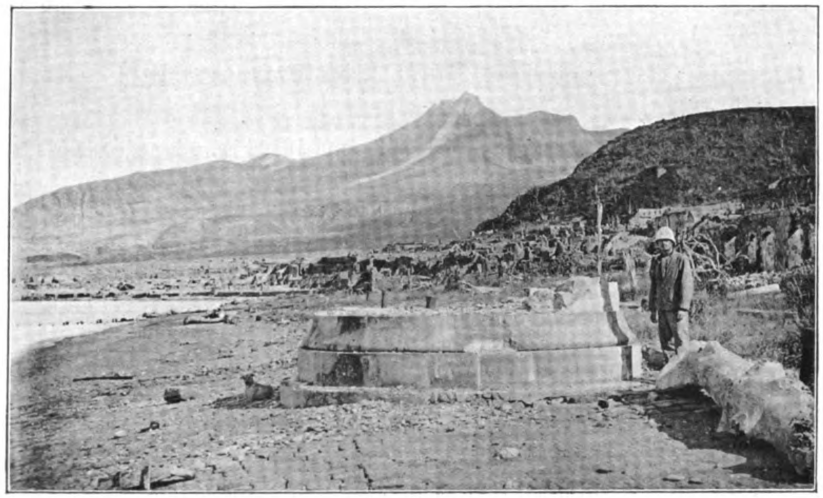


Fig. 59. — Le dôme vu des ruines du phare de Saint-Pierre (4 décembre 1903) (1). (A comparer à la figure 17, faite en mars 1903.)

très haute température. Pendant la nuit, en effet, il était possible de voir non seulement l'incandescence des blocs qui s'en détachaient, mais encore

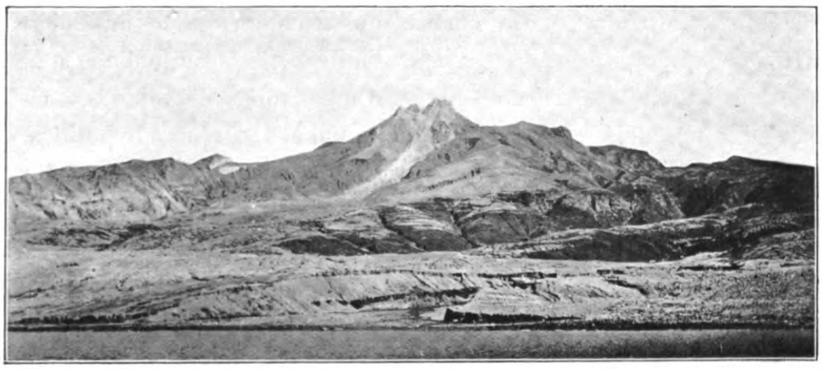


Fig. 60. — Le dôme vu par le travers de l'embouchure de la rivière des Pères (4 décembre 1903). (A comparer à la figure 47.)

les fentes brillantes qui la sillonnaient si souvent; après les éruptions de

(1) Les figures 59 à 61 montrent l'aspect sous lequel se voient la Montagne Pelée et la côte, quand on longe le rivage en bateau depuis la rade de Saint-Pierre jusqu'au Coffre à Mort.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nuées, de vastes cicatrices saignantes (1) faisaient de cet obélisque terminant la montagne un phare aux dimensions colossales, que l'on voyait de loin briller d'un vif éclat et éclairer tout à l'entour les nuages atmosphériques ou volcaniques : ce spectacle admirable a souvent rempli et charmé nos nuits d'observation.

Le 3 septembre 1903, à 4 heures du matin, l'adjudant Guinoiseau a assisté, des bords du cratère, à l'écroulement de la partie Sud-Ouest de la nouvelle aiguille qui se formait alors ; cette chute a été consécutive d'une nuée ardente dirigée dans la vallée de la Rivière Blanche; aussitôt après, la cicatrice de l'aiguille et les éboulis qui avaient roulé dans la rainure du cratère ne formaient qu'un vaste brasier.

Tous ces écroulements, petits ou grands, produits aux dépens du dôme ou de son aiguille, étaient accompagnés de bruits ou de grondements de nature variée, quelquefois perceptibles à grande distance. Des bords du cratère, il était possible de préciser leur nature ; dans les moments de tranquillité, ils étaient presque continus et comparables à celui du bris de grandes masses de verre ou de vaisselle.

J'ai exposé plus haut les raisons pour lesquelles je ne crois pas que les produits de projection verticale retombés dans le cratère aient joué un rôle important dans la constitution du dôme; aussi me paraît-il superflu de discuter l'hypothèse du cône de débris qui a été proposée au début par M. Hovey et M. Heilprin ; ces savants d'ailleurs, à la suite d'une nouvelle visite à la Martinique, se sont rangés à ma manière de voir [**102** et **92**]. M. Jaggar, toutefois, a exposé tout récemment [**111**] une hypothèse destinée à remplacer celle-ci ; ce savant déclare en effet que mon explication de la formation de l'aiguille n'est pas susceptible de démonstration ; il ne veut même à aucun prix accepter que de la lave récente se soit épanchée. A ses yeux, l'éruption n'a rejeté que des roches anciennes qui se seraient accumulées autour de leur orifice de sortie et auraient été ensuite refondues par le passage de gaz à haute température. Sa principale objection contre la production de la lave récente consiste dans ce que, depuis la période historique, il ne s'est produit aucun épanchement de lave dans les volcans des Antilles, que les coulées sont rares dans leurs forma-

(1) Les blocs éboulés présentaient parfois des phénomènes de rubéfaction superficielle démontrant que les parois se sont refroidies au contact de l'air (Voir Deuxième Partie, chap. I).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tions anciennes et qu'un changement de régime lui paraît bien invraisemblable. La lecture du chapitre de pétrographie de ce livre montrera ce qu'il faut penser de l'affirmation concernant la nature des produits de l'éruption actuelle; l'idée qu'une masse fondue de plusieurs centaines de mètres de

Fig. 61. — Le dôme et la vallée de la Rivière Blanche (4 décembre 1903). (Photographie faite par le travers du Coffre à Mort, visible à gauche.)

hauteur puisse être produite par le passage de gaz à haute température sur des matières de projection arrachées au vieux sol ne repose sur aucune observation, elle me paraît tout à fait inadmissible; quant à l'argument tiré de la géologie ancienne des Antilles, il porte en lui-même sa critique.

§ III. — La structure du dôme.

Les détails qui viennent d'être donnés sur la forme du dôme, sur sa topographie, sur son mode de genèse, indiquent quelle importance capitale aurait la connaissance de son anatomie interne, des particularités de structure des divers types de roches qui le constituent et de leurs relations mutuelles. Ces questions n'ont cessé de me préoccuper pendant tout mon séjour à la Martinique, et cela a été pour moi un véritable supplice de Tantale de me trouver aussi près de ce champ d'expériences incomparable, sans pouvoir le toucher directement. Malheureusement, en effet, le dôme est resté jusqu'à présent inaccessible; chaque jour qui s'écoule rend plus problématique la chance de pouvoir arriver à son étude minéralogique détaillée. Les photographies qui en ont été faites récemment et que j'ai pu examiner

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

pendant la rédaction de ce chapitre montrent que, depuis mon départ, les éboulis masquent de plus en plus les roches en place, qui prédominaient au mois d'octobre 1902. Il n'est pas impossible que, comme le Georgios de Santorin, le sommet du dôme ne soit avant la fin de l'éruption décapité par une phase explosive et, dans ce cas, un manteau de produits de projection pourra ensevelir les dernières chances de résoudre d'une façon complète le problème posé.

Je me suis attaché tout au moins à réunir une très grande collection des matériaux rejetés sur les bords du cratère par les éruptions paroxysmales et surtout de ceux apportés dans la vallée de la Rivière Blanche, soit par les écroulements tranquilles du dôme, soit par les nuées ardentes. J'ai noté pour chaque échantillon la date et les particularités qui ont signalé son arrivée à ma portée. J'ai pu ainsi recueillir quelques données précises, permettant d'établir une liaison entre certaines des variations de structure et de composition minéralogique de ces matériaux et quelques-unes des conditions de leur formation. Leur étude faisant spécialement l'objet de la Seconde Partie de ce livre, je supposerai ici que mon lecteur en connaît le détail et je résumerai seulement ici les résultats pouvant conduire à des conclusions géologiques.

Il ressort des faits discutés plus haut que le dôme est constitué par un culot central encore à haute température et probablement plus ou moins visqueux, enveloppé par une carapace solide, partiellement ou complètement refroidie, en tout cas fissurée de toutes parts, mais dépourvue d'ouverture béante, permanente. A de nombreuses reprises, la matière fondue sous-jacente perçait cette carapace pour venir au jour ; elle s'écroulait en partie à l'extérieur sous forme de blocs incandescents, mais une autre partie restait figée sur place, accroissant ainsi la masse du dôme. Enfin, l'aiguille et sans doute d'autres portions moins importantes du dôme, amenées au jour par le même mécanisme, ont été produites par l'extrusion de matériaux solides, poussés de bas en haut à travers la paroi de la carapace.

Les divers matériaux rocheux qui constituent cet ensemble ont donc été consolidés dans des conditions fort diverses et nous devions *a priori* nous attendre à constater parmi eux des structures et éventuellement des compositions minéralogiques différentes ; c'est en effet ce que l'observation m'a permis de constater.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

J'ai distingué parmi les produits de l'éruption actuelle quatre types d'andésite à hypersthène. Tous sont également riches en phénocristaux [plagioclases basiques zonés (dominants), hypersthène, titanomagnétite, avec accessoirement ilménite, olivine, augite, hornblende], qui, d'un type à un autre, ne présentent aucune différence. On peut donc affirmer que ces phénocristaux sont d'origine intratellurique et que les conditions de refroidissement du magma, une fois mis en place sous forme de dôme, n'ont influencé que la cristallinité de la pâte, par laquelle ces diverses roches se distinguent les unes des autres.

Les deux premiers types sont très vitreux, l'un possède un facies obsidiennique, l'autre est formé par de la ponce ; le verre, qui est très abondant, ne contient que quelques microlites ou cristallites d'hypersthène ou de titanomagnétite, plus rarement un peu de plagioclase acide. Le troisième type est constitué par une andésite poreuse, dans laquelle apparaissent, en quantité plus ou moins grande, des microlites de plagioclases acides ; enfin, le quatrième diffère à peine du précédent par ses caractères extérieurs, mais sa pâte est extrêmement riche en petits cristaux de quartz, minéral que ne renferme aucun des autres types ; il y est souvent assez abondant pour que la roche soit presque holocristalline.

Quant à la composition chimique de ces diverses roches, elle ne présente aucune différence systématique ; il n'existe pas plus de différence à ce point de vue entre une andésite sans quartz du type I et une andésite quartzifère du type IV qu'entre deux échantillons prélevés dans le même bloc de l'une ou de l'autre de ces roches.

Les spécimens que j'ai étudiés ont été recueillis dans les trois conditions suivantes : 1° sur les bords du cratère (projections des paroxysmes) ; 2° dans la vallée de la Rivière Blanche, après le passage des nuées ardentes (1) ; 3° dans la même vallée, au pied de l'éboulis du dôme, à la suite d'écroulements tranquilles de celui-ci.

Les roches provenant des bords du cratère ont été consolidées de deux conditions différentes : les unes consistent en bombes craquelées, appartenant aux types I et II et résultent du refroidissement brusque de portions du magma projetées à l'état pâteux ; les autres sont formées par des blocs

(1) Les échantillons recueillis en juin et juillet sur le trajet des nuées ardentes de mai appartiennent essentiellement aux types I et III.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

anguleux, rejetés à l'état solide ; ce sont soit des morceaux de la carapace du dôme, soit des fragments arrachés plus ou moins profondément à l'intérieur de celui-ci ; ils correspondent à tous les types, mais avec prédominance des trois premiers.

Parmi les matériaux apportés par les nuées ardentes, il existe aussi deux catégories de blocs ; les uns proviennent de la rupture de la carapace ou de la démolition de l'aiguille, les autres sont dus à ces écroulements que j'ai décrits plus haut en les considérant comme déterminés par la venue au jour du magma profond se consolidant et se craquelant dès son arrivée à la surface. Les premiers appartiennent surtout au type III, les seconds aux types I et II. Je base cette distinction d'origine sur les observations suivantes : les blocs du type III existaient presque seuls dans les roches transportées par les deux premières nuées ardentes survenues en novembre après un long repos des forces explosives, tandis que les types I et II étaient, en décembre, d'autant plus abondants que les nuées ardentes qui les entraînaient étaient plus rapprochées les unes des autres. Les produits apportés dans les vallées de la Rivière Blanche par la grande nuée ardente du 9 juillet et par celle du 30 août 1902 étaient essentiellement constitués par des ponces, dont la forme anguleuse et les dimensions, dépassant parfois plusieurs mètres cubes, indiquent suffisamment qu'elles ont dû constituer des masses continues importantes.

Quant aux roches provenant de l'écroulement tranquille du dôme, elles sont à rapporter essentiellement aux types III et IV. En octobre 1902, je n'ai trouvé au pied des éboulis du dôme, dans la haute vallée de la Rivière Blanche, que des blocs du type III ; depuis le mois de janvier 1904, les échantillons recueillis au même endroit et dans le talus même d'éboulis sont presque tous à rapporter au type IV, quartzifère.

En résumé, on voit que les roches résultant d'un refroidissement brusque, soit par projection, soit par écroulement violent du dôme, ont une pâte plus ou moins complètement vitreuse, alors que les produits du refroidissement lent, superficiel, appartiennent surtout au type poreux ; dans tous les échantillons de ce dernier, recueillis au cours de l'hiver 1902-1903 (1), et dans ceux du début de l'éruption, j'ai constaté l'absence ou l'extrême rareté de la tridymite (celle-ci manque à peu près complè-

(1) A mon grand regret, je n'ai pu examiner aucun échantillon recueilli entre le 9 mars 1903 et le 29 janvier 1904.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tement dans les types vitreux expulsés trop rapidement du dôme), tandis que le même minéral est devenu de plus en plus abondant dans les produits éboulés de celui-ci sous une forme quelconque, depuis la dernière période de suractivité d'août-septembre 1903.

La production des roches quartzifères paraît être localisée dans les parties non superficielles du dôme; c'est en effet sous forme d'enclaves dans les blocs de projection du 9 juillet et du 30 août 1902, que j'ai trouvé les premiers échantillons étudiés. Ce sont eux qui semblent aujourd'hui être presque exclusivement fournis par les éboulements de la petite aiguille (1) en voie d'évolution. On se demandera peut-être pourquoi les éboulements de la première aiguille n'ont pas fourni de roches semblables pendant l'hiver 1902-1903; j'attribue ce fait à l'ascension trop rapide de celle-ci pendant la période de mes observations, tandis que, depuis octobre 1903, les accroissements du sommet du dôme sont très lents; le mécanisme que j'ai indiqué plus haut pour l'extrusion de l'aiguille implique la sortie d'une masse rocheuse, consolidée sous la carapace et par conséquent soumise au même régime que l'intérieur du dôme. Par suite, plus son ascension est lente, plus il y a de chances pour que sa cristallinité soit grande et, dans tous les cas, les conditions de la consolidation de la roche doivent être différentes de celles réalisées dans les parties solidifiées au voisinage de l'extérieur. Il est vraisemblable que, si une période paroxysmale s'ouvrait actuellement, la proportion des roches quartzifères rejetées à l'état entièrement solide serait incomparablement plus considérable que dans les paroxysmes précédents.

Si les conclusions auxquelles me conduisent mes observations sont exactes, le dôme, après son refroidissement, sera constitué par un culot d'andésite à pâte quartzifère, plus ou moins complètement microgrenue (2), entouré d'une enveloppe d'andésite non quartzifère, avec prédominance du type III, riche en tridymite. Cette enveloppe sera traversée par des veines d'andésite plus ou moins vitreuse, produites par la consolidation des apports que nous avons observés si souvent grâce à leur incandescence. Le refroidissement des

(1) Ces blocs ont été ramassés en avril 1904 par le sergent Lacombe dans le talus d'éboulis descendant dans la Rivière Blanche, presqu'à la hauteur de la rainure de la Petite Savane; ils tombaient de l'aiguille du dôme, qui subissait alors un très lent mouvement d'accroissement.

(2) Certaines des enclaves de l'éruption du 30 août sont des *micronorites* porphyriques, pouvant admettre dans leur composition de la cordiérite; de véritables *norites quartzifères* se trouvent en enclaves dans les types quartzifères de l'aiguille actuelle.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

diverses parties de la carapace ayant été inégalement rapide, l'épaisseur de cette enveloppe non quartzifère doit être variable ; il est probable que la partie la moins profonde du culot quartzifère est elle-même traversée par des veinules de cristallinité moindre, alors que son sommet fournira selon toute vraisemblance l'exemple de dykes quartzifères (restes de l'aiguille ou des rudiments d'aiguille de formation actuelle), émergeant de portions de la carapace moins cristallines qu'eux.

Brèches ignées. — J'ai recueilli d'assez nombreux échantillons de brèches ignées, dont l'étude est intéressante, car, d'après la structure des fragments qu'elles englobent, on peut montrer qu'elles se sont produites à des profondeurs diverses. Les unes, en effet, à pâte vitreuse, empâtent uniquement des fragments de phénocristaux et des morceaux d'andésite poreuse ou vitreuse : elles ont été formées au moment où le magma, injecté dans les fentes, bavait au voisinage de la surface au milieu des produits brisés par les explosions, produits qu'il a pu englober, mais non refondre ; j'ai trouvé ce type de brèche dans les apports des nuées ardentes de l'hiver 1902-1903. D'après une détermination qu'a bien voulu faire M. Leduc, une température de 1150° environ est suffisante pour obtenir une brèche semblable aux dépens de l'andésite concassée et dont la structure est identique à celle qu'il s'agit d'expliquer.

D'autres brèches empâtent des matériaux plus cristallins du type IV ; elles proviennent de parties profondes du dôme, elles ont été exclusivement rejetées sur le plateau des Palmistes par les grandes explosions d'août ; je n'ai jamais trouvé rien d'analogue dans les apports des nuées de l'hiver 1902-1903. On voit réunis dans le ciment de ces brèches et dans les fragments qu'elles englobent les termes extrêmes de la cristallinité des roches de l'éruption actuelle.

Brèches de friction. — Enfin, il existe des brèches de friction, dont la formation était à prévoir, étant donné le mode d'ascension de l'aiguille (1).

(1) Avec l'obligeant concours de M. Leduc, chef de la Section des matériaux de construction, j'ai cherché à reproduire expérimentalement ces brèches dans le laboratoire d'essai du Conservatoire des Arts et Métiers, dirigé par M. Perot. Des cylindres ont été taillés dans les types d'andésite de l'éruption actuelle ; ils ont été soumis d'abord à une pression de 1600 kilogrammes par centimètre carré ; ils n'ont subi aucun tassement tant qu'au cours de la compression le cylindre a été soutenu par une gaine d'acier, mais la compression libre a déterminé l'éclatement, avec une violente détonation, de l'un de ces cylindres sous la pression de 1450 kilogrammes et de l'autre sous celle de 1600 kilogrammes. Il s'est produit ainsi de la poussière et des esquilles tout à fait semblables à celles qui constituent les cendres et les lapillis recueillis près du cratère. Nous avons comprimé

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Les unes sont formées aux dépens du type I ; je les ai recueillies dans la vallée de la Rivière Blanche : elles sont de formation superficielle et produites dans la même région que le premier type des brèches ignées ; les autres, au contraire, que j'ai trouvées exclusivement sous forme de blocs (éruption du 30 août) sur les bords du cratère, ont été formées (comme le second type de brèches ignées) aux dépens du type quartzeux très cristallin ; l'existence de ces dernières brèches indique donc la production, dans l'intérieur du dôme, d'actions mécaniques, analogues à celles que nous avons vues se réaliser à l'extérieur.

Enfin, on verra plus loin (Deuxième Partie) comment l'étude de certaines roches projetées le 30 août donne une idée des altérations profondes qui doivent constamment modifier les parois des canaux souterrains du dôme et fournit des données sur le cycle compliqué de transformations minéralogiques par lesquelles ont dû passer certains fragments de ces roches altérées qui ont subi de nouvelles modifications, puis ont été englobées dans des portions plus chaudes du magma venant de la profondeur.

En définitive, la production actuelle de roches quartzifères, plus ou moins complètement microgrenues, que je considère comme l'une des plus importantes des constatations que j'ai eu l'occasion de faire, montre que les conditions nécessaires à la formation du quartz dans une roche volcanique, conditions qui seront discutées dans la Seconde Partie de ce livre (1),

ensuite dans un petit cylindre d'acier les débris ainsi formés jusqu'à une pression de 4 000 kilogrammes par centimètre carré ; il en est résulté une brèche rappelant par son aspect extérieur celle qu'il s'agit d'expliquer, mais il a été impossible de l'agglomérer. Il est vraisemblable que les brèches de la Montagne Pelée se sont produites à une température assez élevée pour permettre la soudure des éléments vitreux qui les constituent.

Au moment de la mise en pages, j'ai eu connaissance d'expériences de M. W. Spring [*Bull. Acad. roy. de Belgique*, n° 12 (sciences), 1899, 790-815], qui a cherché, sans succès, à agglomérer du sable quartzeux par une pression de 10 000 kilogrammes ; il a pu démontrer que, seuls, les corps doués de la faculté de se déformer sous l'influence d'une compression, sans se briser, peuvent être agglutinés par pression : cela explique notre insuccès.

Bien que nos expériences n'aient pas été satisfaisantes, elles donnent cependant une idée de l'ordre de grandeur des pressions nécessaires pour déterminer ces éclatements de blocs qui sont si fréquents dans le dôme. Il sera fort intéressant plus tard de voir si, dans celui-ci, ces brèches sont localisées au voisinage de l'aiguille ou si, comme cela est plus vraisemblable, elles sont disséminées dans de nombreux points du dôme.

(1) Cristallisation de la roche suivant deux *modes* distincts ; dans le premier, produit en profondeur à haute température, la fusion ignée a dû jouer le rôle capital (phénocristaux et microlites autres que le quartz) ; dans le second, s'effectuant à une température moins élevée, dans l'intérieur du dôme, le quartz a cristallisé, selon toute vraisemblance, comme dans les expériences de Senarmont, Daubrée, Friedel, grâce à l'action minéralisatrice de la vapeur d'eau sous pression, vapeur d'eau dont les explosions répétées de l'éruption actuelle montrent l'abondance dans le magma.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

peuvent être r éalisées à une faible profondeur, sous la carapace solidifiée d'un dôme de roche acide en voie d'évolution. La facilité avec laquelle ces roches quartzifères sont émises à l'extérieur dans les périodes tranquilles de l'éruption actuelle est une nouvelle démonstration que cette carapace, non quartzifère et moins cristalline, est peu épaisse.

Il est vraisemblable que lorsque l'éruption sera terminée, si le dôme reste à découvert, l'érosion aura vite raison de la résistance de cette partie extérieure et que très rapidement le culot central quartzifère apparaîtra entièrement à nu. C'est probablement grâce à un mécanisme de ce genre que les pitons dacitiques du Carbet, sans doute formés à la façon du dôme de la Montagne Pelée, montrent surtout à nos yeux des dacites à pâte quartzifère, alors que de loin en loin seulement on y trouve des affleurements de dacites à pâte dépourvue de quartz, sans que, sur le terrain, il soit possible d'établir de distinction entre ces deux types de roches.

On voit que l'existence, dans un même dôme, de roches, différentes à la fois par leur structure et à certains égards par leur composition minéralogique, se pénétrant mutuellement sous forme de dykes ou de veines, n'implique pas nécessairement des périodes bien distinctes de mise en place, puisque quelques mois ont suffi à la construction de cet édifice compliqué que doit être le dôme de la Montagne Pelée.

Notons en terminant que si des variations dans les conditions de refroidissement ont fait varier la structure et la composition minéralogique des roches formées par la consolidation du magma, elles n'ont conduit à aucun phénomène (chimique) de différenciation magmatique systématique; ce fait, rapproché de l'identité de composition chimique et minéralogique de la lave actuelle et de celle qui constitue le vieux sol de la Montagne Pelée, indique une fixité du magma alimentant ce centre volcanique, qui mérite d'être notée.

§ IV. — Généralisation des observations précédentes.

Il me reste, en terminant ce chapitre, à insister sur la portée générale des observations faites sur le dôme de la Montagne Pelée en ce qui concerne le mécanisme de l'édification de certaines montagnes volcaniques ; parmi celles-ci, il en existe un grand nombre qui présentent la forme de dômes, le plus généralement dépourvus de cratère. Jusqu'à présent, on les consi-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dérait volontiers comme le résultat du démantellement d'édifices plus compliqués, comme un noyau solide décapé par des érosions ayant fait disparaître les produits de projection qui les recouvraient originellement; mais, en réalité, leur mode de formation restait une énigme pour les géologues. Pour la première fois, une observation directe a permis d'assister à la production d'une montagne de ce genre; à ce point de vue, l'éruption de la Martinique marquera une étape mémorable dans l'histoire du volcanisme.

Les débuts de l'éruption de 1866 à Santorin avaient permis déjà de soupçonner au moins l'un des modes possibles de formation d'un appareil de ce genre ; les géologues accourus pour étudier cette éruption ont vu alors surgir de la mer des amas de blocs incandescents, croûlant sans cesse sous la poussée d'une masse éruptive qui n'a jamais apparu librement au jour. L'ensemble de cette formation avait reçu alors la dénomination très typique de *cumulo-volcan*, mais, le Georgios s'étant rapidement transformé en volcan de projection à cratère, l'évolution de cette sorte d'appareil volcanique et son fonctionnement étaient restés obscurs.

L'éruption de la Montagne Pelée nous a appris comment un cumulo-volcan peut se transformer en un dôme, en surgissant de son enveloppe de débris, par deux mécanismes distincts que j'ai cherché à préciser plus haut. Il est vraisemblable qu'elle nous apporte la clé de la genèse de la plupart des dômes volcaniques, sinon de tous, et en particulier de ceux de *domites* de la chaîne des Puys, des pitons de phonolites et de quelques-uns de ceux de trachytes et d'andésites du Massif central de la France. La naissance de son aiguille fournit aussi une explication *possible* de ces dents à formes bizarres que l'on voit souvent à la surface des dômes andésitiques anciens d'autres régions, et dont M. Stübel a figuré de si beaux exemples, observés par lui dans les volcans de l'Amérique équatoriale ; comme l'aiguille de la Montagne Pelée, elles sont très vraisemblablement le résultat d'un phénomène *constructif* et non *destructif*.

Ces conclusions sont celles que j'ai formulées au retour de ma Mission dans une note insérée aux *Comptes rendus* du 6 avril 1903 [**122**]. Depuis lors, de nombreux géologues ont cherché dans leurs observations récentes ou anciennes des faits pouvant être expliqués par ce qui s'est passé à la Martinique. M. Hovey a fait remarquer [**102**] que les dômes de l'île de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Saba et de la Soufrière de la Guadeloupe (1) avaient probablement une origine du même genre; mes observations, en ce qui concerne ce dernier, m'ont conduit à la même manière de voir.

M. Stübel, dans un mémoire datant du commencement de 1904 [**185**], a figuré à nouveau un certain nombre de ces géants andésitiques, dont il s'est fait l'historiographe; les uns se trouvent dans l'Équateur [le Rucu Pichincha (4737 m.), le Cotacachi, le Quilindaña (4919 m.), le Casaguala et le Quillpicasha (4545 m.)], les autres en Bolivie [le Sincholagua (4988 m.), l'Anallajche (5600 m.) et le Sajama (6584 m.)]. Le savant géologue n'hésite pas à assimiler le mode de formation de ces montagnes volcaniques à celui du dôme récent et à attribuer une origine semblable à l'ensemble de son groupe des volcans monogènes.

Sir Richard Strachey (2) fait la même assimilation pour certaines dents basaltiques du Dekkan, M. J. C. Branner (3) pour le pic phonolitique, en forme de tour, de Fernando de Noronha, M. Israël Russell (4) pour le dôme rhyolitique, occupant le centre du Panum Crater (Mono Lake, Californie), et pour le piton d'andésite à hornblende de l'île de Bogosloff, qui s'élève d'un seul jet (à une hauteur de 97 mètres) de la mer de Behring.

Malgré la vraisemblance de la plupart des comparaisons qui viennent d'être indiquées, il me semble nécessaire de procéder sans hâte, et d'étudier à nouveau de plus près ces diverses montagnes volcaniques à la lumière des faits nouveaux, avant de se prononcer d'une façon définitive ; c'est pourquoi je n'insiste pas davantage sur les dômes du Massif central de la France que je me propose d'étudier minutieusement à ce point de vue. Il sera utile de rechercher, pour chaque cas particulier, quel rôle ont pu jouer, dans la construction de ces édifices volcaniques, les deux mécanismes distincts mis en évidence par l'étude de la Montagne Pelée : l'*intrusion* du magma visqueux dans la carapace disloquée en voie de solidification, et éventuellement l'*extrusion* de roche solidifiée à l'extérieur de celle-ci. Il est bien vraisemblable que des variations minéralogiques et structurelles systématiques de l'ordre de celles que j'ai décrites plus haut pourront être retrouvées dans d'autres régions.

(1) Ch. Sainte-Claire Deville avait formulé jadis la même opinion, en partant, il est vrai, d'une idée théorique inexacte (cratères de soulèvement) [**203**].
(2) *Nature*, London, LXVIII, 1903 (573-574).
(3) *Amer. J. of Sc.*, XVI, 1903 (442-444).
(4) *Ibid.*, XVII, 1904 (253-268).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Quelles sont maintenant les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un magma volcanique en voie d'épanchement puisse construire un dôme? Une seule paraît être véritablement indispensable : c'est que le magma soit émis à l'état très visqueux. La viscosité est possédée particulièrement par les magmas acides, toujours peu fusibles ; c'est pourquoi les roches constituant les dômes appartiennent généralement à des types pétrographiques riches en silice (ou tout au moins pouvant fournir de l'orthose), aux rhyolites, aux trachytes, aux dacites, aux andésites, enfin aux phonolites, mais il n'y a aucune impossibilité à ce que des roches basiques édifient de semblables dômes, à condition qu'elles soient émises à une température peu élevée ou, ce qui revient au même, avec une vitesse suffisamment faible pour permettre un refroidissement rapide.

La formation d'un dôme par la venue au jour d'un magma déterminé dépend donc, non pas seulement de la composition chimique de ce dernier, mais aussi des conditions dans lesquelles s'effectue son émission, un même magma pouvant édifier des types très différents de montagnes volcaniques ; la comparaison de l'histoire ancienne de la Montagne Pelée et de son éruption actuelle en fournit une démonstration typique. Avant l'éruption en cours, cette montagne de 1350 mètres de hauteur était en effet entièrement constituée par des brèches ou des conglomérats volcaniques, recouverts par des tufs ponceux résultant d'une succession de formidables éruptions ; or, toutes ces roches ont la même composition chimique que la lave qui vient au jour actuellement. La Montagne Pelée montre donc aujourd'hui l'emboîtement de deux genres de montagnes volcaniques tout à fait différentes au point de vue structurel, un *dôme* édifié au milieu de la *caldeira d'un cône de projection*, sans cependant qu'il y ait eu changement important dans la composition chimique du magma qui a fourni la matière de l'un et de l'autre.

Les conditions spéciales dans lesquelles se produit l'éruption déterminent donc la nature de la construction qu'elle élève. Une grande viscosité — dépendant, dans notre cas particulier, à la fois de la faible fusibilité du magma et de la lenteur de son émission, — jointe à la discontinuité des grands dégagements de gaz et de vapeurs, a conduit à la formation du dôme actuel ; si cette même quantité de lave avait été épanchée à plus haute température dans un temps plus court, elle eût sans aucun doute donné naissance à une

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

véritable coulée (1) ; si enfin le dégagement des gaz et des vapeurs avait été plus violent et continu pendant l'ascension de la lave, celle-ci eût été pulvérisée par parcelles et l'on eût eu une nouvelle édition des éruptions qui, à une époque ante-historique, ont couvert les flancs de la Montagne Pelée de son épais manteau de ponces ; dans ces conditions, le résultat de l'éruption eût été un accroissement de volume du cône ancien de projection.

En terminant, je ferai remarquer que le mécanisme de la formation du dôme de la Montagne Pelée indique fort bien la cause de la forme plus ou moins conique que possèdent en général les dômes volcaniques. L'éruption débute par l'émission d'une masse plus ou moins considérable de lave qui a une tendance toute naturelle à s'étaler autour de l'orifice de sortie, tendance combattue par la viscosité de la matière fondue se consolidant vite, — dans le cas particulier de la Montagne Pelée, la forme même de la caldeira dans laquelle s'est produit l'épanchement a été en outre un obstacle à cet étalement, — la base ainsi formée peut s'élargir, soit par l'émission de bavures ou de coulées limitées se faisant jour à travers les fissures de la partie déjà consolidée, soit par la formation d'un talus d'éboulis alimenté par les fragments qui se détachent sans cesse de la surface en voie d'accroissement et de refroidissement. A mesure que ce dernier s'accentue, la poussée profonde se localise peu à peu au sommet qui bourgeonne et ainsi, progressivement, le dôme gagne en hauteur, prenant une forme de plus en plus aiguë. On a vu en outre comment une aiguille peut surgir à son sommet — et on peut la concevoir en une région quelconque de sa masse — quand la poussée ne s'exerce que sur un point très limité, par suite de l'épaississement de la carapace qui, en se refroidissant, résiste chaque jour davantage aux efforts de rupture.

(1) Ce cas a été réalisé dans le massif du Carbet, où se rencontrent des coulées d'andésite, identique comme composition chimique à la lave actuelle. La brèche ignée qui forme sur la rive droite de la Rivière Blanche, en amont de son confluent avec la Rivière Claire, la falaise bien visible sur plusieurs figures du chapitre IX, en est peut-être une aussi.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE IV

DÉGAGEMENTS DE PRODUITS VOLATILS.

LES PHÉNOMÈNES CENTRAUX (DANS LE CRATÈRE).

Les dégagements de produits volatils constituent l'un des faits les plus apparents du volcanisme ; ils déterminent quelques-unes de ses manifestations les plus majestueuses. Nulle part, plus que dans l'éruption de la Martinique, on ne peut suivre plus nettement les différences d'effet que produisent ces dégagements, suivant les conditions dans lesquelles ils s'effectuent. Elles apparaîtront dans ce chapitre où je passe successivement en revue : 1° les dégagements de vapeur, de gaz et de matériaux solides se manifestant — sous forme de hautes colonnes verticales, qui s'échappent d'ouvertures plus ou moins permanentes lors des grands paroxysmes et, dans les périodes d'activité moindre, de fentes crevassant la carapace du dôme — ou sous forme de *nuées ardentes*, roulant à la surface du sol, quand ces dégagements viennent au jour par rupture violente d'une des parois du dôme dont ils entraînent au loin les débris ; — 2° les dégagements de vapeur, de gaz, de matériaux solides, sortant au milieu de l'eau accumulée au fond du cratère.

Dans un paragraphe spécial, j'exposerai les quelques renseignements recueillis sur la nature des gaz accompagnant la vapeur d'eau ; quant aux matériaux solides, ils seront particulièrement étudiés dans le chapitre IX, au point de vue de leur distribution et dans la deuxième partie de cet ouvrage, au point de vue de leur composition minéralogique et chimique.

§ I. — Les poussées verticales.

Les dégagements de gaz et de vapeur d'eau s'élevant du cratère ne peuvent malheureusement guère être étudiés qu'au point de vue de leur mécanisme; c'est de celui-ci seulement que je m'occuperai ici.

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Éruptions paroxysmales. — Lors des éruptions paroxysmales, les colonnes de vapeur, le plus souvent chargées de cendres, de lapillis et de blocs, avaient l'aspect classique : elles étaient formées de volutes épaisses, noires ou brunes, roulant rapidement les unes sur les autres. Elles étaient le résultat d'explosions répétées, produites, selon toute vraisemblance,

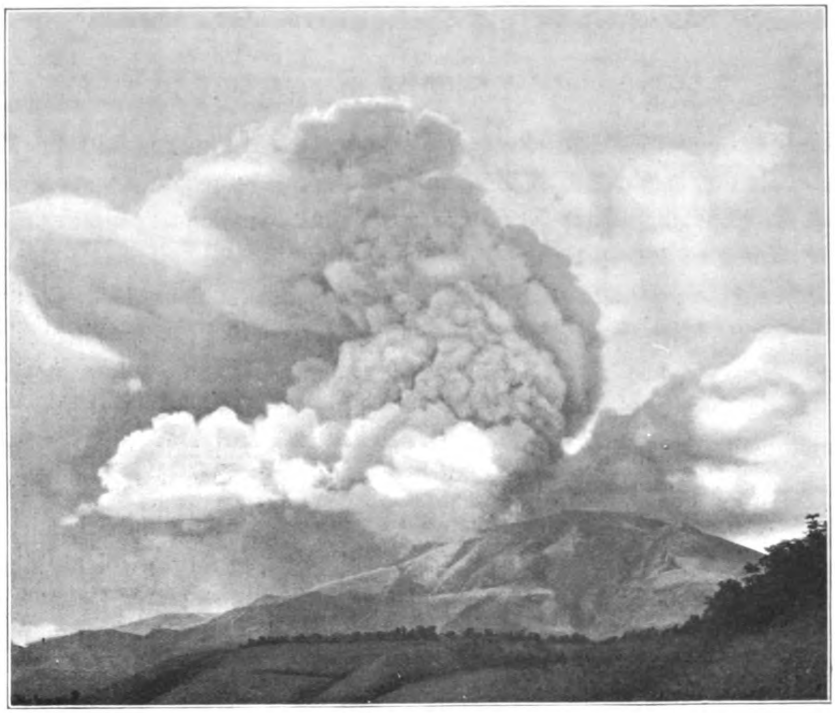


Fig. 62. — Une poussée paroxysmale de la fin d'août 1902. (Photographie de M. Fabre.)

au voisinage d'une ouverture de sortie *béante*. Chacune de ces explosions donnait ainsi naissance à une poussée de volutes, s'emboîtant dans celles de la poussée précédente et donnant comme résultante l'apparence d'une poussée continue.

Les récits des témoins concernant les phénomènes des premiers jours de mai nous représentent cette colonne comme s'élevant d'abord de plusieurs points de la caldeira, puis plus tard d'un seul : elle était parfois, dans sa partie inférieure, assez rectiligne et assez grêle pour laisser apercevoir

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

distinctement de Saint-Pierre le morne La Croix vers l'Est ; on put voir, certains jours, la cendre retomber sur place dans le cratère, mais le plus souvent la colonne était refoulée vers l'Ouest par les vents alizés.

Quand la poussée était suffisamment violente, et cela était le cas lors des grands paroxysmes, la colonne de vapeur et de cendres dépassait la région où règnent les alizés, atteignant même jusqu'à 10000 mètres de hauteur. Elle parvenait ainsi dans la région des contre-alizés, où elle s'étalait en parasol ; elle était bientôt d'ailleurs entraînée avec une grande vitesse vers l'Est ou le Sud-Est, pour former ces nuages de cendres qui, les 8 et 20 mai. le 6 juin, le 9 juillet et le 30 août, ont couvert tout ou partie de la Martinique ; plus rarement elle a été chassée vers le Nord.

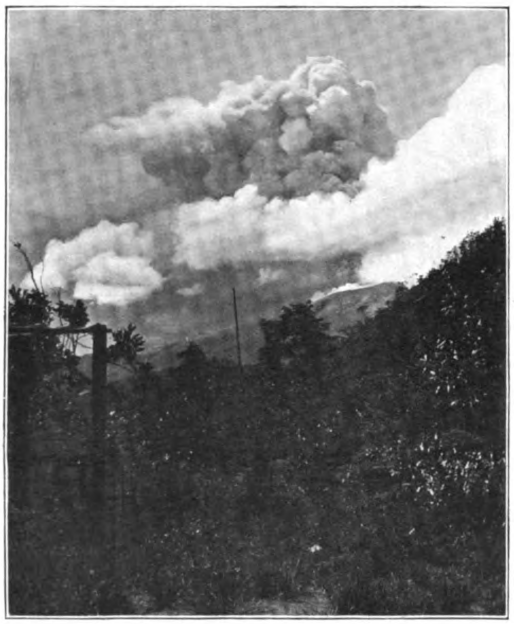


Fig. 63. — Une poussée paroxysmale traversant les nuages atmosphériques. (Photographie faite du Parnasse, le 24 août 1902, par M. Arnoux.) On voit, en outre, des vapeurs blanches s'élever du cratère, derrière la Petite Savane.

Ces nuages volcaniques sont venus ainsi jeter la terreur dans l'esprit des habitants de Fort-de-France, surtout quand le soleil levant dorait leurs contours (20 mai) ou que des éclairs sillonnaient leur masse imposante (9 juillet, 30 août) (Voir chapitre X). Comme de coutume, en effet, les phénomènes électriques étaient intenses dans ces colonnes de vapeur chargées de cendres, aussi bien au-dessus du cratère qu'une fois entraînées au loin : ceux-ci seront étudiés dans un chapitre spécial.

Je n'insisterai pas davantage sur ces phénomènes bien connus par l'étude de toutes les éruptions volcaniques ; M. Kennan [**112**], qui a été témoin

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de celles de la fin de mai, et M. Heilprin, qui a, en outre, assisté à celles de la fin d'août [**90**, 184] en ont d'ailleurs donné d'intéressantes descriptions ou photographies. Ce dernier savant estime que, le 30 août 1902, la colonne de vapeurs s'élevait de toute la périphérie du cratère, ainsi que d'une ouverture centrale du dôme ; la vitesse initiale des poussées était, d'après lui, de 45 à 90 mètres environ à la seconde.

Les figures 62 et 63 représentent quelques-unes de ces poussées du cratère : on y voit notamment comment la colonne de vapeur, chargée de cendres, traversait, comme à l'emporte-pièce, les nuages atmosphériques.

Périodes de moindre activité. — Pendant mes deux séjours à la Martinique, les projections de vapeurs étaient moins intenses que celles qui viennent d'être décrites ; je n'ai jamais vu de ces poussées continues se prolonger pendant tout un jour. J'ai cependant assisté en juin et juillet et pendant la période de suractivité d'octobre à janvier à de nombreuses poussées de vapeurs chargées de cendres du même type que les précédentes, mais elles étaient discontinues. Elles étaient, elles aussi, produites par des séries d'explosions, emboîtant leurs produits les uns dans les autres ; elles se distinguaient par ce caractère, ainsi que par une opacité beaucoup moindre, des *nuées ardentes* verticales qui vont être décrites plus loin ; les phénomènes électriques y étaient fréquents.

Intermédiaires entre cette catégorie de poussées riches en cendres et celles qui vont être décrites plus loin, s'en plaçaient d'autres, assez denses, de couleur rousse, que nous avons vues fréquemment pendant l'hiver 1902-1903 et qui ne s'élevaient généralement pas à des hauteurs très grandes ; elles étaient, elles aussi, chargées de cendres, mais en proportion moindre que les précédentes.

La montagne étant restée constamment couverte pendant notre séjour de juin et juillet, je n'ai pu me faire aucune idée précise sur la question de savoir si, à cette époque, il existait une ouverture permanente dans le dôme ; par analogie avec ce que j'ai observé pendant l'hiver suivant, je conclurai plutôt à la probabilité de la négative. Pendant cette dernière période, en effet, j'ai la certitude que toutes les poussées auxquelles nous avons assisté provenaient d'ouvertures provisoires, de simples fissures du dôme : dans les parois de celui-ci, il y avait d'ailleurs des régions de moindre résistance,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

se trouvant notamment sur son flanc Sud-Ouest, d'où les bouffées sortaient de préférence à tout autre point.

Enfin, il me reste à indiquer un dernier type de poussées de vapeurs, qui était le plus fréquent pendant l'hiver 1902-1903; il consistait essentiellement en colonnes, tantôt grises, tantôt très blanches par suite de l'absence de cendres ou tout au moins de la grande pauvreté en matières solides et qui présentaient tous les intermédiaires possibles entre

Fig. 64. — La Montagne Pelée le 27 mai 1902, vue par le travers de Grand-Rivière. (Photographie de M. Cunge.)

des types à circonvolutions nettes et d'autres à contours vagues, comparables au jet d'une chaudière.

Elles avaient le plus souvent une vitesse faible; elles pouvaient s'élever cependant à quelques milliers de mètres au-dessus du cratère. Lorsque leur force ascensionnelle était minime, elles se réunissaient parfois au-dessus du cratère pour former à celui-ci une calotte distincte, comme dans la figure 65, mais le plus souvent elles se confondaient avec les nuages atmosphériques, qui cachent presque toujours le sommet de la Montagne Pelée.

Ce type de poussées de vapeur était surtout produit par la réunion de ces innombrables bouffées de moindre importance, que permettaient seules

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

d'étudier en détail les observations faites sur les bords mêmes du cratère. Ces bouffées, dont je reparlerai plus loin en étudiant les fumerolles, sortaient de toutes parts des parois fendillées du dôme; elles étaient entraînées ensuite le long de l'aiguille terminale par une sorte de tirage déterminé par l'ascension des gaz chauds. Quand on examinait la montagne de loin, la colonne résultante semblait parfois partir du sommet même de l'aiguille; mes observations ne laissent cependant aucun doute sur l'exactitude de l'explication que je propose.

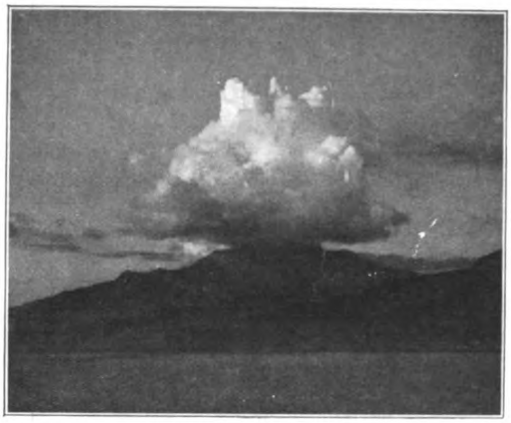


Fig. 65. — Calotte de nuages volcaniques s'élevant lentement du cratère. (Photographie faite à la tombée de la nuit, le 18 décembre 1902.)

Fréquemment aussi, les poussées verticales de ce type s'élevaient, non plus du dôme, mais de la rainure même du cratère; leur production était souvent en relation fort nette avec les grains de pluie tombés sur la montagne; aussi je n'hésite pas à les considérer comme d'origine tout à fait superficielle, d'autant plus qu'il existe une liaison étroite entre la position de la partie de la rainure d'où elles partaient d'ordinaire et la topographie du sommet de la montagne. Elles s'élevaient, en effet, surtout de la portion de la rainure s'étendant du morne La Croix à l'extrémité orientale de la Petite Savane, là où, lors de mes ascensions, je n'ai pas constaté plus de fumerolles qu'ailleurs. Or, c'est là que se déversaient naturellement les eaux pluviales qui tombaient sur une partie du sommet de la montagne; en effet, tandis que les bords du cratère sont en général inclinés vers l'extérieur avec une pente très raide, au Sud du morne La Croix ils sont aujourd'hui constitués par un petit plateau (prolongement de l'emplacement de l'ancien lac des Palmistes) qui s'incline au contraire vers l'intérieur du cratère. Toute l'eau, déversée ainsi dans celui-ci, se trouvait dès lors immédiatement en contact avec la base du talus d'éboulis du dôme, constitué par des matériaux à haute

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

température : elle pouvait aussi s'infiltrer facilement dans les fissures de la base de celui-ci ; je n'ai, en effet, jamais vu d'eau stagnante dans cette rainure du cratère, mais seulement de petites flaques desséchées, comme celle qui est visible dans la figure 11. Cette eau était donc rapidement volatilisée, soit tranquillement, soit violemment, fournissant, suivant les cas, des vapeurs diffuses ou de volumineuses poussées absolument blanches.

Le phénomène dont il s'agit ici est la reproduction dans le cratère de celui qui va être étudié dans le chapitre IX, comme résultat de l'action des eaux pluviales sur les matériaux à haute température, accumulés dans les dépressions des flancs du volcan. Je crois d'ailleurs qu'il ne faut pas aller plus loin dans cette voie et ne pas chercher dans l'action des eaux superficielles l'explication des autres manifestations plus importantes produites dans le cratère.

§ II. — Les nuées ardentes.

L'un des phénomènes essentiels des éruptions de la Montagne Pelée, celui qui en constitue l'une des caractéristiques, et qui en a été l'agent destructeur d'une puissance inconnue jusqu'alors, consiste dans les *nuées ardentes*. Je montrerai plus loin qu'elles n'ont manqué dans aucun des paroxysmes, au cours desquels elles ont été accompagnées et souvent masquées par des manifestations accessoires. La lumière à leur sujet ne s'est faite définitivement dans mon esprit que lorsque j'ai assisté, de novembre 1902 à février 1903, à une série d'éruptions de ce genre, nombreuses et variées au point de vue de l'intensité ; je les ai alors étudiées en détail et en ai donné une première description sommaire [**118** et **121**].

En rapprochant ces données de celles fournies par MM. Anderson et Flett sur l'éruption du 9 juillet [**72**], à laquelle je n'ai pas assisté, en étudiant les récits des divers témoins des grands paroxysmes et en les complétant par l'examen des résultats de ceux-ci, que j'ai fait sur place, j'ai réuni les éléments d'une étude détaillée de ce phénomène. Elle est exposée dans plusieurs des chapitres suivants ; je me contenterai ici d'une courte indication, pour marquer la place rationnelle de cette manifestation volcanique dans les phénomènes dus au dégagement des matières volatiles.

Je considère les nuées ardentes comme le résultat d'une explosion, déterminant une rupture dans les parois solides du dôme et l'entraîne-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ment d'une très grande quantité de matériaux solides brisés ou concassés, non pas toujours dans la direction verticale, mais le plus souvent sur les pentes de la montagne. La nuée ainsi produite, extrêmement riche en matériaux solides à haute température, roulait à la surface du sol plus vite qu'elle ne s'élevait verticalement; à l'inverse de ce qui avait lieu dans les poussées verticales étudiées plus haut, l'action de la pesanteur y agissait dans le même sens que la poussée initiale et même, dans le cas des faibles explosions, elle jouait le rôle prédominant dans la progression de la nuée. Lors des paroxysmes, celle-ci s'avançait avec une très grande vitesse, semant partout sur son chemin la désolation et la mort, accumulant dans tous les cas, pendant un temps très court, et sur un espace limité, d'énormes quantités de matériaux à haute température, qui ont rendu possibles les phénomènes si remarquables d'éruptions secondaires, que je décrirai dans le chapitre IX. Ces nuées ont suivi une marche variable suivant l'intensité des explosions, mais, sauf le 30 août 1902, elles sont restées localisées dans un secteur bien défini, à la limite duquel se trouvait la malheureuse ville de Saint-Pierre.

Le chapitre V est essentiellement consacré à la description des nuées que j'ai personnellement étudiées; dans les chapitres VI et VII sont passées en revue celles des éruptions paroxysmales et leurs effets dévastateurs; enfin, dans le chapitre VIII je donne un aperçu des nuées ardentes produites au cours de l'éruption de Saint-Vincent et je discute la théorie du phénomène.

Dans mes premières notes, j'ai désigné celui-ci sous le nom de *nuages denses*, afin de rappeler l'une de ses propriétés caractéristiques. Dans une note du 6 avril 1903 [**121**], j'ai, pour la première fois, employé l'expression de *nuées ardentes*, dont je me suis servi depuis lors. J'ai pu, à mon retour en France, me convaincre que cette manifestation éruptive, que, jusqu'alors, j'avais cru entièrement nouvelle, parce qu'il n'en est fait aucune mention dans les Traités de Géologie, avait été cependant observée à San Jorge aux Açores, lors des éruptions de 1580 et 1808 et qu'elle avait été alors désignée sous le nom de *nuées ardentes*, par les habitants de cette île. Il m'a paru bon de reprendre ce vieux terme qui est très expressif; j'emploie le qualificatif *ardent* dans le sens de *brûlant* et non d'*incandescent*, ces nuées ne présentant de phénomènes d'incandescence que la nuit, au moment de leur départ du dôme. Je discuterai plus loin les documents que j'ai pu recueillir sur ces éruptions anciennes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ III. — Les éruptions boueuses.

Les phénomènes décrits dans les deux paragraphes précédents consistent essentiellement dans l'émission d'une grande quantité de vapeur d'eau résultant d'explosions, produites dans la cheminée du volcan ou dans l'amas de lave émis par elle, et entraînant une grande quantité de matériaux solides. Les débuts de l'éruption de 1902 ont présenté des particularités du même ordre, mais qui se sont manifestées par la projection hors du cratère, non seulement de produits gazeux et solides, mais encore d'eau boueuse. C'est de ce genre d'éruption que je m'occuperai ici.

On a lu page 76 les récits des habitants de Saint-Pierre qui, dès la première manifestation volcanique, ont fait l'ascension de l'Étang Sec. Ils l'ont trouvé rempli par de l'eau chargée de cendres qui étaient projetées d'un petit cône de formation récente; cette chute de cendres, qui avait commencé le 2 mai, augmentait d'intensité, de jour en jour. Dès la fin d'avril, la Rivière Blanche, prenant sa source au pied de l'Étang Sec, subissait des alternances singulières de crues et d'asséchement; tumultueuse le 29 avril et le 1er mai, elle était presque à sec le 2; le 3, elle était redevenue torrentielle.

Éruption boueuse du 5 mai. — Dans la nuit du 4 au 5 mai, une grande quantité de boue noire, charriant d'énormes blocs, se précipitait dans la vallée de la Rivière Blanche, submergeant les défenses établies en amont de l'usine Guérin (1) pour la protéger contre les débordements de la rivière.

Le matin, vers 8 heures, M. Sully se rendit à l'usine (*Les Antilles*, numéro du 7 mai 1902).

200 curieux environ, dit-il, observaient étonnés la descente du formidable torrent dont les eaux, quoique pâteuses, coulaient avec des rages de torrents furieux, entraînant dans leur courant irrésistible des masses rocheuses de plusieurs mètres cubes. A la surface, dans les endroits relativement calmes, des blocs de roches, de ponces, d'éboulement des terres rongées surnageaient à peine immergés; telle était la densité des eaux de ces torrents.

(1) Cette usine était située sur le bord de la mer, au Sud de l'embouchure de la Rivière Blanche : la figure 66 montre presque tout son développement. Au Nord, la maison principale (qui est sur le bord gauche du cliché) était séparée de l'ancien lit de la Rivière Blanche par un court espace sur lequel était élevée une écurie dominant d'une hauteur de 3 mètres environ le lit de la rivière (fig. 68). Au Sud, l'usine était limitée par un grand mur perpendiculaire à la mer; un bassin se trouvait entre ce mur et l'usine (sur le bord droit, mais en dehors de la photographie).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Entre midi 30 et midi 45 se produisit dans l'Étang Sec une violente éruption boueuse ; de nombreux témoins oculaires, attirés à la Rivière Blanche par la nouvelle de l'inondation de la nuit, ont donné le récit de l'arrivée de l'énorme masse de boue qui engloutit l'usine Guérin et fit les premières victimes. J'emprunte le passage suivant au numéro du 6 mai du journal *Les Colonies* :

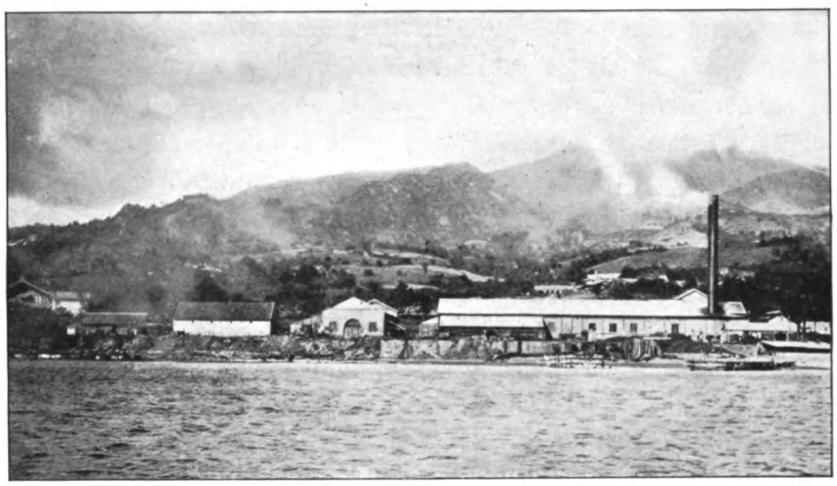


Fig. 66 — La vallée de la Rivière Blanche et l'usine Guérin avant l'éruption ; à gauche, la maison d'habitation principale, puis les dépendances et enfin l'usine ; par derrière celle-ci et touchant la cheminée, la maison de M. Guérin fils. Le bâtiment blanc avec cheminée qui se voit au-dessus de l'usine est l'usine Isnard, sur le bord de laquelle s'est arrêté le torrent boueux. Le sommet de la Montagne Pelée est caché par le brouillard. (Photographie communiquée par M. le Dr de Lavigne Sainte-Suzanne.)

Une véritable trombe d'eau bouillante se précipite directement de la montagne, sans suivre le cours de la rivière, mais passant par-dessus tous les obstacles, en bonds gigantesques, et se déverse sur l'usine... coulant le yacht *le Carbet*, qui les [M. et Mme Guérin] attendait, et coulant un autre yacht, *le Précheur*, mouillé à 150 mètres du rivage.

Ce n'est qu'après ce terrible prologue que la masse des eaux, charriant des rochers et de la terre, est venue niveler toute la région, formant une plaine de boue qui s'étend des bâtiments de l'habitation Isnard (Rivière Blanche), dont une partie a été emportée à la mer, sur une largeur de plusieurs centaines de mètres et sur une hauteur qu'on peut évaluer à 50 mètres.

D'autre part, M. Sully a donné le récit suivant du même événement (*Les Antilles*, numéro du 7 mai) :

D'après des témoins oculaires, M. Landes, qui se trouvait dans ces parages, et MM. Arnoux et Boulin, qui étaient sur mer, c'est vers midi et demi que, à la suite d'une éruption du cratère dont nous parlons plus haut, une énorme ouverture a dû être faite dans le seuil du cratère de l'Étang Sec. Ce sont les masses formidables de ces terres, mélangées

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

aux eaux bouillantes des cratères en activité, tombant ensemble d'une hauteur inconnue que l'on peut évaluer à 200 mètres et augmentées encore par le formidable foisonnement de leur masse gorgée de vapeurs, qui ont donné lieu au torrent irrésistible dont nous venons de constater les horribles effets. A la hauteur de l'habitation Isnard (située au-dessus de l'usine Guérin) [fig. 66], le torrent ne mesurait pas moins de 250 mètres de largeur sur environ 50 de hauteur, pour se répandre à l'estuaire de la Rivière Blanche en une nappe bouillante de 40 mètres de hauteur environ, sur 400 à 500 de largeur; et telle a été la rapidité de translation du torrent, semi-solide pourtant, que M. Landes l'évalue à environ 120 kilo-

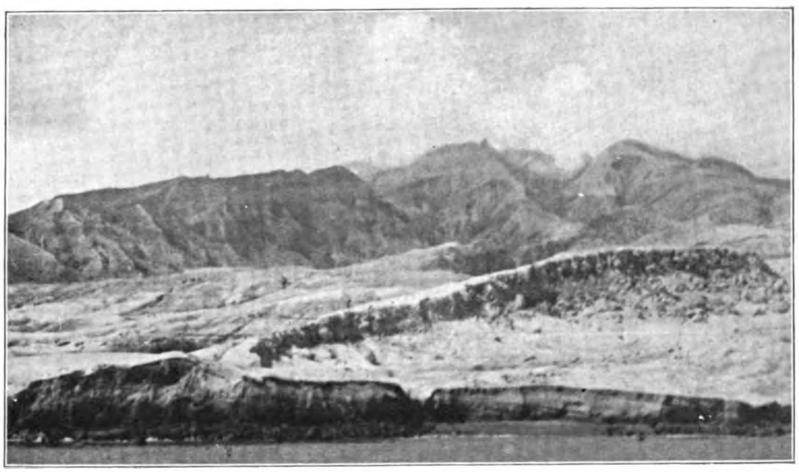


Fig. 67. — La vallée de la Rivière Blanche et l'*emplacement* de l'usine Guérin après l'éruption du 5 mai. Le conglomérat à gros bloc du premier plan occupe la place de la maison principale et des dépendances, représentées par la photographie précédente qui a été prise presque du même point. (Voir, chap. IX, la figure représentant le détail de ce conglomérat.) (Photographie faite le 13 juillet ; le sol est recouvert de la cendre blanche de la nuée du 9.)

mètres à l'heure, et M. Arnoux à quelques minutes entre son point de départ et son point d'arrivée à la mer.

C'était une montagne en marche, nous dit M. Boulin, une lame formidable, énorme, inimaginable, nous dit M. Arnoux, dont la rapidité était telle, l'impulsion si irrésistible que l'usine et ses dépendances ne furent pas ensevelies, mais *poussées* (1) à la mer, le tout tombant comme un seul bloc.

Le Dr Guérin, avec lequel j'ai souvent causé de cet événement, m'a raconté comment il dut la vie à un hasard providentiel. Il vit descendre de l'Étang Sec l'avalanche de boue noire, fumante, charriant des blocs énormes et arrivant sur son usine avec un front d'un grand nombre de mètres de hauteur et près de 250 mètres de large. Pendant que sa famille s'enfuyait vers la mer, étant retourné sur ses pas pour prendre son chapeau,

(1) Voir dans le chapitre IX, pour une observation du même genre faite sur des torrents boueux des pays de montagne.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

il vit, au moment où il arrivait devant la maison de son fils, l'avalanche passer à quelques mètres de lui, emportant la maison principale d'habitation, les dépendances, l'usine (fig. 66), son fils et sa bru, des ouvriers et des curieux, faisant en tout vingt-trois victimes. Peu de minutes après, une nouvelle poussée de boue contourna la maison restée debout et s'étala plus au Sud. M. Guérin put cependant, en entrant jusqu'aux genoux dans la boue chaude, mais non brûlante, s'enfuir du côté de Saint-Pierre; à ce moment même, une dernière poussée venait buter contre le grand mur limitant l'usine vers le Sud et remplir son bassin. Le choc de cette masse de boue fit reculer la mer, et une petite oscillation de celle-ci se répercuta à Saint-Pierre et fort loin sur la côte Ouest de l'île.

De Saint-Pierre, on vit alors pour la première fois des vapeurs s'élever dans la vallée de la Rivière Blanche, depuis la mer jusqu'au cratère ; aussi les curieux arrivèrent-ils en foule de la ville, attirés en outre par la nouvelle du sinistre. *Les Colonies* donnent (numéro du 6 mai) une description du théâtre de la catastrophe :

> Nous sommes brusquement arrêtés devant une immense plaine récemment labourée. Tel est, en effet, le spectacle inoubliable que l'on a devant les yeux : une mer de boue figée, absolument plane et sur laquelle, de distance en distance, apparaissent de petites bouffées de vapeurs analogues à des bouffées de tabac, accompagnées d'un bruit caractéristique: Pouf! pouf!

L'usine et les maisons voisines avaient disparu ; le bassin, sorte de darse où l'on faisait entrer les chalands pour les décharger, était entièrement comblé. On ne voyait émerger que la cheminée de tôle (fig. 66) retenue par deux haubans sur six et l'extrémité d'un des piliers de la balance ; cette dernière construction avec son soubassement ayant 8 mètres de haut, on peut en conclure que l'épaisseur de la boue était en ce point d'environ 6 mètres. Huit chalands en fer avaient été engloutis dans le bassin (1) ; sur le rivage, quatre autres étaient culbutés les uns sur les autres. Devant l'emplacement de l'usine, la masse de boue s'avançant dans la mer avait formé un cap d'environ 30 mètres (2). Du côté de Sainte-Philomène, elle s'était étendue jusque

(1) Sous le choc de la troisième poussée, un canot, qui se trouvait dans le bassin, a été projeté par-dessus le mur de clôture de l'usine ayant en ce point plus de 8 mètres de hauteur; il a tué un homme qui se trouvait derrière ce mur.

(2) Cette partie gagnée sur la mer n'a pas tardé à être entamée par la vague, et aujourd'hui la mer a au contraire gagné sur la terre ; la falaise est plus élevée qu'avant l'éruption, d'une part parce que la terre a été érodée et d'une autre parce que les produits des nuées ardentes successives sont venus recouvrir les apports du 5 mai. (Voir chapitre IX les figures de cette falaise.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sur la rive droite de la Rivière Blanche où elle avait enlevé une petite case située en aval de l'habitation Neuilly. Le conglomérat boueux formé par cette éruption était encore très frais à la fin de juin 1902, et il était possible de suivre sa trace assez haut dans la vallée de la Rivière Blanche : près de la mer, il était limité au Nord par un talus fort raide s'inclinant

Fig. 68. — L'ancien lit de la Rivière Blanche; à droite, on voit le pied Nord du conglomérat boueux représenté par la figure 67. On peut suivre le trajet du conglomérat, qui passe à droite du mamelon occupant le milieu de la figure. (Photographie faite le 25 juin 1902.)

vers l'ancienne embouchure de la rivière (fig. 68). Ce conglomérat est étudié dans le chapitre IX où se trouve une photographie du détail de la falaise, dont le front du côté de la mer est représenté par la figure 67.

En résumé, toutes les observations qui viennent d'être citées montrent que, quelque temps avant l'éruption du 5 mai, les fissures souterraines qui, jusqu'alors, empêchaient les eaux pluviales de séjourner dans la cuvette de l'Étang Sec, ont dû s'obturer; un petit lac s'est formé au fond de celle-ci et, sur ses bords, se sont développées d'abondantes fumerolles sulfhydriques, puis bientôt ont commencé les projections de cendres. Les dégagements gazeux sont devenus de plus en plus violents,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

déterminant la projection verticale de la boue formée par le délayage des cendres dans l'eau de l'Étang ; enfin, le 5 mai, une série d'explosions, formidables celles-là, a déterminé l'expulsion au dehors du contenu du fond de la cuvette.

Quel a été le mécanisme exact de cette éruption boueuse ? Nul ne peut le dire d'après des observations faites sur place, mais j'ai assisté plus tard, des bords du cratère de la Soufrière de Saint-Vincent, à des manifestations de même nature qui donnent certainement une idée fort nette du mécanisme de ce genre d'explosion. Avant d'aller plus loin, je vais donc m'occuper en détail de cette observation faite dans l'île voisine.

Éruption boueuse de Saint-Vincent. — Le 3 mars 1903, j'ai fait l'ascension de la Soufrière de Saint-Vincent [**120**], accompagné de Mme Lacroix, de M. Hovey, de l'enseigne Deville, second du *Jouffroy* et du R. Huckerby, de Chateaubelair, qui nous servait aimablement de guide. La montagne était parfaitement découverte ; de temps à autre cependant quelques vapeurs partaient du cratère. Le matin, en arrivant en pirogue vis-à-vis de la vallée de Wallibu, nous avons vu s'élever du cratère une langue noire, bientôt cachée par des vapeurs ; nous devions, quelques heures plus tard, faire plus ample connaissance avec ce phénomène.

J'ai donné page 44 la description du cratère de la Soufrière. Nous venions d'atteindre son bord Sud-Ouest et admirions cette vaste et grandiose caldeira. Les eaux du lac, qui en occupe le fond, étaient tranquilles ; elles offraient l'apparence d'une boue jaunâtre, d'où s'élevaient des vapeurs diffuses. La sortie de ces dernières, lorsqu'elle était localisée, déterminait dans la masse liquide la production d'ondes concentriques, se mouvant avec une extrême lenteur et dénotant une grande viscosité. A la moindre agitation, la teinte jaune de la surface faisait place à une coloration grise, montrant que cette première couleur n'était que superficielle et due à une oxydation. J'ai recueilli sur les bords du cratère des blocs de cendres agglomérées récemment projetés ; chacun des petits grains qui les constituent est enrobé par de la pyrite, entremêlée de cristaux de gypse ; en traitant ces échantillons par l'eau bouillante, j'ai pu mettre en évidence la présence d'acide sulfurique, d'oxyde ferreux, de chaux, d'un peu d'alumine et d'alcalis, ainsi que d'une faible quantité de chlorure de sodium. Il est donc possible d'avoir une idée de la nature des matières en dissolution dans les eaux de ce lac. La

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

grande quantité de sulfate ferreux, dont la réduction donne naissance à la pyrite, explique facilement les variations de teinte dont il vient d'être question : cette formation de pyrite est comparable à celle que j'ai constatée dans une fumerolle de l'Échelle, à la Guadeloupe (p. 187), et c'est elle qui a été caractéristique des produits de projection de l'éruption de 1880 à la Dominique.

Tout à coup, sans que rien ne vienne nous faire présumer ce qui allait se passer, nous avons entendu un bouillonnement formidable et vu s'élever du milieu du lac, situé à près de 800 mètres au-dessous de nous, une masse énorme de boue d'un noir d'encre entraînant des blocs de rochers ; en quelques secondes, elle est parvenue au niveau des bords du cratère qu'elle a bientôt dépassés de plusieurs centaines de mètres. La planche XXI ne donne qu'une idée très imparfaite de l'aspect imposant de ce jet de boue que j'ai photographié au moment où il passait devant nos yeux. Il était formé d'innombrables fusées réunies en gerbes, montant verticalement ou obliquement, mais avec une trajectoire très courte ; elles étaient mélangées de bouffées de vapeurs blanches accompagnant la chute des blocs solides. Bientôt d'épaisses bouffées de vapeurs blanches nous ont caché cette masse impressionnante pour former une énorme colonne (pl. XXII), dont les volutes légères roulaient rapidement les unes sur les autres ; nous avons entendu alors un vacarme assourdissant causé par la retombée de la masse de boue dans le fond du cratère, puis de celui-ci s'éleva une nouvelle colonne de vapeurs, plus large que la précédente, dont les volutes se pressaient violemment contre toutes les parois du cratère. Nous n'avons pu apprécier la hauteur à laquelle sont montées ces vapeurs, étant trop rapprochés d'elles, mais elle a dû être fort grande, car le soir, en redescendant à Chateau-belair, nous avons appris que l'éruption avait été vue de Sainte-Lucie et qu'on avait câblé de Port-Castries, située à 45 milles de là, pour en demander des nouvelles.

Nous n'avions été atteints par aucune éclaboussure directe, mais presque immédiatement la colonne de vapeurs s'est condensée brusquement et, bien que le soleil brillât, nous avons reçu une averse de boue refroidie qui, en quelques secondes, nous a complètement imprégnés. Nous avons eu ainsi, mes compagnons et moi, l'heureuse fortune d'être les premiers et sans doute les seuls à assister de près à cet admirable et impressionnant

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

phénomène. L'abondance et la fraîcheur des trous creusés autour de nous par des blocs rejetés lors des éruptions précédentes nous ont fait penser que nous avions eu beaucoup de chance que, ce jour-là, le tir du volcan ait été bien réglé verticalement.

Pendant les quatre heures que nous avons consacrées à faire le tour du cratère, nous avons assisté à plusieurs explosions du même genre, survenant à des intervalles irréguliers et avec une intensité variable. Quelques-unes d'entre elles étaient comparables à de simples jets d'eau, trois seulement sont parvenues de nouveau au-dessus des bords du cratère; entre deux explosions, le lac reprenait une tranquillité parfaite.

Le phénomène n'est certainement pas dû à des apports aqueux de la profondeur; il doit être le résultat de violents dégagements gazeux (1) qui soulevaient la boue du lac, provenant du délayage par les eaux d'origine atmosphérique des cendres retombées dans le cratère et mélangées aux débris des parois qui s'écroulent continuellement.

Si l'on imagine que le jet de boue du 3 mars, au lieu d'avoir été vertical, ait été incliné de 25° ou 30° vers le Sud-Ouest, il eût passé par-dessus nous et se fût déversé dans les hautes vallées de Wallibu ou de Rozeau, donnant ainsi naissance à une poussée boueuse qui serait descendue jusqu'à la mer. Au début des grands paroxysmes, la totalité du contenu liquide a été

(1) Il m'a paru intéressant de chercher dans les phénomènes accompagnant l'explosion des torpilles sous-marines des éléments de comparaison avec l'éruption qui vient d'être décrite. M. le vice-amiral Fournier a bien voulu me communiquer quelques documents sur ce sujet.

Dès que le commutateur de la pile d'inflammation d'une torpille est pressé, il se produit un bruit sourd, souvent le sol est ébranlé dans un rayon plus ou moins grand lorsque l'explosion a lieu au voisinage de la terre, puis on voit s'élever de la surface de la mer une masse d'eau énorme, affectant d'abord la forme d'un cône très aplati, à base très large; sa couleur est d'un blanc éclatant. Peu après, le sommet du cône, continuant à s'élever, finit par s'ouvrir et laisse échapper de nombreuses fusées noires, emportant avec elles des matières vaseuses du fond, qui leur donnent leur couleur foncée. J'ai vu une photographie représentant l'explosion d'une torpille chargée de 700 kilogrammes de fulmicoton et immergée par un fond de 26 mètres: les fusées de boue qu'elle a soulevées offrent l'analogie la plus grande avec celles de la planche XXII.

La hauteur du cône d'eau superficiel varie tout naturellement avec la charge et avec la profondeur à laquelle se produit l'explosion; c'est ainsi, par exemple, que, dans une expérience, une torpille chargée de 600 kilogrammes de fulmicoton et immergée à 20 mètres a produit un cône de 68 mètres de diamètre et d'environ 25 mètres de hauteur. Dans les explosions du cratère de Saint-Vincent que j'ai observées, j'ai pu voir à de nombreuses reprises le début du phénomène et j'ai constaté l'absence du cône d'eau superficielle soulevée. Il faut évidemment en conclure que l'explosion se produisait très près de la surface; selon toute vraisemblance, d'ailleurs, le lac devait être peu profond.

Les quelques chiffres que je viens de citer, comparés au millier de mètres de hauteur et aux 5 ou 600 mètres de diamètre que pouvait avoir le jet de boue de Saint-Vincent, donnent une idée de la grandeur de l'explosion qui a été nécessaire pour le soulever.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

expulsée au dehors ; telle est l'origine des torrents de boue qui ont été signalés dans les vallées de Rozeau et de Wallibu (Voir p. 48) ; c'est une fois ce vidage effectué qu'a eu lieu l'explosion des cendres, des lapillis et des bombes. L'éruption du 3 mars était d'ailleurs le prélude d'un grand paroxysme qui a duré du 22 au 30 mars. Après celui-ci, M. Huckerby a fait, au commencement d'avril, l'ascension du cratère ; il m'a écrit avoir vu celui-ci à moitié rempli par de la cendre, au milieu de laquelle s'observait une sorte de tranchée laissant apercevoir localement son fond.

Revenons à la Martinique ; il est probable, on peut même dire il est certain, que, le 5 mai, il s'est produit à la Montagne Pelée une explosion analogue à celle dont nous avons été témoins, mais beaucoup plus violente encore. L'expression de *fusées d'eau bouillante*, employée par le guide Moridon dans le récit cité page 76, est tout à fait expressive et montre très nettement que les explosions de l'Étang Sec étaient du même genre que celle figurée par la planche XXI.

Mais il y a quelque chose de plus ; le vidage de l'Étang Sec a été en outre facilité par la rupture de ce frêle barrage qui séparait sa cuvette de la haute vallée de la Rivière Blanche ; cette rupture a été constatée d'ailleurs le 7 mai par M. Landes, qui connaissait bien la topographie de la montagne et qui, ce jour-là, téléphonait à Fort-de-France : « La Montagne Pelée était particulièrement découverte ce matin ; la digue de l'Étang Sec, brisée au pied du Petit-Bonhomme, n'existe plus. »

Ce barrage de 20 à 30 mètres de hauteur a dû être rompu, soit par la production d'une fissure, consécutive à une forte explosion, soit plus vraisemblablement par le poids de la masse boueuse projetée ; celle-ci contenait en effet, en grande quantité, des blocs provenant de l'éboulement des parois du cratère ; l'examen du conglomérat, apporté par cette éruption sur l'emplacement de l'usine Guérin, montre que les matériaux de toute taille qui le constituent sont identiques à l'andésite rouge du morne La Croix ; il est par suite bien probable que l'écroulement de celui-ci a dû commencer au cours de cette éruption, mais il n'est pas impossible qu'il y ait eu en outre projection de portions du magma en voie d'ascension.

Les récits que j'ai cités plus haut fournissent, eux aussi, des indications

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

qui permettent de penser que le vidage de l'étang a été dû à un phénomène de projection; comme on l'a vu plus haut, en effet, des témoins ont déclaré que la coulée de boue n'avait pas suivi exactement le cours de la rivière; je relève en outre la phrase suivante dans une interview de M. Landes (*Les Colonies*, numéro du 7 mai); après avoir rappelé que celui-ci avait vu vers midi 50 descendre de la montagne une avalanche de boue fumante, le narrateur ajoute : « Plus tard, au morne Lénard, il a paru à M. Landes qu'il existe une branche nouvelle et qui peut-être fournit de la lave ». Cette phrase me paraît indiquer qu'à la sortie de l'ouverture en V du cratère, tandis qu'une partie de la masse de boue suivait la ligne de plus grande pente et s'engageait dans le lit de la Rivière Blanche, une autre passait par-dessus celui-ci, traversait le col de Lénard et s'engageait dans la direction que devait prendre trois jours plus tard la nuée destructrice de Saint-Pierre. On verra plus loin que les nuées ardentes de l'hiver 1902-1903 ont suivi parfois cette double route.

Il me reste, en terminant, à exposer une hypothèse : il semble probable que l'éruption du 5 mai a été déterminée par l'arrivée au jour de la lave qui allait former le dôme; celui-ci devait déjà avoir atteint une taille respectable le 8 mai, ainsi que j'ai cherché à le démontrer page 110. Je considère donc l'éruption du 5 mai comme la plus violente et *l'une des dernières explosions boueuses du cratère*, dont le fond (Étang Sec) allait être bientôt tout à fait comblé.

La seule observation écrite que j'aie trouvée, concernant ce qui s'est passé dans cette région entre le 5 et le 8 mai, consiste dans un rapport de M. Maire, lieutenant de gendarmerie, qui devait mourir à Saint-Pierre; le 6 mai, cet officier se rendit à la Rivière Blanche :

> Ce matin vers 6 heures, a-t-il écrit, du sommet de la maison Isnard, les lieux du sinistre offrent l'aspect d'une véritable mer de boue, mesurant 1 kilomètre de long et 400 mètres de large; la Rivière Blanche continue à couler une eau très noire; elle roule à des intervalles presque réguliers de trois en trois minutes d'énormes cubes de terre, mélangés d'autres matières; une forte odeur de soufre ajoutée à un relent de tafia nous prend à la gorge.

M. l'abbé Parel a fait les mêmes constatations et m'a assuré avoir vu, le même jour, de la boue fumante dévaler de l'Étang Sec; le lendemain, il est passé à deux reprises, le matin et l'après-midi entre 1 heure et 2 heures, devant l'embouchure de la Rivière Blanche, où coulait encore de la boue

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

fumante; la Rivière Sèche, qui était sans eau les jours précédents, était devenue tumultueuse.

Quant aux torrents boueux qui se produisirent plus tard dans les vallées des Rivières Blanche et Sèche, je montrerai dans le chapitre IX quelle a été leur véritable nature.

Éruptions boueuses d'origine cratérienne de quelques volcans. — L'analyse des phénomènes récents de la Martinique et de Saint-Vincent montre quelle peut être la complexité d'origine des torrents boueux, produits au cours d'une même éruption volcanique. Il est vraisemblable qu'un très grand nombre des prétendues éruptions boueuses qui ont été décrites dans divers volcans, et en particulier dans ceux des régions tropicales (Cotopaxi, 1877; Agua au Guatemala, 1541, etc.); doivent leur origine à des phénomènes périphériques, semblables à ceux qui vont être étudiés dans le chapitre IX.

Il existe cependant quelques cas dans lesquels les courants boueux proviennent incontestablement du cratère, bien que l'origine première de l'eau doive être uniquement recherchée dans des précipitations atmosphériques, tout comme à la Montagne Pelée et à Saint-Vincent; pendant des périodes de repos, l'eau superficielle s'accumule plus ou moins profondément dans les fissures (1) par lesquelles les produits volcaniques viennent au jour au moment de l'éruption, ou bien des fentes nouvelles s'ouvrent au fond de lacs remplissant de vieux cratères.

Tel a été en particulier le cas de l'éruption du Galonggoung à Java, en 1822. Au cours d'éruptions antérieures, il s'était édifié, en haut de la montagne, une digue de matériaux de projection, grâce à laquelle un lac avait pu se produire dans un ancien cratère. Le volcan était en éruption depuis le mois de juillet, quand, le 8 octobre, sous l'influence d'une violente poussée, une brèche s'ouvrit dans cette digue : un torrent de boue se précipita alors dans la vallée, entraînant une énorme quantité de matériaux solides et déterminant, en grand, des ravages du même ordre que ceux qui ont signalé la catastrophe du 5 mai dans la vallée de la Rivière Blanche. Le 12 octobre, il s'ouvrit une nouvelle brèche, plus profonde, dans les flancs du cratère du Galonggoung et son lac se vida complètement. MM. Verbeck et Fennema (2) estiment à 100 000 000 de mètres cubes la capacité du lac; si

(1) Tel a été le cas de l'éruption de 1838 à la Soufrière de la Guadeloupe (page 69) qui a été réduite à cette phase boueuse.

(2) *Description géologique de Java et de Madoura.* Amsterdam, II, 1896, 730.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'on y ajoute les millions de mètres cubes de matériaux solides entraînés, on comprend que la plaine populeuse, située au bas de la montagne, ait été complètement ravagée et sa topographie modifiée. On verra plus loin (chapitre VIII) que les avalanches de pierres du Sémérou, du Papandaian, dans la même île, ont une tout autre origine.

D'après M. Verbeck, des projections verticales de boue ont eu lieu au Krakatau après la grande explosion du 27 août 1883 (cendres mélangées d'eau de mer) : elles se sont étendues jusqu'à 15 kilomètres de l'île ; le 10 octobre de la même année, il s'en est produit d'autres, localisées sur les flancs du volcan et à son voisinage immédiat (1).

§ IV. — Les fumerolles.

1° *Les fumerolles antérieurement à l'éruption actuelle et au début de celle-ci.*

Les renseignements que j'ai recueillis sur les fumerolles existant à la Montagne Pelée avant l'éruption actuelle et au début de celle-ci se réduisent à peu de chose.

Fumerolles de la Rivière Claire postérieurement à l'éruption de 1851. — Depuis le mémoire de Leprieur sur cette éruption, je ne crois pas qu'il ait été publié aucun détail sur l'état des fumerolles apparues alors. Le P. Vanhaecke en 1889, M. Deckert en 1898 [**157**] ont seulement constaté l'existence dans la vallée de la Rivière Claire de sources chaudes sulfureuses, mais ils n'ont été frappés par aucun dégagement gazeux abondant. Il semble que ces anciennes fissures de la haute vallée de la Rivière Claire n'aient pas fonctionné au cours de l'éruption actuelle ; il est singulier que ceux des habitants de Saint-Pierre qui, dès les premières manifestations éruptives, ont multiplié les ascensions sur la montagne, n'aient pas eu l'idée d'aller voir le ravin qui avait été le siège de l'éruption précédente, à laquelle cependant certains pensaient.

J'ai essayé, en fin de juillet et au commencement d'octobre, de parvenir jusqu'à l'emplacement de ces anciennes fumerolles, mais il ne m'a pas été possible de remonter la partie tout à fait supérieure de la vallée de la Rivière Claire, par suite des érosions profondes qui la rendaient inacces-

(1) *Krakatau*. Éd. franç. Batavia, 1886, 125.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sible ; il est vraisemblable d'ailleurs que les ravins dans lesquels se trouvaient les fumerolles de 1851 étaient alors couverts d'une grande quantité de cendres, par suite de leur proximité du cratère actuel.

Fumerolles de l'Étang Sec. — Je suis un peu mieux documenté sur les fumerolles de l'Étang Sec. En 1851, Leprieur, ayant fait l'ascension de la cuvette de l'Étang, n'y a rien vu d'anormal ; il n'y signale aucune fumerolle. Par contre, le P. Vanhaecke m'a dit qu'en 1889 il avait constaté dans sa partie Est une petite fumerolle, dont l'ouverture était bordée de soufre ; il n'en sortait pas de jets violents de vapeur, mais seulement des exhalaisons d'hydrogène sulfuré, qui avaient détruit la végétation sur environ 5 mètres de rayon ; quelques cadavres de petits animaux se trouvaient dans le voisinage. M. Arnoux a vu en 1900 et en 1901 des fumerolles du même genre, mais plus actives.

Dès le mois de février 1902, les habitants de Sainte-Philomène et du Fonds Coré perçurent chez eux une odeur sulfhydrique et constatèrent le noircissement de leur argenterie. Au mois de mars, cette odeur devint très forte sur les flancs Ouest et Sud-Ouest de la Montagne Pelée. Dans une ascension qu'il fit le 20 avril, à l'Étang Sec, M. Landes constata sur place la nature sulfhydrique des fumerolles. Enfin, les récits des ascensions effectuées les 26 et 27 avril (page 76) indiquent que la même observation a été faite par de nombreuses personnes, qui ont vu en outre le point d'émission des cendres, dont la chute était encore localisée au voisinage du cratère. Les ascensionnistes n'ont pas spécifié cependant si l'odeur ressentie alors par eux était celle de l'hydrogène sulfuré ou celle de l'anhydride sulfureux. La température de l'eau de l'étang était d'une quarantaine de degrés sur ses bords, mais plus élevée à la sortie du petit cône de cendres d'où s'élevaient d'épaisses vapeurs. De tous ces documents, il paraît résulter que les fumerolles de l'Étang Sec ont été tout d'abord sulfhydriques, comme celles de l'éruption de 1851. Il est vraisemblable que leur température a dû rapidement dépasser 100° C. lorsqu'ont apparu les cendres et qu'elles se sont transformées alors en fumerolles sulfureuses (SO^2).

J'ai étudié la collection de roches recueillie par Leprieur lors de sa mission de 1851-1852 et envoyée par lui au Muséum ; mon collègue M. Stanislas Meunier a bien voulu me la communiquer. J'ai d'autre part trouvé dans la haute vallée de la Rivière Blanche, parmi les produits de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

projection du début de l'éruption actuelle, des fragments du vieux sol de la caldeira; ceux-ci, par la nature de l'altération superficielle qu'ils présentent, ne peuvent être confondus avec les roches similaires de l'éruption actuelle. Toutes ces roches, identiques entre elles, offrent des altérations si semblables à celles dont on peut suivre la marche dans les fumerolles actives de la Soufrière de la Guadeloupe, qu'il me paraît utile d'entrer dans quelques détails sur celles-ci; elles nous fournissent en effet une idée fort nette des phénomènes qui, au début de l'éruption actuelle, se sont produits dans la caldeira de l'Étang Sec, qui doivent se reproduire aujourd'hui dans les fentes du dôme et qui y continueront longtemps encore après la cessation de la période de grande activité du volcan.

Fumerolles actuelles de la Soufrière de la Guadeloupe. — Dans le court aperçu de l'histoire de la Soufrière de la Guadeloupe que j'ai donné, page 61, j'ai indiqué que l'activité volcanique y est actuellement limitée à quelques fumerolles du sommet et du flanc Sud-Est du dôme, et à plusieurs autres, situées au col de l'Échelle; enfin, des sources thermales se trouvent dans le voisinage (en particulier celles du Galion) (1). Je ne m'occuperai ici que du mécanisme du fonctionnement de ces fumerolles et de leurs produits. Il y a lieu de distinguer parmi elles trois catégories, d'après leur mode de communication avec l'extérieur : 1° celles qui sortent librement à l'air par une ouverture largement ouverte; 2° celles qui sont émises par des ouvertures constamment ou temporairement inondées; 3° enfin celles qui sortent par des ouvertures diffuses.

Fumerolles aériennes. — Ce type de fumerolles est réalisé par celles

(1) Ces sources ont présenté depuis plus de 100 ans de nombreuses variations de température, sur lesquelles Ch. Sainte-Claire Deville a déjà appelé l'attention [**45**, 563], en faisant remarquer la variation de leur composition chimique en fonction de leur température. Voici l'ensemble des résultats, complétés jusqu'à ce jour.

	Températures.	Gaz dominant.	Observateurs.
1797.....	+80° C.	H^2S.	Amic.
1811.....	49°	H^2S et soufre.	Lherminier.
1841-1843.....	30° à 37°,8	CO^2.	Ch. Sainte-Claire Deville.
1860.....	60°	H^2S et soufre.	Damour.
1890.....	»	*Ibid*	Leboucher.
1902-1903.....	57° à 67°	*Ibia.*	A. Lacroix.

Ces sources déposent à leurs griffons des croûtes concrétionnées de *geysérite*, atteignant plusieurs centimètres d'épaisseur, ainsi que du soufre pulvérulent et des produits ferrugineux ocreux; des sources sulfureuses du même genre se trouvent à peu de distance, dans le lit de la Matylis, petit affluent du Galion, descendant de l'Échelle.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

qui s'ouvrent au fond de la fente, dite du *lac de Soufre*, par deux fumerolles assez actives situées un peu au Sud, sur un prolongement de la *Grande Fente*, et enfin par les fumerolles Napoléon. Ces fumerolles dégagent un peu de vapeur d'eau, qui sort en sifflant d'orifices étroits; celles du lac de Soufre traversent des régions caverneuses, dans lesquelles elles déterminent un ronflement souterrain, bien connu des explorateurs de la montagne; il n'est pas possible d'ailleurs d'arriver jusqu'à leur point de sortie.

On peut aisément introduire un thermomètre dans la bouche des fumerolles Napoléon et de celles du Nord, et constater ainsi que leur température est de 95° à 96° C., c'est-à-dire celle relevée en 1843 par Ch. Sainte-Claire Deville. La violence du courant gazeux est variable; elle est suffisante pour rejeter un fragment de bois ou même de petites pierres lancés à l'orifice de sortie. Celui-ci est garni de soufre qui, au cratère Napoléon, forme des masses assez considérables, englobant des débris de toute sorte (boîtes de sardines, fragments de bouteilles, etc.) laissés par les touristes. Ce dépôt de soufre se forme d'ailleurs beaucoup moins vite qu'on ne pourrait le supposer; nous avons des renseignements précis à cet égard. En 1843, une demande en concession ayant été adressée à l'administration coloniale pour l'exploitation du soufre de la Soufrière, après de longues contestations un ingénieur, M. Mercier, fut chargé d'apprécier la production possible du gisement et fit à ce sujet un rapport [**66**, 114]. La dernière éruption datait de 1837-38; aussi l'activité était-elle beaucoup plus grande qu'aujourd'hui; en effet, M. Mercier a signalé dix-neuf fumerolles le long de la Grande Fente, trois dans la fente du Pont du Diable, seize dans la région du cratère Napoléon; quelques expériences furent faites sur l'une de ces dernières très active. A l'aide d'un dispositif approprié, on recueillit le soufre produit pendant treize jours, soit $2^{kg},60$, ce qui correspond à 76 kilogrammes par an. En supposant une égale minéralisation aux autres fumerolles alors observées, on serait arrivé à une production totale annuelle de 2 774 kilogrammes, quantité tout à fait insuffisante pour rémunérer une exploitation. Aujourd'hui, la production est incomparablement moindre.

Fumerolles immergées. — Ces fumerolles ne sont pas de nature différente des précédentes, mais elles s'ouvrent au fond de petites dépres-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sions, presque toujours inondées, grâce aux précipitations atmosphériques si abondantes sur la Soufrière; tel est le cas d'une des fumerolles du Nord, encadrée au Nord et au Sud par des fumerolles aériennes; telles sont aussi les fumerolles de l'Échelle.

Au milieu de petits bassins dans lesquels débouchent ces fumerolles, il se produit un bouillonnement plus ou moins violent, quelquefois accompagné de dégagements de vapeurs; ces bassins n'ayant souvent pas d'écoulement (fumerolles du Nord), il est facile de constater qu'il n'y a pas émission d'eau par la fumerolle, mais seulement mise en mouvement de celle qu'apportent les pluies : la véritable nature de ces fumerolles apparaît au bout de quelques jours de sécheresse relative, car elles ne diffèrent alors en rien des précédentes. Leur température est variable et dépend de la quantité d'eau qu'elles renferment, ainsi que de leur degré d'activité.

L'eau est rendue laiteuse par la masse de soufre précipité qu'elle tient en suspension; elle est riche en acide sulfurique et contient une petite quantité de chaux, d'alumine, de fer et des traces d'alcalis.

Le soufre déposé dans les fumerolles inondées est identique à celui qui se produit dans les sources sulfureuses; il se présente sous la forme d'une poudre microcristalline, d'un blanc jaunâtre. La fumerolle du Nord, que j'avais vue inondée le 8 juillet 1902 et le 12 février 1903, était asséchée le 18 du même mois et devenue aérienne: j'ai pu ainsi étudier ses dépôts solides; tout le fond de sa cuvette était occupé par un sédiment curieux, formé par de très nombreuses couches minces, alternativement constituées par du soufre pulvérulent d'un blanc jaunâtre et par de petits débris volcaniques. Ces couches, de nature différente, correspondent respectivement aux diverses périodes d'inondation et d'asséchement de la fumerolle, le soufre se déposant abondamment pendant les premières et les menus fragments pierreux étant surtout apportés pendant les secondes, soit par le ruissellement de l'eau de pluie à la surface des pentes qui dominent la fumerolle, soit par le vent, l'humidité constante facilitant la fixation des poussières à la surface du fond de la cuvette.

Les fumerolles de l'Échelle étaient inondées le 12 juillet 1902, et le 12 février 1903, quand je les ai visitées; mais le 18 février quelques-unes d'entre elles étaient asséchées; il m'a donc été possible d'examiner leur contenu. Ces fumerolles, situées à flanc de coteau, sortent au milieu d'un tuf

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

riche en ponce. Le soufre qu'elles déposent est mélangé à une très grande quantité de boue qui, parfois, est d'un noir bleuâtre.

Au commencement de 1903, l'une d'elles, recevant les eaux des pentes voisines, a débordé, en donnant sur une vingtaine de mètres une coulée boueuse. Les matériaux laissés par celle-ci étaient très visqueux à l'état humide; ils étaient constitués par les produits de la décomposition chimique et de la désagrégation mécanique des roches volcaniques ponceuses du substratum. En lavant cette boue à la battée, il m'a été facile d'en extraire une grande quantité de cristaux d'augite et d'hypersthène intacts et de petits cristaux de pyrite. Ce dernier minéral (1) existe, comme on va le voir, dans les roches altérées du voisinage, mais, comme il ne se trouve pas en quantité notable dans la boue des autres fumerolles inondées, il semble que sa production, si abondante dans celle qui nous occupe, soit due à un phénomène local, en relation peut-être avec la grande quantité de produits d'origine organique que les eaux y entraînent.

M. Moissan a fait [**36** *bis*] les analyses suivantes de deux échantillons de gaz que j'ai recueillis, l'un (*a*) à la fumerolle inondée du Nord, l'autre (*b*) à la fumerolle Napoléon.

	a	*b*
Acide carbonique	52$^{cm^3}$,8	69$^{cm^3}$,5
Hydrogène sulfuré	2 ,7	4 ,5
Oxygène	7 ,5	2 ,7
Azote	36 ,07	22 ,32
Argon	0 ,73	0 ,68
Acide chlorhydrique	traces	»
Eau	gaz saturé.	gaz saturé.

Il n'y existe ni hydrogène, ni carbure d'hydrogène, ni oxyde de carbone, gaz rencontrés dans les échantillons de la Montagne Pelée. La quantité plus faible d'hydrogène sulfuré contenu dans celui des échantillons se dégageant dans l'eau tient sans doute à une dissolution partielle de ce gaz.

Fumerolles diffuses. — Il me reste enfin à parler des fumerolles qui imprègnent le sol, sans sortir par des orifices nettement perceptibles; ce ne sont peut-être d'ailleurs que d'anciennes fumerolles localisées en voie de décroissance : elles abondent tout près des fumerolles Napoléon, en descendant vers le Pont Naturel. Sur une assez large surface, il n'existe

(1) La pyrite se forme aussi dans les geysers de l'Islande.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

pas de végétation ; la température est variable suivant les points, mais atteint 80° C.

Quand on entame le sol d'un coup de marteau, on constate que la roche est entièrement décomposée ; elle se coupe même parfois facilement au couteau ; elle est imprégnée de cristaux de soufre ; très près de la surface, se trouvent de petites fentes tapissées de magnifiques cristaux du même minéral ; l'altération est maximum le long de ces fentes. C'est dans ces conditions que j'ai recueilli quelques-uns des meilleurs cristaux de soufre [b_2^1 (111) souvent cristallitiques] que j'ai observés à la Soufrière ; au moment où l'on ouvre les géodes, on les voit fréquemment recouverts de gouttelettes d'eau d'une limpidité parfaite, montrant qu'il se produit toujours dans le sol une lente distillation.

Un autre genre de fumerolles diffuses se trouve au-dessous des fumerolles inondées de l'Échelle ; là, sur plus d'un hectare de surface, toute la végétation est détruite, mais est restée encore en partie sur pied. En soulevant la croûte organique superficielle, composée de troncs de fougères, d'ananas sauvages, de débris végétaux de toute sorte, on constate que ceux-ci sont feutrés et cimentés par des cristaux de soufre, s'isolant dans de magnifiques géodes, au milieu du tronc des fougères et entre les feuilles superposées un peu larges. La température du sol est très variable ; elle atteint par places jusqu'à 90° C.

Altération des roches volcaniques sous l'influence des fumerolles. — L'altération subie par les roches au voisinage des fumerolles est due tout entière à l'action de l'acide sulfurique, produit par l'oxydation de l'hydrogène sulfuré au voisinage de l'air. Les conditions réalisées par les fumerolles diffuses sont certainement le plus favorables à cette altération ; au milieu de celles-ci, en effet, près des fumerolles Napoléon, la labradorite, qui constitue la roche de la Soufrière, est transformée par places en une masse pâteuse plastique, passant insensiblement à la roche encore tenace. Par dessiccation, cette masse devient légère et happe à la langue ; elle est formée par un mélange d'opale et d'une sorte d'halloysite, imprégné de sulfates solubles ; on a vu plus haut qu'elle sert de gangue à de beaux cristaux de soufre. Dans une argile plastique analogue, se trouvant au voisinage de l'Échelle, le soufre a disparu, mais il existe de nombreux petits cubes de pyrite.

Dans la région des fumerolles aériennes, la roche a conservé sa consis-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tance, mais elle est devenue blanche, au moins superficiellement; dans la partie pétrographique de cet ouvrage, je montre qu'à l'aide de l'examen microscopique, il est facile de constater que les feldspaths d'abord, puis la magnétite, plus tard l'augite et enfin l'hypersthène et le verre sont successivement attaqués; souvent la roche ne renferme plus aucun élément cristallisé (1).

Dans certains cas (parois du lac de Soufre), la roche se charge de pyrite, avant que son altération soit poussée très loin, car dans ce cas elle disparaît elle-même. Souvent, la silice épigénise tous les éléments de la roche, sans revêtir de forme propre, mais, en outre, à la surface du sol, elle se concrétionne, prenant l'aspect de la geysérite et plus rarement de la hyalite. Il est frappant de voir combien est mince la zone superficielle altérée des roches que recouvre un enduit de plusieurs millimètres de l'une ou de l'autre de ces variétés de silice hydratée.

Ces phénomènes d'attaque ne s'exercent pas seulement aux dépens des produits naturels; je les ai observés aussi à la surface des bouteilles laissées par les touristes à la fumerolle Napoléon; les fragments de verre que j'ai extraits du soufre qui entoure celle-ci ne sont pas décomposés, mais sont profondément corrodés : leur surface est recouverte d'un enduit concrétionné de geysérite.

L'humidité, si considérable au sommet de la Soufrière, explique pourquoi l'on n'y trouve que relativement peu des produits solubles résultant de l'attaque des roches volcaniques; avec quelque persévérance, on peut cependant en recueillir dans les fumerolles diffuses voisines des fumerolles Napoléon, ainsi qu'auprès des fumerolles inondées de l'Échelle. Dans ces dernières, des croûtes et quelquefois des cristaux délicats de gypse sont les minéraux secondaires les plus fréquents. Quand par hasard le sol est à peu près sec, on voit apparaître, en outre, dans ses anfrac-

(1) Ch. Sainte-Claire Deville s'est occupé [**205**, 260] des modifications chimiques subies par ces roches sous l'influence de ces mêmes fumerolles; il a donné l'analyse suivante d'un échantillon devenu blanc et s'émiettant sous les doigts : SiO^2 62,71; Al^2O^3 27,59; FeO 6,29; MgO 0,20; CaO 3,02; alcalis 0,70; les résultats ont été calculés pour 100, après déduction de 18,98 d'eau. Si l'on compare cette analyse à celle de la lave de la Soufrière, qui est donnée dans la deuxième partie, on voit qu'elle montre une augmentation de la teneur en silice et en alumine, une diminution sur tous les autres éléments et surtout sur les alcalis et la chaux; ce qui concorde assez bien avec l'observation minéralogique. Le même auteur a montré qu'en faisant passer pendant longtemps un mélange d'hydrogène sulfuré et de vapeur d'eau à 100° sur des fragments de la même lave, on obtient de l'acide sulfurique et des modifications chimiques analogues à celles qu'il s'agissait d'expliquer.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tuosités, des concrétions d'alunogène et d'halotrichite ; en les dissolvant, et en cherchant à faire recristalliser leur solution, j'en ai extrait une petite quantité d'*alun de potasse* ; la soude a presque entièrement disparu. Ces mêmes sels se produisent dans nombre de roches volcaniques de la Guadeloupe par suite de la décomposition de la pyrite qu'elles renferment.

Les anciennes descriptions de la Soufrière font mention d'abondants dépôts sulfatés qui se trouvaient dans la caverne Spallanzani (voir p. 60) ; ils consistaient essentiellement en gypse, en alunogène et en limonite stalactiforme. Les échantillons d'alunogène et de gypse, que renferme la collection de Ch. Sainte-Claire Deville, indiquent par leur nombre et par leurs dimensions que les minéraux d'altération solubles étaient beaucoup plus abondants jadis qu'actuellement, ce qui s'explique aisément d'ailleurs par l'activité plus grande des fumerolles, due à la proximité de l'éruption de 1837-38 et par l'épuisement progressif en matériaux solubles des roches traversées. En 1847, M. Mercier (*op. cit.*), au cours de ses recherches sur le soufre, estimait qu'il serait impossible d'extraire plus de 2 hectolitres de sulfate d'alumine de toutes les fumerolles réunies ; cette estimation, si elle est exacte, implique une abondance extrême par rapport à ce que j'ai moi-même observé.

Ce mode d'altération des roches de la Soufrière par des fumerolles sulfhydriques est identique à celui que j'ai étudié en 1896 sur les andésites du cratère du Georgios à Santorin, où des fumerolles de ce genre étaient encore actives ; mais, par suite de leur ancienneté, la totalité des produits entraînables (sauf un peu de gypse) avait disparu des roches traversées et l'on n'y voyait plus que de l'opale et des cristaux de soufre.

Les produits d'altération des anciennes fumerolles de la Montagne Pelée. — Les échantillons recueillis par Leprieur en 1852 autour des fumerolles de la haute vallée de la Rivière Claire sont constitués par des tufs ou par des andésites compactes ; ils présentent tous les stades d'altération dont il vient d'être question à la Guadeloupe. Il en est de même pour les fragments de roches anciennes provenant des projections du cratère actuel que j'ai recueillis dans la Rivière Blanche. La seule différence qu'il faille signaler consiste dans l'assez grande abondance, dans les uns et dans les autres, de petits rhomboèdres microscopiques de *natroalunite* que je n'ai pas trouvés dans les roches altérées de l'île voisine. La collection Leprieur renferme

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

en outre un échantillon de concrétions salines qui accompagnaient le soufre, sur les parois rocheuses altérées par des fumerolles, dont la température était de 40° à 50° C. (février 1852). Ces produits, identiques à ceux de la Guadeloupe et à ceux que j'ai vus se produire dans les fumerolles de la Montagne Pelée, sont constitués par un mélange d'*alunogène* fibreux avec sa variété lamelleuse; ils contiennent en outre une petite quantité de gypse et d'alun de potasse, qui ne peut être mise en évidence, comme dans les produits de la Guadeloupe, que par une dissolution suivie de recristallisation. L'absence de la soude et la présence de la potasse dans ces produits solubles, malgré la plus grande richesse en soude qu'en potasse des roches intactes, s'expliquent, d'une part, par la grande solubilité des sels de soude et, d'une autre, par la disparition rapide des feldspaths qui contiennent la plus grande partie de cet alcali.

2° *Les fumerolles du dôme.*

Nous n'avons aucun renseignement sur les fumerolles du cratère pour la période qui s'est écoulée du 27 avril au commencement d'octobre 1902. L'odeur d'anhydride sulfureux et d'hydrogène sulfuré seule a été signalée dans les nuées volcaniques des paroxysmes par de nombreux observateurs. Nous l'avons constatée lors de nos ascensions des bords du cratère aux mois de juin et de juillet, sans pouvoir à cette époque voir ce qui se passait dans celui-ci.

D'octobre 1902 à mars 1903, j'ai été plus heureux : j'ai pu alors constater l'existence dans les parois du dôme de nombreuses fumerolles en activité constante; elles n'étaient pas localisées; le dôme ne présentait pas d'orifice béant; elles sortaient de toutes parts de ses innombrables fissures. Les unes émettaient de grosses bouffées de vapeur d'eau, déterminant souvent des éboulements au moment de leur sortie; les autres fournissaient seulement des vapeurs légères, bleuâtres, émises sans grande pression. Des éboulements modifiaient constamment la surface du dôme qui était par places assez fraîche au mois d'octobre, mais qui, au cours de l'hiver, s'est peu à peu rubéfiée. Des enduits jaunes ou rouges devinrent de plus en plus apparents et le 9 mars, jour de ma dernière ascension, j'ai vu pour la première fois une assez large surface située sur les côtés Sud et Sud-Est du dôme, qui était profondément altérée par une

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

fumerolle permanente. Il semble que, depuis lors, celle-ci se soit accrue; elle est devenue visible de l'Observatoire, de même que quelques autres, dont la place est figurée dans les croquis du capitaine Perney reproduits dans le chapitre précédent; des dépôts de soufre se sont également formés à la surface de l'aiguille (pl. I *bis*, en haut). Enfin, il existait aussi quelques fumerolles dans la rainure du cratère, au pied des éboulis du dôme.

Il ne pouvait être question de recueillir les gaz de ces diverses fumerolles; je ne puis donc donner à leur sujet que des renseignements pris à distance. L'anhydride sulfureux y était très abondant ; il nous est arrivé à plusieurs reprises de ne pouvoir séjourner sur les bords mêmes du cratère, tant l'odeur de ce gaz était suffocante. Elle était perçue d'une façon constante sur le bord Sud de celui-ci, entre la Petite Savane et l'ancien lac des Palmistes, sur l'emplacement duquel, au contraire, elle était parfois à peine distincte ; cela ne tenait pas d'ailleurs à des variations d'activité des fumerolles, mais bien à la direction du vent, soufflant le plus généralement de l'Est ou de l'Est-Nord-Est et chassant, par suite, loin de nous les émanations du cratère.

Je n'ai pas constaté l'odeur du gaz chlorhydrique ; il me semble cependant vraisemblable qu'il a dû s'en produire; la fumerolle dont j'ai parlé plus haut était, quand je l'ai longuement observée, le 9 mars, entourée d'un enduit d'un jaune rouge, ressemblant beaucoup plus à du chlorure de fer qu'à du soufre. Les fumerolles dont il vient d'être question correspondent donc aux fumerolles acides de la classification Deville-Fouqué; elles s'échappaient des fentes de la lave solidifiée.

L'examen des cendres montre que les fumerolles à haute température, caractérisées par des dépôts de sels alcalins, n'ont pas manqué à la Montagne Pelée, pas plus que dans les autres volcans. Dans tous les échantillons que j'ai recueillis, j'ai constaté, en effet, la présence d'une quantité notable de sels solubles, parmi lesquels dominent le chlorure de sodium (1) et le sulfate de chaux. Leur proportion atteint exceptionnellement près de 5 grammes par kilogramme (2), et descend

(1) M. Heilprin indique que les cendres manquent en général de chlorures; il signale toutefois [**90**, 311] la présence d'enduits de chlorure de fer jaune, que je n'ai pas directement observés, mais qui me paraissent vraisemblables, à la surface de blocs projetés dans le lac des Palmistes et dans la Rivière Blanche.

(2) Ceux-ci proviennent de localités voisines de la mer et peut-être faut-il, dans une faible mesure, voir dans cette particularité la cause d'un accroissement de la teneur en chlorure de sodium.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

rarement au-dessous d'un gramme et demi. Il faut, bien entendu, n'opérer que sur des cendres qui viennent de tomber ou qui ont été recueillies dans des endroits couverts où elles ont été soustraites à l'action de la pluie; c'est probablement pour n'avoir pas été récoltées dans ces conditions que les cendres analysées par M. Hillebrand ne contenaient pas de chlorures et que plusieurs d'entre elles ne renfermaient pas trace de sulfates.

M. Arsandaux a fait, dans mon laboratoire, un assez grand nombre de dosages des sels contenus dans diverses cendres; ils donnent tous des valeurs différentes et montrent nettement qu'il n'existe pas de rapport constant entre les proportions relatives du chlorure de sodium et du sulfate de chaux. Je ne donne ici que quelques-uns seulement de ces résultats comme exemple; ils correspondent à un kilogramme de cendres :

a. Maison du Parnasse (éruption du 30 août).

b. Intérieur de l'église du Morne-Rouge (éruption du 30 août).

c. Intérieur de la mairie du Précheur (échantillon prélevé en janvier 1903).

d. Caveau de la banque de Saint-Pierre (éruptions de mai 1902).

	a.	*b*.	*c*.	*d*.
NaCl	0gr,560	0gr,904	3gr,424	2gr,496
$CaSO^4$	0gr,896	1gr,296	1gr,408	2gr,336
	1gr,456	2gr,200	4gr,832	4gr,832 (1)

L'influence de l'action des eaux pluviales sur l'épuisement des cendres en substances solubles est mise en évidence par les analyses suivantes, faites sur de la cendre recueillie dans la haute vallée de la Rivière Blanche, l'une quelques jours après la nuée du 25 janvier (*a*), l'autre une dizaine de jours plus tard (*b*), et enfin la troisième (*c*) dans le milieu de février :

	a.	*b*.	*c*.
NaCl	1gr,970	0gr,064	0gr,044
$CaSO^4$	1gr,400	0gr,640	0gr,160
	3gr,370	0gr,704	0gr,204

On verra dans le chapitre IX le rôle joué par ces sels solubles dans la composition des eaux descendant des pentes de la Montagne Pelée au cours de l'éruption.

(1) Avec en outre 0,576 de $MgSO^4$: les produits solubles contiennent toujours une petite quantité d'alumine, de fer et de matières organiques.

Au moment de la mise en pages, M. Müntz a bien voulu faire faire dans son laboratoire quelques autres dosages qui confirment les résultats donnés ci-dessus.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Y a-t-il eu production de flammes dans le cratère ? — La production de flammes au cours d'une éruption volcanique est un phénomène fort important, puisqu'il donne la démonstration de l'existence de gaz combustibles ; ceux-ci sont le plus souvent oxydés avant leur sortie du cratère par suite de leur mélange à l'oxygène à haute température. Si des flammes de ce genre ont été souvent signalées dans plusieurs volcans, leur réalité a été pendant longtemps mise en doute.

Lors de l'éruption de 1866, à Santorin, de nombreux observateurs ont vu des jets de flammes jaunes (colorées par le sodium) s'élever des monticules de lave. M. Fouqué (1) a pu recueillir des gaz qui sortaient en bouillonnant de la mer au voisinage du Georgios et s'enflammaient parfois au contact de blocs incandescents ; par leur analyse, il a prouvé que l'hydrogène y existait en abondance et y était accompagné d'une petite quantité de méthane. Depuis cette première démonstration de l'existence de flammes dues à l'oxydation de l'hydrogène, M. Janssen a étudié le spectre de celles de la même éruption de Santorin (2) et de celles qui s'élèvent du lac de lave du Kilauea (3) : il a constaté ainsi dans les premières la présence de l'hydrogène, du sodium, du chlore, du carbone et du cuivre, et dans les secondes celle de l'hydrogène, du sodium et de carbures d'hydrogène.

Plusieurs des habitants de la Martinique, témoins des éruptions de 1902, ont parlé de flammes produites au cratère. La plupart des géologues américains qui ont assisté au début de l'éruption ont cité ces observations, mais ils ne semblent pas avoir eux-mêmes observé le phénomène et même ils élèvent des doutes sur la réalité de son existence ; je n'ai pas été plus heureux pour ma part (4) et n'ai pas eu l'occasion d'utiliser le spectroscope qui ne m'a pas quitté pendant toutes nos observations de nuit.

Je ferai remarquer plus loin, à l'occasion de la nuée du 8 mai, combien les mots *feu*, *flammes* avaient une signification vague dans la bouche des personnes que j'ai interrogées à la Martinique ; ils servaient à désigner indistinctement les matières solides incandescentes projetées, les nuages éclairés par elles et même parfois les phénomènes électriques. Je ne retien-

(1) *Comptes rendus*, LXII, 1866, 1121, et LXXI, 1870, 902 ; et *Santorin et ses éruptions*, 1879, 225.
(2) *Comptes rendus*, LXIV, 1867, 1303.
(3) *Comptes rendus*, XCVII, 1883, 602.
(4) M. Heilprin, qui s'est trouvé à la Martinique à la fin de mai et aussi le 30 août, dit explicitement qu'il n'a pas observé de flammes (**90**, 291).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

drai que les deux observations suivantes, qui se rapportent peut-être au phénomène qui nous occupe, sans qu'il soit possible de l'affirmer.

Le commandant Le Bris indique dans ses rapports au Ministre de la Marine que du *Suchet* on n'a jamais vu « les flammes signalées par certaines personnes » ; cependant, dans le rapport en date du 31 mai, il fait une réserve. En effet, le 27 mai, entre 10 et 11 heures du soir, en revenant du Nord, le *Suchet* étant passé devant le volcan, les officiers virent l'intérieur du cratère [le dôme] tacheté de points incandescents, et le commandant ajoute : « A différentes reprises, nous avons vu jaillir de cette surface tachetée des *langues de feu* verticales, d'un blanc très brillant et ne s'élevant qu'à une faible hauteur ».

D'autre part, M. Fruit, curé de Macouba, qui, pendant la période de suractivité de la fin d'août, observait anxieusement la montagne, m'a remis le récit suivant :

Le mardi 26, vers 8 heures du soir, des éclairs nombreux, semblables à de gigantesques fusées, jaillissaient du cratère, puis, un moment après, une immense colonne de feu dépassait bien de 50 mètres le sommet même de la montagne, s'inclinant tantôt vers l'Est, tantôt vers le Nord, et au-dessus s'élançait, tout sillonné d'éclairs, un épais nuage de fumée noire. Le feu des hauts fourneaux est comme une miniature de ce phénomène effrayant, c'est la même flamme s'agitant dans tous les sens.

LES PHÉNOMÈNES PÉRIPHÉRIQUES (DANS LES VALLÉES).

Les vallées des Rivières Blanche et Sèche, celle de la rivière Falaise, et probablement toutes les hautes vallées prenant naissance sur les flancs du volcan ont été le siège de phénomènes variés se manifestant essentiellement par le dégagement tranquille ou violent de vapeur d'eau, seule ou associée à des gaz et à des produits volatils ou transportables. J'ai indiqué déjà, page 88, que la plupart de ces phénomènes, sinon tous, étaient d'origine secondaire et dus au refroidissement spontané des matériaux à haute température apportés par l'éruption ou à un refroidissement brusque sous l'influence de l'eau superficielle.

Ce ne sont donc que des pseudofumerolles, offrant d'ailleurs toutes les particularités de celles que, dans d'autres volcans, on voit sortir directement de fissures du vieux sol ou de celles de la lave continue. Je les étudierai dans le chapitre IX, quand j'aurai exposé la nature et les conditions d'accumulation des matériaux qui les produisent.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE V

LES NUÉES ARDENTES DE LA FIN DE 1902 ET CELLES DE 1903.

§ I. — Les nuées ardentes d'octobre 1902 à mars 1903.

J'ai assisté d'octobre 1902 à mars 1903 à la sortie d'un nombre assez considérable de nuées ardentes, présentant tous les intermédiaires entre des bouffées insignifiantes et les majestueuses manifestations dont la planche I donne une idée. Je me propose d'exposer dans ce chapitre le résultat analytique de l'étude détaillée de celles des éruptions que j'ai pu voir d'assez près. J'en discuterai la théorie dans le chapitre VIII, après avoir décrit les éruptions paroxysmales.

Il est avant tout nécessaire de rappeler qu'au cours de l'automne et de l'hiver 1902-1903 le dôme ne présentait aucune ouverture permanente. Toutes les nuées que j'ai étudiées sortaient, sans exception, d'une même région de ce dôme, de son flanc Sud-Ouest, au voisinage de la jonction de l'aiguille terminale et de son substratum rocheux.

C'est de cette même région que partaient en outre les avalanches de blocs incandescents, roulant dans la haute vallée de la Rivière Blanche sans production de nuées. Il existait donc en ce point, dans la carapace du dôme, une zone de moindre résistance, cédant continuellement sous l'influence de la poussée interne, mais se refermant aussitôt. Sans aucun doute, en cas de violente éruption, une ouverture béante se fût ouverte là, plutôt qu'ailleurs.

1° *Aspect, sortie et marche des nuées.* (Planches I, VIII à XIV.)

La sortie d'une nuée ardente était ordinairement accompagnée par un sourd grondement, dû à la production de l'ouverture provisoire, par laquelle devait se faire l'émission et l'écroulement des matériaux solides arrachés ainsi à la carapace du dôme. Ce grondement était parfois très nettement per-

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ceptible à 10 kilomètres du cratère, au Sud-Ouest de celui-ci; il était rarement isolé. La paroi solide ne cédait évidemment qu'après une série plus ou moins longue de poussées insuffisantes.

Nous avons remarqué par exemple que les éruptions importantes étaient presque toujours précédées par des grondements continus, se prolongeant pendant plusieurs heures; ils étaient accompagnés d'écroulements de blocs sur le talus d'éboulis du dôme. Ces grondements nous tenaient en éveil à l'Observatoire, et c'est en partie grâce à eux que, pendant nos cinq mois d'observation, nous avons pu nous trouver à point pour assister à la sortie de presque toutes les nuées importantes qui se sont produites pendant cette période et photographier plusieurs d'entre elles dans leurs différentes phases.

J'ai indiqué page 130 (fig. 35) la diminution de hauteur que subissait l'aiguille, après l'éruption de la plupart des nuées ardentes; je n'y reviendrai pas ici, me réservant d'en discuter la signification dans le chapitre VIII.

Les observations faites la nuit ont montré que parfois la nuée était précédée par des blocs incandescents; on verra plus loin que MM. Anderson et Flett ont remarqué un fait du même genre le 9 juillet, mais il n'en est peut-être pas toujours ainsi (pl. IX).

Au moment de son apparition, la nuée avait l'aspect d'une masse compacte de petite dimension, mais immédiatement elle se gonflait, prenait la forme d'un bourgeon mamelonné en forme de choux-fleurs ou de cervelles, creusé de circonvolutions nombreuses, à sinuosités profondes, qui allaient sans cesse en grossissant. Quand elle se produisait en pleine lumière, sa couleur était d'un gris roux foncé; elle était noire le soir, parfois incandescente la nuit. Elle était opaque, avec un aspect presque pierreux (fig. 69 et pl. IX).

A peine sortie, la nuée se précipitait le long du talus du dôme et s'engageait dans la vallée de la Rivière Blanche pour se diriger vers la mer; son départ était si rapide qu'il nous a donné plusieurs fois l'illusion de la chute de l'aiguille, presque aussitôt, d'ailleurs, cachée par les vapeurs. La soudaineté de l'apparition, du départ et la rapidité de la marche de ces nuées font comprendre la signification d'une phrase qui se trouve dans tous les récits des grandes éruptions faits par les gens du pays : « *La montagne s'ouvre, la montagne se fend de part en part* ».

La nuée était le siège de mouvements de rotation des plus intenses; ses

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

circonvolutions roulaient sans trêve les unes sur les autres, se dilatant à chaque tour; par suite, le volume de la nuée augmentait à mesure qu'elle progressait plus en avant, et bientôt elle constituait un mur vertical, atteignant parfois 4000 mètres de hauteur et s'avançant avec une majesté terrifiante, dont on ne peut se rendre compte sans l'avoir vue (pl. I et XIV).

La vitesse de translation horizontale dépassait toujours celle du mouvement de dilatation, de telle sorte que, dans la vallée de la Rivière Blanche, le front de la nuée roulait sur le sol, en précédant la partie postérieure toujours de plus en plus élevée. La vallée de la Rivière Blanche étant très encaissée dans sa partie haute, cette pointe antérieure de la nuée, rasant le sol, n'était visible sur tout son trajet que de la mer, vis-à-vis l'embouchure de la Rivière Blanche ou des hauteurs (telles que celles de notre Observatoire) dominant le fond de la vallée. Des ruines de Saint-Pierre, on n'apercevait cette partie antérieure des nuées qu'au moment où, n'étant plus cachée par les replis du terrain, elles débouchaient près du confluent de la rivière Claire. Les planches VIII, XI et XII montrent les divers aspects d'une semblable nuée en marche et font saisir son caractère tout spécial. On y voit comment, en se dilatant, elle remplissait la vallée à la façon d'un liquide, puis s'élevait tout en conservant des contours distincts sans zone de transition avec l'air ambiant. Quelle que fût sa vitesse, son opacité en arrivant à la mer ne changeait guère.

Les planches XIII et XIV mettent bien aussi en évidence l'allure de l'une de ces nuées se moulant sur toutes les irrégularités de la vallée qui l'endigue, contournant les obstacles topographiques importants sans les surmonter.

Les récits des témoins des premières semaines de l'éruption parlent de *coulées de laves*, de *coulées de boue*, descendant du cratère; les mêmes indications se retrouvent dans les rapports officiels concernant la période préliminaire de l'éruption du 30 août. Pendant mon séjour à la Martinique, en interrogeant ces témoins, j'ai pu m'assurer que ce qu'ils désignaient par ces termes n'était autre chose que des nuées ardentes, et l'on comprend dans une certaine mesure l'interprétation donnée à ces manifestations volcaniques si nouvelles, par des personnes peu habituées à l'observation des phénomènes de la nature.

La dilatation des nuées dans le sens vertical commençait plus ou moins vite suivant les éruptions; celles du 16 décembre 1902 et du 25 janvier 1903

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

fournissent à cet égard deux termes extrêmes de cette variation. Le 16 décembre (pl. VIII), la nuée s'est élevée verticalement dès le départ du cratère, tandis que le 25 janvier sa marche ascensionnelle a été beaucoup plus lente. Elle a présenté en outre une autre particularité ; tandis que d'ordinaire, pendant leur trajet sur la terre ferme, les nuées constituaient vers le Sud un véritable mur à paroi tout à fait verticale, quelle que soit leur hauteur, ce jour-là la partie supérieure de la nuée s'est un peu étendue horizontalement vers le Sud, de façon à former une sorte de visière, bien visible dans la planche XIV.

Enfin, ces deux éruptions se sont distinguées encore par une autre différence intéressante ; dans celle du 16 décembre, il n'y a eu qu'une seule poussée, donnant naissance à une masse descendante (pl. VIII) ; tandis que le 25 janvier il y a eu en même temps projection d'un jet vertical qui, très rapidement, s'est élevé à la hauteur maximum que l'extrémité de la nuée ne devait atteindre que cinq minutes plus tard en arrivant à la mer (pl. XI et XII).

Fig. 69. — La nuée ardente du 25 janvier 1903, descendant dans la vallée de la Rivière Blanche. (Photographie faite de l'Observatoire.)

Jusqu'ici, j'ai considéré seulement la marche de la nuée dans la haute vallée de la Rivière Blanche. Au confluent de celle-ci et de la Rivière Claire, la vallée n'est plus encaissée, elle s'étale ; aussi la nuée s'y élargissait-elle. Suivant les éruptions, d'ailleurs, elle ne dépassait pas ce confluent, ou bien elle atteignait la mer et s'arrêtait bientôt ; dans d'autres cas, enfin, elle se prolongeait à sa surface et souvent pendant plusieurs kilomètres.

D'ordinaire, en touchant la mer, les mouvements de rotation à l'intérieur de la nuée s'accentuaient encore ; on voyait les circonvolutions de la partie antérieure devenir plus serrées (pl. I). Le haut de la nuée prenait souvent la forme en visière signalée plus haut, faisant ombre sur la mer,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dont la belle couleur bleue disparaissait pour faire place à une couleur jaune trouble dans une longue bande bordant le trajet de la nuée.

Jusqu'alors, la direction de celle-ci était restée indépendante du vent, les nuages atmosphériques étaient traversés et entraînés par elle, mais, dès que sa vitesse initiale était diminuée et surtout dès qu'elle devenait nulle, le vent dominant entamait ce mur compact (pl. X et XII), désagrégeait lentement ses circonvolutions et transformait bientôt cette masse si dense, à relief si net et si fouillé, en un nuage fibreux de vapeur d'eau et de cendres, s'éclaircissant et se confondant peu à peu avec les nuages atmosphériques. Puis, pendant des heures et des heures, une fine chute de cendres se produisait dans la direction du Précheur (direction où poussait le vent dominant), ainsi qu'au large.

Les nuées ardentes à la sortie desquelles j'ai assisté ont été le résultat d'une seule bouffée; elles n'avaient pas de queue. Quelques minutes après leur passage, la vallée de la Rivière Blanche s'éclaircissait et nous pouvions distinguer de l'Observatoire le morne Plumet, qui nous barrait l'horizon du côté du Précheur. Le 16 décembre, cependant, des bouffées continues se sont produites pendant quinze minutes après le départ de la nuée. Le 24 février, pendant vingt-deux minutes, nous avons observé une série de poussées s'emboîtant les unes dans les autres, à la façon des projections verticales ordinaires; la nuée résultante, moins dense que de coutume, n'a pas dépassé le confluent de la Rivière Claire.

J'ai dit plus haut que le 25 janvier la nuée descendante avait été accompagnée par une poussée de même nature montant verticalement; nous avons vu fréquemment des nuées verticales de ce genre se produire seules, sans jet descendant; elles longeaient souvent l'aiguille terminale du dôme, de telle sorte que, si l'on n'avait pas assisté au début du phénomène, on aurait pu supposer qu'elles sortaient du sommet même de l'aiguille. Elles se distinguaient des autres poussées verticales, plus fréquentes, par leur aspect plus massif, par leur opacité et en outre par ce fait qu'elles n'étaient pas, comme celles-ci, produites par une série de poussées successives, mais par une bouffée unique. En se dilatant, elles s'épanouissaient dans tous les sens, puis le vent les entraînait loin du dôme et généralement dans la direction du Précheur, à moins qu'elles ne roulassent, au moins en partie, dans l'échancrure en V, jusqu'à l'origine de la Rivière Blanche.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

2° *Direction des nuées.*

D'octobre 1902 à mars 1903, les nuées ont suivi uniformément la direction indiquée plus haut, qui est celle de la vallée de la Rivière Blanche ; mais au cours de décembre, la partie haute de celle-ci s'étant peu à peu remblayée, il est arrivé à plusieurs reprises, et notamment le 16 décembre, que la nuée, parvenue au pied de l'éboulis du dôme, a fourni par débordement une branche latérale, qui a franchi le col Lénard et s'est avancée dans la direction de la Rivière Sèche. La figure 3 de la planche VIII

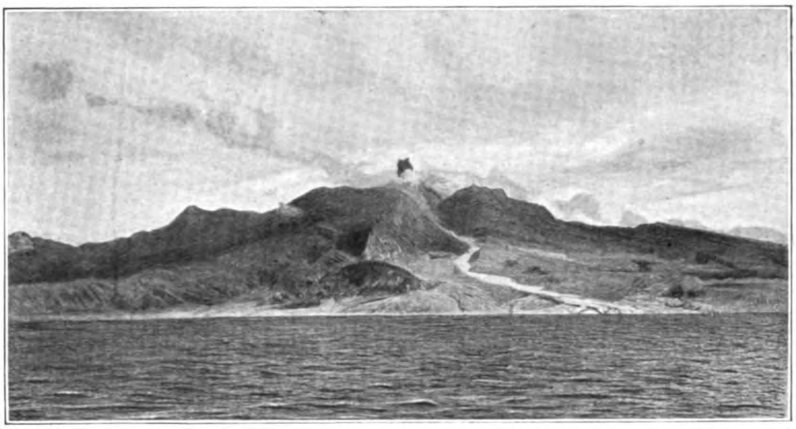


Fig. 70. — Trajet d'une nuée ardente dans la vallée de la Rivière Blanche, enregistrée par la cendre blanche laissée par elle (novembre 1902). (Photographie retouchée.)

montre cette petite ramification accessoire. Le 25 janvier 1903, une branche semblable s'est produite, mais elle a bientôt rejoint la masse principale, en contournant le morne Lénard, qui n'a pas été recouvert de cendres (1), et en passant sur l'emplacement de l'ancienne habitation Bardury. Chaque nuée laissait inscrite sur le sol la trace de son passage, sous forme d'une couche plus ou moins épaisse de cendres blanches, qui indiquait les moindres détails de sa marche.

Quand la nuée avait quitté la partie encaissée de la vallée de la Rivière

(1) Ce fait est intéressant, car il montre que la nuée s'écoulait comme un liquide en conservant ses deux flancs distincts, ne se diffusant pas dans l'air ambiant.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Blanche, elle se dilatait et ses apports déterminaient en arrivant à la mer une sorte de delta, bien visible dans la figure 70, se prolongeant parfois jusqu'à la Rivière Sèche (16 décembre) et même au delà (25 janvier).

Je montrerai dans les deux chapitres suivants que le trajet qui vient d'être indiqué a été suivi par les petites éruptions du 26 mai, du 6 juin et du 9 juillet 1902, mais que, lors des grands paroxysmes, la surface couverte par les nuées a été bien plus considérable et même que, le 30 août, il y a eu production de nuées dans plusieurs directions à la fois.

3° *Vitesse des nuées.*

La vitesse des nuées a été très variable suivant les éruptions. D'une façon générale, elles sortaient du dôme avec une certaine vitesse qui allait en s'accélérant jusqu'au voisinage du confluent de la Rivière Claire, puis diminuait ensuite progressivement jusqu'au moment où le vent les entamait et les diffusait. Les nuées allant jusqu'à la mer subissaient parfois à environ 3 kilomètres de la côte, là où la pente devient douce, un ralentissement net, presqu'un arrêt, à partir duquel leur vitesse devenait très faible.

Fig. 71. — Nuée ardente verticale se dissipant avant d'avoir dépassé le sommet du dôme et tombant en partie dans la vallée de la Rivière Blanche (décembre 1902).

Nous nous trouvions dans de mauvaises conditions pour chronométrer exactement les diverses phases du phénomène, nous avons fait pour le mieux.

On trouvera sur la figure 35 de la page 130 l'indication de toutes les nuées un peu importantes qui se sont succédé d'octobre 1902 à novembre 1903.

Le tableau ci-contre renferme toutes les mesures qui ont été faites du 16 novembre 1902 au 16 février 1903. Le capitaine Perney, qui séjournait en permanence à l'Observatoire, s'était chargé de ces mesures, pendant que je m'occupais personnellement de la partie photographique des observations. La mesure des hauteurs était faite (tout d'abord avec une alidade

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nivellatrice, puis plus tard avec un théodolite) au moment où la nuée, parvenue à son point extrême, présentait sa plus grande hauteur (pl. I), avant d'être dissociée par le vent.

Je donne ci-dessous la vitesse moyenne du trajet, obtenue en évaluant le temps écoulé entre le moment où la nuée apparaissait sur le flanc du dôme et celui où elle arrivait à la mer, ou bien cessait de progresser en atteignant le confluent des Rivières Blanche et Claire ; c'est dans cette région que se sont arrêtées un grand nombre de ces nuées ; j'ai admis que ces points sont respectivement distants du dôme de 6 et de 4 kilomètres ; les heures indiquées sont celles du départ de la nuée. Les nombres de ce tableau ne sont qu'approximatifs, mais ils pèchent par défaut plus que par excès. Plusieurs de ces nuées ont atteint une vitesse d'au moins 50 mètres à la seconde pendant la partie la plus rapide de leur marche.

Dates.			Descente			
			à la mer.	au confluent des Rivières Blanche et Claire.	Vitesse moyenne à la seconde.	Hauteur maximum.
1902.	16	novembre	3h40' m.	»	14m,3	1 500 m.
	18	—	9h3 m.	»	14m,3	2.000
	28	—	1h50' s.	»	11m,1	3.200
	30	—	4h32' s.	»	12m,5	2.600
	2	décembre	»	5h50' s.	10m env.	2.600
	6	—	»	4h7' s.	»	3.800
	16	—	8h30' m.	»	20m,0	4.000
	19	—	»	5h18'	26m,6	3.200
	25	—	»	6h25' m.	»	5.000
	26	—	»	»	11m,1	2.500
1903.	4	janvier	»	8h43' m.	11m,1	2.800
				10h57' m.	»	1.800
				11h37' m.	16m,6	2.350
	5	—	»	5h49' s.	»	1.800
	25	—	4h50 s.	»	16m,1	22m,2 jusqu'au confluent. / 11m,1 du confluent à la mer.	2.800
	30	—	»	9h40' s.	»	1.800
	5	février	»	8h48' m.	16m,6	2.800
	16	—	»	6h43' m.	»	1.900

4° *Composition des nuées.*

Les nuées ardentes sont constituées par un mélange intime, une sorte d'émulsion, de matériaux solides en suspension dans de la vapeur d'eau et dans des gaz, portés les uns et les autres à haute température ; il est facile de le démontrer.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

La vapeur d'eau. — La présence de la vapeur d'eau en proportion prépondérante n'est pas douteuse; elle est caractéristique de tous les types de fumerolles d'origine volcanique. Dans le cas qui nous occupe, elle était mise en évidence par sa condensation dans les parties hautes de l'atmosphère sous forme de nuages qui, peu à peu, se confondaient avec les nuages atmosphériques. Cette condensation n'était pas toujours assez brusque pour donner naissance à des averses de pluie, mais celles-ci n'étaient point rares et elles nous ont souvent masqué la fin du phénomène.

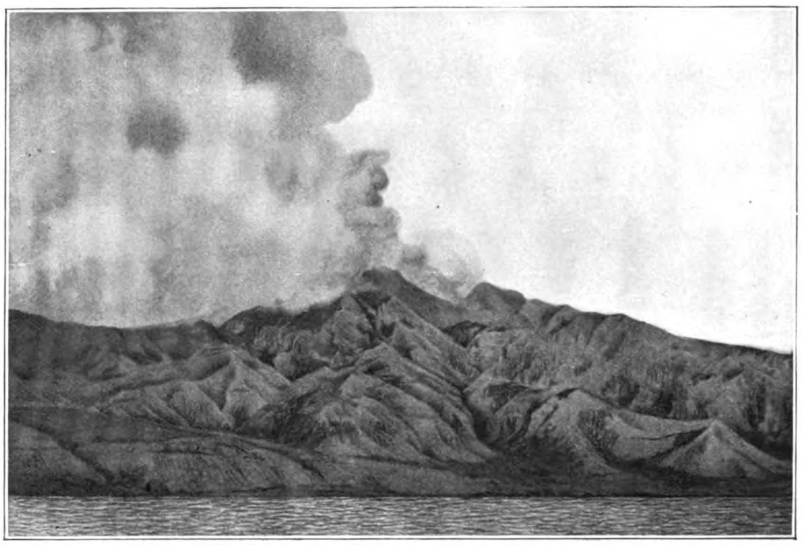


Fig. 72. — Nuée ardente verticale se diffusant vers l'Est. [Photographie (retouchée) faite par le travers de la route coloniale entre Sainte-Philomène et Boisville (décembre 1902).]

Les gaz. — Il eût été fort important de pouvoir déterminer la constitution des gaz de ces nuées, mais je n'ai vu aucun moyen de faire des prises d'essai, ni même des essais qualitatifs nombreux. La quantité de cendres apportées était telle et les pluies si fréquentes que tout réactif liquide devait être écarté. A l'aide d'un appareil dont il sera question plus loin au sujet de la température, j'ai pu toutefois enregistrer la présence de l'hydrogène sulfuré : des fils d'argent et des lames de plomb étaient légèrement noircis après le passage des nuées.

Le 16 décembre, étant à bord du *Jouffroy*, nous avons assisté de près,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

presque de trop près, à l'éruption de la nuée représentée par les planches I, VIII à X ; nous avons suivi avec émotion la fuite d'un petit cotre, qui a bientôt disparu à nos yeux dans le fin nuage de cendres : il était à 3 ou 4 milles de la côte, sur le prolongement de la Rivière Blanche. J'ai pu retrouver le lendemain une femme qui était sur ce bateau ; elle m'a dit que celui-ci avait été couvert de plusieurs millimètres de cendres et de petits lapillis tièdes ; les passagers n'ont souffert d'aucun malaise autre que la gêne respiratoire que l'on éprouve dans une chute de cendres importante ;

Fig. 73. — La vallée de la Rivière Blanche après le passage d'une nuée ardente (décembre 1902).

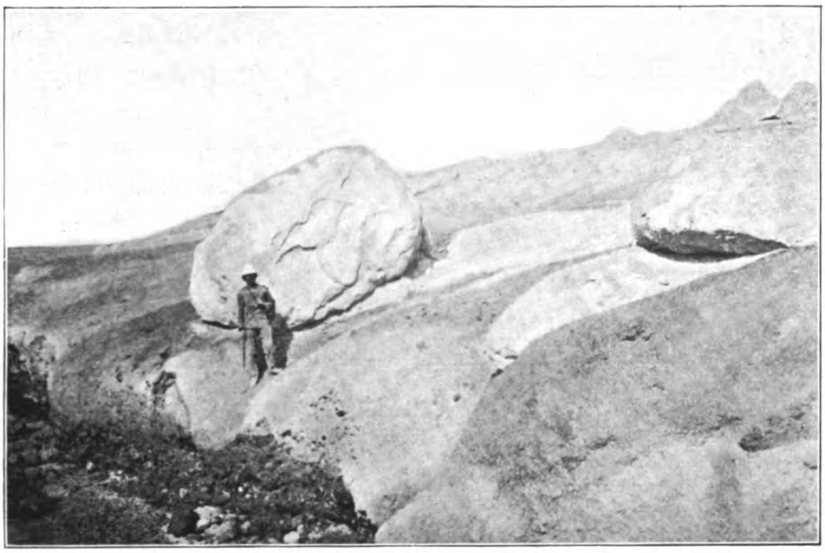


Fig. 74. — Blocs apportés sur la côte par la nuée du 16 décembre 1902. On voit sur le bord de la mer les lapillis et les blocs mis en évidence par le lavage de la cendre.

l'odeur sulfureuse était distincte. Cette observation, jointe à celles que je relate plus loin au sujet de l'éruption du 30 août au Morne-Rouge, indique

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

que, si les nuées renfermaient des gaz asphyxiants par eux-mêmes, ceux-ci ne s'y trouvaient point en proportion suffisante pour jouer un rôle important.

Les matériaux solides. — Les matériaux solides des nuées ardentes sont, comme ceux des projections verticales, constitués par un mélange de *cendres*, de *lapillis* et de *blocs*; mais ils ne sont pas, comme ceux-ci, rapidement classés par ordre de grosseur, à mesure qu'ils s'éloignent du cratère; des blocs de plusieurs centaines de mètres cubes parviennent jusqu'à 6 kilomètres du point de départ, mélangés à de la cendre fine, tandis que dans les projections verticales les blocs, dont les dimensions sont toujours moindres, ne dépassent que rarement 2 kilomètres à partir du cratère.

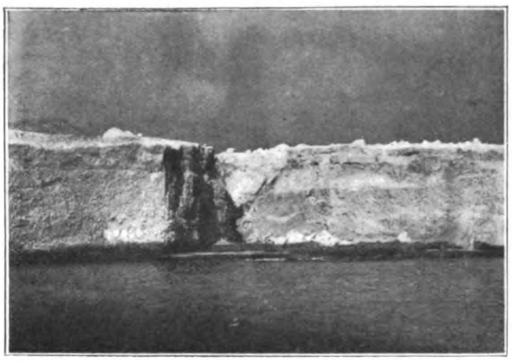


Fig. 75. — Aspect neigeux de la falaise d'une embouchure provisoire de la Rivière Blanche après le passage de la nuée ardente du 16 décembre 1902.

De plus, pendant le cours de mes observations, je n'ai jamais trouvé au milieu des apports des nuées ardentes de fragments arrachés à l'ancien sol, fragments qui, au contraire, n'étaient pas rares dans les produits projetés verticalement. L'étude des apports des nuées ardentes doit être faite, bien entendu, immédiatement après le passage de celles-ci, car la moindre averse torrentielle tombée sur la montagne détermine aussitôt la formation de torrents boueux, entraînant une grande quantité de matériaux anciens qui viennent se mélanger aux produits récents des nuées.

Tous les matériaux apportés par celles-ci sont constitués par les trois premiers types d'*andésite*, observés dans les blocs projetés par les grandes explosions, mais en général, parmi les apports d'une nuée donnée, l'un d'entre eux domine de beaucoup sur les autres. Dans celle du 18 novembre, survenue après un long repos, le type prépondérant a été une andésite poreuse du type III, accompagnée d'andésite du type I, rubanée, avec zones ponceuses. C'est ce dernier qui a été caractéristique des apports des nuées se succédant à de courts intervalles à la fin

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de novembre et en décembre ; celle du 28 novembre a même donné de véritables ponces qui ne se sont pas reproduites depuis lors (on verra plus loin que les éruptions du 9 juillet et du 30 août ont presque exclusivement fourni de la ponce dans la vallée de la Rivière Blanche) ; la nuée du 25 janvier a apporté à la fois des types vitreux et le type III. Ces différences me paraissent dues à ce que le type III, provenant de la rupture de la carapace, était d'autant plus abondant que la nuée qui l'apportait avait été séparée de la précédente par un temps plus long ; les types vitreux, au contraire, et en particulier les ponces, provenaient de matériaux émis de la

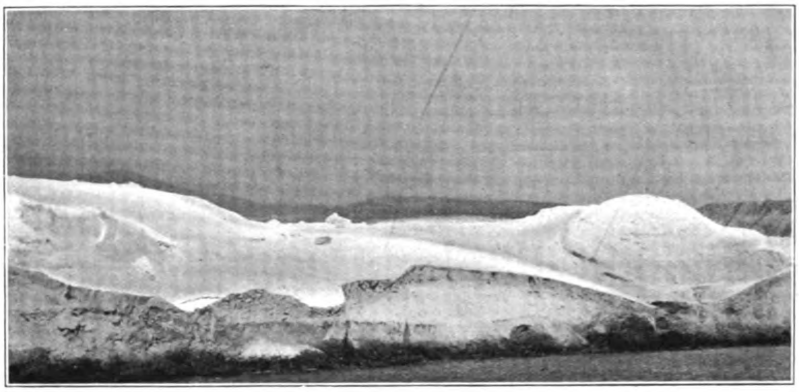


Fig. 76. — Aspect neigeux de la côte deux heures après le passage de la nuée ardente du 16 décembre 1902. A droite, le conglomérat recouvrant l'usine Guérin, et à sa gauche la falaise construite par les éruptions d'août sur l'emplacement de la plage représentée par la figure 68.

profondeur au moment de l'explosion. Ils sont peu ou pas roulés, d'ordinaire anguleux, avec des arêtes très coupantes dans les types vitreux. Il existe peu de variations structurelles parmi les lapillis d'une même nuée : ils correspondent strictement à la roche formant les gros blocs qu'ils accompagnent. Quand on pousse l'étude plus loin et qu'on examine au microscope les particules fines de la cendre, on voit qu'elles aussi sont identiques aux matériaux de plus grande taille ; il en résulte que, dans les nuées ardentes charriant des blocs de ponce, les cendres fines étaient elles-mêmes ponceuses, tandis que, dans le cas où elles transportaient des blocs d'andésite vitreuse, les cendres étaient exclusivement constituées par des débris de roche non bulleuse.

Je considère donc les blocs, les lapillis et les cendres comme constituant la même roche brisée et ne différant entre eux que par leurs dimensions :

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tous proviennent de la rupture et du concassage, par une action mécanique, de la carapace solide du dôme, ou de produits se consolidant complètement avant de quitter celui-ci ; parmi eux ne se trouvaient pas, au moins pendant l'hiver 1902-1903, de produits rejetés à l'état pâteux, ayant achevé de se consolider pendant leur trajet aérien ; pas de bombes à surface craquelée, comme celles qui étaient si abondantes sur les bords du cratère après les grandes explosions verticales, mais ces bombes craquelées n'étaient pas rares dans les apports des grandes nuées ardentes paroxysmales des 8 et 20 mai et du 30 août.

Fig. 77. — Les apports de la nuée ardente du 16 décembre 1902 sur le bord de la mer, près de l'ancienne embouchure de la Rivière Blanche. (Photographie faite le 18 décembre.)

Les blocs de grande dimension se refroidissaient lentement à la place où ils avaient été transportés ; la température élevée de leurs parties profondes était bien mise en évidence par les fumerolles qui s'en dégageaient pendant longtemps. Sous l'influence du refroidissement, ils subissaient des phénomènes de retrait intéressants ; il était fréquent de voir de gros blocs entourés de débris, formés par leur fendillement spontané (pl. V, fig. 1). Nous avons souvent aussi rencontré, à la place d'énormes blocs observés intacts quelques jours auparavant, une accumulation de fragments dont il était facile de reconstituer par la pensée les positions relatives dans le bloc originel.

Quant à la cendre dans laquelle étaient plongés les matériaux volumineux, elle était remarquablement mobile et ressemblait à un fluide ; les lapillis n'étaient visibles que lorsque les cendres avaient été lavées par les pluies et débarrassées de leurs parties les plus légères ; une pierre lancée à leur surface y disparaissait si elle ne rencontrait pas de fragments de grande taille. Aussi eût-il été impossible de marcher sur les apports de ces nuées aussitôt après leur passage, même si la température des cendres l'avait permis.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

La partie basse d'une nuée, en contact avec le sol, était riche en blocs parfois énormes, mélangés à de la cendre et à des lapillis. Les matériaux de petites dimensions étaient portés très haut par les volutes en voie de développement (fig. 78); il est certain en outre que ce milieu gazeux, rendu fort dense par l'abondance des cendres, tenait encore en suspension à une certaine hauteur du sol des blocs de roches assez volumineux. J'ai vu en effet en grand nombre dans la vallée de la Rivière Blanche, après le passage des nuées, de nombreux blocs perchés, du genre de celui qui est

Fig. 78. — Blocs apportés par la nuée du 8 ou par celle du 20 mai 1902 sur le plateau situé entre les Rivières Blanche et Sèche, à environ 4 kilomètres du cratère. Un *petit bloc perché* se trouve entre les deux plus gros. (Photographie faite le 26 juillet 1902.)

représenté au milieu de la figure 78. Ils se trouvaient généralement dans un état d'équilibre peu stable et leur position ne pouvait guère s'expliquer que par un transport aérien.

La figure 70 montre en blanc la trace laissée dans la Rivière Blanche par une nuée après son passage; la netteté de ses contours rappelle ceux qu'aurait produit l'écoulement d'un liquide, mais l'examen attentif des bords de ce trajet permettait de constater une particularité fort spéciale: les matériaux n'avaient pas seulement coulé sur le sol, leur distribution n'était pas en effet uniquement réglée sur le modelé de celui-ci; elle était généralement rectiligne, quels que soient le relief et les petites dépressions rencontrées. La traînée de cendres et de lapillis paraissait avoir remonté des talus fort raides et les avoir descendus sans souci de la direc-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tion de plus grande pente. Cette infraction aux lois de l'écoulement des liquides ne peut s'expliquer que par un transport aérien.

Ces remarques sur la disposition des cendres ne s'appliquent qu'au trajet direct des nuées ardentes, car aussitôt après leur passage les particules les plus fines qui flottaient pendant quelque temps encore dans l'atmosphère se déposaient lentement, non seulement sur ces dépôts épais, mais encore au delà : elles étaient en effet emportées par le vent dominant, sur toute la région comprise entre la Rivière Blanche et le Précheur qu'elles couvraient d'un linceul d'un blanc éblouissant.

Fig. 79. — L'échancrure en V du cratère et l'escarpement dominant l'origine de la Rivière Blanche. (Photographie faite le 26 juillet 1902, du col de Lénard visible au milieu de la figure 83.)

Les figures 75 à 77 que j'ai faites le 16 décembre 1902, deux heures après le passage d'une nuée, alors que l'atmosphère était encore chargée de cendres ténues, donnent une idée du singulier paysage de neige à la production duquel nous avons assisté si souvent sous l'éclatant soleil de décembre.

Importance des apports des nuées ardentes. — Il est difficile d'apprécier exactement la quantité de matières déposées par les nuées ardentes de l'hiver 1902-1903, à cause des continuelles érosions torrentielles qui, sans trêve, les emportaient à la mer ; en outre, les effets de l'érosion éolienne, qui s'y ajoutait, n'était pas négligeable. J'ai cependant recueilli quelques indications à cet égard.

Peu après le passage des nuées du 16 décembre et du 25 janvier, j'ai pu constater que la quantité de cendres fines apportées sur le bord de la mer, près de l'embouchure de la Rivière Blanche, c'est-à-dire à 6 kilomètres

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

environ du cratère, atteignait au moins 50 centimètres. La figure 77 donne une idée de l'épaisseur et de la continuité de cette couche de cendres.

Au mois d'octobre, j'ai pu encore remonter le ravin supérieur de la Rivière Blanche, presque jusqu'au pied de l'à pic qui aboutit à la base du dôme dans l'échancrure en V du cratère (fig. 79) : sur cet escarpement, le tuf ponceux ancien était à nu ; le ravin était encaissé par une falaise mesurant plus de 100 mètres de hauteur. Au commencement de mars 1903, ce ravin était presque entièrement comblé ; l'abrupt dont il vient d'être question avait disparu, masqué par un talus d'éboulis descendant régulièrement du dôme et se continuant d'une façon régulière avec le lit remblayé de la Rivière Blanche (fig. 28, p. 121) ; ce remblayage s'est surtout effectué entre le 15 octobre et le milieu de janvier 1903 ; les nuées peu importantes ont surtout contribué au comblement de cette haute vallée, tandis que lors des grandes éruptions les matériaux ont été transportés beaucoup plus loin : ainsi s'explique qu'à la fin de juin 1902, malgré l'importance des apports des grands paroxysmes de mai parvenus jusqu'à Saint-Pierre, la haute vallée de la Rivière Blanche était encore très profonde.

Fig. 80. — Le haut ravin de la Rivière Blanche entièrement rempli par les apports des nuées ardentes. L'abrupt représenté par la figure 79 a disparu sous l'épaisse couche des apports qui ont remplacé le profond ravin par un plan incliné en pente douce. [Photographie faite le 6 mars 1903, d'une arête située sur le prolongement méridional du morne Lénard (limite gauche de la figure 83).]

L'énorme quantité de matériaux ainsi accumulés a été fournie par l'action superposée des éboulements tranquilles du dôme et des apports des nuées ardentes.

Les figures 79 à 82 représentent l'état comparatif du ravin en question et de la haute vallée de la Rivière Blanche en juillet 1902 et en mars 1903 ; j'ai pris les photographies dont elles sont la reproduction de divers points du col de Lénard représenté par la figure 83.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

La cendre fine et les lapillis constituaient une grande partie des apports des nuées ardentes, mais les blocs volumineux y étaient fort abondants. Leur importance peut être constatée sur les photographies représentées par la planche V et les figures 73 et 85 qui donnent une idée de l'aspect de la Rivière Blanche après le passage des nuées de novembre et de décembre (voir en outre le chapitre IX et les figures qui y sont données).

Fig. 81. — La haute vallée de la Rivière Blanche, photographiée le 26 juillet 1902 de la partie du col de Lénard touchant à la Petite Savane; à gauche, se voit le morne Lénard.

5° *Température.*

J'ai réuni quelques données sur la température des nuées au moment de leur arrivée au voisinage de la mer.

Le 16 décembre 1902, le *Jouffroy* me conduisait à la Rivière Blanche où nous voulions débarquer; quelques minutes avant notre arrivée à la côte, se produisait l'éruption de la plus importante des nuées ardentes que j'aie eu l'occasion de voir ; j'ai pu ainsi la photographier de fort près ; c'est celle qui est représentée par les planches I et VIII à X. Dès que l'état de l'atmosphère le permit, c'est-à-dire environ deux heures après l'arrivée de la nuée à la mer, nous avons tenté, l'enseigne Deville et moi, de débarquer au pied de la falaise de l'ancienne embouchure de la Rivière Blanche ; le sol était couvert d'une cendre fine, d'un blanc de neige (fig. 75 et 76). Le you-you du *Jouffroy* n'ayant pu toucher la côte, nous avons eu, en sautant dans l'eau, la désagréable surprise de la trouver extrêmement chaude et d'enfoncer dans une boue bouillante, là où les jours précédents se trouvait un fond sableux résistant; il nous fut par suite impossible de débarquer. Une fois remonté dans l'embarcation, j'ai pu cependant prendre la température superficielle de la cendre sèche, bordant le rivage ; elle était de + 115° C., mais, comme mon thermomètre n'était pas à maximum, cette donnée, malgré la rapidité de la manœuvre, est certainement inférieure à la réalité

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

d'au moins 20 degrés et peut-être même davantage ; elle ne donne donc qu'un minimum.

Nous avons alors longé la côte : sur tout le trajet de la nuée, la cendre récente cachait complètement les blocs de lave, formant au pied des falaises un cordon littoral continu : elle était transformée en une boue, bouillonnant tumultueusement ; là où son épaisseur était supérieure à celle de la couche imbibée par la mer, s'observait (sur l'emplacement photographié deux

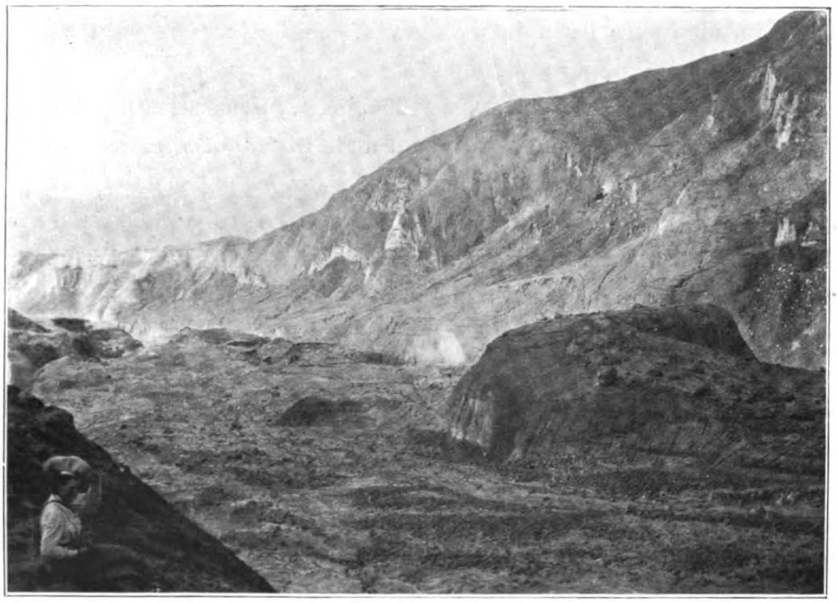


Fig. 82. — La haute vallée de la Rivière Blanche remplie par les apports des nuées ardentes. (Photographie faite le 6 mars 1903 du col de Lénard.)

jours plus tard et représenté par la figure 77) un phénomène curieux ; la vapeur d'eau produite dans la couche inférieure traversait la cendre sèche, elle-même à haute température, et déterminait dans celle-ci la production d'une myriade de petites cavités cratériformes, dans lesquelles la cendre était animée d'un mouvement extrêmement rapide, entraînant de petits lapillis qui y sautillaient.

C'est le surlendemain seulement que nous avons pu débarquer, grâce à la production d'une coulée de boue qui est venue recouvrir localement les apports de l'éruption de la veille. Elle nous a permis d'escalader la falaise

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

et de remonter la vallée de la Rivière Blanche jusqu'auprès de son confluent avec la Rivière Claire ; la description de cette coulée de boue sera donnée dans le chapitre IX ; partout où elle n'avait pas recouvert les cendres, celles-ci étaient restées extrêmement mobiles ; un thermomètre plongé à 10 centimètres de la surface marquait + 210° C. ; à quelques centimètres seulement de celle-ci, la température était encore supérieure à + 100° C. Autour de chacun des gros blocs à demi enfoncés dans la cendre se trouvait un petit fossé plus ou moins large, d'où s'échappait un courant d'air chaud, variable avec les points observés, mais atteignant + 350° C. ; le plomb y fondait toujours rapidement.

J'avais fait porter dans la Rivière Blanche, à environ 100 mètres de la côte, un pesant bloc de fonte, provenant de la Direction d'artillerie de Fort-de-France (1) ; on y avait foré des trous, dans lesquels étaient fixés des baguettes ou des fils métalliques (plomb, étain, cuivre, argent) (2). J'ai trouvé cet indicateur de température couvert de cendres fines (fig. 84, le bloc de droite) ; aucune des baguettes métalliques n'avait fondu ; on peut donc affirmer qu'elles n'avaient pas été exposées à une température supérieure à + 230° C. (fusion du plomb), mais comme, d'autre part, la cendre voisine présentait une température de + 210° C., cela fixe la température *moyenne* de la nuée à environ 6 kilomètres du cratère.

Il eût été fort intéressant de pouvoir faire des constatations du même ordre dans le milieu de la haute vallée de la Rivière Blanche, mais elle était à ce moment absolument inabordable. L'épaisseur des cendres y était considérable, leur température extrêmement élevée ; d'autre part, elles étaient si mouvantes, qu'après plusieurs tentatives nous avons dû nous contenter de longer la vallée (rive gauche), sans y pénétrer transversalement.

Les observations faites de nuit ont montré que parfois, à leur départ du dôme, les nuées étaient incandescentes. On a vu page 206 que l'étude de la structure de leurs laves démontre que celles-ci quittaient le dôme à l'état solidifié ; d'autre part, l'andésite de l'éruption actuelle se ramolit

(1) Les directeurs de l'artillerie, M. le lieutenant-colonel Lecœur, puis le commandant Gautier, ont été des plus aimables pour la Mission et nous ont rendu de nombreux services dont je tiens à les remercier.

(2) Les baguettes métalliques étaient rectangulaires (à l'exception de celles d'antimoine) ; leurs côtés avaient été limés, mais présentaient des barbes irrégulières permettant de constater l'action de la température sur une faible épaisseur.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

à une température voisine de 1150° C. (page 156). Il faut donc conclure de tous les faits qui viennent d'être exposés que la température des nuées ardentes, observées d'octobre 1902 à mars 1903, ne dépassait pas 1100° C. au moment du départ du cratère. Après un trajet de 6 kilomètres, elle était encore de plus de 200° C., en ne tenant compte, bien entendu, que de ses matériaux fins, les lapillis un peu volumineux et

Fig. 83. — Le col de Lénard et, par derrière, la haute vallée de la Rivière Blanche, remplie par les apports des nuées et les éboulements du dôme dont la base est cachée par le brouillard. (Les photographies des figures 79 et 81 ont été faites de la partie située le plus à droite du col ; les photographies des figures 80 et 82, de la limite gauche de la figure.)

a fortiori les blocs de grande taille conservant pendant longtemps une température très élevée.

On conçoit dès lors comment, dans les grands paroxysmes, au cours desquels la vitesse des nuées a été incomparablement plus grande, la température de celles-ci, à 8 ou 10 kilomètres du point de départ, a pu se maintenir plus élevée que dans les éruptions qui viennent d'être étudiées. La température constatée par nous est cependant plus que suffisante pour expliquer tous les phénomènes observés dans la destruction du Morne-Rouge et une température supérieure à un peu plus du double peut servir à

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

interpréter tous les phénomènes calorifiques de l'éruption de Saint-Pierre.

Élévation de la température de l'eau de la mer. — Deux heures après le passage de la nuée ardente du 16 décembre 1902, nous avons constaté que sur son trajet la température de l'eau de mer, relevée à 300 ou 400 mètres du rivage, était supérieure à la moyenne (27° C.); à plus de 100 mètres du rivage, elle atteignait encore + 42° C. L'eau était trouble.

Cette température élevée m'a paru résulter de deux causes distinctes : de la chute directe de la cendre dans la mer et en outre de l'action de la vague, s'échauffant sur le bord en entraînant la boue bouillante dont il a été question plus haut. Cette température était irrégulièrement distribuée, des parties très chaudes succédant souvent à d'autres froides. Dans tous les cas, à une vingtaine de centimètres au-dessous de la surface, la température de l'eau était normale. Cette observation donne la cause d'un fait qui m'avait frappé lors d'une excursion faite, quelques jours auparavant, le long de la côte, entre la pointe Lamare et la Rivière Blanche : sur plusieurs kilomètres, le niveau de la plus haute mer était alors bordé par un cordon littoral de petites crevettes mortes et desséchées ; c'est probablement à un phénomène analogue qu'il faut attribuer la mort des petits poissons que nous avons trouvés près de la Rivière Blanche après le 9 juillet 1902.

6° *Actions mécaniques.*

L'importance des actions mécaniques produites par les nuées ardentes étudiées ici n'a pu être évaluée d'une façon précise, le parcours qu'elles suivaient ne présentant plus rien qui fût susceptible d'être détruit. Après leur passage, j'ai cependant constaté des changements considérables dans le nombre et la disposition des blocs parsemant la Rivière Blanche; ces changements ne résultaient pas seulement d'apports nouveaux, mais encore du déplacement des blocs apportés par les éruptions antérieures. C'est ainsi que le 14 janvier je n'ai pu retrouver ni mon appareil de mesure de température, ni le bloc sur lequel je l'avais placé, bien que celui-ci fût de grande taille et profondément enfoui dans le sol; des repères, qui avaient été vérifiés quelques jours auparavant, et qui subsistaient encore, nous ont fourni la preuve qu'ils n'avaient pas été ensevelis, mais bien entraînés à la mer.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Dès le mois de juin, nous avions, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, observé [**128**] sur les pentes de la montagne des phénomènes d'érosion, constitués par de profonds sillons parallèles, creusés, comme à la gouge, dans les tufs anciens : ils ont été remarqués aussi par M. Hovey qui en a vu de semblables à Saint-Vincent [**99**, 363]. MM. Anderson et Flett les ont aussi constatés dans cette dernière île : ces sillons rappellent les cannelures produites par les glaciers.

Je montrerai (chapitre IX) que beaucoup d'entre eux ont été creusés par les matériaux solides des torrents boueux ; mais, pour beaucoup d'autres, leur situation à flanc de coteau rend cette origine impossible et, au cours de l'hiver 1902, j'ai constaté qu'il s'en formait encore sur les flancs de la vallée de la Rivière Blanche, là où ne pouvait être invoquée l'action de torrents. Il faut donc admettre qu'ils sont le résultat du frottement des matériaux solides transportés par les nuées ardentes.

Fig. 84. — Blocs apportés près de la mer par les nuées ardentes de la fin de novembre 1902 ; sur celui de droite, se voit l'indicateur de température recouvert par la cendre du 16 décembre. La partie sur laquelle se trouvent les personnages est recouverte par une couche de boue ; les parties grises étaient encore à + 200° C. le 18 décembre, quand a été faite cette photographie.

Les gros blocs en s'entre-choquant subissaient des phénomènes d'écrasement locaux et se couvraient de stries, tout à fait comparables à celles que je signalerai plus loin (chapitre IX) à la surface de certains des blocs des torrents boueux ; elles présentent plus d'analogie avec les miroirs de glissement qu'avec les stries glaciaires.

7° *Actions physiologiques.*

Toutes les fois que nous nous sommes trouvés dans le vent d'une nuée ardente parvenue sur la mer, celle-ci était passée depuis trop longtemps pour que nous ayons pu en ressentir aucun dommage. Mais nous avons été plusieurs fois surpris dans la vallée de la Rivière Blanche par des tourbillons soulevés par le vent à la surface de la cendre chaude récemment

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tombée. Nous étions dans de bonnes conditions psychologiques, sachant à quel phénomène nous avions affaire; cependant, au bout de quelques minutes, asphyxiés et aveuglés par la cendre, nous nous trouvions dans l'obligation impérieuse de fuir à tâtons le plus rapidement possible ; et cependant la cendre nous arrivait avec une vitesse faible, en quantité relativement peu considérable ; elle était tiède et ne contenait aucun lapilli chaud. J'en ai rapporté l'absolue conviction que la vie est

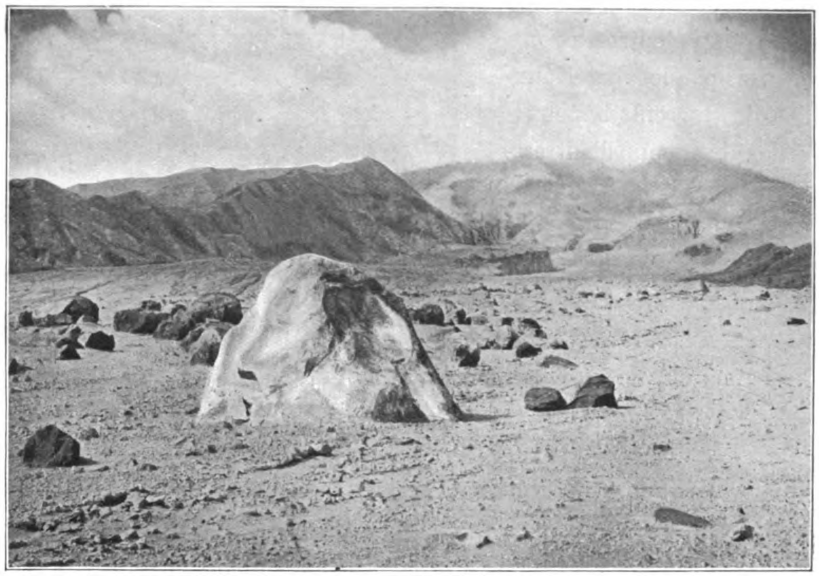


Fig. 85. — La vallée de la Rivière Blanche remplie par les apports des nuées ardentes (octobre 1903).

impossible, même pendant quelques minutes, dans un milieu de ce genre, et *a fortiori* dans les nuées ardentes, telles qu'elles viennent d'être décrites. A la suite de ces expéditions, nous ressentions pendant longtemps cette sensation de soif intense dont se plaignaient tous ceux qui ont été atteints par les grandes éruptions.

Nous avons été à même aussi d'apprécier la nature des brûlures que peut produire la cendre très chaude. J'ai dit plus haut comment la marche était extrêmement difficile sur le trajet des nuées ardentes, même plusieurs jours après leur passage; on ne pouvait alors s'y aventurer qu'avec les plus grandes précautions; lorsque, par suite d'une maladresse, nous mettions le pied dans cette cendre mobile, au moment où elle recouvrait

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nos bottes nous éprouvions un sentiment de chaleur fort désagréable. Un jour, un matelot créole, nu-pieds, ayant voulu passer devant moi, entra jusqu'aux genoux dans une petite dépression remplie par cette cendre chaude et fut cruellement brûlé (1).

§ II. — Les nuées ardentes de mi-mars à décembre 1903.

Depuis mon départ de la Martinique, des nuées ardentes ont continué à se produire dans les mêmes conditions qu'au cours de l'hiver; le tableau suivant, extrait des observations du capitaine Perney, donne la liste de celles de ces nuées qui, par leur importance, ont mérité des mesures numériques. Quelques-unes d'entre elles ont présenté des phénomènes électriques à signaler : un éclair unique a sillonné les nuées du 26 mars, du 9 et du 17 septembre ; plusieurs éclairs ont été constatés dans celle du 31 mai.

Dates.	Descente jusqu'à la mer.	Descente jusqu'au confluent des Rivières Blanche et Claire.	Vitesse moyenne à la seconde.	Hauteur maximum.
26 mars	6h12' s.	»	11m,1 (25m,0 jusqu'à 1 km. de la mer. 4m,2 à la mer.)	3.400 m.
11 avril	»	4h37' s.	»	3.000
27 mai	»	6h27' s.	»	2 000
31 —	»	9h37' s.	20m,0	2.000
30 août	»	8h16' s.	13m,3	»
2 septembre	»	midi 56'	22m,2	2.000
3 —	»	4h26' m. (à 800 m. de la mer).	13m,0	2.300
9 —	2h28' m.	»	20m,0	3.000
13 —	»	9h3' m.	»	2.000
17 —	»	1h30' m. (à 1 km. de la mer).	14m,1	2.000
22 —	8h5' s.	»	12m,5	3.000

Pendant les mois d'août et de septembre, le volcan a présenté une activité assez grande : elle s'est terminée brusquement, le 23 septembre. Cette période de suractivité n'a pas été caractérisée par la très grande fréquence de ces grandes et majestueuses nuées descendant jusqu'à la mer, mais par une succession, parfois extrêmement répétée dans une même journée, de nuées verticales ou de nuées dirigées, non plus seulement dans la vallée de la Rivière Blanche, comme pendant l'hiver précédent, mais un peu dans toutes les directions.

(1) Voir, dans le chapitre VII, une observation de ce genre, faite à Saint-Pierre le lendemain de l'éruption du 30 août.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Déjà depuis le commencement de mai, quelques nuées s'étaient produites du côté du Précheur, d'autres vers l'ancien lac des Palmistes. Dans le Bulletin publié dans le *Journal officiel*, M. Giraud a même indiqué le 12 septembre (2 heures du soir) une nuée s'élevant rapidement à 3 500 mètres, puis recouvrant le lac des Palmistes et descendant du côté du morne Balai (c'est-à-dire sur la pente Est de la montagne) jusqu'à une altitude de 700 mètres; le 19 du même mois (12 h. 3), trois nuées du même genre ont recouvert les pentes de la montagne du côté de la Basse-Pointe jusqu'à l'altitude de 900 mètres.

Ces nuées dirigées vers l'Est ont paru au capitaine Perney partir du voisinage de l'ancienne aiguille; elles n'étaient pas constituées par un jet horizontal, mais elles roulaient rapidement dans le cratère en suivant le talus d'éboulis, y bouillonnaient, remontaient alors la crête, puis se diffusaient peu à peu sous l'action du vent vers l'Ouest ou le Nord-Ouest.

Pendant cette même période de suractivité, un grand nombre des nuées sortaient d'une fente du dôme située au-dessus du talus d'éboulis Sud-Ouest; il s'en écroulait lentement un grand nombre de blocs, qui ont même fait penser à M. Giraud et au capitaine Perney à une coulée de matière visqueuse, sans qu'à ma connaissance l'exactitude de cette impression ait été vérifiée de près. Les nuées qui accompagnaient ce phénomène étaient en général peu étendues, peu épaisses et rapidement dissipées par le vent. Le capitaine Perney m'a indiqué comme caractère de la plupart des nuées de cette période que leur descente était très lente, leurs volutes petites et serrées, se diffusant rapidement. Quant aux nuées ardentes verticales, elles ne dépassaient guère 2 000 mètres, et déjà, en arrivant à cette hauteur, elles étaient en partie diffusées.

Au cours de l'été 1903, comme pendant l'hiver précédent, le vent a d'ordinaire repoussé vers l'Ouest les cendres de tous les types de nuées. Cependant, le capitaine Perney m'a signalé qu'à plusieurs reprises, le vent étant du Sud ou du Sud-Ouest au moment où les nuées arrivaient au terme de leur course, elles ont été alors exceptionnellement refoulées dans la haute vallée de la Rivière Blanche. M. Giraud a signalé plusieurs fois dans ses *Bulletins* qu'après le passage des grandes nuées le sol a été recouvert d'une couche de cendres blanches; il est vraisemblable que celles-ci avaient les mêmes caractères qu'au cours de l'hiver 1902-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

1903 ; je ne puis l'affirmer cependant, n'en ayant pas eu à ma disposition.

De toute cette période de l'éruption, je n'ai examiné que de petits lapillis apportés sur l'emplacement du lac des Palmistes par les nuées de septembre. Ils m'ont été obligeamment envoyés par l'adjudant Guinoiseau ; ils consistent en petites écailles d'andésite arrachées au dôme (types III et IV) et offrent le même aspect que ceux projetés à la même place pendant les éruptions d'août, mais dans ceux-ci il y avait prédominance du type I.

Fig. 86. — Nuée ardente avec direction verticale et poussée dans la vallée de la Rivière Blanche. (Photographie faite de l'Observatoire, le 23 septembre 1903.)

Les matériaux apportés par les nuées et les produits de l'écroulement tranquille du dôme ont continué à combler la vallée de la Rivière Blanche. Une photographie faite en septembre 1903 par le sergent Lacombe, et reproduite dans le chapitre IX, montre qu'alors la vallée avait le même aspect qu'en mars. M. Merwart m'a communiqué une photographie faite par lui le 29 octobre en aval du morne Lénard ; elle fait voir que le comblement de cette partie encaissée de la haute vallée n'a pas fait de progrès considérables depuis mon départ de la Martinique. Par contre, on a vu page 83 que la rainure du cratère, surtout des côtés Est et Nord, a continué à se combler pendant la période d'activité d'août-septembre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE VI

L'ÉRUPTION DU 8 MAI ET LA DESTRUCTION DE SAINT-PIERRE.

On a vu page 37 quels ont été les préliminaires et les caractéristiques de l'éruption du 8 mai, qui a déterminé la destruction de la ville de Saint-Pierre et de ses habitants.

Dans ce chapitre, je me propose de faire l'étude analytique de cette catastrophe, en m'appuyant à la fois sur les récits des témoins et sur les constatations que nous avons pu faire, M. Rollet de l'Isle, M. Giraud et moi, au cours de notre première mission. J'ai poursuivi en outre cette double enquête pendant tout mon second séjour à la Martinique.

A notre premier retour, nous n'avions pu donner une explication rationnelle suffisante du phénomène; les nuées ardentes, que j'ai étudiées pendant l'hiver 1902-1903, ont été le trait de lumière qui m'a conduit à l'interprétation des diverses particularités du dramatique événement dont je vais m'occuper.

Je ne traiterai ici que de l'action de la nuée destructrice, renvoyant pour les phénomènes accessoires de l'éruption (chute de cendre dans toute l'île, phénomènes électriques et météorologiques, ras de marée, etc.) aux divers chapitres dans lesquels ils sont considérés à un point de vue plus général.

§ I. — La région dévastée et ses différentes zones.

Lorsque nous sommes arrivés à la Martinique, le 21 juin 1902, l'aspect des flancs de la Montagne Pelée était, dans ses grands traits, assez semblable à celui qu'il a dû présenter le soir même de la catastrophe. La région dévastée était nettement limitée, particulièrement du côté du Sud; elle comprenait, en gros, un espace d'environ 2 kilomètres de rayon autour du cratère et, sur les flancs Ouest et Sud de la montagne, un secteur compris entre l'îlot de la Perle, le cratère et la Petite Anse du Carbet.

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

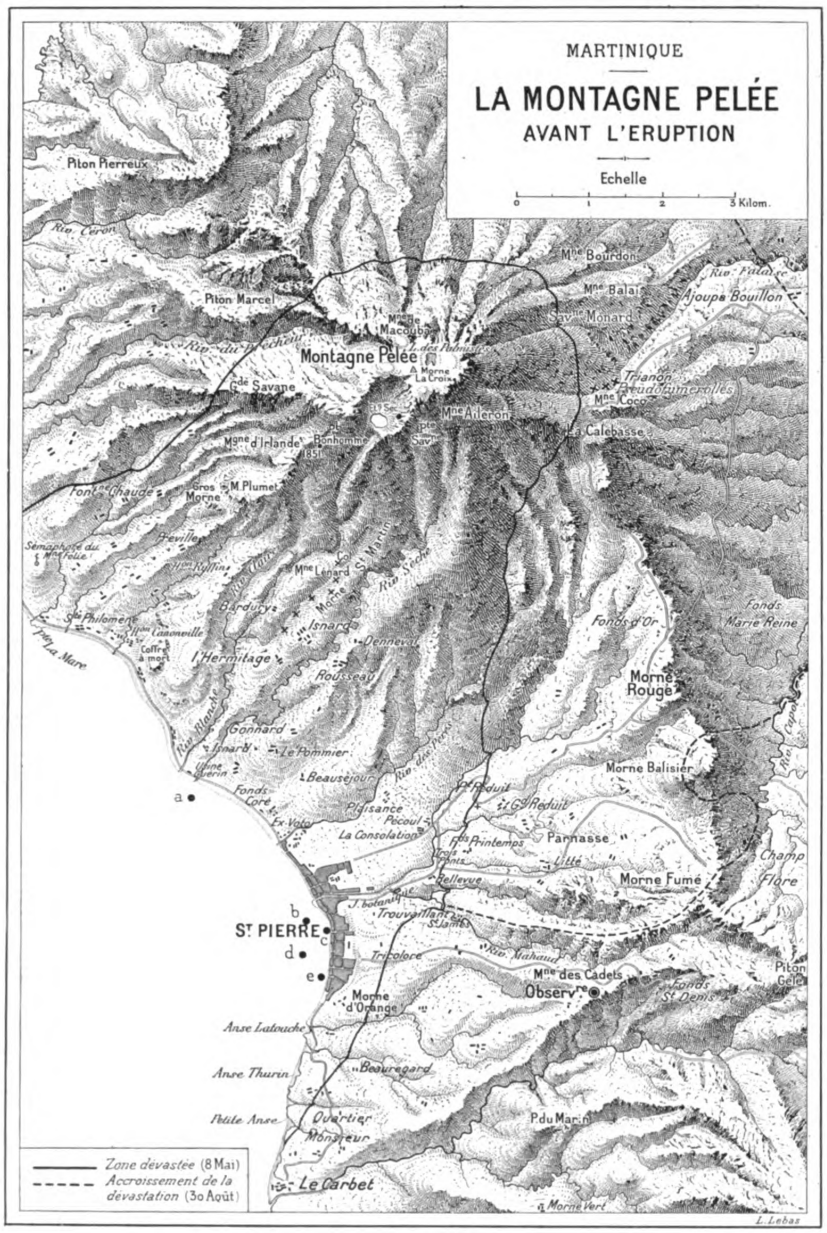


Fig. 87. — Carte de la région dévastée lors des paroxysmes.

Position des navires dont il est question dans les récits donnés plus loin. — a, *Grappler*; b, *Roraima*; c, *Gabrielle*; d, *Roddam*; e, *Teresa lo Vico*.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Pour l'étude des résultats de l'éruption du 8 mai, il est nécessaire d'établir une division très nette dans cet ensemble. Les effets directs de la nuée dévastatrice ne se sont produits que sur une partie de la surface qui vient d'être définie, dans un secteur limité à l'Ouest par la mer et des autres côtés par une ligne joignant le hameau de Boisville (le Précheur) au cratère et par une autre réunissant celui-ci au Sud de Saint-Pierre. Cette dernière ligne passe à l'Ouest de la Calebasse, traverse la vallée de la Roxelane et, laissant Saint-Pierre à l'Ouest, suit une direction Sud-Sud-Ouest, à peu près jalonnée par la croix du Petit-Réduit, l'habitation Bellevue au Parnasse, les bâtiments de l'habitation Saint-James, Tricolore (altitude 160 m.), le Miron (190 m.), l'habitation Papin-Dupont (Desfontaines) (125 m.); elle descend alors la ravine de l'Anse Latouche, puis remonte à la cote de 150 mètres, au-dessous de l'habitation Beauregard (plateau du Quartier Monsieur), pour finir au Nord du village du Carbet, à la Petite Anse.

M. Hill a annoncé [**94**, 257] que l'aire de dévastation était radiale à partir d'un centre qu'il place au Nord de Saint-Pierre près de la Rivière Sèche ; je montrerai plus loin que les faits que nous avons recueillis sont en contradiction formelle avec cette opinion, qui a été d'ailleurs combattue par la plupart des géologues qui ont étudié l'éruption.

La nuée du 8 mai a ravagé complètement le secteur dont les limites viennent d'être données.

Quant à la partie de la côte et des flancs de la montagne s'étendant au Nord, du Précheur jusqu'à l'îlot de la Perle, ils ont été couverts d'une quantité considérable de cendres, comme ils l'étaient déjà depuis le début de l'éruption, mais celles-ci n'ont pas été projetées directement, elles ont été transportées par le vent alizé, soufflant de l'Est; elles sont arrivées froides, sans vitesse initiale, très diluées; aussi les malheureux habitants du bourg même du Précheur qui, jusqu'au 11 mai, sont restés dans leurs demeures, plongés dans l'obscurité, n'ont-ils pas souffert de graves dommages dans leurs personnes; ils ont échappé à la catastrophe et ont été évacués trois jours plus tard.

L'étude minutieuse des actions mécaniques, calorifiques et physiologiques, exercées par l'éruption, permet de diviser la région dévastée en deux zones, extrêmement inégales comme surface et emboîtées concentriquement. Les abords immédiats du cratère ne fournissent, au sujet de la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

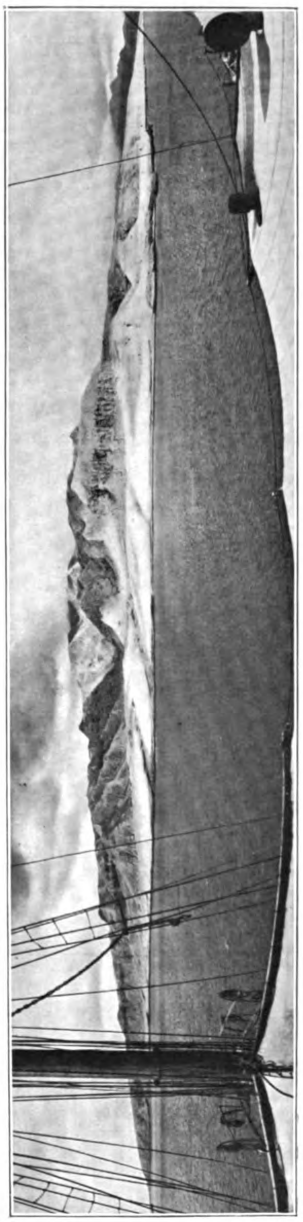


Fig. 88. — La côte, depuis la pointe Lamare jusqu'au Fonds Coré ; au milieu, le Coffre à Mort. (Photographie faite, ainsi que la suivante, en janvier 1903, par M. Lavesvre, pour le photorama Lumière.)

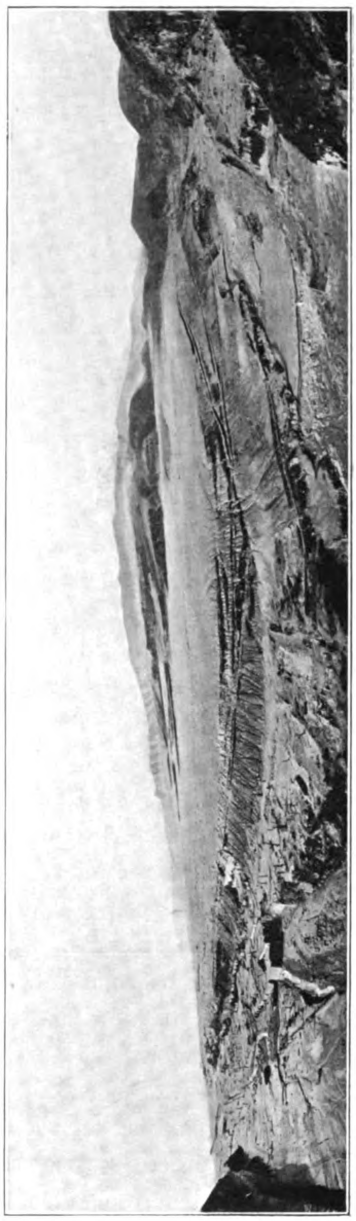


Fig. 89. — L'emplacement du quartier du Fort (à gauche) et la plaine de la Consolation couverts de cendres ; au premier plan, la vallée de la Roxelane, sur la rive gauche de laquelle se trouvait la route des Trois-Ponts, conduisant au Morne-Rouge. (Il faut tenir compte de la déformation due à l'appareil destiné à prendre des vues circulaires pour le photorama.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

discussion de l'éruption du 8 mai, aucune constatation utilisable. Tout, en effet, y a été détruit d'une façon uniforme, et il est impossible d'y faire la part de ce qui revient aux projections verticales et à la nuée ardente.

La *zone centrale*, qui occupe presque toute la superficie du secteur dévasté, est celle dans laquelle la destruction a été maximum. Les actions mécaniques y ont été suffisantes pour raser toutes les constructions, même les plus massives, jusqu'à plus de 8 kilomètres du cratère (Saint-Pierre). Ce n'est qu'à une distance de 10 kilomètres du volcan que les maisons ont pu n'être que partiellement démolies. Dans cette zone, tous les objets combustibles ont été plus ou moins brûlés. Les actions physiologiques peuvent se résumer en un mot : tous les êtres vivants ont été anéantis. Au voisinage de Saint-Pierre, cette zone est limitée par une ligne presque droite, reliant le cratère au Quartier des Trois-Ponts ; elle passe au Jardin des Plantes, suit les flancs des mornes Abel, Tricolore et d'Orange, et vient finir à l'Anse Latouche : sur les mornes dominant Saint-Pierre, elle n'a guère dépassé la courbe de niveau 190 mètres (voir fig. 87).

La *zone externe* sert de bordure à la précédente, dont elle se distingue d'une façon plus ou moins nette, suivant les points considérés. Sa largeur varie avec la topographie : elle s'étale parfois, comme sur les crêtes des mornes dominant Saint-Pierre ; elle se resserre au contraire en présence d'obstacles. Sa limite extérieure est toujours extrêmement nette et l'on passe brusquement de la région dévastée à une autre, dans laquelle la végétation elle-même n'a subi aucun dommage grave. Dans cette zone externe, les actions mécaniques ont été souvent minimes ; les maisons n'y ont été qu'en partie démolies du côté de la zone centrale ; elles sont absolument intactes au voisinage de la région non dévastée ; on n'y constate souvent aucune trace d'incendie.

Les êtres vivants se trouvant le 8 mai dans la partie de la zone externe, voisine de la zone centrale, ont tous succombé ; mais, à l'inverse de ce qui s'est passé dans cette dernière, leurs cadavres n'ont pas été carbonisés et leurs vêtements sont restés intacts ; à mesure que l'on se rapproche de la limite au delà de laquelle la nuée n'a plus fait subir son action, la proportion des blessés qui ont pu être sauvés est devenue de plus en plus grande.

Il ne faut pas s'attendre, d'ailleurs, à trouver dans la distribution de ces deux zones, centrale et externe, une régularité géométrique ; je les ai dis-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tinguées surtout pour la clarté de mon exposition, en tenant compte à la fois de l'ensemble des actions mécaniques, calorifiques et physiologiques déterminées par la nuée : si j'avais voulu tracer des zones distinctes pour chacun de ces ordres de phénomènes, les limites ainsi obtenues n'auraient pas été superposables : en effet, les actions physiologiques, puis calorifiques ont été meurtrières bien au delà de la région où les actions mécaniques, à elles seules, n'étaient plus dévastatrices.

Dans notre rapport préliminaire, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi [**128**], nous avons distingué deux zones distinctes, mais après étude plus complète il me paraît préférable d'en considérer à part une troisième que je désigne sous le nom de *zone maritime*.

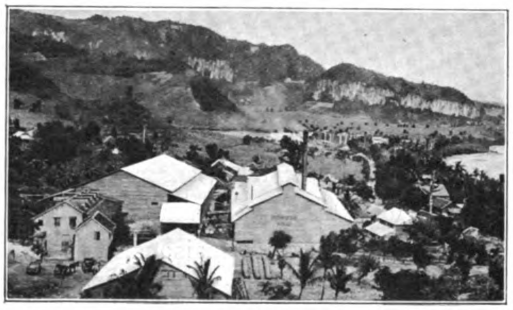


Fig. 90. — Le Fonds Canonville (Sainte-Philomène) avant l'éruption ; au fond, à droite, le Coffre à Mort. (Comparer avec la figure 88.)

En effet, la rade de Saint-Pierre, qui, topographiquement, devrait être comprise dans la zone centrale, pour des causes que je chercherai à établir plus loin, a été soumise à des actions intermédiaires entre celles qui caractérisent les zones centrale et externe, telles que je viens de les définir.

En dehors de la région dévastée, la Martinique tout entière a été, le 8 mai, couverte par une chute de cendres dues aux projections verticales (voir le chapitre IX). Dans les parties Nord et Est du massif de la Montagne Pelée, à une distance du cratère moindre que celle le séparant de Saint-Pierre, ces projections ont été assez peu considérables pour que les populations ne se soient pas doutées du cataclysme survenu si près d'eux.

Saint-Pierre avant l'éruption. — Pour la compréhension de ce qui va suivre, il est nécessaire de donner quelques détails sur la ville de Saint-Pierre avant l'éruption.

C'était la ville commerçante de la Martinique. Sa rade, dangereuse pendant l'hivernage, recevait un grand nombre de navires apportant les produits d'Europe et des États-Unis, emportant surtout du sucre et du rhum ; la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ville renfermait, en 1900, seize rhummeries, dont quelques-unes pouvaient produire jusqu'à 10 000 litres de rhum par jour [Landes, **20**].

Saint-Pierre était très allongée le long de la mer et comprenait trois quartiers : le *Mouillage*, le *Centre* et le *Fort*. Les deux premiers (fig. 94), ainsi que le montre le plan (fig. 91), étaient adossés à une série de mornes : morne d'Orange, morne Tricolore et morne Abel, qui les préservaient contre les vents alizés, mais rendaient le quartier du Mouillage le plus chaud de la ville. Le quartier du Centre était séparé au Sud de celui du Mouillage par la rue du Petit Versailles et limité au Nord par la Roxelane. Le quartier du Fort (fig. 92) se développait entre cette dernière rivière et celle des Pères, sur un plateau montant en pente douce vers l'Est, et se continuant par la plaine de la Consolation. Il dominait la vallée de la Roxelane et la mer, bordé dans ces deux directions par une falaise à paroi verticale à laquelle des maisons et des usines étaient adossées.

La ville était coquette, ses rues étroites, mais bien arrosées; l'eau y était en effet extrêmement abondante (1000 litres d'eau de rivière et 200 de source par habitant). Les maisons, souvent garnies de balcons de fer, étaient, ainsi que les principaux édifices, construites en pierres; celles-ci étaient recueillies sur le bord de la mer ou dans le lit des rivières Roxelane ou des Pères; elles consistaient en galets arrondis, enlevés aux conglomérats andésitiques anciens; elles étaient souvent employées sans être taillées. La couverture des maisons était en tuiles ou en tôle ondulée. C'est seulement dans le quartier du Fort, du côté de la campagne, et sur les mornes, que se trouvaient des constructions en bois.

De nombreux monuments ornaient la ville; c'étaient pour la plupart des constructions massives; je citerai en particulier, dans le quartier du Mouillage, la cathédrale, l'évêché, la banque, la mairie, puis le lycée, la bourse du commerce (en bois) de construction plus légère, le phare de la place Bertin ; dans le quartier du Centre, le théâtre, la prison, le palais de justice, une église, des casernes, l'intendance (palais du gouvernement); dans le quartier du Fort, une église, l'habitation Périnelle, le séminaire-collège, la maison coloniale de santé, etc. La ville renfermait de nombreuses promenades (savanes du Mouillage, du Fort, batterie d'Esnotz), des places ou des quais (place Bertin) plantés d'arbres magnifiques; les mornes eux-mêmes étaient couverts d'une belle végétation.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

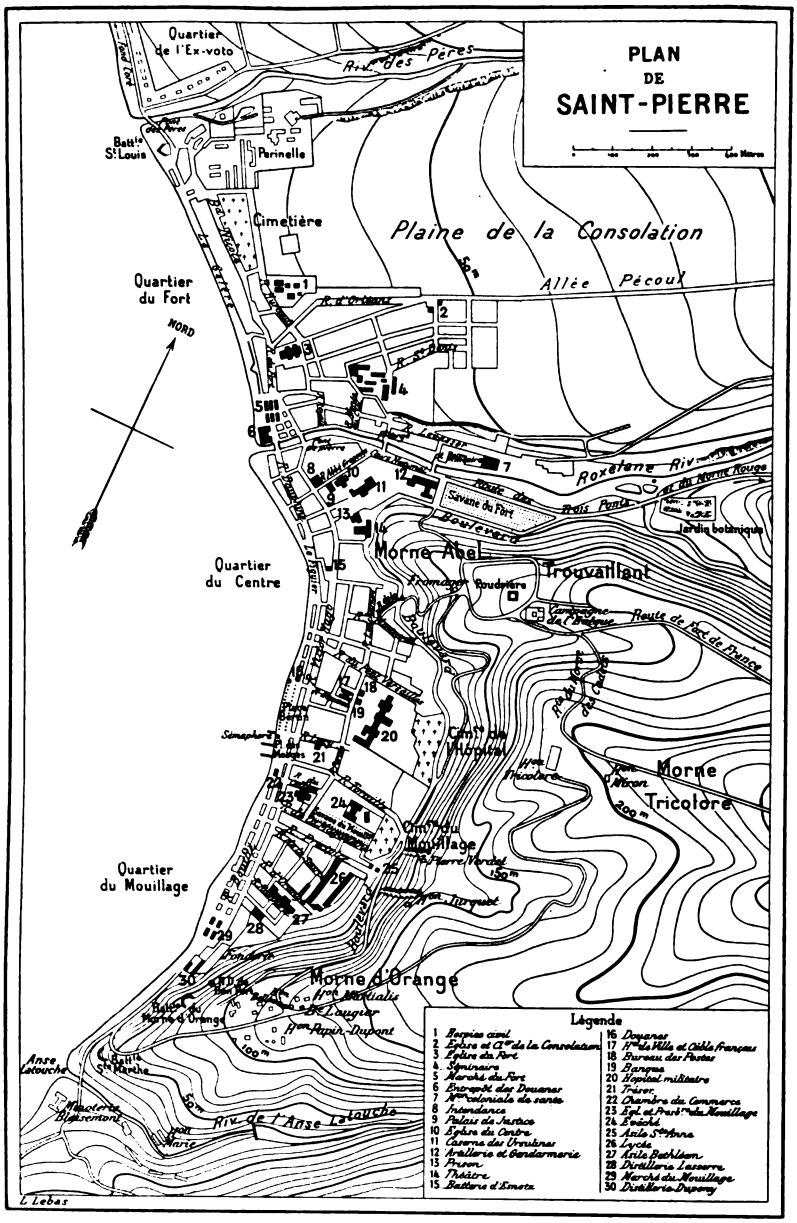


Fig. 91. — Plan de Saint-Pierre : la zone de grande dévastation n'a pas dépassé la courbe de niveau de 190 mètres.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Saint-Pierre se prolongeait par des faubourgs, noyés dans de luxuriantes verdures. Le long de la route du Morne-Rouge, sur la rive gauche de la Roxelane, le quartier des Trois Ponts était surtout bâti en bois ; à la sortie de la ville, sur cette même route, se trouvait le *Jardin botanique*, célèbre dans toutes les Antilles par ses riches collections et les merveilles de sa végétation. Sur le bord de la mer, le long de la côte, le *Fonds Coré* commençait sur la rive droite de la rivière des Pères, à l'Ex-Voto, et se prolongeait jusqu'au village de Sainte-Philomène, situé à environ 4 kilomètres et demi au Nord, près du Précheur ; c'est sur la route du Fonds Coré,

Fig. 92. — Le quartier du Fort (avant l'éruption), puis au delà, le long de la côte, le Fonds Coré, l'usine Guérin sur la pointe de la Rivière Blanche, enfin, à l'arrière-plan, Sainte-Philomène adossée à la pointe Lamare.

longeant la mer, que se trouvait l'usine Guérin, près de l'embouchure de la Rivière Blanche (fig. 92). A vol d'oiseau, l'habitation Périnelle, située à la limite septentrionale du quartier du Fort, était séparée du cratère par un peu plus de 6 kilomètres, tandis que la statue de la Vierge, placée sur le morne d'Orange, à l'entrée Sud de la ville, en était distante de près de 9.

Du côté du Sud, la route coloniale, longeant le bord de la mer et passant à l'anse Latouche, à l'anse Thurin, était bordée d'usines et de maisons. Le nom de *Quartier Monsieur* était donné aux éminences qui précèdent la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Petite Anse du Carbet, où s'est arrêtée l'action de la nuée du 8 mai, à environ 11 kilomètres du cratère.

La population de Saint-Pierre était, d'après le recensement de 1902, de 26 011 et celle du Précheur de 4 620 habitants.

§ II. — Les récits des témoins de l'éruption.

Aucun habitant de la ville de Saint-Pierre proprement dite, c'est-à-dire aucune des personnes se trouvant, au moment de l'éruption, dans les

Fig. 93. — Le quartier du Fort en janvier 1904. Les ruines sont mises à découvert par l'érosion pluviale et par les fouilles.

quartiers du Fort, du Centre et du Mouillage, n'a survécu à la catastrophe, à l'exception du prisonnier Cyparis et de M. Léandre, dont l'histoire sera exposée plus loin ; ces deux derniers ne peuvent d'ailleurs, étant donnée la position des points où ils se trouvaient, nous fournir de renseignements sur la question dont il s'agit ici, c'est-à-dire sur la marche de la nuée qui a anéanti la ville. Les seuls témoins pouvant apporter des indications précises à cet égard sont ceux qui se trouvaient sur la lisière de la zone dévastée, faisant face au volcan ou à son voisinage, et ceux qui étaient à bord des

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

navires en rade de Saint-Pierre; ces derniers (1) ont été plus ou moins grièvement blessés (2); les autres étaient pour la plupart assez éloignés de la zone dangereuse pour n'avoir pas souffert.

Parmi les nombreux témoignages que nous avons recueillis, je ne retiendrai ici que ceux qui renferment des renseignements suffisamment nets;

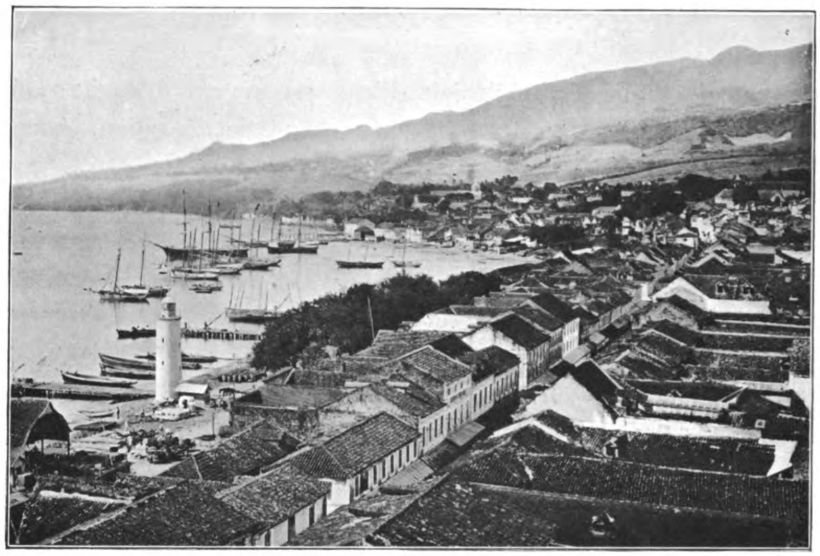


Fig. 94. — Saint-Pierre avant la catastrophe. Au premier plan, le quartier du Mouillage (rue Victor-Hugo) et le phare de la place Bertin; au milieu, le quartier du Centre; puis, au fond, le quartier du Fort.

beaucoup des blessés, en effet, ne nous ont fourni que des indications tellement vagues qu'elles ne peuvent nous être d'aucune utilité.

Il est facile de trouver sur la carte donnée page 223 la position de chaque observateur; je me suis astreint à vérifier personnellement sur place si, du point où se trouvaient ceux-ci, il est possible de voir le volcan en totalité ou en

(1) Une commission scientifique avait été nommée par le gouverneur pour étudier la situation : elle comprenait le lieutenant-colonel Gerbault, MM. Mirville, pharmacien en chef de l'hôpital militaire de Fort-de-France, Léonce, sous-ingénieur des ponts et chaussées, Doze et Landes, professeurs au lycée ; tous ces messieurs ont péri, à l'exception de M. Mirville, retenu au chef-lieu pour affaire de service. Ils avaient la veille publié une courte note rassurante sur la situation; il est juste de rappeler qu'aucune des prévisions qui auraient pu être faites sur la marche probable des événements, d'après les faits connus du volcanisme, ne devait se réaliser.

(2) Quelques mécaniciens et chauffeurs du *Roddam* n'ont eu aucune brûlure, mais ils n'ont rien pu voir, s'étant enfermés hermétiquement dans la chambre de chauffe de la machine.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

partie; j'ai pu ainsi apprécier le degré de confiance qu'il est possible d'attribuer aux divers récits qui m'ont été faits par les divers témoins.

Zone externe et région limitrophe. — L'abbé Altéroche qui, depuis le matin du 8 mai, observait le volcan de la terrasse du presbytère du Morne-Vert, m'a signalé qu'à 7 h. 30, la colonne de vapeurs s'élevant du cratère était parfaitement verticale et laissait le morne La Croix absolu-

Fig. 95. — La ville détruite; la rue Victor-Hugo reste distincte. Au fond, la Montagne Pelée couverte de cendres. (Photographie faite à la fin de juin 1902.)

ment dégagé. Il venait de rentrer dans sa maison quand il fut appelé au dehors par des cris; il n'a donc pas vu le nuage à sa sortie immédiate du cratère; il l'a distingué se dirigeant d'une seule pièce du côté de Saint-Pierre et se précipitant sur la ville avec une vitesse vertigineuse. En moins d'une minute, dit-il, il est arrivé à la Petite Anse du Carbet....

En cet instant, le sommet de la Montagne Pelée était complètement net, comme si un vent violent avait balayé tout ce qui s'y trouvait. Nous pûmes voir sans peine le morne La Croix et les autres pics qui couronnaient alors la cime de la montagne. Au-dessus du cratère, le ciel était bleu; je rejetais un regard du côté de la mer : le nuage, toujours précédé par une forte colonne de feu, s'avançait vers le Carbet; encore quelques secondes et ce bourg était anéanti; quand, tout à coup, nous le vîmes s'arrêter et remonter dans les airs à une hauteur considérable. Les habitants du Carbet nous dirent le soir qu'au moment où le

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nuage allait les atteindre un vent violent, semblable au vent d'un cyclone, l'avait refoulé du côté de la ville. Au Morne-Vert, nous sentimes une forte brise venant du Sud, mais qui n'avait rien de commun avec le vent d'un cyclone.....

L'abbé Altéroche raconte ensuite que le nuage est venu passer sur son village avec des grondements et des éclairs; une pluie de lapillis s'est mise à tomber, puis l'obscurité devint complète, accompagnée par une chute de boue à odeur sulfureuse, bientôt suivie par des cendres sèches qui tombèrent pendant environ une heure; à 10 heures, le ciel était à peu près éclairci, mais la lumière était celle d'un crépuscule. Les observations qui suivent sont importantes, car ce sont les seules que j'aie pu obtenir sur ce qui s'est passé au volcan dans la soirée du 8 mai. Le soir et jusqu'à 1 heure du matin, la montagne est restée découverte; plusieurs points lumineux, disposés en demi-cercle, se voyaient à son sommet et, au bas de ceux-ci :

Le cratère vomissait des torrents de lave en feu [*probablement écroulements de blocs ou nuées ardentes*] qui, arrivés en un certain endroit, se divisaient en trois coulées différentes, par lesquelles ils se précipitaient dans la mer, avec la rapidité d'un train éclair. La première de ces coulées me parut être dans la Rivière Blanche; elle était de beaucoup la plus considérable et la lave qui s'en échappait s'avançait dans la mer en gardant son intensité lumineuse jusqu'à plusieurs centaines de mètres; c'étaient de véritables feux grégeois. La seconde coulée nous semblait placée entre le bourg de Sainte-Philomène et le tombeau des Caraïbes [Coffre à Mort]; la troisième était placée certainement au delà du hameau de Sainte-Philomène. Ces deux dernières étaient moins fortes que l'autre et, arrivées à la mer, disparaissaient au bout de quelques mètres. Ce tableau féerique dura jusqu'à 1 heure du matin. A 1 heure, les feux s'éteignirent, les descentes de lave devinrent moins fréquentes. Nous en avions compté en moyenne de cinq à six par minute; à partir de cette heure, elles n'apparurent plus qu'à intervalles de trois ou quatre minutes.

Voici le récit de Mme Dujon, écrit quelques jours après la catastrophe [**84**]; cette personne s'était réfugiée à l'habitation Beauregard, située à 2 kilomètres de la place du Mouillage sur le plateau qui surplombe à l'Est (160 à 175 m.) le quartier Monsieur : cette habitation n'a pas été touchée par la nuée.

Après une détonation terrible, il semble, dit-elle, que du volcan entr'ouvert s'échappe, avec la rapidité de l'éclair, une masse énorme, fumante, épaisse, cependant sillonnée d'éclairs; en un clin d'œil, elle se précipite sur la ville, la couvre, l'étouffe, l'embrasse, roule sur la mer, puis, se dilatant en tous sens, grandit comme une montagne de cendres et de feu dont la base est à terre et dont la cime touche le ciel.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

M. Arnoux, avec lequel j'ai eu de nombreuses conversations à la Martinique, a envoyé le récit suivant au *Bulletin de la Société astronomique* [**74**]. Il était, le 8 mai, chez lui, au Parnasse.

Vers les 8 h. 10, étant encore à regarder le cratère, je vis en sortir une petite vague, suivie deux secondes après d'une nappe considérable qui mit moins de trois secondes à courir jusqu'à la pointe du Carbet, en même temps qu'elle se trouvait déjà à notre zénith, se développant presque aussi vite en hauteur qu'en longueur. C'étaient des vapeurs en tout point semblables à celles lancées presque tout le temps par le cratère. D'un gris violet, elles semblaient très denses, car, bien que douées d'une force ascensionnelle inimaginable, elles conservaient jusqu'au zénith leurs sommets arrondis. On aurait dit que c'était le cratère qui s'était ouvert sur toute cette étendue signalée plus haut. Au milieu de ce chaos de vapeurs, je vis d'innombrables étincelles électriques, en même temps que les oreilles étaient assourdies par un fracas épouvantable. J'eus alors l'impression bien nette que Saint-Pierre avait été pulvérisée... A ce moment, un vent terrible d'aspiration se leva, arrachant les feuilles des arbres et cassant les petites branches, nous opposant même une forte résistance à la course ; à peine étions-nous arrivés au sommet du mamelon, que le soleil s'obscurcit tout d'un coup, faisant place à une noirceur presque complète. Alors seulement nous reçûmes des cailloux, dont les plus gros mesuraient environ 2 centimètres de diamètre moyen, en même temps que sur la ville de Saint-Pierre, et dans la direction où je savais se trouver à peu près le quartier du Mouillage, nous vîmes une colonne de feu semblant animée d'un mouvement de translation et d'un autre mouvement de rotation, laquelle trombe de feu j'estimais au moins à 400 mètres de hauteur totale; ce phénomène dura de deux à trois minutes. Peu après les pierres, une pluie de boue s'abattit sur nous, couchant au ras du sol toutes les herbes et même les petits arbustes, puis ce fut une pluie torrentielle durant environ une demi-heure ; en tout le phénomène avait duré à peu près une heure, après quoi le soleil perça.

Un autre observateur, M. Fernand Clerc, qui se trouvait à l'habitation Litté, non loin du précédent, a fait un récit conforme, dans les grandes lignes, à celui de M. Arnoux ; il a vu partir de l'Étang Sec une nuée roulant sur la terre en moutonnant et se dirigeant sur Saint-Pierre. Il a remarqué qu'on voyait l'horizon au-dessus d'elle, le long de son trajet vers la ville ; il signale les éclairs et semble croire qu'il y a eu une explosion sur celle-ci. La nuée aurait mis d'après lui une minute et demie pour atteindre le Carbet.

M. Thierry, aujourd'hui directeur de l'Agriculture à Fort-de-France, a vu le phénomène du Morne-Rouge, c'est-à-dire de plus loin que les personnes précédentes. Le récit qu'il en a donné (1) [**141**] est fort intéressant; il prête à quelques remarques, au sujet desquelles j'ai longuement discuté avec lui pendant mon séjour à la Martinique. Voici d'abord sa citation textuelle :

(1) Le brigadier de gendarmerie du Morne-Rouge dit dans son rapport : « Le morne La Croix a paru s'entr'ouvrir et a vomi toute une trombe de feu qui a tourbillonné dans les airs et s'est ensuite précipitée avec une rapidité vertigineuse dans la direction de Saint Pierre... »

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

En regardant la montagne, je vis d'abord sur la coulée de la Rivière Blanche toute une série de colonnes de fumée qui paraissaient autant de petits cratères [*fumerolles*] et provenaient sans doute d'un écoulement de boue bouillante survenu pendant la nuit et qui aurait suivi la même voie que celui qui, trois jours avant, avait englouti l'usine Guérin... Je comptais ces colonnes de fumée : j'en comptais très distinctement six, avant d'arriver au vrai cratère sur lequel je venais à peine de fixer les yeux pour compter sept, lorsque *je vis une gerbe de rochers sortir du cratère, projetés à une hauteur que, approximativement, je ne puis supposer à plus de 50 à 100 mètres au-dessus de la crête de la montagne, et prendre en retombant la direction du bord de la mer du côté de Saint-Pierre, enjambant la crête qui sépare la vallée de la Rivière Blanche de la vallée de Saint-Pierre.*

En même temps, un bruit formidable, et, sur les côtés de la gerbe ou de la fusée dont bientôt je ne pus continuer à voir le centre qu'une fumée épaisse emplissait, je vis encore d'énormes rochers qui filaient sur Saint-Pierre avec une vitesse énorme, laissant derrière eux une sorte de traînée qui se profilait en noir sur la blancheur intérieure du nuage.

Tout cela en moins de temps qu'il n'en faut pour le dire, car, d'un coup, l'espace compris entre le cratère et le bord de la mer s'est trouvé plein du nuage formé par les matières vomies par le volcan, et ce n'est qu'au début que je vis les rochers, car presque tout de suite un nuage épais couvrit toute la partie comprise entre la montagne et Saint-Pierre.

Je sortis alors dans la rue et allai, me dirigeant du côté de Saint-Pierre, guidé par une sorte de curiosité effarée, ainsi que beaucoup d'autres d'ailleurs qui, avertis par le bruit, sortaient de leurs maisons et allaient de ce côté, cherchant à savoir ce qui venait de se produire et quel était le danger qui nous menaçait ; j'allai ainsi pendant 100 mètres environ, quand je vis, à une distance qui me parut fort rapprochée, un énorme nuage gris roux, prenant depuis terre, qui s'avançait sur nous comme une muraille et sur les bords duquel les éclairs formaient comme un véritable filet à mailles serrées ; j'eus alors comme une impression de vide devant moi, une sorte de vertige me prit et je crus que c'en était fini de nous et du Morne-Rouge. Le bruit ne faisait qu'augmenter, le ciel s'obscurcissait et, ma curiosité cédant à l'instinct de conservation, je fis volte-face pour aller dans la direction de ma maison où j'arrivai rapidement. En cours de route, je sentis un violent coup de vent, comme un petit cyclone qui arracha beaucoup de feuilles et cassa quelques branches, mais dura peu ; puis des pierres chaudes se mirent à tomber, remplacées après par de la boue chaude. Au retour, en repassant devant la maison de M. Carassus, j'ai regardé le cratère ; il était absolument net et ne projetait plus rien que de la fumée comme à l'ordinaire, ce qui fait qu'en récapitulant j'estime que la projection de la trombe meurtrière n'a pas duré plus de deux minutes, si même elle a duré ce temps-là (1).

Je crois volontiers que nous avons été préservés au Morne-Rouge parce que, la poussée directe de la trombe étant sur Saint-Pierre, nous n'avions venant à nous qu'une poussée latérale s'avançant par dilatation, sans beaucoup de vitesse relativement, et qui a été arrêtée par le petit cyclone que nous avons vu.

La partie importante du récit de M. Thierry, et qui diffère de celui des témoins cités plus haut, réside dans la phrase soulignée. Si ce témoin a bien vu, il en résulterait qu'au départ de la nuée il y a eu explosion et projection de blocs incandescents dans la direction verticale aussi bien que dans l'horizontale. Cela concorde avec la façon dont je comprends le méca-

(1) M. le Dr Artières, qui se trouvait au Morne-Rouge, m'a donné un récit très analogue à celui qui est relaté ici.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nisme du phénomène et avec les constatations que j'ai faites entre le cratère et la Rivière Sèche et qui seront exposées plus loin; la présence de blocs dans la partie inférieure de la nuée est aussi rendue probable par mes observations dans la vallée de la Rivière Blanche pendant l'hiver 1902 et par celles faites, le 9 juillet, par MM. Anderson et Flett; je démontrerai toutefois plus loin que ces blocs n'ont contribué en rien à la destruction de la ville de Saint-Pierre, qu'ils n'ont pas atteinte.

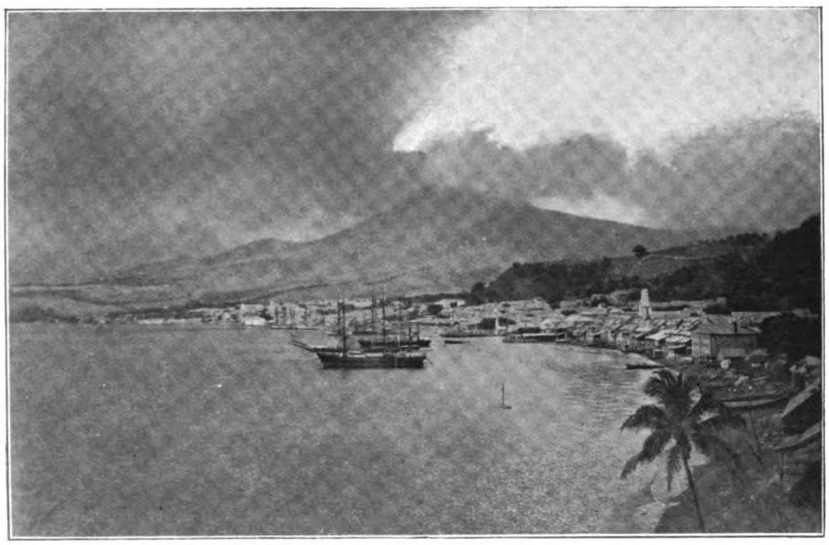


Fig. 96. — Le dernier jour de Saint-Pierre. Photographie communiquée par M. Célestin, qui l'a faite le 7 mai au soir. La Montagne Pelée et l'horizon au Nord de la ville sont obscurcis par le nuage de cendres s'élevant du volcan.

La netteté de la limite extérieure d'action de la nuée dévastatrice et l'étroitesse que présentait parfois la zone externe sont bien mises en évidence par l'observation suivante que j'ai recueillie de la bouche de M. Édouard Lasserre, rhummier à Saint-Pierre; celui-ci, accompagné par un de ses amis, avait quitté la ville, vers 7 heures du matin, pour aller au Morne-Rouge; ils avaient parcouru 3 kilomètres environ, lorsqu'ils virent le départ de la nuée éruptive.

Au moment où les violentes détonations commencèrent à se faire entendre, m'a écrit M. Lasserre, nous enlevâmes nos chevaux au galop pour fuir le danger; nous nous trouvions en effet à l'extrême limite de la partie recouverte ou menacée par le nuage, si bien que 10 mètres en avant, dans la direction de la montée, ces nuages ne laissèrent aucune

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

trace de leur passage, tandis que deux personnes qui se trouvaient à 10 mètres en arrière de nous furent tuées. Malgré la rapidité de notre fuite, les nuages nous ont atteints et subitement notre voiture a été renversée sens dessus dessous et nous nous sommes trouvés par terre recouverts par la voiture. Nous ne pouvons fournir aucun détail sur la façon dont s'est produit cet accident : il a été instantané. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que c'est avec violence que nous avons été projetés sur le sol, ainsi qu'en témoignaient les nombreux traumatismes que nous avions reçus, notamment sur la tête.

Trois minutes après, revenus un peu de cette terrible secousse, le cocher, moins engagé que nous, nous ayant dit qu'une éclaircie venait de se produire, nous nous sommes dégagés de dessous la voiture et c'est alors que nous avons constaté que nous étions horriblement brûlés tous les trois, notamment sur les parties découvertes du corps, c'est-à-dire sur la tête et sur les mains ; nous étions également brûlés sur les jambes, jusqu'à la hauteur de moitié cuisse. Les pieds, garantis par la chaussure, sont restés indemnes. Le bas du pantalon de mon compagnon était brûlé, tandis que mes habits ne portaient aucune trace de brûlure. Nous avons aperçu à ce moment sur la route les deux personnes tuées dont nous avons déjà parlé. Nous avons alors continué notre route à pied, malgré nos nombreuses et graves brûlures ; l'habitation du Grand Réduit se trouvant 300 mètres plus loin, nous voulions l'atteindre pour y trouver secours.

Nous reprîmes donc notre marche et nous n'avions pas fait 50 mètres, quand nous avons reçu une pluie de pierres qui nous a accompagnés jusqu'au Grand Réduit. Ces pierres étaient de la grosseur de noisettes, elles avaient l'aspect de la pierre ponce ; elles paraissaient animées d'une vitesse égale à celle d'une balle morte qui tombe ; elles n'étaient pas très nombreuses, puisque chacun de nous n'en a reçu que deux ou trois sur un parcours de 250 mètres environ. Notre voiture avait été renversée à l'extrême limite de la sphère d'action des nuages, car tout près de nous le sol et la végétation ne portaient aucune trace de brûlure (fig. 97) ; nul doute pour nous que si nous avions pu arriver à temps 10 mètres plus loin, nous aurions été épargnés, ainsi que nous l'avons déjà dit.

Nous étions arrivés depuis cinq minutes à peine au Grand Réduit, lorsque la plus grande obscurité s'est produite dans l'atmosphère. Cette obscurité a duré environ une heure, soit de 8 heures et demie à 9 heures et demie du matin ; pendant la durée de l'obscurité, nous n'avons éprouvé ni difficulté de respiration, ni ressenti aucune odeur spéciale ; le phénomène nous a paru se borner au manque de lumière. Quand l'obscurité a eu disparu, nous avons eu une pluie tiède qui a duré un quart d'heure environ.

Le reste de nos épisodes se borne aux soins nécessités par nos brûlures.

Voici, d'autre part, les renseignements fournis par quelques blessés soignés à l'hôpital militaire de Fort-de-France : ils montrent que, sur la lisière extrême de la zone dévastée, la force mécanique de la nuée était encore suffisante pour jeter à terre violemment un homme.

Passioniste Lesage avait quitté Saint-Pierre le 8 mai, à 7 heures et demie du matin. A environ 20 mètres de l'habitation Fonds Joly, à environ 2 kilomètres de la ville sur la route du Carbet, il rencontre deux marchandes avec lesquelles il lie conversation. Il était tourné du côté du volcan ; soudain, il entend une formidable détonation et il voit, a-t-il raconté, une masse de feu englobée par un gros nuage noir s'abattre sur la ville. En deux minutes, le nuage arrive jusqu'à lui ; il veut fuir du côté de l'habitation, mais il est

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

poussé en avant par un vent violent, venant du Nord; il est jeté contre un arbre, perd son chapeau, est roulé à terre sur une longueur de 3 ou 4 mètres et en même temps recouvert par une boue demi-liquide qu'il compare à du mortier; elle renfermait de petits cailloux, dont l'un s'est enfoncé dans sa cheville droite à la manière d'un grain de plomb; il a senti une petite pierre s'enfoncer au-dessus de la région fessière droite, produisant une plaie contuse. Il s'est relevé lui-même; sa bouche et ses

Fig. 97. — La voiture de M. Lasserre, culbutée à l'extrême limite de la zone externe. La croix et les maisons situées au tournant de la route, à 10 mètres de la voiture, n'ont pas subi de dommage.

narines étaient remplies de cendres chaudes déterminant de la gêne respiratoire; il a été brûlé aux pieds, aux mains, aux reins, au coude droit; ses vêtements (pantalon et chemise) étaient intacts. Il ignore ce que sont devenues les deux marchandes. Arrivé à l'habitation, il a trouvé plusieurs personnes couvertes de boue, mais non brûlées; il a pu se rendre à pied jusqu'au Carbet, d'où il a été dirigé sur l'hôpital de Fort-de-France.

Simon Taudilas était à Bellevue près du Parnasse, à 2 kilomètres de Saint-Pierre; il causait avec un groupe de trois hommes et de trois femmes, lorsqu'il entendit une détonation et vit arriver la nuée: il s'enfuit du côté du Parnasse, avec deux de ses camarades. Un vent violent les pousse et les projette à terre, ils sont à ce moment recouverts par de la boue chaude. Ils se relèvent tous

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

trois et continuent leur course jusqu'au Parnasse. L'un deux, jeune homme de vingt ans, meurt une heure après leur arrivée, Taudilas et l'autre ont été trois jours plus tard transportés à Fort-de-France; le premier a survécu à ses blessures, son camarade est mort après son entrée à l'hôpital. Taudilas et ses amis étaient extrêmement altérés et ont bu des vidanges de résidu de tafia. Au cours de leur fuite, ils ont vu de nombreux animaux domestiques roulés par terre et transportés dans les fossés. Quant aux trois femmes, elles s'étaient réfugiées dans l'habitation où elles ont été brûlées; l'une d'elles, Paulémie Germonté, a éprouvé un peu de gêne respiratoire à la suite de ses brûlures.

Zone maritime. — A notre arrivée à Fort-de-France en juin, nous avons interrogé divers survivants de la catastrophe qui se trouvaient, le 8 mai, à bord des bâtiments mouillés en rade de Saint-Pierre à une petite distance du rivage ; voici le résumé des renseignements qu'ils nous ont fournis :

Prudent (Jean-Louis) était mécanicien à bord de la *Teresa lo Vico*, mouillée (fig. 87, *e*) au bas de la rue d'Orange (extrême Sud de la ville), à 50 mètres de la côte. Dans la nuit du 7 au 8, à 11 heures du soir, il a constaté un mouvement de la mer du genre de celui du 5 mai, mais plus faible : à 7 h. 15 du matin, se produisit une poussée de vapeurs dirigée vers Saint-Pierre, qu'il compare au jet d'une machine à vapeur. Vers 8 heures, il vit partir du cratère une masse énorme, violacée, sans flammes, rasant la terre et se dirigeant vers la ville. L'obscurité se fit aussitôt. Prudent tomba à l'entrée du poste et fut recouvert par ses camarades projetés sur lui. Quand il revint à lui, l'obscurité était moindre, les maisons de la ville brûlaient, quelques-unes (rhummeries) sautaient les unes après les autres; les arbres étaient dépourvus de feuilles, mais ne brûlaient pas. Il a, comme les autres observateurs, constaté la chute de boue chaude, puis de cendres tièdes. Prudent n'a eu de brûlures qu'aux parties découvertes ; il les compare à celles que l'on constate lors des explosions de machines à vapeur dans les chambres de chauffe; sa barbe et ses cheveux étaient intacts ; sa chemise n'était pas brûlée, mais le jersey qu'elle recouvrait est tombé en miettes, sans que sa peau ait eu à souffrir.

Le bâtiment a touché quatre ou cinq fois ; le gaillard d'avant seul était

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

couvert de cendres brûlantes, le reste du pont était mouillé (il n'était qu'à 1m,50 au-dessus de la mer), ce qui indique que le bateau a été couvert par la lame au cours de l'éruption. Le vent était d'Est avant 8 heures, il était Sud après le cataclysme. Prudent a insisté sur ce que l'eau de la mer n'était pas chaude et qu'il n'a senti aucune odeur spéciale. Avec une énergie rare, il s'est jeté à la mer, s'est cramponné à une barque vide, est parvenu à y faire rouler sa femme, sa bonne, la femme du capitaine et neuf matelots blessés (le capitaine était mort). Avec les plus grandes difficultés, il a pu se diriger vers le Carbet, où il a été recueilli par le *Suchet*. La plupart de ses compagnons sont morts ou ont été grièvement blessés; seul le mousse qui était dans la chambre n'a eu que des brûlures légères : il s'était plongé la tête dans une cuvette.

Innocent (Jean-Baptiste), mousse sur le *Diamant*, amarrait une haussière sur le quai lors de l'éruption ; il a coulé avec son bateau au moment où celui-ci faisait machine arrière ; il n'a rien vu. Il s'est trouvé dans l'eau sans savoir comment, puis il a plongé à plusieurs reprises pour n'être pas brûlé par la chute de cendres chaudes; sentant que ses forces l'abandonnaient, il s'est dirigé vers la côte et s'est trouvé tout à coup à sec. Il s'est ensuite rejeté à la mer et a pu saisir une planche sur laquelle le *Suchet* l'a recueilli. Il a constaté au moment de son immersion que l'eau était chaude, mais comme, à ce moment, la machine du *Diamant* sautait, cette observation n'a pas de portée.

Le second capitaine de la goélette *Gabrielle*, de la maison Knight, Georges-Marie Sainte, était à bord de son bateau, mouillé près du rivage, vis-à-vis le magasin Knight, au Figuier (quartier du Centre) (fig. 87, *c*). Il a vu sortir, d'un point situé à 200 mètres environ au-dessous du sommet de la montagne, un nuage noir accompagné d'un grand bruit « comparable à rien », nous a-t-il dit ; ce nuage se prolongeait tout le long de la Rivière Blanche (1); il s'est rabattu sur Saint-Pierre, qu'il atteignit au bout de quarante-cinq secondes.

Avant d'être touchée par la cendre que contenait ce nuage, la *Gabrielle* a été démâtée, couchée sur la bande et coulée ; elle est restée entre deux eaux, grâce à un chargement de fûts vides. Le capitaine avait eu le temps

(1) Voir page 236 l'observation de M. Thierry sur les fumerolles de la Rivière Blanche.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

auparavant de faire larguer ses haussières et de faire descendre l'équipage dans la chambre; c'est là que les hommes ont été brûlés, les hublots étant restés ouverts. Le nuage était brûlant, avec une légère odeur sulfureuse; il ne renfermait pas de flammes ; tout bruit a cessé après son passage. Sainte nous a fait remarquer que, contrairement à ce qu'on lui a fait dire dans diverses interviews, il n'a pas constaté que la mer fût chaude (1). Lui et quatre hommes de l'équipage ont été sauvés ; c'est après leur immersion qu'ils ont vu la ville en flammes. La chute de la boue brûlante n'aurait, d'après lui, commencé que cinq (?) minutes environ après l'arrivée de la nuée. Presque aussitôt après la catastrophe, la Roxelane a débordé : elle charriait des cadavres, des arbres et des débris de toute sorte, qui gênaient beaucoup la nage des matelots de la *Gabrielle*; ceux-ci ont pu se cramponner à des épaves et ils ont été recueillis à 3 heures de l'après-midi par le *Suchet*. Sainte a eu des brûlures aux poignets, au dos; ses cheveux, sa barbe et ses vêtements étaient intacts.

J'ai interrogé en octobre le maître d'équipage de cette même goélette, M. Augustin Octave ; blessé par la chute d'un mât, il a pu cependant se jeter dans la chambre. Il a vu la nuée descendre du point (Étang Sec) « d'où était partie l'avalanche de boue du 5 mai dont il avait été témoin » ; cette nuée était obscure. Il m'a assuré avoir vu deux hommes venir mourir près du rivage. La lame qui a suivi l'éruption a balayé le quai et en a ramené vers la *Gabrielle* des morceaux de bois en voie de combustion.

Deux navires de la *Quebec Line*, le *Roddam* (fig. 87, *d*) et le *Roraima* (même figure, *b*), étaient mouillés vis-à-vis l'extrémité Nord du quartier du Centre, à un quart de mille l'un de l'autre et à moins de 300 mètres de la côte (2). Le capitaine E. W. Freeman, commandant du *Roddam*, et M. E. S. Scott, second du *Roraima*, qui ont survécu à la catastrophe, ont publié les dramatiques récits suivants de ce qu'ils ont vu; j'en donne une

(1) Le journal *l'Opinion* de Fort-de-France a publié un premier récit de Sainte dans lequel celui-ci dit avoir vu une yole, portant le gouverneur et les membres de la commission scientifique, qui se dirigeait vers le Prêcheur, en se maintenant à 400 mètres du rivage ; cette indication avait fait penser tout d'abord que M. Mouttet, le colonel Gerbault et leurs compagnons étaient morts en mer ; mais la découverte, dans le quartier des Trois-Ponts, du corps de M. Landes (p. 284), le membre le plus actif de la commission scientifique, rend cette information peu vraisemblable ; il a dû y avoir erreur de personnes.

(2) Sur la figure 87, on a marqué en *a*, la position occupée par le *Grappler*, navire du câble anglais, qui a été coulé avec tout son équipage.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

traduction libre en ne tenant compte que de ce qui peut éclairer la discussion du phénomène. Le *Roddam* est le seul navire qui ait pu prendre la fuite. Il était arrivé en rade de Saint-Pierre, ce même jour, à 6 h. 45. Voici le récit du capitaine Freeman [**85**] :

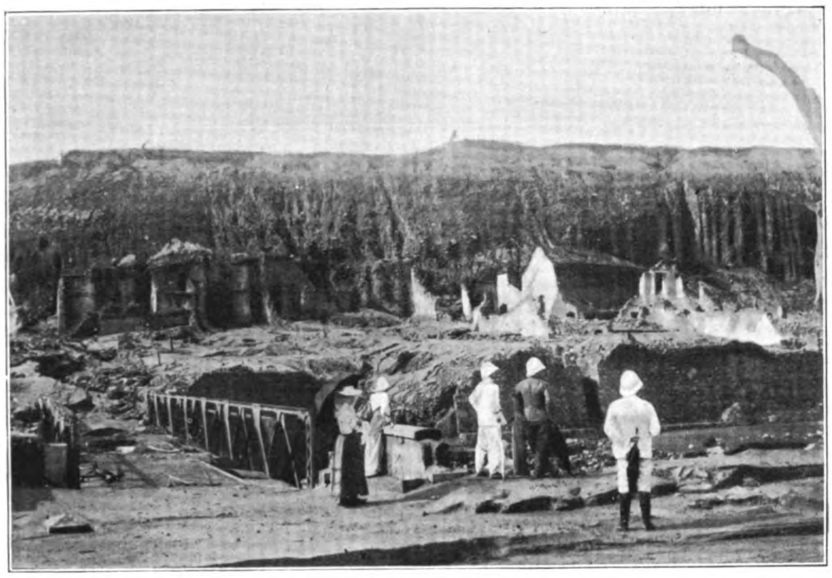


Fig. 98. — Le pont Vergé, sur la Roxelane, et la falaise du quartier du Fort, dont toutes les maisons ont été détruites. (Photographie faite le 23 juin 1902.)

Tout à coup retentit une violente détonation qui ébranla la terre et la mer. Ce fut une formidable explosion de la montagne, qui parut s'entr'ouvrir du sommet à la base pour donner passage à une flamme éclatante (*flashing flame*), qui s'éleva dans l'air, et à une poussée formidable de nuages noirs. Ceux-ci se précipitèrent en dévalant le long des pentes de la montagne, descendant comme une trombe, franchissant tous les obstacles, puis, au moment d'atteindre les parties basses, ils formèrent éventail et s'élancèrent sur la malheureuse ville qu'ils plongèrent dans les ténèbres ; ils bondirent sur les navires en rade. A part cet éclair du premier moment, il n'y eut pas de feu : ce fut simplement un nuage chargé de cendres et de ponces portées à une température excessive qui, en une minute et demie, franchit la distance qui sépare le volcan de la ville, détruisant et brûlant tout sur son passage. A son arrivée à la mer, sa masse souleva les flots, les petits navires furent culbutés, le *Roraima* couché sur le côté, le *Roddam* à demi submergé, le *Grappler* coulé. L'obscurité se fit extraordinairement épaisse, nous masquant le foyer d'incendie de la ville, enveloppant et pénétrant tout.

Il était exactement 7 h. 45 quand l'explosion se produisit. Je me rendis compte immédiatement de la catastrophe menaçante, mais, fasciné un moment, je regardai ce nuage qui descendait en roulant, se développant ; j'appelai Plissonneau, mais au même instant nous vîmes la ville engloutie et, conscients de notre propre danger, d'un commun

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

accord nous cherchâmes le plus proche abri ; je me retrouvai dans la chambre des cartes. A ce moment, le navire fut secoué comme par une main de géant, le nuage arrivait sur nous comme une trombe. Le *Roddam* talonna et, si les sabords avaient été ouverts, nous eussions coulé de suite. La cendre brûlante balaya le navire, incendiant tout ce qu'elle touchait, pénétrant partout. Ceux qui étaient sur le pont furent précipités à la mer dans une eau bouillante, d'autres furent brûlés au moment où ils cherchaient refuge dans l'intérieur du navire, poussant des cris d'agonie sous la douleur de leurs brûlures. Dans la chambre des cartes, la cendre arrivait, nous aveuglant et nous brûlant : ce fut une torture effroyable qui, durant deux minutes, me sembla durer deux ans. Non seulement les parties découvertes du corps étaient atteintes, mais à chaque aspiration il en pénétrait dans la bouche, dans les voies respiratoires. Aveuglé, suffoqué, je me précipitai au dehors ; heureusement, le nuage était passé, l'air était respirable. L'obscurité était complète encore ; je marchais en tâtonnant, heurtant du pied les corps de mes hommes, brûlé par tout ce que je touchais.

Devant mes yeux, tout le long de la côte, ce n'était que flammes, l'enfer du Dante cent fois exagéré ! Le feu faisait rage, surtout à l'extrémité Nord de la ville, du côté du volcan ; à l'extrémité Sud, je pouvais distinguer des formes humaines et percevoir des cris déchirants ; beaucoup se dirigeaient vers la mer, mais la trombe eut vite fait de les rattraper et aucun être vivant n'échappa à la mort ce matin-là.

Tout autour de moi, on n'entendait que cris perçants d'agonie ; les eaux de la rade, d'ordinaire tranquilles, étaient des montagnes d'eau, et j'avais peine à me tenir ; les hommes se précipitaient sur le pont comme des fous, quelques-uns se jetèrent à la mer.

Il fallait avant tout tenter la fuite, mais il n'était pas facile de rassembler l'équipage. Le premier mécanicien était affreusement brûlé et mourut trois heures après ; le second et le troisième, s'étant enfermés dans la chambre de chauffe, étaient sains et saufs, ainsi que le chauffeur de garde. Quelques hommes, dans le gaillard d'avant, s'en tiraient avec quelques légères brûlures ; je n'avais à ma disposition qu'un maître d'équipage et cinq marins. Je ne pouvais que donner des ordres, étant moi-même horriblement brûlé.

Nous pûmes arriver à briser la chaîne de l'ancre, mais la manœuvre était extrêmement difficile : les flammes gagnaient à chaque instant, les vagues secouaient le navire sans cesse, et à travers l'obscurité nous ne distinguions que la ville en feu ; c'est grâce à ces lueurs que nous évitâmes de nous échouer sur la côte.

Les mécaniciens et les chauffeurs purent enfin mettre en marche. Il nous fallut une heure et demie pour gouverner notre navire, la cendre et les graviers ayant pénétré dans les machines et bloqué le gouvernail ; pendant ce temps, à plusieurs reprises nous approchâmes à deux longueurs du rivage. Nous étions rôtis tout vivants et, mes chaussures étant brûlées, je dus prendre une paire de gros souliers que j'avais achetés pour la neige l'année précédente à Hamburg. Le navire ne pouvait se mouvoir que d'avant en arrière, n'avançant pas ; pendant ce temps, nous n'entendions que cris, plaintes, gémissements des malheureux qui nous entouraient et que nous ne pouvions secourir. Il me sembla que j'étais entré dans une longue agonie ; le bateau était une fournaise flottante, l'incendie y faisait rage. Plus affreuse encore que la chaleur et les brûlures était pour nous la suffocation causée par la poussière brûlante.

Plusieurs fois, dans nos mouvements d'avant en arrière, nous nous approchâmes du *Roraima*. Il brûlait à l'arrière, la fumée s'échappait de l'intérieur, les ponts d'avant étaient encombrés de passagers et de marins dont j'entendais les cris d'appel. Les mâts et les cheminées avaient été arrachés, mais l'ancre avait tenu bon. Nous ne pûmes que nous en éloigner, il était impossible de songer à porter secours à ces malheureux.

Enfin, au bout d'une heure et demie, notre gouvernail put manœuvrer et la fuite fut possible ; mais, ayant perdu tous nos instruments, je dus mettre le cap sur la terre et chercher à m'éloigner de l'obscurité. L'incendie gagnait et les boiseries des cabines avaient pris feu ; il fallut lutter là contre, avant de songer à s'occuper des blessés. Nous ne trouvâmes d'abord

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

que deux morts, mais quinze hommes se tordaient dans des convulsions épouvantables ; nous les mîmes sur le pont dans l'endroit le mieux protégé : huit d'entre eux ne tardèrent pas à succomber.

En quittant la rade, je jetai un dernier coup d'œil sur Saint-Pierre : les flammes faisaient rage encore et il n'y avait plus trace de vie. Les eaux étaient toujours très agitées. Nous naviguâmes pendant cinq heures à travers une grande obscurité qui diminuait d'intensité au fur et à mesure de notre marche. Notre soulagement était indescriptible. Enfin, nous atteignîmes Port-Castries ; il était 5 heures de l'après-midi. Notre bateau était méconnaissable : c'était un vaisseau fantôme ; il était entièrement gris, les blessés étendus sur le pont étaient eux-mêmes couverts de cendres grises. L'agent ne me reconnut qu'à ma voix ; nous apportions à Sainte-Lucie la première nouvelle du désastre. « Nous venons des portes de l'Enfer, dis-je ; vous pouvez télégraphier au monde qu'il n'y a plus une âme vivante à Saint-Pierre. »

Les blessés furent transportés à l'hôpital ; sur 46 hommes composant notre équipage, 26 furent tués par l'éruption ou moururent de leurs blessures.

Ce ne fut qu'au bout de trois jours que la cendre fut suffisamment refroidie pour qu'il fût possible de l'enlever ; on en retira 120 tonnes ; je puis donner ce chiffre comme exact, car je ne fus pas autorisé à jeter ces matériaux dans le port ; il fallut les faire transporter au large : un chaland contenant 20 tonnes dut prendre six chargements complets.

Le *Roddam* était dans un état pitoyable, sa coque et ses machines seules subsistaient.

Le récit donné par M. Scott [**147**] paraît moins exact en ce qui concerne le nuage, qu'il indique comme lumineux ; l'interprétation du phénomène est également moins plausible, mais il donne bien une idée des affreuses souffrances éprouvées par les malheureux brûlés ; aussi convient-il d'en citer un résumé :

Nous étions groupés à l'avant du pont, admirant le spectacle que nous avions devant les yeux ; le ciel était clair, le soleil brillait et la Pelée laissait échapper d'énormes volutes de fumée qui s'élevaient dans les airs, puis étaient chassées vers la mer par les vents du Sud et de l'Est. Brusquement, quelques instants après 8 heures, se produisit une formidable explosion de la montagne. S'ouvrit-il plus d'un cratère ? il serait difficile de le dire, mais la nuée sortit avec un fracas épouvantable qui, à côté d'un coup de tonnerre, serait comme un coup de pistolet comparé à un coup de canon de douze pouces. Ce nuage descendit en roulant, en se tordant sur les pentes de la montagne, escaladant les mornes, immense nuage de scories fondues, de flammes et de fumée, lumineux, effroyable. Lorsqu'il arriva au terme de sa course, balayant tout, il semblait suivi par une masse inépuisable, un tourbillon sans fin, de vapeurs, de cendres et de gaz brûlants.

Au moment où nous vîmes cette formidable explosion, le capitaine me cria de lever l'ancre ; mais, au même instant, la destruction nous atteignait. Cela ressemblait à un cyclone qui soulève devant lui la terre et l'eau, arrache tout sur son passage, mais c'était un cyclone de feu, incendiant tout ce qu'il touchait. Cela ne dura que quelques secondes, mais, pour qui le voyait franchir la distance qui le séparait de la ville, la ville était perdue. La lave, le feu, les cendres, la fumée, tout fut sur nous en un instant ; aucun train marchant à grande vitesse n'eût pu échapper. Une obscurité profonde se produisit alors et, dès que cet épouvantable fléau parvint à la mer, il roula sur ses eaux, mettant le feu au rivage et aux navires. Le *Roraima* talonna violemment sur bâbord, puis, d'une brusque secousse, il fut poussé à tribord, plongeant sa lisse très profondément dans l'eau. La cheminée de fer fut rasée et les

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

deux mâts d'acier coupés net, sans une bavure. Le navire prit feu en plusieurs points à la fois et ceux qui s'y trouvaient périrent en l'espace de quelques secondes. Il était 8 heures et quelques minutes.

Le *Roraima* était couché, avec une forte bande à tribord, l'avant tourné vers le rivage. Des cendres brûlantes tombèrent d'abord, bientôt suivies par une pluie de lapillis chauds, variant comme grosseur de la taille d'un grain de plomb à celle d'un œuf de pigeon. Ces pierres en tombant dans l'eau y produisaient un sifflement; sur le pont, leur effet était atténué par la couche épaisse de cendres qui le recouvrait. Après les lapillis, ce fut une pluie de boue brûlante, ayant la consistance d'un ciment très fin; elle était adhérente et coiffait les gens d'un véritable masque. Je m'étais couvert la tête de la toile goudronnée d'un ventilateur: cela me protégea beaucoup, mais j'eus cependant le visage plein de cette boue chaude; elle séchait sur la tête comme un moule de plâtre. L'un de mes compagnons en était tellement couvert qu'il en était abasourdi et je craignais de le scalper en l'en débarrassant; son cuir chevelu devait être fortement brûlé. Les passagers qui étaient dans leurs cabines furent, ou asphyxiés par les gaz, ou noyés par l'eau entrée par les sabords de tribord.

L'obscurité était complète, interrompue seulement par les flammes qui s'élevaient à l'arrière du navire, par l'incendie de la ville et les explosions de ses rhummeries. L'extrémité arrière était en feu; de tous côtés agonisaient des brûlés et l'incendie s'allumait à l'avant. Nous n'étions plus à bord que quatre hommes valides.

A 8 h. 30, l'obscurité diminua et nous vîmes le *Roddam* qui arrivait sur nous. Nous ne nous rendions pas compte que ce navire était presque en aussi mauvaise posture que le nôtre et nous crûmes qu'il allait nous sauver; déjà nous allions chercher les passagers pour les amener à l'avant, pensant que le *Roddam* s'approcherait suffisamment pour nous prendre à son bord. Nous fîmes des signaux, mais, à notre stupeur, le navire s'éloigna, nous laissant désespérés. Il était environ 8 h. 45. Combien de temps pourrions-nous rester encore à flot? Les ceintures de sauvetage furent réparties entre les survivants. Il fallut livrer un combat acharné contre le feu; le foyer le plus inquiétant était dans la timonerie à bâbord; à moins de douze pieds de là, en effet, les cales étaient chargées de matières essentiellement combustibles. Enfin, au bout d'un certain temps, l'incendie nous laissant quelque répit, nous pûmes regarder autour de nous; ce n'étaient que brûlés ou mourants. Le commissaire adjoint Thomson, qui, dans cette lutte, me fut d'un grand secours, s'était, au moment de l'explosion, précipité dans sa cabine, qui, au même instant, avait été envahie par la mer. Il avait été plongé jusqu'au cou dans de l'eau chaude; le navire s'étant ensuite redressé, il avait pu sortir.

Nous réunîmes les survivants et les couchâmes à l'avant sur le pont. Tous demandaient de l'eau qu'il leur était impossible d'absorber; ils avaient la bouche, la gorge, l'estomac affreusement brûlés; quelques-uns même avaient les orifices du visage complètement obturés; l'eau qu'on leur introduisait dans la bouche les suffoquait; nous étions obligés de les retourner pour la leur faire cracher et, malgré cela, ils en redemandaient.

L'obscurité diminuait et les lueurs de l'incendie nous éclairaient suffisamment; nous pûmes enfoncer la porte de la glacière et soulager nos blessés en leur mettant de petits morceaux de glace dans la bouche. Plusieurs d'entre eux avaient la langue brûlée, leurs muqueuses n'existaient plus, les bras de l'un d'eux étaient cruellement brûlés depuis les épaules jusqu'au bout des doigts, mais il souffrait surtout de ses brûlures internes. Le feu ne semblait pas avoir pénétré les vêtements, mais les parties découvertes du corps étaient complètement brûlées. Une femme avait la mâchoire contractée; on put, à l'aide d'une petite cuiller, lui introduire un peu de glace dans la bouche; elle eut la force de murmurer des remerciements et mourut quelques instants après...

Nous fûmes sauvés par le *Suchet* à 2 heures.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Il me reste à citer deux autres observations : l'une a été faite plus au Nord, du côté du Précheur. Le 8, à 7 h. 25 du matin, M. Grelet, maire de ce bourg, envoyait à Saint-Pierre, pour demander du secours, une pirogue armée de douze hommes. Arrivés par le travers du sémaphore du morne Folie, à environ un mille de la côte, ces malheureux furent atteints par l'extrémité septentrionale de la nuée ; leur pirogue fut renversée, sept d'entre eux furent noyés, cinq purent gagner la côte. Ces derniers

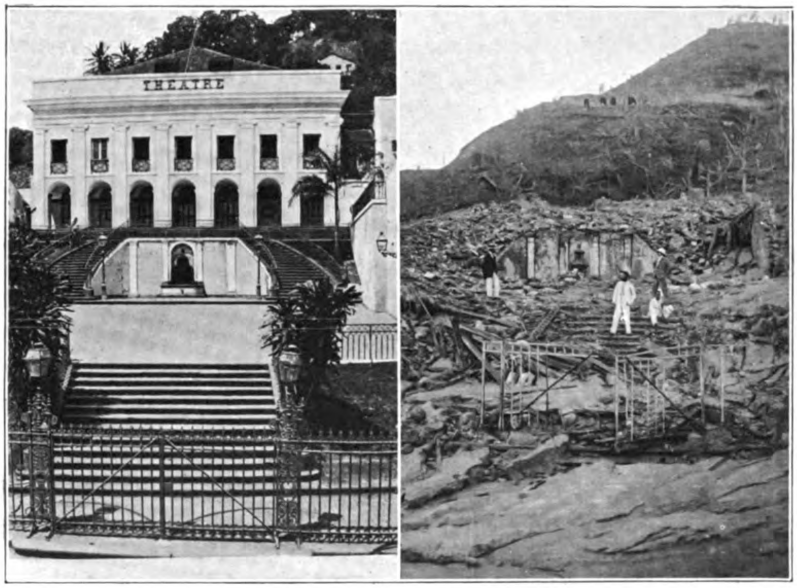


Fig. 99. — Le théâtre, avant et après l'éruption. (Photographies de M. Fabre.)

ont raconté au Dr Berté, médecin du *Pouyer-Quertier*, qui, le 11, collabora à l'évacuation du Précheur, qu'ils avaient vu une trombe de feu descendre du cratère en suivant la crête de la montagne et s'abattre sur le poste sémaphorique du morne Folie. Celui-ci a été complètement détruit, ainsi que les maisons voisines ; 800 Préchotins environ y trouvèrent la mort. Les cinq marins jetés à la mer paraissent avoir été brûlés par la boue chaude qui tomba en très grande quantité et en énormes gouttes.

Enfin, la dernière observation est celle des officiers du *Pouyer-Quertier*, rapportée par le Dr Berté [**75**] ; ce navire se trouvait alors à 5 milles à l'Ouest de Saint-Pierre, c'est-à-dire à une assez grande

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

distance, ce qui explique pourquoi les officiers n'ont pas vu grand'-chose.

Il est 7 heures et demie, dit le Dr Berté; la visite médicale vient de se terminer, je remonte sur le pont. Quelques instants après, deux éclairs gigantesques sillonnent le ciel entre le sommet de la Montagne Pelée et Saint-Pierre. Dans l'Est, nous apercevons un feu que nous prenons pour un phare; je vais chercher ma jumelle; trente secondes plus tard, je suis de retour sur le pont: je cherche le feu signalé; à la place de ce point lumineux, toute la côte apparaît illuminée. Le versant de la montagne est rouge, comme en fusion. Saint-Pierre brûle!

Le capitaine Thirion, commandant du navire, a donné verbalement à M. Rollet de l'Isle un récit semblable; il a signalé n'avoir ressenti aucune commotion atmosphérique, ni noté aucune odeur; une brusque dépression barométrique de 3 millimètres a été enregistrée à son bord.

On trouvera dans les paragraphes consacrés à l'étude analytique des phénomènes le récit de quelques autres témoins, surtout intéressant au sujet de questions particulières.

Conclusions à tirer des récits des témoins. — Les récits des témoins, bien que présentant parfois des différences de détail, sont remarquablement concordants comme fond. A eux seuls, ils conduisent déjà à la conviction que la poussée éruptive qui a détruit Saint-Pierre possédait les caractères extérieurs d'une *nuée ardente*, telle que je les ai définis dans le chapitre précédent; elle était en effet constituée par une masse énorme de gaz et de vapeurs, charriant une grande quantité de matériaux brûlants; précédée à son départ par des blocs incandescents (récit Thierry), sa masse mamelonnée et opaque roulait à la surface du sol avec une pointe plus basse en avant, puis elle s'est dilatée en obscurcissant le ciel. Elle était sillonnée d'éclairs. Elle a apporté sur la ville des lapillis, bientôt suivis par de la boue brûlante et des cendres sèches.

Ces récits ne laissent en outre pas de doute sur le point de départ de la nuée, qui a été la caldeira de l'Étang Sec. C'est l'opinion que nous avons formulée, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, dans notre rapport préliminaire [**128**], contrairement à celle des premiers observateurs du volcan, qui ont fait partir la nuée d'un soi-disant cratère inférieur, situé entre la Rivière Blanche et la Rivière Sèche et à mi-chemin entre le cratère et la mer. M. Hill a donné les raisons sur lesquelles était basée son hypothèse; il a été surtout frappé par deux récits, contradictoires du reste avec tous

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

les autres qu'il cite, récit que lui ont fait M. Ch. Evans, second mécanicien du *Roraima* (1), et M. Camille Houly. Le premier lui a dit avoir vu la nuée partir, non du sommet de la montagne, mais de son flanc. M. Houly lui a raconté que la montagne avait parue ouverte sur 100 à 200 mètres en un point situé à environ 1000 mètres au-dessous du sommet. L'observation des nombreuses nuées ardentes de cet hiver me fait penser que les

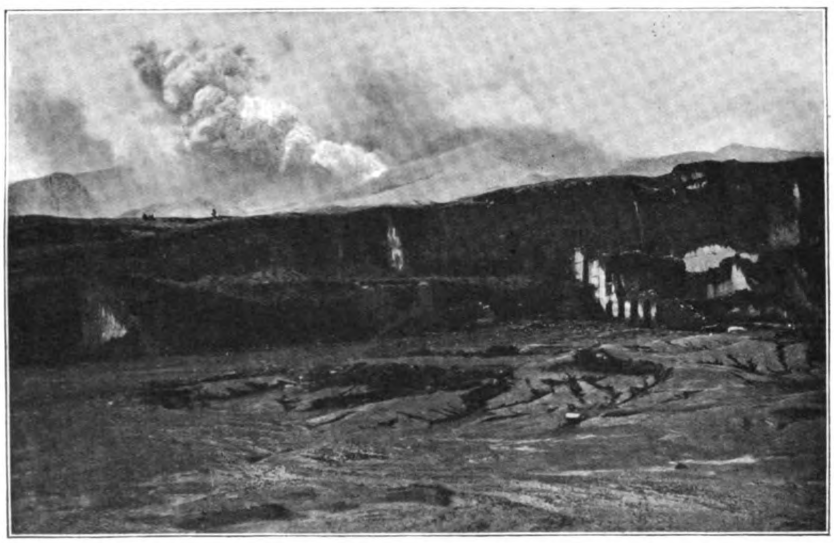


Fig. 100. — Une poussée au cratère, vue des bords de la Roxelane, à Saint-Pierre, en fin mai 1902. (Photographie de M. Fabre.)

récits de ces témoins, que nous n'avons pas personnellement interrogés, peuvent s'expliquer de la façon suivante.

Au moment de son départ, une nuée ardente occupe toujours un volume très faible. Ce n'est qu'au bout de quelques secondes ou fractions de seconde qu'elle commence à se dilater, alors qu'elle a déjà atteint le pied de l'échancrure du cratère, de telle sorte que, si on ne l'a pas observée au moment

(1) M. Hill indique que M. Evans a observé trois explosions : une première partant du cratère, puis une seconde qui serait celle ayant déterminé la destruction de la ville ; enfin, cinq minutes plus tard, il s'en serait produit une troisième. D'autre part, M. Browne, troisième mécanicien du *Roddam*, indique, dans sa déposition publiée dans le *Livre Bleu* anglais [**78**, 52], qu'il a observé deux éruptions successives, l'une à 7 h. 50, qui a détruit la ville et qui est partie du sommet de la montagne, et une seconde à 8 heures, qui semblait partir des flancs ouverts du volcan. Il y a donc contradiction entre les observations de ces deux témoins, placés au voisinage l'un de l'autre ; on a vu plus haut que MM. Freeman et Scott, se trouvant sur les mêmes navires, n'ont signalé qu'une seule explosion.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

précis où elle sort du dôme, on peut avoir l'illusion (fig. 100) qu'elle part en réalité du point où elle commence à s'élever verticalement. Il nous est arrivé, alors que la montagne était couverte par le brouillard, de ne voir une éruption qu'au moment où la nuée avait déjà atteint le fond de la Rivière Blanche; elle paraissait en partir et cependant il n'y avait aucun doute possible sur son point d'origine réel. Quant au cratère inférieur lui-même, j'ai montré page 83 qu'il n'existe pas et que ce qui a donné naissance à sa légende n'est autre chose qu'un centre d'*éruption secondaire*, qui, bien loin d'avoir causé la destruction de Saint-Pierre, a été produit par l'accumulation de matériaux à haute température apportés en ce point par l'éruption destructrice.

Avant d'aller plus loin, je signalerai l'observation suivante qui m'a été rapportée par M. Sainte-Luce, et consignée par écrit sur ma demande : le phénomène avait tellement effrayé ce magistrat, qu'il prit quelques heures plus tard le parti de quitter Saint-Pierre et échappa ainsi à la mort.

Le matin du 7 mai, vers 8 heures, la colonne de cendres et de vapeurs était de plus en plus dense, beaucoup plus noire qu'avant, retombant toujours sur le volcan; à 11 heures, j'étais sur le pont de la rivière des Pères : l'éruption avait le même aspect que celui que j'avais constaté le matin. A 11 h. 45, revenant du Fonds Coré, je regardai le volcan, et je vis ceci : brusquement, la colonne de cendres et de vapeurs baisse; elle disparaît un très court intervalle, à peu près deux ou trois secondes, puis immédiatement après remonte plus haut que jamais. Aussitôt une traînée de vapeurs blanches se dirige dans la direction de Saint-Pierre. La base de la colonne de cendres sortant du volcan me paraît lumineuse, d'un aspect jaune; la traînée de vapeurs descend obliquement vers Saint-Pierre un instant, puis bifurque brusquement vers la mer par la vallée de la Rivière Blanche.

Dans la description qui vient d'être donnée, il est facile de reconnaître une nuée ardente de faible intensité, sortant du cratère, descendant vers le Sud, dans la direction du morne Lénard, puis tombant ensuite dans le haut ravin de la Rivière Blanche, au point où il se coude vers l'Ouest; c'est là le trajet que suivaient les nuées ardentes pendant l'hiver 1902-1903. Supposons un instant que la vitesse initiale de la nuée ait été plus grande: la nuée continuait sa marche rectiligne, franchissait le col de Lénard et arrivait sur Saint-Pierre ; la nuée destructrice du lendemain devait suivre ce chemin.

Vent précédant la nuée. — Il semble bien établi, par les observations faites dans la zone maritime et citées plus haut, que la nuée ardente, chargée de cendres, a été précédée par une onde aérienne, produite par la compression

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

qu'elle exerçait sur l'air; cette onde est donc comparable à celle qui précède les avalanches et aussi les projectiles lancés par une bouche à feu. C'est elle qui a commencé le soulèvement de la mer, coulé ou couché les bateaux sur la bande, et dont l'action a été continuée par la nuée elle-même. Le *Livre bleu* anglais renferme [**78**, 44] la déposition du capitaine Freeman, commandant du *Roddam*, faite pendant son séjour à Sainte-Lucie; elle est, à cet égard, non moins explicite que le récit publié plus tard par cet officier et dont j'ai donné une traduction (page 243).

On a sudden he [M. Freeman] heard a tremendous noise, as though the entire land had parted asunder. Simultaneous with the noise, there was a great rush of wind, which immediately agitated the sea, and tossed the shipping to and fro; he rushed out of the chart-room, and looking over the town and across the hills he saw a sight he cannot describe. He remembers calling out to Mr. Campbell and saying « look », *and then an avalanche of lava was upon them*. It immediately caught the town afire as it passed over it, likewise the shipping.

Cette succession du coup de vent, puis de la nuée ardente, est importante à noter, car elle explique très bien pourquoi quelques matelots, ayant été projetés à la mer et ayant pu s'accrocher à des épaves, n'ont subi que des brûlures peu importantes, tandis que ceux restés sur les navires ont été au contraire cruellement brûlés; il n'en eût pas été ainsi s'ils avaient été projetés à la mer par la nuée ardente elle-même qui les aurait brûlés d'abord. Ce coup de vent, en soulevant la vague qui a inondé tous les navires, a pu en outre retarder de quelques minutes l'incendie de plusieurs d'entre eux; grâce à lui, en effet, la cendre chaude est tombée sur des matériaux mouillés: tel a été le cas de la *Teresa lo Vico*.

Vent de retour. — Les récits de plusieurs témoins ont montré que la nuée s'est arrêtée lentement, puis a été repoussée en sens inverse par un violent vent de retour; celui-ci, ainsi que je le montrerai plus loin, a été enregistré par la position de certains des arbres renversés de la zone externe. Il m'a été rapporté, en plus des observations citées plus haut, que quelques personnes, fuyant sur la route du Carbet, à la limite de la zone externe, ont vu la nuée s'arrêter près d'elles au moment où elle allait les atteindre; puis plusieurs d'entre elles ont été projetées à terre par ce vent de retour. Il faut considérer celui-ci, dans une certaine mesure, comme le phénomène inverse du vent qui précédait la nuée: il doit être attribué à la fois à la détente de l'air comprimé par le choc de la nuée, et en même temps à la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

diminution de pression qui a dû se produire sur le trajet de celle-ci, quand, par suite de son refroidissement, la vapeur d'eau qu'elle contenait s'est plus ou moins complètement condensée. Ce vent de retour, arrivant sur la ville couverte de cendres brûlantes, a dû faciliter l'inflammation des matériaux combustibles carbonisés en leur apportant une grande quantité d'oxygène.

L'heure exacte de la catastrophe. — La détermination de l'heure précise de la catastrophe a une grande importance pour la discussion de la vitesse de propagation de l'onde marine et de l'onde atmosphérique qui ont accompagné l'éruption. Dans notre premier rapport [**128**], nous avons indiqué quelques minutes avant 8 heures du matin, ne pouvant préciser en présence de renseignements discordants qu'aujourd'hui je suis à même de discuter. L'heure qui a été généralement adoptée est 7 h. 50; c'est celle indiquée par l'horloge de l'hôpital de Saint-Pierre, arrêtée par le passage de la nuée, qui a laissé indemne la façade de ce monument. Le bureau téléphonique de Fort-de-France était en communication avec celui de Saint-Pierre au moment de la destruction; il a noté 7 h. 55 pour l'heure de l'interruption. J'ai pu constater par expérience que les horloges publiques de Fort-de-France n'avaient pas une heure uniforme, et il en était certainement de même à Saint-Pierre. Il est par suite nécessaire de se régler sur l'heure certainement exacte du câble. On a vu que le bureau de Fort-de-France était en communication avec celui de Saint-Pierre au moment de la catastrophe ; on y a entendu le bruit sec de la rupture. L'heure exacte du bureau, calculée d'après le temps moyen de New-York et corrigée de la différence de longitude, est de 8 h. 2 (temps moyen) : c'est là l'heure de l'arrivée de la nuée à l'extrémité Sud de Saint-Pierre. Quant à l'heure précise de l'explosion au cratère, elle est plus difficile à établir. Les témoins ont donné des estimations extrêmement différentes du temps mis par la nuée pour arriver sur la ville, puisque les nombres varient de quelques secondes à deux minutes au maximum; le temps paraît long lorsqu'on se trouve en présence d'un grand danger : il faut donc plutôt croire aux estimations faibles, mais les diverses manœuvres faites à bord des navires indiquent que cette durée a dû être très appréciable, un peu inférieure, il me semble, à une minute. L'explosion a donc dû se produire à environ 8 h. 1 ; cette question sera discutée page 265 à l'aide d'observations d'un autre genre.

Absence de tremblements de terre. — On voit, par les récits qui ont été

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

donnés plus haut, qu'aucune secousse de tremblement de terre n'a été ressentie à Saint-Pierre ni dans ses environs au moment de la catastrophe ; les murs encore debout ne présentaient pas de ces lézardes qui sont si fréquentes dans les villes dévastées par les séismes ; aucun phénomène de cet ordre n'a donc joué de rôle dans la destruction de la ville.

§ III. — Les actions mécaniques.

De tous les effets de la nuée dévastatrice, ceux qui sont dus aux actions mécaniques sont incontestablement les plus stupéfiants. Ils ne peuvent être analysés que dans la direction du Sud, à travers Saint-Pierre, car dans le reste du secteur de grande dévastation au Nord de la ville, entre elle, le cratère et le morne Folie (au Sud du Précheur), il ne subsistait à peu près rien après le passage de la nuée. Des nombreuses maisons et usines qui bordaient la côte, depuis l'*Ex-Voto* jusqu'à Sainte-Philomène, et en particulier de celles du Fonds Coré, il ne restait aucune trace (fig. 101) ; de Sainte-Philomène, nous n'avons retrouvé en juin que les ruines d'une usine, avec une roue en fer encore en place.

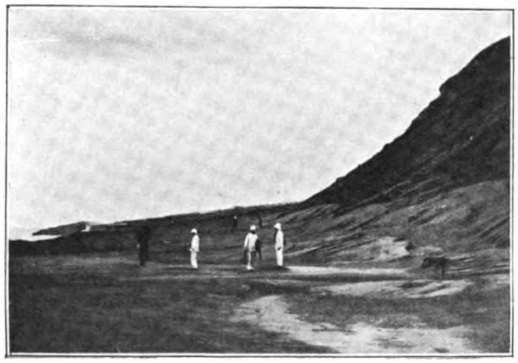


Fig. 101. — Le Fonds Coré, complètement rasé et ne présentant plus aucune trace des habitations, ni des nombreux arbres qui le couvraient le 8 mai avant 8 heures. (Photographie faite en fin de juin 1902.)

L'étude des actions calorifiques et physiologiques déterminées par la nuée dans la ville de Saint-Pierre (zone centrale) ne permet pas d'établir de distinction à ce point de vue le long de sa direction de propagation, car partout leur intensité y a dépassé le minimum nécessaire pour déterminer un complet anéantissement ; il n'en est pas de même en ce qui concerne les actions mécaniques ; il est facile en effet de suivre dans les ruines leur intensité décroissante du Nord au Sud. Tout le quartier du Fort, la partie septentrionale de celui du Centre, ont été rasés au niveau du sol ; le quartier du Mouillage, au contraire, n'a été que partiellement ren-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

versé ; d'importants pans de murs et même des maisons entières privées de leurs toitures y étaient encore debout le 8 mai au soir, là où tous les habitants étaient morts et les objets combustibles dévorés par l'incendie.

L'étude des actions mécaniques n'a d'importance que dans la zone centrale ; dans la zone externe, en effet, elles n'ont consisté qu'en ébranchage des arbres qui n'ont souvent même pas été renversés ; beaucoup de maisons légères n'ont subi aucun dommage. Sur la lisière extrême de

Fig. 102. — La basse vallée de la Roxelane, dans Saint-Pierre. Sur sa rive gauche, la Savane du Fort ; sur sa rive droite, le quartier du Fort rasé et la plaine de la Consolation. (Photographie faite du morne Abel en juillet 1902.)

cette zone, les personnes surprises par l'éruption et plus ou moins grièvement brûlées ont été parfois projetées à terre et roulées ; j'ai donné plus haut (page 238) le récit de quelques-uns de ces sinistrés et je n'y reviendrai pas. Je vais chercher à serrer la question de plus près en ce qui concerne la zone centrale.

1° *Influence de la topographie sur l'intensité de la dévastation.*

L'influence de la topographie sur l'intensité des actions mécaniques saute aux yeux dès le premier abord. Du côté du Nord, la région de grande

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dévastation est nettement limitée par les crêtes dominant la Rivière Claire, et, passant par le morne Plumet, puis le morne Pavillot, elle déborde ensuite au Nord du morne Folie dont l'altitude est moins élevée. D'autre part, dans la direction de Saint-Pierre, toute la région en pente douce, comprise entre le cratère et la Roxelane, région dépourvue d'accidents topographiques en relief, a été comme rabotée au ras du sol. La nuée a traversé sans obstacle les rivières (fig. 102), puis elle est venue buter contre le flanc

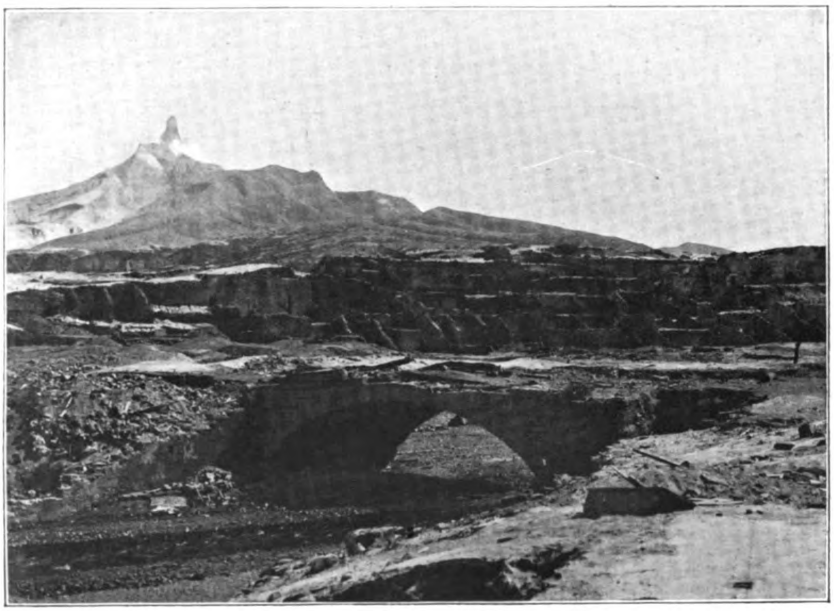


Fig. 103. — Le pont de pierre à l'embouchure de la Roxelane et les maisons adossées à la falaise du quartier du Fort, incomplètement détruites. (Photographie faite au commencement de mars 1903.)

Nord du morne Abel, anéantissant le Jardin botanique (fig. 123) situé à son pied. Elle a contourné alors ce morne, détruisant complètement la partie de la ville située entre son extrémité la plus occidentale et la mer. Le plan (fig. 91) montre que c'est là qu'étaient accumulés un grand nombre de monuments massifs, les casernes de l'artillerie et de la gendarmerie, l'église du Centre, le palais de justice, l'intendance, le théâtre, la prison, etc. A partir de cet endroit, la dévastation devient moindre : les maisons du Sud du quartier du Centre et celles du quartier du Mouillage n'ont été qu'incomplètement renversées. La courbe de niveau de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

190 mètres représente à peu près, sur les mornes dominant Saint-Pierre, la hauteur maximum à laquelle la nuée a fait sentir son action destructrice, et déjà à la cote 150 mètres les actions mécaniques sont très atténuées.

Au milieu de la zone de plus grande dévastation, au pied du plateau du Fort entièrement rasé, les maisons adossées à la falaise qui domine la Roxelane n'ont été parfois (fig. 103) qu'en partie anéanties (c'est le cas notamment de la maison coloniale de santé, dont la figure 104 montre

Fig. 104. — La maison coloniale de santé, sur la rive droite de la Roxelane, en partie préservée par la falaise du Fort à laquelle elle est adossée. Cette photographie a été faite en octobre 1902 ; les photographies faites entre le 8 et le 20 mai montrent que dans cette partie de la ville la dévastation était beaucoup moindre ; il en est de même dans le quartier représenté par la figure 103.

les cabanons intacts), tandis qu'en deçà et au delà, sur les deux rives de la rivière, aucun bâtiment n'est resté debout. De même, quelques maisons abritées par le flanc Sud du morne Abel ont flambé sans avoir été au préalable renversées. Des phénomènes de protection du même ordre ont été constatés au Sud de Saint-Pierre ; c'est ainsi que dans le ravin de l'Anse Latouche la minoterie Blaisemont a été réduite à ses quatre murs (écroulés le 30 août), tandis qu'une maison de bois, située à quelques mètres plus au Nord, et mieux abritée par le morne d'Orange, est restée entière et n'a même pas été découverte.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Tous les navires en rade (1) sans exception ont été soit immédiatement coulés, soit couchés sur le flanc, après avoir talonné à plusieurs reprises et après avoir été démâtés ; seul le *Roddam* a pu échapper, malgré ses graves avaries ; les autres ont été anéantis. Les récits des témoins sont éloquents à cet égard : le commandant du *Roddam* a rapporté que son bâtiment démâté fut secoué comme par une main de géant ; le second

Fig. 105. — Le quartier du Mouillage, vu du morne Abel. (Photographie faite en octobre 1902.)

du *Roraima* a raconté comment les mâts d'acier de son navire furent brisés net, sans une bavure. On vient de voir (page 250) que le premier choc a été produit par l'onde de compression qui précédait la nuée, de telle sorte que beaucoup de marins ont été projetés à la mer avant d'être brûlés.

2° *Direction de la poussée.*

La direction de la poussée a été enregistrée dans la ville de Saint-Pierre par les nombreux objets renversés ou transportés et par la dispo-

(1) Ces navires étaient les suivants : le *Roddam* et le *Roraima* de la *Quebec Line*, le *Grappler* de la Compagnie anglaise du Câble, le trois-mâts français *Tamaya*, quatre voiliers italiens, *Teresa lo Vico*, *Sacro Cruore*, *Nord America*, *Maria Vergine*, puis plusieurs autres petits bâtiments : le *Diamant*, l'*Arama*, l'*Anna Morse*, la goélette *Gabrielle*, le canot à vapeur de l'artillerie, etc.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sition générale des ruines d'une partie des quartiers du Centre et du Mouillage. Cette disposition était particulièrement frappante quand nous sommes arrivés en fin de juin et peut-être en avons-nous, MM. Rollet de

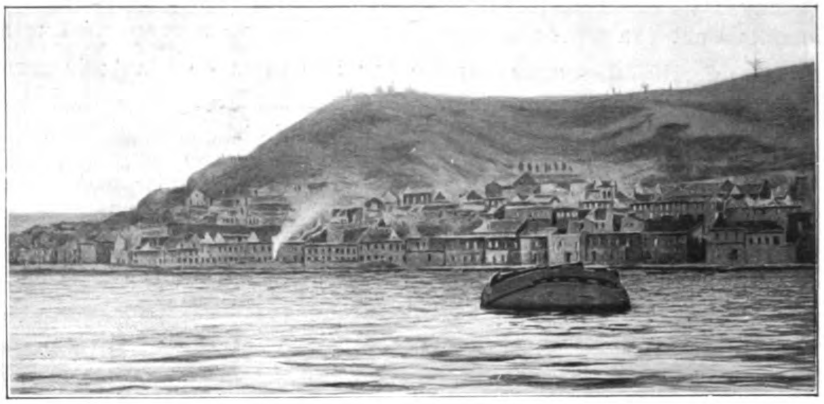


Fig. 106. — Le quartier du Centre et le Nord de celui du Mouillage, le 11 mai. [Photographie (retouchée) de M. Poyer.]

l'Isle, Giraud et moi, exagéré l'importance [**128**]; il est nécessaire en effet de faire à son égard une réserve, car nos premières observations résultent de l'étude des résultats superposés des deux éruptions du 8 et du 20 mai.

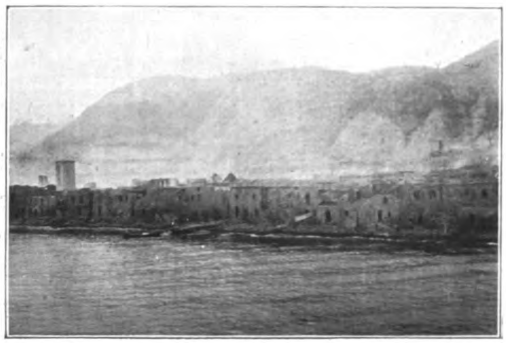


Fig. 107. — Le Sud du quartier du Mouillage, peu après le 8 mai. On voit à gauche, encore intacte, celle des tours de la cathédrale qui a été détruite par l'éruption du 20 mai. (Photographie de M. Parfait.)

La planche XIX montre l'aspect très différent que présentent les ruines quand, depuis la fin de mai 1902, on les observe dans deux plans rectangulaires ; la figure 1 de cette planche reproduit une photographie que j'ai faite en juin du haut du morne d'Orange (vue de la ville du Sud au Nord) ; elle montre qu'un grand nombre des murs orientés sensiblement dans la direction du Nord sont restés debout, alors que ceux dirigés dans

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

une direction perpendiculaire, c'est-à-dire face à la poussée, ont été plus ou moins complètement démolis ; la figure 105 a été faite du morne Abel et représente par suite la ville vue du Nord au Sud. La figure 2 de la même planche donne une idée de l'aspect des mêmes ruines observées de la mer, c'est-à-dire de l'Ouest. Les murs conservés se trouvent alors dans le plan de la figure, et la ville semble beaucoup moins détruite qu'elle ne l'est en réalité.

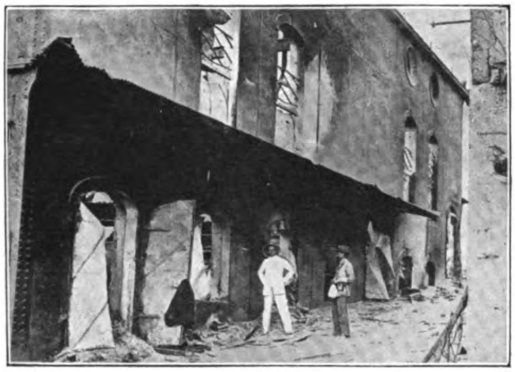


Fig. 108. — La maison Caminade. Le mur en bordure sur la rue Victor-Hugo, qui est seul visible sur la figure 109, est caché par la façade qui a disparu le 20 mai. (Photographie faite le 10 mai et communiquée par M. Caminade.)

Les photographies faites à partir du 21 mai ne présentent aucune différence sensible avec celles que je donne ci-contre, mais il n'en est pas de même pour les clichés qui ont été pris entre le 10 et le 20 mai. Ceux-là, en effet, font voir que si, immédiatement après le 8 mai, le quartier du Fort (1) et une partie de celui du Centre présentaient sensiblement le même aspect qu'au mois de juin, il n'en était pas de même pour la partie méridionale du Centre et pour le quartier du Mouillage. Là, toutes les maisons avaient perdu leurs toitures, beaucoup d'entre elles étaient en partie effondrées, mais un très grand nombre d'autres présentaient encore leurs quatre murs debout (fig. 106 et 107). La

Fig. 109. — La maison Caminade, avec ses poutres de fer tordues par l'incendie. (Photographie faite le 23 juin 1902.)

(1) Un pan de mur de l'église du Fort restait cependant debout ; il a été renversé le 20 mai.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

disposition régulière actuelle des ruines est donc surtout l'œuvre de l'éruption du 20 mai : c'est celle-ci en outre qui a fait disparaître la façade de l'hôpital militaire, l'une des tours de la cathédrale du Mouillage, etc. Les figures 108 et 109 représentent la maison Caminade, qui avait une façade sur la rue Victor-Hugo ; elles ont été prises à un mois et demi de distance, sensiblement du même point près de la place Bertin ; elles mettent en évidence d'une façon remarquable cette influence de l'éruption du 20 mai. Il est certain d'ailleurs que celle-ci n'a été à tous égards que la répétition du paroxysme du 8 ; lors de ce dernier, le quartier du Fort a subi le premier choc de la nuée ardente et a dû consommer la plus grande partie de sa force vive ; aussi, en passant sur le reste de la cité, la nuée n'avait-elle plus une puissance mécanique suffisante pour renverser complètement tous les édifices. Le 20 mai, par suite de la disparition de toute cette partie septentrionale de la ville, ce sont les quartiers du Centre et du Mouillage qui ont reçu ce premier choc ; les maisons, réduites à leurs quatre murs ébranlés par l'éruption précédente et calcinés par l'incendie, se sont alors facilement écroulées sous le choc de la poussée qui a fait une trouée au milieu d'elles.

Fig. 110. — Les arbres de la batterie d'Esnotz, couchés vers le Sud. (Photographie faite le 23 juin 1902.)

Fig. 111. — Les arbres déracinés de la place Bertin ; au fond, les restes de la cathédrale. (Photographie faite le 23 juin 1902.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Les observations que je viens de présenter au sujet de l'action additionnelle de l'éruption du 20 mai ne s'appliquent pas cependant à tous les monuments de Saint-Pierre, ni aux arbres couchés à terre ; aussi peut-on affirmer que la nuée du 8 mai avait suivi déjà exactement la même direction. L'orientation de ces arbres et de quelques-uns des bâtiments détruits en effet a été certainement l'œuvre de la première éruption, car elle a frappé l'attention de ceux qui ont débarqué dans la ville immédiatement après la catastro-

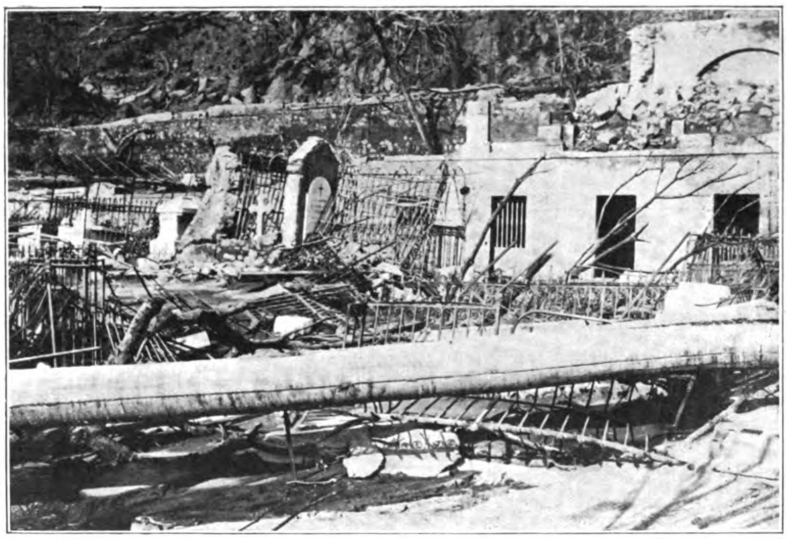


Fig. 112. — La partie méridionale du cimetière du Mouillage. (Photographie faite en juillet 1902.)

phe. Je fais ici allusion au phare de la place Bertin, à la statue monumentale de la Vierge, élevée au morne d'Orange, qui ont été renversés dans la direction du Sud, ainsi qu'au grand nombre d'arbres (1), tels que ceux de la batterie d'Esnotz (mangots verts) (fig. 110), de la place Bertin (tamariniers et acacias Lebbeck), de la Savane (mangots verts) et du Marché du Mouillage, qui ont été couchés dans la même direction. Ceux que nous avons encore retrouvés sur place avaient été déracinés, couchés et souvent maintenus sur place par leurs racines (fig. 110 à 112) ; beaucoup d'autres à la Savane du Fort (tamariniers

(1) Tamarinier (*Tamarindus indica*, L.) ; Acacia Lebbeck (*Albizzia Lebbeck*, Rumpf) ; Amandier (*Terminalia Catappa*, Rheede) ; Flamboyant (*Poinciania regia*, Reichenbach) ; Fromager (*Eriodendrum anfractuosum*, D. C.) ; Mangot vert (*Mangifera indica*, L.).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

et mangots verts), au boulevard de la Savane (amandiers, flamboyants), ainsi que les fromagers du morne Abel et du morne d'Orange près de la statue de la Vierge, ont été seulement décortiqués, en partie brisés et leurs débris ont été emportés au loin.

Fig. 113. — Cimetière du Mouillage. (Photographie faite en juillet 1902.)

Enfin l'orientation de la poussée est bien mise aussi en évidence par les diverses photographies que j'ai prises dans le cimetière du Mouillage ; on y voit que les arbres, les grilles de fer et tous les objets faisant saillie à la surface du sol ont été projetés vers le Sud (fig. 112 et 113), de même les pierres tombales, scellées près du niveau du sol, ont été déplacées dans la même direction (fig. 114).

De nombreux cadavres ont été également trouvés dans les rues parallèles à la mer, couchés sur le sol, la tête du côté du Sud.

Fig. 114. — Les dalles des tombes déplacées vers le Sud. (Photographie faite en juillet 1902.)

Il me reste à indiquer et à interpréter quelques anomalies. Sur la lisière de la zone centrale et dans la zone externe, notamment sur les mornes dominant Saint-Pierre et au voisinage du Carbet, des phénomènes secondaires sont venus masquer les effets de la direction originelle de la nuée ; celle-ci a subi certainement par places des phénomènes de réflexion en venant heurter les mornes auxquels le Sud de la ville était adossé ; de plus, elle a poussé de courts prolongements dans les ravines transversales ou obliques à sa direction originelle (ravin du Fonds Printemps, rivière

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Mahaud au Jardin botanique, anse Latouche, etc.). Sur le flanc septentrional du morne d'Orange, au-dessous de la statue, j'ai observé des arbres enchevêtrés et couchés dans toutes les directions possibles, qui démontrent l'existence de mouvements tourbillonnaires dans la nuée.

Enfin, dans la zone externe, j'ai noté assez fréquemment des arbres couchés en sens inverse de la direction habituelle, c'est-à-dire tombés du côté du volcan : la combinaison de ces deux orientations ne peut s'expliquer que par la superposition à l'action de la nuée elle-même de celle du vent de retour (page 251). C'est probablement aussi à l'influence de cette même cause qu'il faut attribuer la position du cadavre représenté par la figure 134, qui est couché en sens inverse des arbres sur lesquels il est tombé.

Fig. 115. — Le réservoir de la rhummerie de la Galère au bord de la mer. Il a été bombardé par les matériaux des maisons du quartier du Fort qui le dominaient. (Photographie faite en décembre 1902.)

Ces anomalies dans l'orientation des arbres renversés de la zone externe mérite d'être notée, car c'est en partie sur quelques-unes d'entre elles que M. Hill s'est basé [**95**, 257] pour admettre que la destruction du 8 mai a été radiale autour d'un centre qu'il place au voisinage du Nord de la ville ; l'étude complète du phénomène conduit à écarter sans réserves cette opinion.

3° *Transport de matériaux solides dans la ville de Saint-Pierre.*

L'intensité des actions mécaniques dues à la nuée elle-même, alors qu'elle possédait sa composition normale, a pu, au moment où elle est arrivée sur Saint-Pierre, être considérablement augmentée par l'action des matériaux qu'elle a transportés dans sa marche à travers la ville.

J'ai dit plus haut que le quartier du Fort a été complètement rasé. En juillet, l'érosion ayant enlevé les couches superposées de cendres et de déblais, nous avons pu voir que les seuls vestiges, restant sur place, des

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

constructions massives de l'habitation Périnelle, de l'église du Fort, étaient les dallages des rez-de-chaussée; on ne trouvait dans le voisinage immédiat de ces édifices qu'une quantité relativement faible de matériaux des constructions; celles-ci ne se sont donc pas seulement écroulées sur place, leurs débris ont été en partie transportés vers le Sud, sur un parcours plus ou moins long. Leurs débris ont contribué ainsi à constituer l'épaisse couche de déblais dont la figure 131 montre une coupe sur les bords de la Roxelane, près de son embouchure. Tous ces matériaux pierreux ont été autant de projectiles qui sont venus bombarder les constructions voisines et aider aussi certainement dans une large part à l'anéantissement des êtres vivants (voir page 291).

Fig. 116. — Le réservoir de la rhummerie de la Galère, percé de trous et rempli par la cendre mélangée aux débris des maisons voisines. (Photographie faite en décembre 1902.)

Je puis donner un exemple typique de l'influence de ce bombardement. Presque au pied de l'église du Fort, sur le bord de la mer, à la Galère, se trouvait parmi d'autres usines une grande rhummerie; elle a disparu à l'exception d'un réservoir en tôle. M. Hovey a publié deux belles photographies de celui-ci [**99**, 348, pl. XLVIII]; elles montrent ce réservoir percé de trous, comparables à ceux que pourraient produire des obus. M. Hovey y a vu la preuve d'un bombardement de la ville de Saint-Pierre *par des blocs et des bombes volcaniques issus du cratère*; ces photographies ont été reproduites par M. Israël Russell [**138**], avec la même interprétation. L'étude minutieuse de la région comprise entre la rivière des Pères et Saint-Pierre m'ayant conduit à la conviction qu'aucune bombe volcanique n'est arrivée directement jusqu'à la ville, j'ai pratiqué une fouille dans le réservoir en question (fig. 115 à 116); elle m'a permis de constater que les matériaux de grande taille, mélangés à la cendre qui le remplissait, ne sont pas des produits de projection directe du volcan, mais proviennent de la démolition des maisons voisines. Du trou visible dans la figure 117 et qui

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

est le même qu'a photographié M. Hovey, j'ai extrait des morceaux d'andésite, entourés de mortier, qui ne laissent aucun doute sur la nature du bombardement subi par cette partie de la ville (1).

La démonstration du transport de matériaux par la nuée peut être faite en maints autres endroits de Saint-Pierre; je ne citerai que les exemples du moellon représenté par la figure 118 et qui est embroché sur l'une des pointes de la grille de la Banque, ainsi que celui des nombreux fragments de tôle gondolée, arrachés aux toitures de la ville et profondément encastrés dans le tronc des arbres des mornes dominant Saint-Pierre, (en particulier de ceux du morne d'Orange) (2). Quant aux matériaux du phare de la place Bertin, ils sont restés peu de temps au voisinage du lieu de leur chute ; ils ont été emportés à la mer par les ras de marée consécutifs aux éruptions ; lorsque je suis arrivé à Saint-Pierre au mois d'octobre, tous ceux de ces débris qui y existaient encore au mois de juin (fig. 119) avaient disparu à la suite de l'éruption du 30 août.

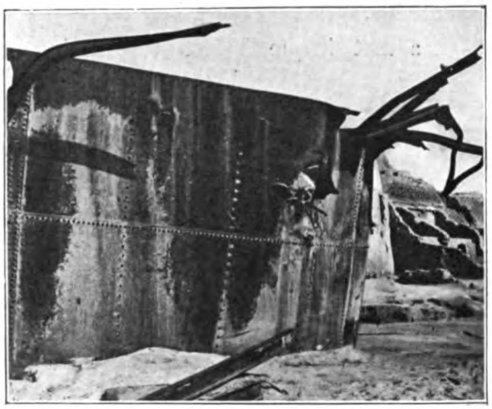


Fig. 117. — Un des trous du réservoir de la rhummerie de la Galère montrant un projectile en place (fragment de moellon). (Photographie faite en décembre 1902.)

4° *Intensité et vitesse de la poussée.*

Il eût été fort intéressant d'avoir des plans cotés exacts des divers monuments de Saint-Pierre ; ils auraient permis de calculer la pression minimum nécessaire au renversement de ceux-ci et d'en déduire par suite

(1) Les gros canons de trois tonnes de la batterie Sainte-Marthe sont couchés à côté de leurs affûts renversés. M. Hill en a donné une belle photographie [**95**, fig. 251], en citant leur déplacement comme preuve de la violence de la poussée éruptive ; celle-ci n'est pas en cause, car, depuis plusieurs années déjà, ces canons étaient dans cette position, qui n'a pas été modifiée par l'éruption.

(2) Sur les flancs du morne d'Orange se trouvait, au-dessus du cimetière du Mouillage, un énorme bloc de rocher branlant, indiqué sur le plan sous le nom de *pierre Verdet* ; il causait un grand souci aux gens du voisinage, et, à plusieurs reprises, le conseil municipal de la ville avait délibéré sur les mesures à prendre pour éviter sa chute. Saint-Pierre n'existe plus, mais la *pierre Verdet* est toujours en place.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

la vitesse correspondante de la poussée dévastatrice. Malheureusement, ces données nous manquent, aucune des archives de Saint-Pierre n'ayant été sauvée ; je n'ai pu recueillir de documents approchés que pour le phare de la place Bertin et pour la statue de Notre-Dame-de-Bon-Port placée sur le morne d'Orange, c'est-à-dire l'un presque au centre de la ville et l'autre à son extrémité méridionale. M. Gaston Pigeaud, ingénieur des Ponts et Chaussées, a bien voulu m'aider dans l'utilisation de ces documents.

On admet (1) que l'effort horizontal exercé par le vent sur une surface S, normale à sa direction, est lié à la vitesse par la formule : $F = 0{,}113\ S\ V^2$.

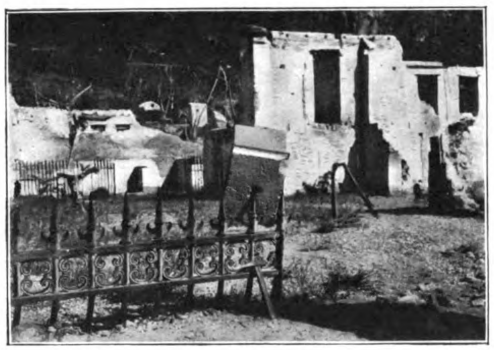


Fig. 118. — Moellon embroché sur une pointe de la grille de la Banque. (Photographie faite en octobre 1902.)

Cette formule suppose expressément qu'il s'agit d'un courant d'air ; de plus, elle n'a été vérifiée que pour des vitesses inférieures à 45 mètres par seconde. Ces deux conditions ne sont pas réalisées dans notre cas, puisque d'une part la poussée gazeuse du 8 mai avait une densité supérieure à celle de l'air par suite de la présence des cendres, densité qu'il est impossible d'apprécier, et d'une autre sa vitesse était de beaucoup supérieure à la limite donnée plus haut. Cependant, à défaut de mieux (2), je me contenterai de cette approximation plus ou moins grossière, qui donne tout au moins une idée de l'ordre de grandeur du phénomène.

(1) Flamant, *Stabilité des constructions. Résistance des matériaux*. Paris, 1886, page 87. L'auteur donne le tableau suivant des vitesses et des pressions correspondant à une échelle des vents :

	Vitesse par seconde.	Pression par mètre carré.
Vent à peine sensible	$0^m,50$	$0^{kg},03$
Petite brise	$2^m,00$	$0^{kg},45$
Bonne brise	$10^m,00$	$11^{kg},30$
Grand frais	$20^m,00$	$45^{kg},00$
Coup de vent	$27^m,00$	$83^{kg},00$
Ouragan	$45^m,00$	$230^{kg},00$

Les pressions dépassant 300 kilogrammes sont tout à fait rares, et l'on admet ce chiffre comme limite supérieure de l'effort à redouter dans les circonstances les plus exceptionnelles.

(2) Voici quelques données, insuffisantes pour le calcul, mais fournissant une idée des dimensions de quelques-uns des monuments détruits. D'après les renseignements que m'a fournis le P. Vanhaecke,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Le phare. — Il n'est resté du phare que les assises du socle. La partie renversée avait un diamètre de 4 mètres à la base, avec une épaisseur de maçonnerie de 1 mètre environ; à la partie supérieure, son diamètre pouvait être de $3^m,40$, avec une épaisseur de murs de $0^m,70$; la hauteur du fût, sans la lanterne, devait être d'environ 15 mètres (ce phare est visible sur la figure 94).

Admettons que le monument n'a été renversé que lorsque la résultante de son poids et de la poussée du vent est venue passer tout près de son parement extérieur, composé de pierres de taille résistantes. Le poids total du phare, y compris l'escalier de fer et la lanterne, peut être évalué à 290000 kgs, d'où un moment de stabilité de 580 000 kilogrammètres. D'autre part, la surface exposée au vent (en tenant compte de la lanterne) était approximativement de 62 mètres carrés, dont il ne faut prendre que les deux tiers, puisqu'il s'agit de surfaces cylindriques, soit 41 mètres carrés. Le moment de cette surface par rapport au plan de base est $41 \times 7,5 = 307$.

Fig. 119. — Le soubassement du phare : ses débris projetés vers le Sud. (Photographie faite le 23 juin 1902.)

On en déduit pour la poussée du vent par mètre carré une valeur supérieure à $\frac{580\,000}{307} = 1920$ kgs; la vitesse du vent nécessaire pour renverser ce phare, d'après la formule donnée plus haut, a dû par suite dépasser 131 m. par seconde.

les églises du Centre (complètement détruite) et du Mouillage (partiellement démolie) avaient à peu près les mêmes dimensions, c'est-à-dire environ 60 mètres × 25 à 30 mètres, avec de 15 à 17 mètres de hauteur sous la voûte. L'église du Fort, qui a entièrement disparu, était plus petite; le clocher était constitué par une tour carrée, isolée, ayant une vingtaine de mètres de hauteur avec des murs d'environ 1 mètre d'épaisseur. Le commandant Manet, directeur de l'artillerie à Fort-de-France, m'a donné les indications suivantes sur les bâtiments militaires : la caserne des Ursulines, rasée le 8 mai, était un bâtiment de deux étages mesurant 70 m. × 15 m. avec une épaisseur de murs de $0^m,80$ au rez-de-chaussée et de $0^m,50$ au deuxième. Les quartiers d'artillerie et la gendarmerie, anéantis le 8 mai, étaient des bâtiments à un étage de 20 m. × 18 m. et 35 m. × 10 m., avec des murs d'une épaisseur de $0^m,50$. Enfin, l'hôpital militaire, orienté Nord-Sud, mesurait 130 m. × 10 m.; il n'avait qu'un étage; ses murs avaient 1 mètre d'épaisseur au rez-de-chaussée et $0^m,85$ au premier : sa façade subsistait après le 8 mai et a été renversée le 20.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Statue monumentale. — La statue de la Vierge du morne d'Orange (1) est en bronze ; elle pèse 4300 kilogrammes et mesure $3^m,15$ de hauteur ; elle reposait sur un support de $1^m,20$ de largeur ; sa plus grande surface était tournée du côté du volcan ; elle a $2^{m^2},5$ environ ; son centre de gravité se trouve à environ $1^m,50$ de la base. Le piédestal est en pierre (fig. 120) ; il mesure $5^m,60$ de hauteur totale ; il est constitué par une base de 4 m. de largeur, supportant un socle sur lequel reposait directement la statue ; ce socle est lui-même formé de deux parties prismatiques superposées : l'inférieure a $2^m,40$ de côté et $1^m,20$ de hauteur, la supérieure 2 m. de côté et $2^m,70$ de hauteur. La statue a été renversée puis transportée, dans la position que représente la figure 120, à 15 mètres environ de son piédestal.

Il est possible de calculer la limite de la résistance à l'action du vent de la statue et de son socle. Le poids total de la statue et des deux parties du socle peut être évalué à $4300+25920+16580=46800$ kgs ; le moment de stabilité de l'ensemble est par suite de $46800\times1,2=56160$ kilogrammètres ; celui de la surface exposée au vent peut être estimé de la façon suivante :

Statue.	$2^{m^2},50 \times 5,4$	$= 13,50$
Socle.	$5^{m^2},40 \times 2,55$	$= 13,77$
	$2^{m^2},88 \times 0,60$	$= 1,73$
		$29,00$

La poussée nécessaire pour le renversement de cet ensemble considéré comme solidaire aurait été par suite de $\frac{56160}{29}=1930$ kgs par mètre carré, ce qui correspond à une vitesse de vent de 127 m. par seconde. Un calcul approximatif des éléments de stabilité de la statue considérée seule, en tenant compte de la façon imparfaite dont elle était scellée à son support, montre qu'elle a dû être renversée bien avant que le souffle destructeur ait atteint cette vitesse de 127 mètres.

Mais on a vu que la statue seule a été renversée et que le piédestal est resté en place ; cette dernière particularité fournit le moyen de calculer la vitesse maximum qui n'a pu être atteinte. Du calcul donné plus haut, il résulte que, le poids du socle étant de 42500 kgs, son moment de stabilité est de $42500\times1,2=51000$ kilogrammètres, et que, d'autre part, le moment de la surface exposée au vent est de 15,50 ; on en déduit

(1) Cette statue a été depuis lors transportée à Fort-de-France.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

que la poussée nécessaire pour renverser ce socle est de $\frac{42500}{15,5} = 2740$ kgs par mètre carré, la vitesse correspondante étant de 156 m. par seconde. On peut donc affirmer que la vitesse de la nuée au moment de son passage sur le morne d'Orange était inférieure à cette valeur.

Il faut remarquer que la statue n'a pas été simplement renversée : elle a été transportée. On ne peut savoir exactement à quel point elle a heurté le sol, mais, celui-ci étant en pente, il est vraisemblable qu'elle a roulé de quelques mètres; on ne sait pas non plus comment a varié l'effort du vent pendant le transport, car la statue, une fois renversée, a dû offrir à l'action de la nuée une surface moindre que lorsqu'elle était debout. Si, pour fixer les idées, on suppose que cet effort est demeuré constant et égal à celui qui correspond à une vitesse de 156 m. par seconde, la distance horizontale à laquelle la statue serait venue heurter le sol (supposé horizontal) peut être calculée ; elle est à la hauteur totale de chute dans le même rapport que la poussée du vent est au poids de la statue, soit $[1^m,5 + 5^m,6] \times \frac{2740 \times 2,5}{4300} = 11^m,30$.

Fig. 120. — La statue de Notre-Dame-de-Bon-Port, au morne d'Orange, projetée de son socle le 8 mai. (Photographie faite en juillet 1902.)

Ce résultat paraît assez vraisemblable : la vitesse horizontale atteinte par la statue au moment où elle touchait le sol aurait été approximativement de $19^m,20$ par seconde ; elle suffit à expliquer un déplacement supplémentaire de 3 à 4 m.

De tout ce qui précède, on pourrait conclure qu'*entre le phare et le morne d'Orange* la nuée était animée d'une vitesse maximum de 130 à 150 mètres par seconde, si elle avait été constituée uniquement par de l'air ; mais, sa densité (δ) étant supérieure à celle de l'air, il faut diviser ces résultats par un terme de correction, $\sqrt{\delta}$, dont nous ne pouvons pas apprécier la valeur; mais, en raison de la quantité de cendres relativement faible déposée par la nuée à la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

fin de sa course, il y a lieu de penser que la valeur de cette correction ne doit pas être très considérable. Malgré leur peu de précision, il m'a paru cependant intéressant de fournir ces données, puisqu'elles constituent la seule indication numérique que nous puissions avoir sur l'ordre de grandeur du phénomène.

Si ces nombres de 130 à 150 mètres à la seconde représentaient la vitesse moyenne de la nuée pendant tout son parcours, ils indiqueraient, pour le temps mis par celle-ci pour franchir la distance qui sépare le cratère du morne d'Orange, 60 à 69 secondes. Mais ce que nous savons du mécanisme de la marche des nuées ardentes montre que cette estimation de temps doit être un peu trop élevée, les nuées ayant toujours à l'origine une vitesse plus grande qui s'accélère pendant quelque temps, pour diminuer ensuite progressivement. Néanmoins la discussion des récits des témoins (p. 252) me fait penser que l'écart avec la réalité ne doit pas être très grand.

Les vitesses qui viennent d'être indiquées sont dans tous les cas très supérieures à celles que la plupart des météorologistes admettent pour les cyclones, bien qu'on soit loin d'être fixé définitivement à cet égard. M. Bernard Brunhes, directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, qui a, sur ce sujet, une opinion différente de celle de beaucoup de ses collègues, a estimé à 80 m. à la seconde la vitesse de la tornade de Javauge (Haute-Loire) (1); il a constaté à son Observatoire des vitesses, enregistrées, de 70 m. (2); d'après ses observations, par une vitesse de vent de 45 et 50 m., un homme a de la peine à se tenir debout; à partir de 60 m., il ne peut rester dehors, même couché. Le même savant m'a signalé que M. Ferra, directeur du Service météorologique de l'Indo-Chine, lui a assuré que les anémomètres de l'Observatoire de Shu-Lien, près Haïphong, avaient été brisés par un cyclone après avoir enregistré une vitesse de 147 m. à la seconde.

§ IV. — Les actions calorifiques (3).

L'intensité des actions calorifiques déterminées par l'éruption allait en décroissant de la zone centrale à la zone maritime, puis à la zone externe; je m'occuperai tout d'abord de la zone maritime.

(1) *Comptes rendus*, CXXXIV, 1902, 1540.
(2) *Meteorolog. Zeitung*, 1904, 220.
(3) Dans ce paragraphe et le suivant, je considérerai successivement chacune des trois zones; cela me forcera à quelques redites, mais ce mode d'exposition m'a paru préférable pour bien fixer tous les détails du phénomène.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

1° *Zone maritime.*

On a vu plus haut que tous ceux des navires se trouvant en rade de Saint-Pierre qui n'ont pas été coulés sous le choc de la nuée ont été dévorés par l'incendie; celui-ci les a complètement anéantis, à l'exception du *Roddam*, dont la coque était en fer et qui a pu s'échapper.

La connaissance de ce qui s'est passé sur ces navires a une très grande importance pour l'étude du phénomène, car nous avons les récits de plusieurs survivants de leur équipage, et il est par suite possible de préciser quelques questions difficiles à démêler par la considération de Saint-Pierre même où les conditions ont été plus complexes et d'où aucun témoin n'est revenu pour nous éclairer. Il résulte très nettement des renseignements que j'ai pu recueillir que l'incendie de ces navires est bien l'œuvre de la nuée elle-même, qu'il n'est en aucune façon dû à des causes accessoires. On a vu que ces navires ont tout d'abord subi des actions mécaniques considérables qui les ont complètement démâtés; aucun des survivants n'a signalé de décharges électriques; il faut donc éliminer, dès le premier abord, l'hypothèse d'un incendie par la foudre. Le feu s'est propagé à partir de la surface des navires, il n'a donc pas été allumé par les foyers des machines; j'ai indiqué d'ailleurs page 232 que, dès le début du phénomène, deux mécaniciens et le chauffeur de quart du *Roddam*, s'étant enfermés dans la chambre de chauffe, ont été, grâce à cette précaution, sains et saufs. Sur le *Roddam* et sur le *Roraima*, le feu a pris simultanément en un très grand nombre de points du pont; les foyers étaient donc multiples et la cause de l'incendie unique.

Dans cette nuée, constituée par un mélange de vapeur d'eau, de gaz et de cendres, la vapeur d'eau a pu fournir une partie des calories nécessaires à l'allumage des matériaux combustibles et notamment du bois constituant les navires, mais la cendre a dû jouer le rôle capital. En effet, la nuée était animée d'une telle vitesse et la durée de son passage a été si courte qu'à elle seule, quelle qu'ait été sa température, elle n'eût sans doute pas suffi à faire flamber les navires, si elle n'avait laissé sur son trajet une grande quantité de matériaux solides à haute température. Nous en avons la preuve dans ce fait que les survivants qui, à cause de leur station verticale et de leurs mouvements instinctifs, n'ont pas été recouverts d'une

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

façon permanente par la cendre, n'ont pas eu leurs vêtements carbonisés; ils se trouvaient d'ailleurs, pour la plupart, à l'intérieur du navire et n'ont pas reçu le choc direct de la nuée. L'étude de la zone centrale nous fournira à cet égard un autre argument. Ces navires ont reçu une masse considérable de cendres brûlantes; sur le *Roddam* il n'en est pas tombé moins de 120 tonnes ; le récit de M. Freeman (page 145) donne une idée de sa haute température.

M. Alfassa m'a rapporté qu'au cours de l'interrogatoire que M. Bloch a fait subir aux matelots du *Roraima*, soignés à Fort-de-France, l'un d'eux a répété à plusieurs reprises cette phrase très caractéristique que les cendres tombées sur le bateau étaient si chaudes qu'ils étaient obligés de marcher avec précaution, *comme les chats*.

Ces cendres ont dû former à la surface du bois, carbonisé sous l'influence du passage de la nuée, un revêtement très chaud, mauvais conducteur de la chaleur, se refroidissant par suite très lentement et, en même temps, grâce à son peu d'épaisseur, assez poreux pour permettre la pénétration de l'air. La carbonisation a pu ainsi se propager de proche en proche, puis, lorsqu'elle a été suffisante, et peut-être sous l'influence du violent vent de retour qui a refoulé la nuée arrivée au terme de sa course, le bois s'est mis à flamber de toutes parts.

Ce mécanisme me semble être le seul permettant d'expliquer que quelques bateaux n'aient pas brûlé immédiatement; l'incendie n'a commencé sur la *Teresa lo Vico*, en particulier, que quelque temps après la fuite des survivants de son équipage. Le pont du navire a pu être protégé pendant plusieurs minutes par l'eau apportée par la vague qui l'a recouvert avant la chute de la cendre.

On trouvera exposés dans le paragraphe suivant les renseignements que l'on peut tirer de l'étude des brûlures subies par ces malheureux marins.

Il est possible d'avoir une idée approchée de la température de la nuée lorsqu'elle a touché les navires. On sait en effet que, dans un courant d'air chaud, le bois commence à brûler à partir de 450° C. Il est vraisemblable que la température de la nuée ne devait pas être de beaucoup supérieure à cette valeur; la preuve peut en être fournie par le fait que les vêtements des victimes, que le bois des navires n'ont pas pris feu immédiatement au contact de la cendre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

L'étude de la zone centrale, dans laquelle se trouvait Saint-Pierre, montre que les actions calorifiques y ont été beaucoup plus puissantes que celles qui viennent d'être étudiées, bien que la distance au cratère soit la même dans les deux cas ; la nuée a donc subi un refroidissement important pendant son passage à la surface de la mer. Cela peut tenir à la fois aux différences de chaleur spécifique du sol et de l'eau de la mer ainsi qu'à l'immobilité de l'un comparée à l'extrême mobilité de l'autre : l'eau, ayant une chaleur spécifique supérieure à celle du sol, a dû s'échauffer plus lentement au contact de la nuée et lui emprunter une plus grande quantité de chaleur ; de plus, d'énormes vagues ont précédé et accompagné son passage, multipliant ainsi les surfaces de contact avec la mer ; ces deux causes ont agi concurremment pour refroidir les parties basses de la nuée, et y déterminer une précipitation plus active de la cendre dès son arrivée à la mer ; j'ai été le témoin de phénomènes de ce genre produits à l'embouchure de la Rivière Blanche, pendant les éruptions de l'hiver 1902-1903. Grâce à ces particularités, la nuée, au moment de son passage sur les navires, était moins chaude et moins riche en cendres brûlantes, que lorsque, à égale distance du cratère, elle s'est répandue sur la ville.

On a vu dans les récits rapportés plus haut qu'il y a entre eux un désaccord sur la question de savoir si, au moment de l'immersion des matelots des navires coulés, l'eau de la mer était chaude ou froide. Les observations que j'ai faites sur le trajet marin des nuées de décembre 1902 me font penser que tous les récits qui nous ont été faits, malgré leurs contradictions apparentes, sont exacts : la mer, grâce au contact de la nuée, et aussi sous l'influence de la cendre abandonnée par celle-ci, a dû certainement être échauffée sur une épaisseur de quelques centimètres. Les violents mouvements de la vague qui se produisirent alors ont déterminé rapidement le mélange de la zone superficielle chaude avec les parties plus profondes, froides. Il a donc suffi que les auteurs des récits aient été jetés à l'eau à quelques secondes de distance les uns des autres, ou bien les uns dans la mer libre et les autres au voisinage d'épaves, contre lesquelles la mer venait se briser, pour que le mélange ait été plus ou moins intime et pour que les températures résultantes aient été différentes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

2° *Zone centrale.*

L'incendie s'est allumé sur toute l'étendue de Saint-Pierre; d'après les récits des survivants des navires en rade, la ville a flambé de tous les côtés à la fois. Longtemps encore après le passage de la nuée ardente, de violentes détonations se faisaient entendre çà et là, chaque fois que sautait une usine ou un dépôt de rhum. Seul, le quartier du Fort, rasé et couvert de cendres, ne présentait pas d'*apparence* de combustion, le soir de la catastrophe.

Ce n'est qu'après l'éruption du 20 mai, qui a parachevé l'œuvre de destruction de celle du 8, que nous nous sommes livrés à l'étude des ruines de Saint-Pierre; néanmoins, alors encore, l'irrégularité de l'incendie était frappante. A côté de maisons dans lesquelles les objets combustibles n'avaient laissé leur trace que par un peu de charbon, on voyait des débris d'immeubles remplis d'objets combustibles les plus divers, ne présentant pas trace de carbonisation. Voici d'ailleurs quelques faits d'observation permettant de préciser cette irrégularité de l'incendie.

Au milieu du quartier du Mouillage (rue Dauphine), entre deux maisons entièrement consumées, nous avons vu, au fond d'une cour, un petit bâtiment en bois à un étage parfaitement conservé; au rez-de-chaussée, se trouvait une forge; un escalier en bois permettait d'arriver au premier étage où étaient demeurés intacts un lit et une table couverts de cendres; celles-ci avaient pénétré par la toiture en partie seulement effondrée.

Dans le quartier du Centre, un garde-manger en bois, rempli de cendres et non brûlé, était suspendu au mur d'une maison en ruines. La porte du cachot de la prison (fig. 137), celles des cabanons de la maison d'aliénés et le contenu de ces cabanons étaient intacts; bien des exemples de ce genre pourraient encore être cités. Les rues et l'intérieur des maisons, remplies de décombres, étaient en nombre d'endroits parsemés d'une grande quantité d'objets combustibles non atteints par le feu : débris de meubles, d'objets de ménage, de vêtements, de linge, de papier, etc.

Dans le quartier du Fort, le plus rapproché du volcan, au fur et à mesure que l'érosion, lavant les cendres, mettait à découvert les ruines, nous pouvions constater qu'en réalité, là comme partout ailleurs, l'incendie avait étendu ses ravages et d'une façon irrégulière. Tandis que dans les

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

décombres de certaines maisons, tout (même les os des cadavres) était carbonisé, nous avons vu de nombreux vestiges de demeures dans lesquelles tous les objets rencontrés étaient demeurés intacts. Dans une maison de la rue d'Orléans, ou plutôt à sa place, j'ai recueilli une boîte de cartouches de revolver encore utilisables ; à quelques mètres de là, sur l'emplacement d'un cabinet de toilette, se trouvaient des instruments auxquels étaient ajustés plusieurs mètres de tuyaux de caoutchouc, et des robinets d'ébonite en état de fonctionner. Dans la maison voisine, au contraire, nous avons vu les

Fig. 121. — Les ruines fumantes de Saint-Pierre, le 10 mai. (Photographie de M. Poyer.)

restes d'une armoire de salle à manger dans laquelle une pile de serviettes était transformée en une masse charbonneuse. Nous avons dégagé de la cendre, sur la rive gauche de la rivière des Pères et à son embouchure, les débris d'un buffet où se trouvaient des nappes à demi consumées et un livre de cuisine intact ; près de là, un important dépôt de charbon brûlait encore à la fin du mois de juillet. Sur l'emplacement du Séminaire-Collège, de nombreux livres scolaires étaient plus ou moins bien conservés au milieu de cendres et de déblais ; il en était de même dans les ruines du Lycée, au fond du quartier du Mouillage.

Des objets plus combustibles encore que les précédents ont été retrouvés

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

par nous, intacts; j'ai examiné avec soin tous les isolateurs de téléphone que j'ai rencontrés : le soufre des scellements était souvent encore en place. Dans une maison de la rue Victor-Hugo, se trouvaient sur le sol de nombreuses boîtes de beurre qui n'avaient pas éclaté et dont le contenu ne semblait pas avoir été altéré, tandis que sur l'emplacement d'une épicerie du quartier du Fort (fig. 122 à droite) j'ai recueilli plusieurs boîtes de conserves (asperges, petits pois, truffes) dans lesquelles ces légumes avaient subi un chauffage en vase clos qui les avait transformés (sans que les soudures aient fondu) en une sorte de charbon ligniteux; en juin, des lambeaux d'affiches électorales étaient encore visibles sur les pans de murs du bord de la mer, au Mouillage.

Fig. 122. — Une rue du quartier du Fort en voie de déblaiement par l'érosion. (Photographie faite à la fin de juillet 1902.)

Les actions calorifiques subies par ceux des habitants de Saint-Pierre qui n'ont pas été enfouis et brûlés sous les décombres de leurs maisons incendiées, consistent en une carbonisation superficielle, après combustion des vêtements (voir p. 291).

En résumé, les caractéristiques de cet incendie ont été l'*instantanéité*, la *simultanéité*, l'*absence de localisation* dans une région déterminée de la ville, mais en même temps l'*irrégularité dans la distribution* des parties brûlées; par suite, pour expliquer sa production, il n'est guère possible d'admettre un grand nombre de causes différentes.

Dans le chapitre X, je ferai voir comment l'action de la foudre, qui a peut-être agi dans des cas particuliers, ne peut être démontrée nulle part et, de toute façon, doit être éliminée comme cause générale.

Une cause à laquelle on doit penser consiste dans l'action possible des foyers domestiques ou industriels sur les matériaux combustibles mis à leur contact par l'effondrement des maisons. Elle a, évidemment, pu agir dans une ville aussi peuplée que l'était Saint-Pierre, surprise en pleine activité; je ferai toutefois remarquer que, le 8 mai étant un jour de fête (Ascension),

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

les usines chômaient en général au moment de l'éruption, ce qui élimine au moins, pour elles, l'influence possible de cette cause ; de plus, nous savons que les champs de cannes, les arbres et les maisons abandonnées, situés en rase campagne, ont brûlé tout comme les maisons de la ville. D'ailleurs, dans celle-ci même, de nombreux monuments dépourvus de foyers ont été dévorés par les flammes ; à cet égard, je citerai l'exemple de l'église du Centre ; elle était construite en pierres, mais possédait un clocher en bois ; les cloches sont tombées sur place. Elles paraissaient intactes, mais, quand on a voulu les enlever, on a constaté que l'une d'elles (fig. 123) était en partie fondue ; elle reposait sur un amas de charbon de bois provenant de la combustion du clocher ; dans le reste de l'église, il n'y avait pas trace d'incendie et, à quelques mètres des cloches, nous avons vu, sous les décombres, une nappe de dentelle couvrant un autel en bois demeuré intact.

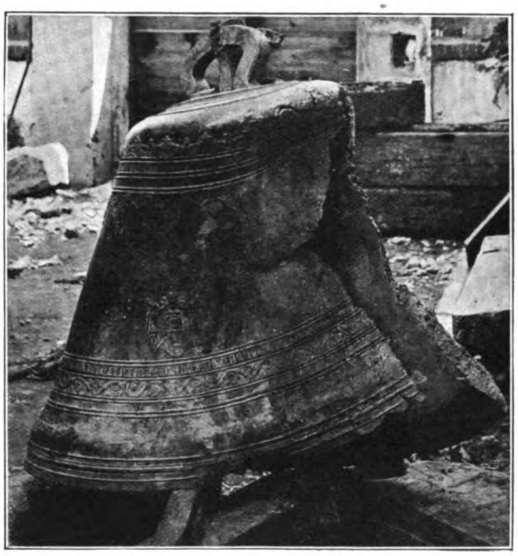


Fig. 123. — Une des cloches de l'église du Centre, fondue partiellement par l'incendie des débris du clocher.

Ainsi donc, pour la ville, de même que pour les navires, il faut admettre une cause principale, unique, d'incendie résidant dans la nuée elle-même ; mais, de même que sur mer, elle n'a pas agi seulement pendant son très court passage, mais surtout postérieurement, par les cendres à haute température (1) qu'elle a laissées après elle ; en voici une nouvelle preuve : dans les parties les plus brûlées de Saint-Pierre, la plupart des arbres, et ils

(1) L'élévation de température résultant de l'arrêt brusque des cendres et des lapillis lancés avec une grande vitesse contre la ville n'a pas pu jouer un rôle important. Si en effet on admet que toute la force vive de ces projectiles a été transformée en chaleur, on a la relation $\Delta T = \frac{1}{E}\frac{V^2}{2gC}$, dans laquelle E est l'équivalent mécanique de la chaleur, g l'accélération due à la pesanteur et C la chaleur spécifique de la roche (0,199), pour $V = 150^m$, $\Delta T = 13°$ C. seulement.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

étaient nombreux, ont été dépouillés de leurs branches; ils ont été souvent renversés, mais un assez grand nombre d'entre eux sont restés debout; ils ont été superficiellement carbonisés (1), mais seulement du côté du volcan (fig. 124). De même, beaucoup d'objets combustibles restés dans une position verticale n'ont pas été brûlés, surtout lorsque, grâce à leur orientation, ils n'ont pas reçu le choc direct de la nuée: tel est le cas des portes de la prison, des cabanons de l'asile d'aliénés, qui étaient orientés vers le Sud.

Fig. 124. — Un arbre resté debout à la batterie d'Esnotz, décortiqué et brûlé seulement du côté faisant face au volcan. (Photographie faite en octobre 1902.)

En résumé, je me représente de la façon suivante le mécanisme de la production de l'incendie. Saint-Pierre a été, pendant quelques fractions de minute, parcourue par le souffle puissant de la nuée ardente qui a, par ses effets mécaniques, déterminé le renversement des édifices. Ceux-ci se sont écroulés dans ce milieu à haute température, en même temps que leurs décombres étaient mélangés d'une certaine quantité de cendres chaudes; ce sont les conditions dans lesquelles s'est opéré cet écroulement qui ont permis ou empêché la production de l'incendie. Les êtres vivants et les objets placés verticalement et que, par suite, les cendres, n'ont pas recouverts, n'ont été que léchés par le souffle brûlant et carbonisés

(1) Dans la zone de grande dévastation, et en particulier à Saint-Pierre, tous les arbres sont morts, alors même qu'ils n'ont pas été carbonisés; cela tient à la disparition totale, sous l'influence des actions mécaniques, de leurs petites branches, de leurs feuilles et généralement de la plus grande partie de leur écorce; la cendre accumulée à leur pied a pu cependant, dans bien des cas, y détruire annulairement l'écorce, grâce à sa haute température; cette lésion, à elle seule, entraîne fatalement la mort. La végétation non ligneuse ou herbacée a été brûlée au niveau du sol, mais les racines n'ont généralement pas été détruites; aussi ont-elles rapidement donné de nouvelles pousses. Sur les flancs du volcan (à l'exception de la vallée de la Rivière Blanche, bien entendu), partout où il restait un peu de terre végétale, l'herbe n'a pas tardé à repousser dès que les cendres ont été entraînées par les eaux. Dans les ruines mêmes de Saint-Pierre, une luxuriante végétation herbacée a bientôt surgi, activée par les actions microbiennes s'exerçant aux dépens de l'énorme quantité de matière organique en putréfaction ensevelie sous les cendres; dès le mois d'octobre, les champs de cannes du voisinage étaient en pleine végétation.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

superficiellement, mais tous les objets combustibles qui ont été directement recouverts par la cendre et qui sont restés suffisamment voisins du contact de l'air, ont pu s'allumer, puis flamber, comme l'ont fait les ponts des navires en rade.

Les matériaux combustibles ensevelis ont pu s'enflammer, eux aussi, quand la cendre qui les a recouverts n'était pas trop diluée par des déblais inertes abaissant sa température, et quand, en outre, l'air pouvait librement circuler au milieu d'eux. Les incendies de ce genre ont pu se propager, couver pendant fort longtemps (1), car, en juin, nous avons trouvé des foyers d'incendie qui brûlaient encore lentement en plusieurs points de Saint-Pierre.

Lorsque, au contraire, l'ensevelissement des décombres s'est fait, sans l'intervention possible de l'oxygène de l'air, ou avec prédominance des matériaux de construction sur les produits volcaniques brûlants, il n'y a pas eu d'incendie, et souvent même pas commencement de carbonisation ; c'est ainsi que, par exemple, dans les ruines de l'entrepôt des douanes, situé sur la rive droite de la Roxelane, près du bord de la mer, on a pu extraire devant nous des caisses de paquets de tabac et des barriques de vin qui n'avaient pas souffert de l'action du feu. Pendant l'hiver 1902-1903, on voyait apparaître peu à peu, par l'éboulement des falaises (fig. 131), un grand nombre de débris humains recouverts de leurs vêtements, de nombreux objets de bois placés à leur voisinage, qui n'étaient pas brûlés.

S'il est facile, comme je l'ai montré plus haut, de fixer le minimum de température nécessaire à l'allumage de l'incendie (environ 450° C.), il n'est pas possible de déterminer le maximum atteint par la nuée. Les seules données que j'aie recueillies à cet égard résultent de l'examen des fils téléphoniques suffisamment éloignés de constructions incendiées pour n'avoir pu subir d'autre action calorifique que celle de la nuée elle-même ; ces fils, d'un diamètre très petit, sont partout inaltérés : ils ont donc été soumis à une température inférieure à celle de la fusion du cuivre, c'est-à-dire inférieure à 1050° C.; je n'ai trouvé aucun objet métallique qui, ayant été soustrait à l'action de l'incendie proprement dit, ait subi des phénomènes de fusion.

Quant aux objets fondus (métaux, verre, etc.) rapportés par les visiteurs

(1) J'ai cité page 87 (en note) l'exemple d'un arbre enfoui dans les cendres de la rivière des Pères, qui, mis au jour en juin 1903 (c'est-à-dire 14 mois après l'éruption) par un éboulement, a flambé au contact de l'air, et celui du magasin de charbon de la Galère, qui, à la même époque, brûlait encore.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

des ruines de Saint-Pierre et donnés comme preuve de l'intensité des actions calorifiques de la nuée, ils sont dus uniquement aux phénomènes d'incendie consécutifs à celle-ci et, par conséquent, ne nous apprennent rien au point de vue de la température de la nuée destructrice. Je leur consacrerai cependant un chapitre dans ce livre, mais uniquement parce qu'ils ont été le siège de transformations minéralogiques intéressantes. Il en est de même pour les poutres de fer des ruines de la maison Caminade (fig. 109) qui ont été tordues par l'incendie, alors qu'aucun des nombreux balcons des maisons voisines, situés en façade sur la rue et par suite soustraits à l'action directe de l'incendie, ne présentaient de déformations dues à l'action d'une température élevée.

Je n'ai parlé jusqu'ici que de la ville même de Saint-Pierre; rien n'a subsisté entre celle-ci et Sainte-Philomène. A cette limite extrême de la zone dévastée, au morne Folie, les maisons ont été incendiées et renversées; environ 800 personnes y ont péri; la plupart des cadavres étaient superficiellement carbonisés et dépourvus de vêtements, leurs cheveux étaient brûlés. Cette région fait donc bien partie de la zone centrale.

3° *Zone externe.*

Les actions calorifiques de la zone centrale ont été en s'atténuant progressivement sur les bords, et, dans la zone externe, elles ont été généralement insuffisantes pour allumer des incendies : tel a été le cas presque général au Parnasse, aux Trois-Ponts, au Carbet, au Précheur, etc.

Les arbres ont été dépouillés de leurs feuilles et de leurs petites branches; pas plus que les vêtements des victimes, ils n'ont été carbonisés. Sur la côte, entre la rivière Lamare et Boisville, j'ai retrouvé, intacts dans la cendre, de nombreux filets de pêcheurs. Les êtres vivants de cette zone ont été brûlés, mais non carbonisés.

Çà et là, cependant, se trouvent des traces de carbonisation indiquant l'irrégularité de la température de la nuée; elles traduisent aussi l'inégalité des températures nécessaires à l'inflammation d'objets combustibles de nature différente; c'est ainsi que fort souvent, par exemple, des vêtements de laine ont été carbonisés, là où ceux de toile ou de cotonnade ne l'ont pas été.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Des maisons ont été incendiées, au morne d'Orange en particulier, à côté d'autres qui ont résisté, ou au milieu de jardins dans lesquels les arbres étaient seulement dépouillés de leur verdure ; il est possible que l'on se trouve là en présence d'incendies dus à des causes accidentelles.

En résumé, la température maximum de la nuée dans cette zone a été généralement inférieure à 450° C.; elle a été en diminuant progressivement sur les bords. Tout conduit à penser que la plupart des blessés qui ont survécu ont été brûlés par de la vapeur d'eau et des cendres dont la température était voisine de 100° C., et peut-être même plus basse.

§ V. — **Les actions physiologiques** (1).

1° *Zone externe.*

Les actions mécaniques qui, dans la zone centrale, ont joué, comme on le verra plus loin, un rôle si considérable dans la mortalité, semblent avoir eu, au contraire, une influence faible, parfois même nulle, dans la zone externe; cela tient, d'une part, à ce que la puissance mécanique de la nuée y était beaucoup plus faible, et d'une autre à ce que les maisons de cette zone externe étaient généralement en bois ; leur écroulement a produit un moindre dommage à ceux qui se sont trouvés enfouis sous leurs débris. J'ai recueilli plusieurs observations au sujet de gens qui ont été ainsi retirés des décombres au Sud du Précheur, au Parnasse, au Carbet; leurs blessures, au moins celles qui étaient graves, étaient dues uniquement à des brûlures. On a vu plus haut que la plupart des blessés du Carbet et de la lisière orientale de la dévastation ont été projetés à terre et souvent transportés à quelque distance par la nuée. Aucun de ceux qui ont été soignés dans les hôpitaux ne présentait de traumatisme grave; eux aussi ne portaient que des brûlures.

Ce sont donc les actions calorifiques seules qui ont de l'importance dans

(1) Je tiens à remercier M. le Dr Bouvier, médecin en chef de l'hospice de Fort-de-France, M. le médecin principal Lidin, chef du Service de Santé de la colonie, MM. les médecins de l'armée coloniale Drs Branzon-Bourgogne, Damian, Lherminier, M. le Dr Manine, médecin du *Jouffroy*, M. Rosé, pharmacien aide-major, pour l'obligeance avec laquelle ils m'ont fourni tous les renseignements médicaux réunis par eux. Quelques-unes des observations recueillies par les médecins du Service de Santé colonial ont été exposées déjà dans deux intéressantes notes [**167-168**] du Dr Kermorgant, directeur de ce Service au Ministère des Colonies.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

le cas qui nous occupe; je considérerai successivement les blessés et les observations faites sur les morts.

Phénomènes de brûlures et d'asphyxie. — Les blessés. — Les constatations qui ont été faites sur les blessés du Précheur, du Parnasse, des hauteurs de Saint-Pierre et des environs du Carbet conduisent à des conclusions identiques. Les sinistrés étaient couverts d'une boue gluante, adhérente, qui imprégnait leurs vêtements, leur barbe et leurs cheveux; quelques-uns avaient sur la tête une véritable calotte semblable à du mortier; leurs vêtements étaient intacts ou ne présentaient qu'un commencement de carbonisation.

Les brûlés, et notamment ceux transportés par le *Suchet* le 8 au soir, et qui provenaient du Carbet ainsi que des bateaux détruits en rade de Saint-Pierre, étaient dans un état de violente surexcitation cérébrale; ils poussaient des cris perçants ou exhalaient des lamentations continues. Leurs brûlures étaient pour la plupart superficielles, n'intéressant que les téguments; l'étendue de celles-ci était très variable, mais parfois considérable; une femme, entre autres, avait le corps absolument couvert de phlyctènes. Ces brûlures avaient d'ordinaire pour siège les parties découvertes du corps : la tête, le cou, les pieds, les mains; elles s'irradiaient de là dans les parties voisines cachées par les vêtements (les épaules, le dos, la poitrine, les poignets, les avant-bras, les jambes); plus rarement, l'abdomen, les cuisses, la région sacrée, les fesses et les coudes étaient attaqués. Les brûlures entouraient le cou, les poignets et les cous-de-pied de sortes de bourrelets, plus larges sur la face dorsale et plus accentués sur les saillies osseuses; aux mains et aux pieds, elles siégeaient d'une façon à peu près exclusive sur la face dorsale. Un très grand nombre de blessés présentaient des brûlures des lèvres, des premières voies digestives, des voies respiratoires (larynx et bronches); le nettoyage du pharynx au moyen de tampons de ouate imbibée de glycérine ramenait des membranes de la muqueuse exfoliée; la langue était souvent dépourvue de son épithélium.

Chez la plupart des blessés, l'inspiration était ronflante, l'expiration sifflante et très gênée, les malades se plaignaient d'avoir *avalé du feu*, ils souffraient d'une soif inextinguible, mais ne pouvaient absorber l'eau qu'on portait à leurs lèvres.

On n'a pas observé de lésions des yeux; les paupières étaient fréquem-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ment brûlées, tuméfiées, mais l'œil, protégé par l'occlusion instinctive des paupières, était toujours intact, et cette observation est précieuse pour montrer la rapidité et le peu de durée de la poussée destructive.

Quelques cas particuliers sont à signaler; on a constaté une lésion des vaisseaux sous-cutanés, donnant lieu à une hémorragie difficile à arrêter; dans un autre cas, une lésion a entraîné la chute des doigts de pied; chez quelques sujets, des escarres sèches ont été constatées au niveau des saillies osseuses (malléoles, apophyses styloïdes du radius et du cubitus).

Ceux de ces malheureux qui présentaient des brûlures internes moururent rapidement, et quelquefois même avant d'arriver à Fort-de-France, après une courte période de coma. Les autres se sont guéris relativement vite et dans d'excellentes conditions, sans cicatrices vicieuses, grâce aux soins habiles et dévoués qu'ils ont reçus dans les hôpitaux civils et militaires de Fort-de-France; les complications (tétanos, pneumonie infectieuse) ayant entraîné la mort ont été relativement peu nombreuses (1).

En résumé, on voit que toutes les lésions observées peuvent s'expliquer par la seule action de la vapeur d'eau (2) mélangée de cendres chaudes; aucun phénomène d'asphyxie indépendant des brûlures n'a été constaté sur les nombreux survivants, et la gêne respiratoire parfois signalée s'explique facilement par les brûlures des premières voies respiratoires et par l'absorption de cendres dont la bouche et le nez de ces malheureux étaient souvent remplis (3).

Avant de continuer, je donnerai le récit suivant concernant des remarques faites à la lisière extrême de la zone dévastée et relatant la mort de M. Landes, professeur au lycée, dont j'ai souvent cité les observations en faisant l'historique des débuts de l'éruption : il donnera une idée du genre de mort horrible des malheureux atteints sur le bord de la nuée.

(1) Le traitement suivi a consisté en pansements à l'aide de solutions saturées d'acide picrique, puis de pansements vaselinés, après la disparition de toutes sérosités purulentes.

(2) Le Dr Brouardel a donné (*Les explosifs et les explosions au point de vue médico-légal*, Paris, 1897) des observations sur les brûlés d'une explosion de machine à vapeur à Joinville-le-Pont et d'un calorifère à eau chaude de l'église Saint-Sulpice à Paris, qui sont intéressantes à notre point de vue en montrant les caractères des brûlures dues à l'action de la vapeur d'eau seule et qui sont identiques à ceux donnés plus haut.

(3) Il faut, bien entendu, éliminer dans cette discussion les cas de brûlures qui n'étaient pas dues à l'action directe de la nuée, mais qui ont été les conséquences de l'incendie une fois allumé; ce cas a été fréquent dans les maisons, sur les navires et parfois même dans la campagne; c'est ainsi par exemple que M. Prêtre m'a dit avoir rencontré, dans le voisinage du quartier Monsieur, alors qu'il fuyait lui-même, quelques personnes brûlées en se sauvant à travers les champs de cannes en feu.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

C'est un rapport du lieutenant de gendarmerie Renaud, donnant l'interrogatoire d'une dame Montferrier, qui se trouvait encore en juin à l'hospice du Lorrain et que j'ai moi-même interrogée en décembre 1902.

« Le 8 mai, au moment de la catastrophe, a-t-elle raconté, je me trouvais dans la cuisine de ma maison située sur le bord de la rivière, qui, 500 mètres plus loin, se jette dans la Roxelane, au troisième pont du quartier des Trois-Ponts. Mon mari m'appela du dehors, je sortis. Mais, à peine avais-je dépassé l'encadrement de la porte, que je fus horriblement brûlée à la figure, aux bras et aux jambes par une vapeur brûlante. Instinctivement je portai la main droite à la figure, ce qui me préserva les yeux, et rentrai précipitamment chez moi, suivie de mon mari. Aussitôt, l'obscurité se fit complète, si complète qu'ayant enlacé mon mari et m'étant agenouillée avec lui sous la table, attendant la mort, je ne l'apercevais pas du tout. Nous restâmes ainsi dans cette position les cinq minutes que dura cette obscurité.

Fig. 125. — Fonds Printemps. La maison auprès de laquelle est mort M. Landes a été respectée par la nuée du 8 mai, mais a été en partie emportée par un débordement du torrent. (Photographie faite en juillet 1902.)

« Quand la lumière apparut, je pensai aussitôt à mes enfants que j'avais envoyés à l'église des Trois-Ponts. Accompagnée de mon mari, je me portai à leur secours, me dirigeant vers la route coloniale ; mais, arrivée au troisième pont des Trois-Ponts, un spectacle terrifiant s'offrit à ma vue : Saint-Pierre était en flammes. En avant du troisième pont, sur la rive droite de l'affluent de la Roxelane, une maison était intacte ; c'était celle que devait habiter plus tard M. Landes, professeur au lycée. J'entrai dans les dépendances de cette maison et trouvai M. Landes, dans un bassin (voir fig. 125 à gauche), le corps presque entièrement dans l'eau. Il en sortit aussitôt ; je constatai qu'il était en chemise et que son corps était à vif. A la vue de mon mari, M. Landes s'est écrié : « C'est vous, Montferrier ; mais qu'est-il donc arrivé? »

« Avec M. Landes, se trouvaient le jeune Édouard Thouin, élève au lycée, les deux enfants de M. Desbordes et les deux bonnes. Une de celles-ci rendait le sang par le nez et par la bouche. Toutes ces personnes me demandaient de l'eau à grands cris; je leur en donnai, car c'était moi la moins atteinte et je ne souffrais pas trop encore. Pendant ce temps, le jeune Thouin s'était couché près du bassin ; je l'appelai à plusieurs reprises, mais en vain : il était mort.

« Il y avait près de trois heures que j'étais au milieu de ces agonisants, lorsque je vis passer sur le pont les sieurs Samuel et Léon qui descendaient du Morne-Rouge. Je leur demandai assistance, ils me conduisirent au Morne-Rouge où j'arrivai à pied, ainsi que mon mari, mais lui, hélas! mourut cinq jours après des suites de ses brûlures.

« En résumé, je ne puis guère expliquer comment j'ai été brûlée et par quel élément ; je n'ai vu de feu que quand je suis arrivée au pont. Les maisons du quartier où j'habitais n'ont pas été atteintes. »

Les nommés Samuel et Léon [Chantel] seront recherchés et interrogés.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Quelques jours après, l'adjudant de gendarmerie Lagarde interrogeait le sieur Chantel (Léon-Vital), dont il vient d'être question, et voici le procès-verbal qu'il a adressé au Gouverneur :

Le 8 mai, vers 9 heures du matin, a dit Chantel, me trouvant sur la place du Morne-Rouge, Samuel est venu me dire : « Il parait que Saint-Pierre est en feu, j'ai un enfant dans cette ville, je vais chercher à le sauver, venez avec moi. » J'ai acquiescé à sa demande et nous sommes partis aussitôt pour Saint-Pierre. Arrivés au Petit-Réduit, nous avons remarqué

Fig. 126. — L'emplacement du Jardin botanique, au confluent de la rivière Mahaud et de la Roxelane, et, le long de cette dernière, la route des Trois-Ponts, conduisant au Morne-Rouge. (Photographie faite en juillet 1902, du haut du morne Abel.)

que des cadavres gisaient sur la route et dans les fossés; les cendres qui recouvraient la route brûlaient nos pieds; pour avancer, nous avons dû mettre des planchettes sous nos pieds, auxquels nous les avons adaptées avec des lambeaux d'un mouchoir que nous avons déchiré. A notre arrivée près du troisième pont, nous avons entendu les cris d'une personne sur le côté gauche de la route en venant du Morne-Rouge. Nos regards s'étant portés de ce côté, nous avons vu, à huit pas de nous, une femme qui nous était masquée par des débris d'arbres. Nous en étant approchés, nous l'avons reconnue pour la dame Montferrier; son mari était près d'elle et tous deux étaient affreusement brûlés. A 10 mètres derrière eux, dans un jardin et près d'un bassin, était étendu mort un jeune homme habillé, sa face contre terre et dans la boue. A 2 mètres, à droite du bassin, une jeune fille blanche, aux cheveux roux, appuyée contre un petit mur, disait en pleurant : « Ah! mon Dieu, je vais mourir! » A 10 mètres à gauche du bassin, un jeune homme de dix-huit à vingt ans et une fille de vingt-cinq ans environ, noirs, étaient appuyés contre le mur d'une maison qui n'avait été que légèrement endommagée. Sur le perron de cette maison, un homme se roulait en poussant des cris de douleur. La dame Montferrier m'ayant dit que c'était M Landes, je

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

suis allé vers lui pour le relever, mais je n'ai pu y parvenir, son corps était inerte. En se débattant, il est tombé du perron dans le jardin et est mort un instant après en ma présence.

De notre arrivée auprès des époux Montferrier au moment où M. Landes a rendu le dernier soupir, il s'est écoulé environ quarante-cinq minutes. M. Landes, qui rendait des matières par le nez et par la bouche, était horriblement brûlé ; le visage rempli de cloches était très enflé et les yeux totalement cachés. Les vêtements : paletot blanc, chemise, pantalon et souliers, étaient en partie brûlés par les cendres et très sales.

Les époux Montferrier nous ayant priés de les conduire au Morne-Rouge, Samuel a donné le bras au mari et moi à la femme, et nous sommes partis pour le Morne-Rouge où nous sommes arrivés vers 2 heures. Sur le désir des Montferrier, nous sommes retournés aussitôt à leur maison, aux Trois-Ponts, y prendre divers objets et du linge. Nous sommes passés à l'endroit où nous avions vu la fille blanche et les deux personnes noires encore en vie, elles n'y étaient plus; elles ont dû être emmenées par quelqu'un ou bien elles sont allées mourir plus loin. M. Landes était à la place où nous l'avions laissé.

D. — Avez-vous rencontré des personnes qui allaient à Saint-Pierre ou qui en revenaient?

R. — En allant à Saint-Pierre, vers 9 heures et demie du matin, nous avons aperçu deux hommes qui prenaient l'allée Pécoul, M. Lapeure et un autre, à moi inconnu. En remontant au Morne-Rouge, vers 1 heure, avec les époux Montferrier, nous avons rencontré une quantité d'individus qui allaient sur Saint-Pierre, mais je n'en ai reconnu aucun. A notre retour aux Trois-Ponts, vers 3 heures du soir, nous avons aperçu plusieurs personnes dans les quartiers Petit-Réduit, aux alentours et dans l'allée Pécoul ; elles marchaient dans toutes les directions et semblaient faire des recherches. Nous n'avons rencontré personne aux Trois-Ponts et n'avons entendu aucun cri.

D. — Pendant que vous êtes restés auprès de M. Landes ou à proximité, l'avez-vous entendu parler?

R. — M. Landes, qui était agonisant, n'a prononcé aucune parole, il râlait seulement. Les deux personnes noires qui étaient appuyées au mur de la maison ne parlaient pas non plus ; la jeune fille blanche seule prononçait en gémissant les mots : « Je vais mourir ». Ces trois personnes étaient horriblement brûlées et rendaient des matières sanguinolentes par la bouche et par le nez.

Des réponses faites par le témoin aux questions que nous lui avons posées, il semblerait résulter que la maison des époux Montferrier n'a pas été atteinte parce qu'elle était abritée par un morne formant terrasse et que la trombe est passée au-dessus. Il en serait de même pour la maison habitée par M. Landes, distante de 50 mètres de celle des Montferrier et également abritée par le même morne.

Le témoin Chantel affirme qu'il n'a pas vu d'autres personnes vivantes dans les quartiers des Trois-Ponts et Petit-Réduit, à l'exception de celles qui y sont venues après la catastrophe. Nous déclarant sur notre demande que les effets dont était vêtu M. Landes étaient complètement mouillés, cela confirmerait la déclaration de la dame Montferrier, à savoir que M. Landes s'était jeté dans le bassin. La jeune fille blanche aux cheveux roux serait la sœur du jeune Thouin, étendu mort près du bassin. La tenue des deux personnes noires, homme et femme, semble indiquer, d'après les appréciations du témoin, que c'étaient les domestiques de M. Landes et de M. Thouin.

Les morts. — Bien que les morts aient été nombreux dans la partie interne de cette zone, là où l'on n'a retrouvé aucun être vivant, je n'ai que peu de renseignements médicaux à leur sujet. Les médecins ont naturellement porté toute leur attention sur les malheureux à secourir qui ont été recueillis uniquement dans cette zone.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Nous savons seulement que les cadavres se trouvaient à la surface du sol, dans des attitudes analogues à celles des cadavres de la zone centrale dont il va être parlé plus loin; là aussi, la mort a dû être presque subite. Nous avons rencontré, dans un chemin creux qui longeait la crête du morne d'Orange, un grand nombre de squelettes entiers, couchés sous des branchages, ayant à côté d'eux des objets domestiques (fig. 127); tous ces corps étaient alignés dans la même direction, la tête du côté de la pente : les malheureux dont ils constituaient les restes ont été certainement surpris brusquement au cours de leur fuite.

Fig. 127. — Un squelette trouvé au morne d'Orange au milieu de branchages non brûlés. (Photographie faite en juillet 1902.)

Les seuls renseignements utilisables au point de vue auquel je me place ici sont ceux qui m'ont été fournis par M. Rosé, qui, le 11 mai, est allé en mission officielle à l'anse Thurin, au Nord du Carbet. Près de la mer, se trouvait une case incendiée; à 20 mètres plus loin, toutes les cases étaient intactes et recouvertes de cendres; seules les feuilles et les petites branches étaient brûlées; un cadavre a été remarqué sur le seuil d'une porte : il était à demi carbonisé ainsi qu'une partie de ses vêtements (fig. 128); la tête était noircie; la langue, énorme, sortait de la bouche; tout près de là, M. Rosé a observé cinq cadavres la face contre terre : ils étaient brûlés, mais leurs vêtements étaient préservés.

A 100 mètres environ plus loin, dans l'intérieur des terres, ont été rencontrées deux cases non brûlées, fermées; dans l'une d'elles, un cadavre était couché sur un lit, il ne *paraissait* pas brûlé; la langue pendait hors de la bouche, d'où avait coulé du sang; dans l'autre, se trouvaient quatre cadavres dans la même situation. Cette case, elle aussi, était close; elle contenait deux petits chats et deux chiens, vivants, cachés sous les meubles. Entre ces deux maisons, M. Rosé a vu des cadavres de gens qui avaient cherché à fuir; ils étaient couchés, la face contre le sol, et brûlés superficielle-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ment; leurs vêtements étaient conservés. Enfin, dans le voisinage, gisaient de nombreux cadavres d'animaux (bœufs, porcs) intacts ; une chèvre, attachée à une corde au milieu de la broussaille, était cependant en partie carbonisée.

C'est dans cette même région que la photographie reproduite par la figure 129 a été faite, le 19 mai, par M. J. Haven, consul des États-Unis à Saint-Christophe, qui me l'a obligeamment communiquée.

Les cadavres paraissant sans brûlure, avec la langue pendante, trouvés dans des cases fermées, jettent une note discordante au milieu des observations précédentes ; malheureusement, M. Rosé, à la recherche de gens à sauver, n'a pas eu le loisir d'examiner à fond ces cadavres et il n'a pu m'affirmer qu'ils ne présentaient pas de traces de brûlures; du reste, les cases contenaient de la cendre, et il est fort possible que celle-ci à elle seule ait pu déterminer la mort, même si sa température était moins élevée que dans les cas précédents. Il ne faut donc pas conclure nécessairement à la présence de gaz asphyxiants spéciaux ; on verra plus loin, dans un récit du brigadier de gendarmerie du Carbet, concernant l'éruption du 30 août, que, ce jour-là, les gendarmes s'étaient réfugiés dans une maison dont ils avaient fermé les portes. Malgré cette précaution, la cendre fine y pénétrait en si grande abondance qu'au bout de quelques minutes, l'air étant devenu irrespirable, ils ont dû sortir, de crainte d'être asphyxiés ; j'ai recueilli plusieurs autres observations analogues. Les cases en bois de cette région sont toujours mal jointes; c'est ainsi que j'ai trouvé dans l'une d'elles, au Parnasse (commencement d'octobre), malgré une fermeture en apparence complète, une couche de 25 centimètres d'une cendre impalpable, ayant tamisé à travers la toiture et les cloisons.

Fig. 128. — Un cadavre avec vêtements en partie brûlés, trouvé devant une case non incendiée, à l'anse Thurin. (Photographie faite par M. Rosé le 11 mai.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

2° *Zone maritime.*

On a vu que le *Roddam* a pu quitter la rade de Saint-Pierre et arriver à Sainte-Lucie avec 20 survivants, pour la plupart blessés, et 26 cadavres.

Vingt malheureux ont survécu, malgré leurs blessures, à bord du *Roraima* en feu; à 2 heures de l'après-midi, ils furent sauvés par le *Suchet*. Une dizaine d'autres infortunés furent recueillis en même temps : ils étaient accrochés à des épaves ou réfugiés à terre, sur la place Bertin; tous

Fig. 129. — Cadavres trouvés dans une maison de l'anse Thurin, à la limite intérieure de la zone centrale. (Photographie faite le 19 mai et communiquée par M. Haven.)

provenaient des bâtiments coulés ou incendiés dont les équipages et les passagers avaient péri dans la tourmente.

Influence des actions mécaniques. — Au moment où tous les navires en rade étaient démâtés ou coulés, une grande partie des hommes qui s'y trouvaient ont été jetés à la mer; beaucoup ont été ainsi noyés, mais quelques-uns d'entre eux ont dû la vie à cette subite immersion; cramponnés à des épaves, ne présentant que des brûlures souvent peu graves, ils ont pu attendre l'arrivée du *Suchet*.

A bord des bateaux, divers traumatismes ont été constatés; c'est ainsi que le capitaine de la *Teresa lo Vico*, brûlé d'ailleurs, est mort avant l'incendie

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de son bateau en crachant du sang ; il avait eu la face enlevée et une jambe brisée par la chute d'un mât ; un marin du *Roddam* s'est cassé un bras et une jambe en tombant dans une cale. Le premier décès survenu à Fort-de-France parmi les marins sauvés par le *Suchet* a été celui d'un créole qui chargeait du charbon à bord du *Roraima* au moment de l'éruption ; une hernie inguinale s'est produite à la suite de sa chute dans une soute et a déterminé la mort au bout de quelques heures; les brûlures subies par cet homme avaient été légères.

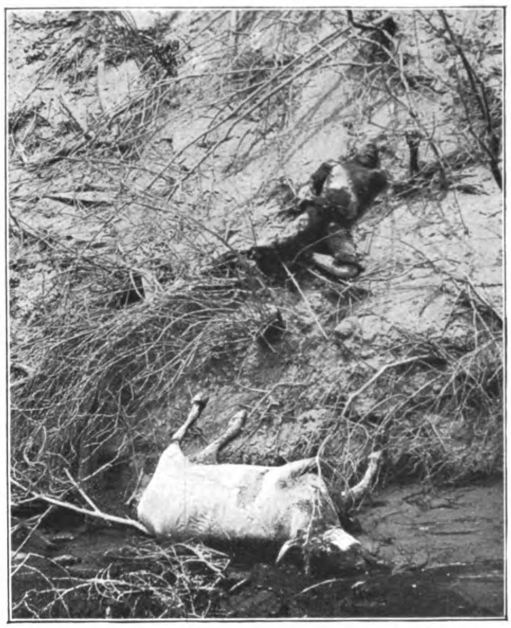


Fig. 130. — Cadavres d'homme et de bœuf couverts de cendres (lit de la Roxelane, partie intérieure de la zone externe). (Photographie faite par M. Poyer, le 11 mai.)

Phénomènes de brûlures et d'asphyxie. — Toutes les particularités observées sur les blessés de la zone externe se retrouvent sur ceux de la zone maritime; mais un plus grand nombre d'entre eux portaient non seulement des brûlures directes du second et du troisième degré produites par la cendre et la vapeur d'eau chaude, mais encore des blessures plus profondes, occasionnées par l'incendie des navires. Cela a été plus particulièrement le cas pour beaucoup des matelots du *Roraima*. On a lu (p. 245) le récit poignant, fait par M. Scott, des souffrances endurées par les passagers et les matelots de ce navire. Il a insisté notamment sur les brûlures de la bouche produites par la cendre et occasionnant le supplice intolérable d'une soif qu'il était impossible d'étancher, les blessés ne pouvant absorber la moindre goutte d'eau.

Il résulte des constatations faites sur ce navire et sur le *Roddam* que tous ceux qui n'ont pas été brûlés par le choc immédiat de la nuée ont été sauvés, ce qui implique l'absence de gaz véritable-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ment asphyxiants dans celle-ci ; à cet égard, il est intéressant de citer les renseignements qui ont été fournis par deux matelots du *Roraima* à M. Bloch, chef de la Mission administrative, qui a bien voulu me remettre les notes prises par lui sur ce sujet à Fort-de-France, le 31 mai 1902.

Les matelots Aiella Salvador et Giuseppe Susino se trouvaient sur le pont du *Roraima* au moment de l'éruption ; sous l'influence de la terreur, ils se sont précipités dans la batterie ; l'un se cacha la tête sous une table, l'autre tomba à terre et fut recouvert par ses compagnons qui furent tués. Tous deux purent enfin se dégager, monter sur le pont et se jeter à la mer ; ils atteignirent, sur une épave, le bateau *Nord America*, couché sur le flanc, et y restèrent pendant quelques heures pour gagner ensuite la terre où ils furent recueillis par le *Suchet*. Susino a raconté que la mer était chaude. Pour étancher sa soif, il but sur la place Bertin de l'eau encore fraîche de la fontaine. Le même matelot a fait à l'amiral Servan (*Rapport au Ministre de la Marine* du 27 mai) un récit analogue, mais il a dit, en outre, avoir remarqué à la surface de la mer une grande quantité de poissons morts.

3° *Zone centrale.*

Tous les êtres vivants se trouvant dans la zone centrale ont été tués par le passage de la nuée, à deux exceptions près ; avant de discuter celles-ci, j'exposerai les constatations faites sur les morts. Là encore deux causes de mortalité sont à signaler, les actions mécaniques d'abord, les phénomènes de brûlure et d'asphyxie ensuite.

a. *Importance du rôle joué par les actions mécaniques.* — L'influence des actions mécaniques sur la mortalité a été considérable dans cette zone ; elle semble même avoir été prédominante, bien qu'elle ait dû agir en même temps que les causes suivantes. On a vu avec quelle rapidité la nuée est passée sur Saint-Pierre et quelle puissance mécanique elle possédait.

Les premiers visiteurs des ruines ont insisté sur ce que l'on ne voyait alors aucun cadavre dans le quartier du Fort. La population de la ville, augmentée par les réfugiés des villages voisins, était d'environ 28 000 habitants ; or, les estimations les plus élevées du nombre de cadavres trouvés à la surface du sol indiquent environ 4500 (1), et

(1) Ce nombre est celui qui a été donné par M. Cappa, chef de la Mission chargée d'incinérer tous les débris humains à Saint-Pierre et dans ses environs ; cette incinération s'est faite en couvrant les

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

c'est un maximum. La plus grande partie de la population a donc été ensevelie sous les décombres des maisons ou projetée à la mer.

Pendant les mois de juin et de juillet, j'ai assisté aux progrès de l'érosion des matériaux volcaniques, recouvrant le quartier du Fort. J'ai vu peu à peu surgir des cendres ce qui restait des murs, rasés presque au niveau du sol; sous leurs débris apparaissaient presque à chaque pas des restes humains; on trouvait de temps en temps des squelettes entiers sous un pan de mur, mais le plus généralement ils étaient mutilés; ici un crâne, là des fragments de membres (1) ou de tronc. Nous avons fait les mêmes observations dans tous les autres quartiers de la ville, où cependant les cadavres entiers paraissaient plus nombreux sous les décombres ou les arbres renversés.

Au cours de l'hiver 1902-1903, j'ai suivi la désagrégation des falaises de la Roxelane, entre le pont de pierre et la mer. La figure 131 représente la rive droite de cette rivière; au niveau de l'ancien sol, marqué par les rails du tramway, de très nombreux squelettes mutilés et souvent recouverts de vêtements étaient mélangés aux débris des maisons; dans beaucoup de cas, les cadavres ainsi ensevelis ont été consumés par l'incendie, mais certainement *post mortem*.

Les actions mécaniques n'ont pas été réduites à l'ensevelissement des habitants sous les ruines de leurs demeures; beaucoup d'entre eux ont été tués par la poussée de la nuée, dans la rue, sur les places; ils ont été projetés contre le sol, contre les maisons, contre les arbres restés debout, ou encore jetés à la mer ou dans les rivières; nous savons en effet par le récit du second capitaine de la *Gabrielle* (p. 242) que, quelques minutes après la catastrophe, celles-ci charriaient déjà de nombreux corps; ces cadavres, une fois arrivés à la mer, étaient entraînés vers le Nord par les courants.

Enfin, il est certain que beaucoup de décès doivent être attribués à l'action de projectiles; ceux-ci ne provenaient pas de la nuée elle-même (2), qui, ainsi que je l'ai montré plus haut, ne renfermait pas de matériaux de

cadavres, qui ne pouvaient être déplacés à cause de la putréfaction, avec des débris de bois et en y mettant le feu, après les avoir enduits de pétrole.

(1) La rupture des membres des brûlés n'a pas été uniquement l'œuvre des actions mécaniques; dans les incendies, les membres des cadavres sont fréquemment fracturés en des points constants; par suite de la dessiccation, la peau se rétracte, puis se déchire toujours aux mêmes endroits, les tissus sous-jacents s'enflamment, brûlent en lampion et la combustion de l'os se produit au même niveau (Dr Brouardel, *Les asphyxies par les gaz, les vapeurs, les anesthésiques*. Paris, 1896, p. 80).

(2) A Saint-Vincent, au contraire, quelques cas de mort dus à des projectiles volcaniques sont rapportés par MM. Anderson et Flett [**72**, 526].

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

grosse taille à son arrivée sur Saint-Pierre, mais étaient empruntés aux constructions en voie d'écroulement ; on a lu page 264 la description d'une rhummerie du quartier du Fort, qui a été littéralement bombardée par les débris des maisons voisines, et vu aussi page 266 la photographie d'un moellon embroché sur l'une des grilles de la Banque.

Les cadavres mutilés, privés de leur tête, les membres et les crânes

Fig. 131. — La rive droite de la Roxelane, près de son embouchure. Les rails du tramway donnent l'échelle de l'épaisseur des déblais, formés à la base par les débris des maisons mélangés de cadavres, et au sommet par de la cendre fine. (Photographie faite en février 1903.)

isolés ont d'ailleurs frappé les premiers visiteurs de la ville détruite. L'un des cadavres qui a attiré l'attention de M. Lubin à son débarquement à Saint-Pierre, le 8 mai, a été celui d'une femme, dont la cuisse était traversée par une poutrelle de bois.

b. *Phénomènes de brûlures et d'asphyxie* (1). — Les cadavres rencontrés dans les rues et sur les places se présentaient dans les positions les plus variées ; le plus grand nombre d'entre eux étaient couchés la face contre terre, d'autres l'étaient sur le dos ou sur le côté, beaucoup étaient orientés dans la direction Nord-Sud de la poussée.

(1) J'ai cru devoir entrer ici dans d'assez longs détails sur les cadavres, afin de mettre au point cette question, sur laquelle ont été publiés tant de détails fantaisistes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

On a remarqué quelques cadavres comme figés dans des positions naturelles, dans l'allure de la marche par exemple, dans la position assise, qui indiquent une mort instantanée (inhibition). Ils étaient souvent isolés, mais il existait des agglomérations de cadavres dans certaines rues ; c'est ainsi, par exemple, que dans la rue de Longchamp, 18 cadavres ont été rencontrés, couchés à côté les uns des autres ; ce sont ceux de gens surpris dans leur fuite. Enfin, en juin, nous avons vu au Mouillage, dans la rue de la Raffinerie, un grand nombre de squelettes d'adultes et d'enfants, réunis dans les ruines d'une chapelle.

Fig. 132. — Accumulation de cadavres dans la rue de Longchamp. (Photographie faite le 11 mai par M. Poyer.)

Non loin de là, près d'une usine, se trouvaient trois squelettes de femmes et des ossements d'enfants et, sur le pas d'une porte, trois autres squelettes.

D'une façon presque générale, les cadavres rencontrés à découvert étaient entièrement nus, parfois la semelle de leurs souliers seule subsistait. Leur peau était carbonisée superficiellement, leurs cheveux et leurs poils brûlés. Ils étaient recouverts d'un enduit noir, poisseux, imprégné de cendres, qui contribuait à les rendre méconnaissables et ne permettait généralement pas de distinguer un blanc d'un homme de couleur ; parfois la langue pendait hors de la bouche.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Pour pouvoir tirer de l'observation des cadavres quelques indications sur les propriétés de la nuée destructrice, il est indispensable de faire, dans la mesure du possible, la part de ce qui revient à l'action de celle-ci et de la distinguer des conséquences de l'incendie allumé par elle. Il ne faut donc pas s'occuper des cadavres trouvés dans les maisons incendiées, mais seulement de ceux qui étaient à découvert. Ceux-là même présentaient souvent des brûlures de deux natures, les unes produites certainement sur le vif, sous l'influence de l'éruption, et les autres *post mortem* par

Fig. 133. — Cadavres couchés dans la cendre, sur la route coloniale, au Sud de la ville. (Photographie faite par M. Cunge, le 10 mai.)

l'incendie, grâce à des conditions spéciales; c'est ainsi, par exemple, qu'on a observé un grand nombre de cadavres ayant certaines parties du corps entièrement carbonisées, alors que d'autres étaient à peine altérées. J'ai observé un cas de ce genre dans le quartier du Fort, au mois de juillet; après une forte pluie, cinq cadavres ont émergé de la cendre; ils étaient dans un état de décomposition très avancé. L'un d'eux avait ses vêtements intacts, mais les os de l'une de ses mains étaient entièrement carbonisés.

Dans presque tous ces cadavres, les muscles étaient plus ou moins contractés, mettant les membres en flexion anormale; c'est ainsi que les

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

bras étaient souvent repliés sur la tête (1), les avant-bras fléchis dans un mouvement de prière, les mains crispées, parfois un doigt dressé vers le ciel; l'extension du buste, avec le cou saillant et la tête rejetée en arrière, était fréquente. Il est possible que quelques-unes de ces attitudes violentes se soient produites sous l'influence de la douleur causée par la brûlure et l'asphyxie, mais le plus grand nombre d'entre elles ont dû se réaliser *post mortem* (1). C'est particulièrement le cas pour les cadavres dont M. Kermorgant a donné déjà une description [**167**] : les mains étaient souvent appliquées sur la face antérieure de l'avant-bras et celui-ci sur le bras; l'articulation était alors ouverte et les extrémités inférieures des os carbonisés ; l'articulation du genou était parfois aussi ouverte, les jambes étaient fléchies sous les cuisses, laissant proéminer les condyles du fémur. En général, les parties du corps rendues plus saillantes par ces flexions étaient plus carbonisées que le reste du corps.

Les premières personnes débarquées à Saint-Pierre par le *Suchet*, le 8 mai (3 h. 30), M. Lubin, procureur de la République à Fort-de-France, et, le 9 (2 heures), M. Rosé, pharmacien militaire, m'ont rapporté qu'ils ont constaté que les corps étaient tuméfiés, la peau de l'abdomen était tendue, mais non crevée, ce qui indique un stade de carbonisation peu avancé; mais, à partir du 10 mai, au contraire, les cadavres étaient éventrés, des anses intestinales violacées étaient saillantes (fig. 134); il est important de noter qu'elles n'étaient ni grillées, ni couvertes de cendres comme l'était la peau; l'éclatement de l'abdomen, qui a beaucoup frappé quelques auteurs de récits de la catastrophe, qui y ont vu la preuve de l'absorption de gaz asphyxiants par les victimes, n'est donc qu'un phénomène de décomposition cadavérique (2).

Tel était l'aspect de la plus grande partie des cadavres; tous n'étaient cependant pas carbonisés (3) même superficiellement; quelques-uns ont été protégés par des causes accidentelles ; c'est ainsi qu'à l'hôpital

(1) L'attitude spéciale des membres supérieurs, rappelant celle des boxeurs, est bien connue en médecine légale dans les cadavres des victimes des incendies; elle est désignée sous le nom d'*attitude de combat*. Les photographies des brûlés de l'incendie de l'Opéra-Comique (1884) publiées par M. le Dr Brouardel (*Op. cit.*, 72) peuvent être comparées à celles de nombreux cas observés à Saint-Pierre.

(2) C'est par cette même cause qu'il faut expliquer les cadavres d'hommes en érection signalés par le Dr Lherminier et par M. Rosé.

(3) Des cadavres entiers ou mutilés, couverts de leurs vêtements, ont été vus place Bertin, à côté d'autres, carbonisés; il est très vraisemblable qu'ils provenaient de gens immergés et jetés à la côte postérieurement au passage de la nuée, au voisinage des victimes mortes sur place.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

militaire un manœuvre, nommé Alexandre, a été trouvé dans un bassin dans lequel il avait dû se jeter; il était très reconnaissable, ses cheveux et ses habits étaient intacts.

Çà et là, d'autres cadavres ont été observés couverts de vêtements. Au cours de nos nombreuses explorations des ruines de Saint-Pierre, j'ai recueilli à ce point de vue quelques observations qui méritent d'être notées. Le long du mur qui limite au Sud le cimetière du Mouillage, j'ai rencontré un cadavre de femme à moitié enfoncé sous des débris; la décomposition

Fig. 134. — Un cadavre sur la place Bertin. Il est recouvert de cendres; les anses intestinales sont à nu et ne sont pas couvertes de cendres. (Photographie faite par M. Cunge, le 10 mai.)

était telle qu'il était impossible de voir quel avait été la nature de ses blessures, mais sa robe de cotonnade rouge était absolument intacte. Dans la rue Dauphine, nous avons trouvé, au fond de la cour d'une maison incomplètement détruite, une femme couchée dans une piscine remplie d'eau et de cendres; *sa robe, tous ses vêtements étaient absolument intacts*; une des jambes, recouverte d'un bas et d'une chaussure fine, émergeait de l'eau. La décomposition cadavérique avait accompli à peu près complètement son œuvre et les ossements étaient presque libres dans les vêtements.

En novembre 1902, j'ai rencontré trois cadavres au fond d'une maison

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de la rue de Montmirail, adossée au morne Abel. Ils étaient (un homme, une femme et un enfant) couchés dans un petit caveau, couverts seulement d'une petite quantité de cendres fines. Leurs vêtements étaient intacts, la femme portait une robe de chambre avec une cordelière nouée par devant, qui ne présentait pas trace d'altération; les corps paraissaient momifiés, mais, lorsque je les ai fait remuer pour les ensevelir, ils se sont brisés, laissant échapper des liquides de décomposition cadavérique. Ils présentaient la même attitude que les cadavres représentés par la figure 129; les dimensions exiguës du local et son manque d'éclairage ne m'ont pas permis d'en obtenir un cliché convenable.

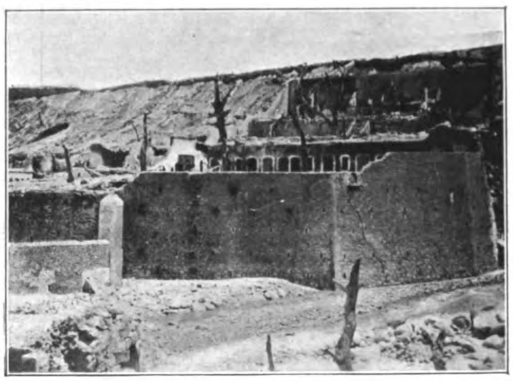


Fig. 135. — La maison coloniale de santé. Les cadavres intacts se trouvaient dans les cabanons 3 et 4, à gauche sur la terrasse. (Photographie faite en novembre 1902.)

Nous avons vu deux autres cadavres dans la maison des aliénés dominant la Roxelane sur la rive droite (voir le plan, 7). Les cabanons, représentés par la figure 135, sont adossés au plateau sur lequel se développait le quartier du Fort; leurs ouvertures sont opposées au volcan; aussi leurs portes de bois ne présentaient-elles pas trace d'incendie, bien qu'au point de vue topographique ce bâtiment se trouvât dans la zone de dévastation maximum. Le cadavre d'une femme était encore fixé par une camisole de force sur un fauteuil de bois massif; son vêtement était conservé, ses muscles desséchés; la tête pendait sur l'épaule, restant encore adhérente au corps; les tibias en place étaient mis à nu. Le second cadavre était dans le cabanon voisin, couché par terre le bras droit étendu (fig. 136); il ne présentait pas davantage trace de carbonisation. Ces deux exemples sont typiques pour montrer que dans la zone de dévastation maximum se sont rencontrés des cadavres présentant les mêmes particularités que celles qui sont caractéristiques de la zone externe, ce qui permet d'assurer qu'ils ont été soumis aux mêmes actions physiques. Cette différence avec tout ce que l'on observe

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dans le milieu ambiant s'explique aisément par la position topographique des lieux où se trouvaient ces divers cadavres.

Les survivants. — Si j'ai insisté aussi longuement sur ces faits macabres, c'est qu'ils permettent de discuter la question de savoir si, dans le centre de la ville de Saint-Pierre, quelques habitants ont pu échapper au désastre ; les deux récits suivants semblent indiquer que deux au moins ont eu cette chance.

Le premier concerne un nègre, qui était enfermé dans le cachot de la prison. Voici un passage du rapport adressé au Gouverneur par le P. Mary qui a recueilli au Morne-Rouge ce malheureux sinistré.

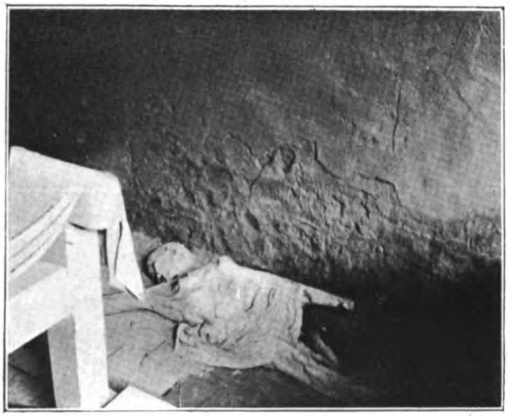


Fig. 136. — Un cadavre de femme avec ses vêtements conservés, dans un cabanon de la maison d'aliénés. A remarquer sur le fauteuil un linge absolument intact. (Photographie faite en novembre 1902.)

Louis Cyparis (dit Sanson) était un travailleur du Précheur, tantôt marin, tantôt cultivateur. Un jour, dans une partie de plaisir, il s'était pris de querelle avec l'un de ses camarades qu'il avait blessé d'un coup de coutelas. Arrêté, on l'avait condamné pour un mois à la geôle. Il avait presque fini son temps, lorsqu'on le conduisit en ville pour quelque corvée à remplir. Il apprend qu'il y avait fête au Précheur ; tous ses instincts se réveillent, il s'échappe, va danser toute la nuit et le lendemain vient se constituer prisonnier pour achever son temps. Pour faire une leçon, à lui et aux autres prisonniers, il fut alors condamné à huit jours de cachot, et c'est pendant ce temps que l'éruption du 8 mai s'abattit sur Saint-Pierre. « Il était 8 heures, dit-il ; on n'était pas encore venu m'apporter la ration du jour, quand tout à coup un bruit formidable se fit entendre, tout le monde criait au secours, je brûle, je meure.... Au bout de cinq minutes, personne ne criait plus, excepté moi, lorsqu'une fumée se précipita avec violence par la petite fenêtre de ma porte. Cette fumée brûlait tellement, que pendant un quart d'heure je sautais à droite, à gauche, en l'air, tout partout pour l'éviter. Après un quart d'heure, c'était un silence affreux. J'écoutais, criant de venir me sauver, personne ne répondait. Alors tout Saint-Pierre doit être écrasé sous le tremblement de terre, dans du feu. » Le pauvre homme passa ainsi quatre jours et trois nuits dans son cachot, sans manger et n'ayant pour boire que l'eau de pluie qui suintait à travers son grillage. C'est le dimanche 11 mai, dans l'après-midi, que trois hommes du Morne-Rouge, Léon Danglis, Georges Hilaire et Maurice Virdé, passant dans ces parages, entendirent des plaintes.

Ils arrivèrent à délivrer le prisonnier et le conduisirent au Morne-Rouge où nous l'avons vu au mois de juillet. Au moment de sa délivrance, on a constaté

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

que Cyparis portait des brûlures sur tout le corps; ses habits ne présentaient pas trace de combustion. Le récit qui vient d'être relaté a été taxé par quelques-uns d'invraisemblable et l'on a prétendu que Cyparis n'était qu'un pillard, brûlé postérieurement au 8 mai en fouillant les maisons incendiées. M. Lacourné, président de la cour d'appel de la Martinique, m'a donné l'assurance que Cyparis était bien réellement en prison le 7 mai. D'autre part, la prison se trouvait dans le quartier du Centre, tout près et au Nord du Théâtre et adossée au morne Abel (voir sur le plan, 13); elle a été détruite le 8 mai, mais le cachot est resté et est encore debout. Cette construction en pierres, voûtée, représentée par la figure 137, se dressait dans une cour, au niveau du sol de laquelle se trouvait son plancher. Elle ne possédait qu'une seule porte en bois massif, surmontée par une petite fenêtre grillagée et dirigée vers le Sud, c'est-à-dire du côté opposé au volcan. Par suite, elle avait la même orientation que les cabanons de la maison d'aliénés dont il a été question plus haut. Or, on a vu que dans ceux-ci il n'y a pas eu trace d'incendie et que les malheureux qui y étaient enfermés n'ont pas été carbonisés; cette maison d'aliénés était cependant plus rapprochée encore du volcan que la prison; elle était dominée par des maisons qui ont été entièrement détruites. Il n'y a donc rien d'invraisemblable à ce qu'un homme enfermé dans ce petit réduit ait pu survivre, car il n'a pas reçu le choc direct de la nuée, la cendre et la vapeur brûlantes n'ont pu pénétrer jusqu'à lui que par petite quantité à la fois et sans force mécanique.

Fig. 137. — Le cachot de la prison, en partie enterré dans les produits des éruptions ayant suivi celle du 8 mai.

Parmi les observations publiées par MM. Anderson et Flett au sujet de l'éruption de Saint-Vincent, il en est une qui fait le pendant de celle-ci [**72**, 396]. A Orange Hill, 40 personnes réfugiées dans un cellier en pierre ont été sauvées, bien que les fenêtres fussent restées ouvertes, mais celles-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ci étaient petites et orientées du côté opposé au volcan; 30 personnes qui se trouvaient dans un passage conduisant au cellier et qui venaient s'y réfugier ont été tuées.

Le récit du second survivant vient en quelque sorte confirmer cette première observation, car c'est dans une maison située un peu plus au Sud-Est et par suite dans le voisinage de la maison où j'ai trouvé les trois cadavres non carbonisés dont il a été question plus haut, que se trouvait Léon Compère dont il me reste à rapporter l'histoire, telle qu'il nous l'a racontée lui-même; il était pendant l'hiver 1902 garde de police dans les ruines de Saint-Pierre; je l'y ai vu souvent et il m'a montré son ancienne demeure.

Léon Compère était cordonnier à Saint-Pierre; il habitait au pied du morne Abel, dans une maison située à l'angle du Boulevard et de la rue de la Fontaine (voir le plan); elle était précédée d'une cour et d'un jardin et n'avait pas vue directe sur le volcan, car elle était protégée par un repli du morne. D'autres locataires, le greffier, M. Delavaud, sa femme, sa fille et son fils, se trouvaient dans le même immeuble.

Le 8 mai, à 8 heures du matin, Compère était devant sa porte, regardant la rade, lorsque brusquement il ressentit un vent violent venant du Nord, les arbres du jardin furent déracinés et il n'eut que le temps de rentrer chez lui; il s'aperçut alors qu'il était brûlé aux mains, au visage, à la jambe gauche. L'obscurité s'était faite; une grande quantité de cendres pénétrait dans sa chambre et leur chute sur la toiture en tôle faisait un grand bruit. Compère, terrifié, s'était réfugié sous une table; à ce moment, la famille Delavaud entra dans la chambre; tous étaient grièvement brûlés : la petite fille mourut aussitôt, les autres ne tardèrent pas à sortir. Au bout de vingt minutes, l'obscurité cessa et Compère passa dans la chambre voisine : il y trouva M. Delavaud père mort, la tête et les coudes appuyés sur son lit; ses habits étaient intacts. Il se rendit alors dans la cour, et vit sur la cendre chaude les cadavres enlacés du fils Delavaud et de son amie Flavia; leurs vêtements étaient brûlés. Compère se réfugia à nouveau dans sa chambre, jusqu'au moment où, la maison ayant commencé à flamber, il se sauva par le Boulevard; il avait vu pendant ce temps son gilet de tricot de laine, accroché contre un mur, s'enflammer spontanément. Pendant sa fuite, il n'a rencontré aucun être vivant; des cadavres nombreux étaient couchés sur la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

route près du Trouvaillant; la ville flambait de toutes parts. Nous lui avons demandé si la cendre était encore chaude à ce moment ; il nous a répondu affirmativement, et a ajouté comme preuve qu'ayant eu un besoin à satisfaire il avait constaté que la cendre dégageait de la vapeur au moment où elle était mouillée par son urine. Compère se réfugia à Fonds Saint-Denis, d'où il fut transporté à l'hôpital de Fort-de-France.

Y a-t-il eu d'autres survivants au passage de la nuée? Le commandant Le Bris, commandant du *Suchet*, qui, vers 2 heures de l'après-midi, a recueilli les survivants du *Roraima* et quelques naufragés réfugiés sur la place Bertin, ne le pense pas; il a essayé sans succès de pénétrer dans la ville.

L'embarcation qui a recueilli les quelques hommes de la plage, écrit-il dans son *Rapport au Ministre de la Marine*, examine les rues de la ville : toutes sont couvertes de décombres d'où sortent des flammes; il est impossible d'y pénétrer. Sur le bord de la mer se trouvent de nombreux cadavres. Ils paraissent être tombés la face contre terre dans leur course pour chercher un refuge dans les flots. Ils ont été foudroyés dans l'asphyxie avant de pouvoir les atteindre. Certain qu'il ne reste plus un être vivant qu'il fût possible de sauver, je me rapproche du village du Carbet.

Néanmoins, je dois signaler le récit d'une visite que deux artilleurs, Tribut et Vallant, auraient faite (étant en absence illégale) à Saint-Pierre dans l'après-midi du 8, en pénétrant dans la ville par l'Ouest et en descendant par la route de Fonds Saint-Denis. Ils racontent avoir pu pénétrer jusque dans la rue Lucile, près de la mer, et y avoir vu dans une maison en ruines six personnes cruellement brûlées. Ils auraient même trouvé sur la plage le nommé Raphaël Pons, chauffeur du *Roraima*, très grièvement blessé, qu'ils auraient ramené à Fonds Saint-Denis. Venus à Fort-de-France pour faire part à l'autorité compétente de leur découverte, l'un d'eux est allé le 10 à Saint-Pierre, avec M. Liottier, et en a ramené une négresse qu'il assure être l'une des six personnes vues deux jours auparavant; elle est morte en arrivant à Fort-de-France, sans avoir pu parler. Le rapport adressé au commandant supérieur des troupes par le canonnier Tribut et qui m'a été obligeamment communiqué par M. le colonel Lecœur est fort émouvant; certains détails en sont très frappants.

Cependant, sans nier le fait, je crois devoir faire des réserves à son sujet. On ne voit pas bien pourquoi le chauffeur du *Roraima* ne se trouvait pas avec ses camarades, quand ceux-ci ont été recueillis par le *Suchet*, une heure

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

peut-être avant l'arrivée présumée de ces militaires sur le bord de la mer; je regrette beaucoup de n'avoir pu l'interroger moi-même. D'autre part, le 9 mai, un certain nombre de fonctionnaires, entre autres le commandant de gendarmerie Herblay et M. Rosé, ont visité Saint-Pierre et n'y ont trouvé aucune trace d'êtres vivants. On sait d'ailleurs (voir le récit de la page 288) que dès le 8 au soir les ruines fumantes de la ville ont été sillonnées par de nombreuses gens du voisinage qui n'auraient pas manqué de porter secours à leurs compatriotes, s'il s'en était trouvé de vivants.

Tout ce qui vient d'être dit se rapporte exclusivement à Saint-Pierre même. Au Nord de cette ville, il n'est resté aucune trace de ceux des habitants qui, n'ayant pas fui leurs demeures, ont pu se trouver entre Saint-Pierre et le village de Sainte-Philomène. Grâce à l'obligeance de M. Grelet, l'héroïque maire du Précheur, j'ai pu obtenir quelques renseignements sur les malheureux qui ont péri sur les hauteurs du morne Folie et entre celui-ci et le bourg du Précheur (1). Environ 800 cadavres ont été trouvés sous les décombres des maisons de cette région. Ils présentaient les mêmes caractères que ceux observés à Saint-Pierre : ils étaient nus pour la plupart, leurs cheveux étaient brûlés, leur peau carbonisée; leur mort semble avoir été instantanée. Un cadavre d'enfant non carbonisé (avec ses vêtements intacts) a été rencontré sur une savane de l'habitation Boisville, à une centaine de mètres de la limite Sud du bourg du Précheur; ce fait fixe le point le plus septentrional atteint par la nuée dévastatrice.

Le nombre des victimes. — Il est impossible d'établir exactement le nombre des victimes, aucune statistique précise n'ayant été faite immédiatement après le sinistre. Voici les documents que j'ai pu recueillir à cet égard.

La zone de grande dévastation s'est étendue sur les communes de Saint-

(1) Le bourg du Précheur a été, dès le début de l'éruption, constamment couvert par des cendres fines, entraînées par le vent dominant (alizé). En juin, nous y avons vu encore quelques chevaux, des chiens, des porcs, errant dans la demi-obscurité de la chute de cendres, mourant peu à peu de faim et de soif. Les infortunés habitants de ce bourg sont restés dans un semblable milieu jusqu'au 11 mai, sans qu'il ait été possible de les secourir; c'est à cette date seulement que le *Pouyer-Quertier* a pu, non sans peine, commencer leur sauvetage, dirigé par le sénateur Knight. Le lendemain, le *Suchet*, le *Pouyer-Quertier* et le *Walkyrien*, bâtiment danois, ont achevé l'évacuation avec un grand dévouement. Les femmes, les enfants et les vieillards, puis les hommes, en tout environ 3 400 personnes, ont été embarqués au prix des plus grandes difficultés. Le maire, M. Grelet, et le curé, l'abbé Despret, n'ont quitté le rivage que lorsque le dernier de leurs administrés a été en sûreté : les noms de ces deux hommes héroïques méritent d'être cités.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Pierre, du Précheur et sur une faible portion de celle du Carbet. D'après le recensement du 1er janvier 1902, la ville de Saint-Pierre et ses faubourgs renfermaient 26011 habitants, le Précheur en contenait 4620. Pour cette dernière commune, j'ai quelques renseignements assez précis ; le *Suchet*, le *Pouyer-Quertier* et le *Walkyrien* en ont évacué le 10 et le 11 mai environ 3400 personnes. M. Grelet m'a dit estimer à 800 le nombre de ses administrés morts au voisinage du morne Folie et à 300 ceux qui s'étaient réfugiés à Saint-Pierre et qui y ont péri ; il resterait par conséquent une différence d'environ 120 personnes représentée par celles qui ont probablement quitté le Précheur les jours précédant l'éruption pour se réfugier dans le Sud.

D'autre part, le commandant Le Bris (*Rapport au Ministre de la Marine*, du 31 mai) a fait une enquête auprès de la Compagnie chargée du service maritime, entre Saint-Pierre et Fort-de-France, pour savoir quel avait été le nombre des transports effectués par elle au commencement de mai ; du 1er au 7 mai, cette compagnie a évacué de Saint-Pierre environ 1640 personnes (comprenant sans doute une partie des 120 habitants du Précheur); mais, d'autre part, elle a transporté 290 personnes en sens inverse, de Fort-de-France à Saint-Pierre ; il faut donc retrancher 1350 personnes de la population normale se trouvant le 8 mai à Saint-Pierre et au Précheur ; enfin, 123 blessés sont sortis guéris des hôpitaux (1). On voit donc, en résumé, qu'au 1er janvier 1902 le nombre des habitants de Saint-Pierre et du Précheur était : 26011 + 4620, soit 30631. Le nombre des sauvés a été le suivant :

Évacués de Saint-Pierre et du Précheur (1er au 7 mai)	1.350
Évacués du Précheur (10 et 11 mai)	3.400
Blessés guéris	123
	4.873

(1) M. le Dr Bouvier, médecin en chef des hospices de Fort-de-France, m'a fourni la statistique suivante sur les blessés soignés :

	Entrés.	Décès.	Guéris.
Hôpital militaire de Fort-de-France	24	12	12
Hospice civil de Fort-de-France : hospitalisés	127	28	99
— — — pansés	9	»	9
— — de la Trinité	2	»	2
— — du Lorrain	1	»	1
Totaux	163	40	123

A la liste des morts, il faut ajouter 7 blessés recueillis par le *Suchet*, qui ont succombé en route ou à l'arrivée à Fort-de-France.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Le nombre des manquants est donc : 30 631 — 4873, soit 25 758, mais il est nécessairement trop faible, car, pour l'établir, il n'a été tenu compte, ni des assez nombreux habitants du Morne-Rouge qui, dès le début de l'éruption, étaient venus se réfugier à Saint-Pierre, ni des victimes du Nord du village du Carbet, ni des gens d'autres parties du voisinage de la ville qui pouvaient s'y être rendus, le 8 au matin, pour apporter leurs denrées ou pour toute autre cause, ni des équipages et des passagers des bateaux (1) sur rade, ni enfin de la population flottante. Mais, d'autre part, il faudrait déduire de ce même nombre les habitants de Saint-Pierre qui, depuis le commencement de l'éruption, ont quitté la ville par voie de terre, et enfin ceux de la partie de la banlieue comprise dans le recensement de 1902, et située en dehors de la zone dévastée; ceux-là n'ont eu à souffrir aucun dommage.

Je n'ai malheureusement aucun moyen précis d'apprécier exactement l'importance de ces diverses corrections à apporter aux évaluations précitées, mais j'estime, d'après les renseignements que j'ai recueillis sur place, que si l'on augmente le nombre donné plus haut de 2242 unités, le nombre rond 28000 ainsi obtenu est certainement un maximum. Pareille hécatombe humaine a rarement été produite par un phénomène naturel dans un aussi court espace de temps !

Ce nombre peut être vérifié en gros de la façon suivante : immédiatement après la catastrophe du 30 août, le nombre des sinistrés (évacués) de tout le Nord de l'île a été estimé par l'Administration locale, d'après les renseignements qui m'ont été fournis par M. le Gouverneur Lemaire, à 26000 ; mais après vérification, élimination des doubles inscriptions et de tous les gens qui ne provenaient pas réellement des communes évacuées, ce nombre est tombé à 21000 environ ; afin d'éviter une estimation par défaut, c'est ce dernier que j'accepte. Or, la population de toute la région sinistrée était, d'après le recensement de 1902, de 50933 habitants [Saint-Pierre, 26111 ; le Précheur, 4620 ; Morne-Rouge, 3943 ; Ajoupa-Bouillon, 1871 ; Basse-Pointe, 4076, Macouba, 1536 ; Grand-Rivière 1508, Fonds Saint-Denis, 1460 ; Carbet, 5908].

Le nombre des disparus au cours de toute l'éruption doit donc être de

(1) Sur 46 hommes qui étaient à bord du *Roddam*, 26 furent tués ou moururent de leurs blessures.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

50 933 — 21 000, c'est-à-dire 29 933. Or les victimes du 30 août étant, comme je le montrerai plus loin, d'un millier environ, le nombre de celles du 8 mai a dû être de 28 à 29 000, mais ce dernier nombre est un maximum, car, si le chiffre de la population de la zone sinistrée donné plus haut devait être un peu augmenté par la considération de la partie Nord de la commune du Lorrain qui a été touchée par l'éruption du 30 août, il faudrait d'autre part ajouter à l'évaluation des sinistrés tous ceux qui n'ont pas figuré dans la statistique de l'Administration, parce qu'ils n'ont pas eu recours à son assistance, et tous ceux qui ont quitté la colonie avec leurs propres ressources; je n'ai pu avoir aucune statistique sur ceux-ci, dont le nombre viendrait en diminution de celui des disparus.

Conclusions. — La longue analyse à laquelle je viens de me livrer peut se résumer en quelques mots.

Dans la zone centrale traversée par la nuée du 8 mai, la mortalité a été générale et déterminée à la fois par des actions mécaniques et par des phénomènes d'inhibition, d'asphyxie et de brûlures, agissant isolément ou simultanément.

Dans les zones maritime et externe, l'importance des actions mécaniques sur la mortalité a diminué rapidement ou même a été nulle, tandis que les phénomènes d'asphyxie et de brûlures ont été encore mortels, mais d'intensité progressivement décroissante sur les bords de la région dévastée, où ont été recueillis quelques blessés. Deux exemples certains de gens échappés à la mort dans la zone centrale s'expliquent par la position particulièrement protégée dans laquelle ils se trouvaient et je ne doute pas que, si quelques édifices bien clos de la ville de Saint-Pierre avaient pu résister à la poussée formidable de la nuée, les personnes qui s'y trouvaient eussent été sauvées (1); il en eût été de même s'il avait existé des caves sous les maisons.

(1) Cette opinion est justifiée par les deux faits suivants. M. Prêtre, professeur au lycée, habitant au Miron, sur le morne Tricolore, à l'altitude de 190 mètres, s'étant enfermé avec sa famille dans une maison hermétiquement close, n'a subi aucun dommage, le bâtiment n'ayant été ni renversé, ni brûlé; les animaux en liberté autour de la maison sont morts. M. Prêtre m'a signalé aussi que deux femmes, s'étant enfermées dans la boutique Laugier au morne d'Orange, y sont restées jusqu'à ce que celle-ci prit feu : elles se sont alors réfugiées à l'habitation Papin-Dupont, toute voisine; seules, de tous les habitants de cette partie de la ville située à la frontière de la zone externe, elles ont été sauvées ; on verra de même plus loin que, lors de l'éruption du 30 août, dans les villages détruits ou seulement éprouvés, toutes les personnes réfugiées dans des maisons bien fermées ont échappé à la mort.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Dans la zone centrale, la température a été suffisante pour carboniser superficiellement les corps ; dans les deux autres zones, les brûlures du second et au plus du troisième degré ont été comparables à celles que produit la vapeur d'eau, et c'est elle, mélangée à la cendre brûlante, qui les a en effet déterminées. Beaucoup des victimes sont mortes à cause de la très grande surface intéressée par ces brûlures ; mais le plus grand nombre d'entre elles, dans la zone centrale tout aussi bien que dans les autres, ont succombé par suite d'asphyxie, consécutive à des brûlures internes produites par l'introduction de cendres, de vapeur d'eau et d'air chauds dans leurs premières voies respiratoires. Cette influence des cendres est capitale et a été constatée sur tous les blessés sans exception (1).

Une question importante est de savoir si telle a été la cause unique de l'asphyxie ou si, comme plusieurs auteurs ayant écrit sur cette question l'ont assuré, celle-ci a pu être déterminée par quelque gaz asphyxiant spécial (oxyde de carbone, anhydride carbonique, hydrogène sulfuré, etc.) existant en proportions importantes dans la nuée. J'ai montré plus haut que l'hydrogène sulfuré et, peut-être, l'anhydride sulfureux existent dans les nuées ardentes, mais en proportion minime; il n'y a rien d'improbable, en outre, à ce qu'il y ait eu dans celles-ci de l'anhydride carbonique, mais il est facile de démontrer qu'il est inutile de faire intervenir ces gaz pour l'explication des décès. Il y a même des preuves permettant d'établir qu'en réalité ils n'ont joué aucun rôle dans le phénomène.

Les observations qui ont été faites bien souvent à la suite d'explosions dans les chambres de chauffe de machines à vapeur montrent que, dans ces circonstances, la mort est instantanée et produit des effets qui paraissent très analogues à ceux qui ont été exposés plus haut : la fixation dans le cadavre de l'attitude que possédait la victime au moment de l'explosion est en particulier fréquente (inhibition). Ce qui est produit par de la vapeur d'eau seule peut *a fortiori* être réalisé par celle-ci quand elle tient en suspension des matériaux solides très fins et qu'elle est portée à une température suffisante pour enflammer les objets combustibles.

Je puis ajouter à cet argument une observation personnelle déjà relatée plus haut. Au cours de l'hiver 1902-1903, alors que j'étudiais dans la vallée

(1) MM. Anderson et Flett, dans leur enquête sur l'éruption de Saint-Vincent [**72**, 523], ont été conduits à une conclusion semblable pour la cause principale des décès causés dans le voisinage de la Soufrière.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de la Rivière Blanche les apports des nuées ardentes, j'ai été, à plusieurs reprises, surpris par des tourbillons de poussière soulevés par le vent à la surface des champs de cendres chaudes. Bien que celles-ci n'arrivassent à nous qu'à peine tièdes, avec une vitesse minime, nous éprouvions, au bout de quelques secondes, une gêne respiratoire telle qu'il fallait fuir au plus vite. J'en ai rapporté la conviction que la vie est absolument impossible sur le trajet d'une nuée ardente, quand bien même sa vitesse et sa température seraient inférieures à celles qui nous sont démontrées pour la nuée du 8 mai.

Le fait qu'il y a eu des survivants à bord des bateaux en rade de Saint-Pierre et sur les épaves démontre que la nuée ne roulait pas de gaz lourds asphyxiants. D'après tout ce que l'on sait en effet sur les propriétés des torrents d'anhydride carbonique, qui sortent quelquefois des fumerolles volcaniques, il est évident que, si ce gaz avait existé en quantité importante dans la nuée, il eût couru à la surface de la mer, rempli les navires et fait, comme premières victimes, ceux qui, au contraire, ont pu échapper à la mort.

La pitié profonde qu'inspirent les innombrables victimes de cette catastrophe conduit à se demander si leur mort a été instantanée. Il est incontestable que tous ceux des habitants de Saint-Pierre qui étaient en dehors de leur maison au moment de la catastrophe et qui, depuis plusieurs jours, vivaient dans un état d'inquiétude croissante, ont dû voir venir à eux la mort, si rapide qu'elle ait pu être : tous les récits qu'ont fait les survivants en témoignent ; la réunion de groupes de victimes dans les rues montre en outre que beaucoup d'entre elles ont cherché à fuir (1). Le capitaine du *Roddam* a raconté (p. 244) avoir vu des gens courir sur la plage, alors que lui-même était déjà brûlé. Un des survivants de la *Gabrielle* assure avoir distingué deux hommes qui sont venus mourir sur le rivage (page 242). Mais tout cela a dû être extrêmement rapide, et, s'il y eût eu des survivants, les quelques matelots d'abord cramponnés à des épaves, puis ensuite réfugiés sur le rivage, les auraient vus dès que le ciel s'est éclairci, ils auraient entendu leurs cris de douleur et ils les auraient signalés ; or, aucun d'eux n'en a parlé. D'ailleurs, l'incendie, qui n'a pas tardé à dévorer la ville, a dû bientôt rendre l'air irrespirable,

(1) On remarquera que le cadavre représenté par la figure 134, et photographié sur la place Bertin, est couché en sens inverse de l'arbre sur lequel il repose : ce malheureux n'est donc mort qu'après le choc de la nuée qui a renversé cet arbre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

et, s'il y est resté quelques malheureux agonisant sous les ruines de leurs maisons, il est bien vraisemblable que les gaz résultant de ce vaste brasier ont dû rapidement les achever : c'est là une des raisons qui me font douter de l'exactitude du récit qui a été rapporté page 302.

Quant aux infortunés qui ont été atteints dans la zone externe, le récit de la mort de M. Landes indique que, pour eux, la mort a été plus longue à venir et qu'elle a été cruelle, mais le peu d'étendue de cette zone permet de penser que très peu d'entre eux sont morts dans ces conditions. Le petit nombre de blessés qui ont survécu et qui, dès le 8 au soir, ont été recueillis avec tant de dévouement par les soins du *Suchet* et du *Pouyer-Quertier* confirme cette opinion.

Le rôle des phénomènes électriques. — Avant de terminer, il me reste à dire quelques mots d'une cause de mort à laquelle quelques personnes ont voulu faire jouer un très grand rôle : c'est celle qui serait due aux phénomènes électriques.

On a vu que la nuée ardente était incontestablement sillonnée par d'innombrables éclairs ; il n'y aurait donc rien d'invraisemblable à ce que des électrocutions se soient produites sur son passage, mais il est absolument impossible de démontrer qu'elles ont eu lieu. Dans leur étude de l'éruption du 7 mai à la Soufrière de Saint-Vincent [**72**, 399], MM. Anderson et Flett ont cité le cas authentique d'une femme foudroyée devant un témoin et signalé que des indices d'une mort semblable ont été relevés sur le corps de quelques bestiaux; des arbres en place présentaient en outre la trace de coups de foudre.

J'ai examiné avec le plus grand soin dans les ruines de Saint-Pierre tous les objets métalliques en saillie, sur lesquels il y avait des chances d'observer des traces de coups de foudre. Cette recherche ne m'a donné que des résultats négatifs. M. Hill a bien annoncé [**95**, 255] que M. Heilprin avait trouvé à Saint-Pierre des fulgurites, mais, ce dernier savant ne faisant aucune mention de ce fait dans ses publications, il ne semble pas qu'il y ait lieu de le retenir.

§ VI. — Les matériaux de l'éruption.

Il n'est pas possible de préciser la part exacte de chacune des deux éruptions du 8 mai et du 20 mai dans la constitution des vastes accumulations de matières solides qui ont couvert tout le secteur dévasté. Aussitôt après le

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

8 mai, d'ailleurs, se sont produits des phénomènes secondaires, du même genre que ceux dont, pendant l'hiver 1902-1903, j'ai suivi l'évolution avec tant d'intérêt, et il est bien certain que les produits de l'éruption du 20 mai sont venus recouvrir les apports déjà très érodés du premier paroxysme.

Quoi qu'il en soit, Saint-Pierre n'a reçu que *relativement* peu de cendres (voir les figures 108, 132 et 133); il a été, du reste, toujours assez difficile d'apprécier exactement dans les rues la proportion des matériaux récents qui étaient mélangés avec le produit de l'écroulement des maisons. Lorsque le 8 mai, vers 3 heures de l'après-midi, quelques personnes ont pu débarquer dans la ville détruite, elles ont été frappées de cette petite quantité de produits volcaniques rejetés sur celle-ci. MM. Hill et Heilprin [**90**, 33], qui ont visité les ruines le 21 mai, ont estimé à moins de 30 centimètres en moyenne la quantité de cendres se trouvant dans le quartier du Mouillage. Quant au quartier du Fort, il a été couvert par une quantité beaucoup plus considérable de matériaux solides; mais lors de notre première visite, le 24 juin, l'épaisseur recouvrant l'habitation Périnelle, par exemple, n'atteignait pas 1 mètre; dans les parties en contre-bas, seulement, la cendre s'était entassée et les rues, en voie de déblaiement sous l'influence de l'érosion, étaient bordées, par places, de tranchées ayant plusieurs mètres de hauteur (fig. 172 et 173).

Les matériaux recouvrant la ville consistent en cendres fines et en petits lapillis, mesurant rarement plus de 2 à 3 centimètres (1). Le type moyen de ces derniers est constitué par l'andésite âpre au toucher des types II et III. J'ai examiné avec grand soin, dans les ruines des maisons situées sur les pentes du quartier du Fort, la couche de cendres recouvrant le sol, afin d'y chercher des ponces; je n'en ai trouvé qu'une quantité infime; il en est de même pour la cendre tombée sur le *Roddam*. On verra page 416 que les ponces, qui sont très abondantes à la surface du sol dans le quartier du Mouillage, proviennent de la désagrégation du vieux sol des mornes dominant cette partie de la ville (fig. 176 et 177).

Enfin, j'ai discuté page 264 la question des blocs de grosse taille qui ont été signalés comme ayant bombardé Saint-Pierre, et j'ai donné la preuve de leur non-existence. Il ne faut pas oublier, à ce sujet, que la ville était cons-

(1) J'ai recueilli en octobre, sur l'emplacement du Jardin botanique, un petit bloc de projection ayant 6 centimètres de plus grande dimension, mais il est possible qu'il provienne de l'éruption du 30 août.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

truite avec des matériaux andésitiques de même composition que la lave actuelle, et que des bombes craquelées, identiques à celles que nous avons vu se produire, abondent dans les tufs anciens; j'en ai même trouvé une intacte, engagée dans le mur d'une maison détruite ; elle avait servi de pierre de construction et était noyée dans du mortier.

Toutes les rivières comprises entre Saint-Pierre et la pointe Lamare ont eu au moins leur cours inférieur complètement comblé par les apports des nuées des éruptions du 8 et du 20 mai. A la surface du sol, ces matériaux récents, encore brûlants en fin de juin, semblaient au premier abord être presque uniquement constitués par des cendres fines (fig. 158 et 159), mais leur véritable structure apparaissait dans les falaises produites par le recreusement du lit des rivières; leur étude est exposée dans le chapitre IX, dans lequel on en trouvera des photographies (fig. 160 à 163). Je ferai remarquer seulement ici que lorsqu'on montait vers le cratère, entre les Rivières Blanche et Sèche, on rencontrait, à la surface du sol, d'énormes blocs semblables à ceux transportés par les nuées ardentes de l'hiver 1902-1903; une grande quantité d'entre eux jalonnaient la direction suivie par les nuées du 8 et du 20 mai vers Saint-Pierre : la Rivière Sèche avait constitué un obstacle à leur marche vers la ville, et ils étaient accumulés en grande abondance dans son lit, très large au-dessous de l'habitation Isnard.

En fin de juillet, l'érosion avait fortement entamé un conglomérat à gros blocs anguleux remplissant toutes les dépressions situées entre le col Lénard et l'habitation Isnard d'en haut (voir la carte de la page 223); il était orienté sensiblement Nord-Sud, comme les blocs dont il vient d'être question, c'est-à-dire dans la direction de Saint-Pierre; par places, ce conglomérat était encore à haute température et il s'en élevait de nombreuses fumerolles. Au mois d'octobre, il avait disparu sous une couche très épaisse de matériaux nouveaux de même nature (d'où s'élevaient des fumerolles du même ordre), apportés par la nuée du 30 août qui a suivi la même direction. C'est aux dépens de tous ces matériaux que se sont produits depuis le 8 mai de nombreux phénomènes secondaires violents.

L'examen minéralogique des roches de ces conglomérats montre qu'elles correspondent aux andésites des types I à III de l'éruption actuelle, comme les matériaux fins arrivés sur Saint-Pierre; je n'y ai trouvé aucun échantillon quartzifère.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE VII

LES ÉRUPTIONS PAROXYSMALES POSTÉRIEURES A CELLE DU 8 MAI 1902.

Postérieurement au 8 mai, il s'est produit plusieurs éruptions paroxysmales : 20 et 26 mai, 6 juin, 9 juillet, 30 août. On voit qu'à l'exception des deux premières, elles ont été séparées les unes des autres par des intervalles inégaux qui ont été toujours de plus en plus grands. Sauf le paroxysme du 9 juillet, qui a été le plus faible, tous clôturent une période plus ou moins longue de suractivité du volcan.

En discutant les récits des témoins ou en étudiant sur place les résultats de ces différentes éruptions paroxysmales, il est possible de montrer que celles du 20 mai et du 30 août ont été la répétition du phénomène destructeur de Saint-Pierre ; elles ont été, en effet, essentiellement caractérisées par la production d'une ou de plusieurs grandes *nuées ardentes* qui ont atteint la ville détruite ; elles ont été accompagnées des projections verticales habituelles ; les autres paroxysmes ont été réduits à une ou plusieurs grandes nuées descendant la vallée de la Rivière Blanche qui semblent avoir été en tous points identiques, avec toutefois une intensité plus grande, aux manifestations éruptives de l'hiver 1902-1903.

Ce chapitre est consacré à l'étude analytique de chacune de ces éruptions ; j'ai fait une place spéciale à celle du 30 août, qui a malheureusement été meurtrière et qui, à tous égards, mérite une étude plus approfondie.

§ I. — Éruption du 20 mai.

Après le 8 mai, l'activité du volcan était restée assez grande : les chutes de cendres dans le Nord de l'île étaient presque continues ; de plus, il semble résulter des observations que m'a communiquées l'abbé Altéroche que des nuées ardentes se sont produites dans la vallée de la Rivière Blanche les 15 et 19 mai. Une chute de cendres plus intense encore que celle des jours précédents avait été constatée à cette dernière date, lorsque, le

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

matin du 20, eut lieu une grande explosion, sur laquelle j'ai pu recueillir les renseignements suivants, que m'ont fournis verbalement des témoins oculaires.

A 5 heures du matin, le sergent Lacombe était vis-à-vis le Carbet, à bord d'un bateau de la Compagnie Girard, allant à Saint-Pierre. La montagne était claire et il s'en élevait un haut panache vertical de vapeurs. A 5 h. 20, le témoin vit brusquement sortir du cratère des jets incandes-

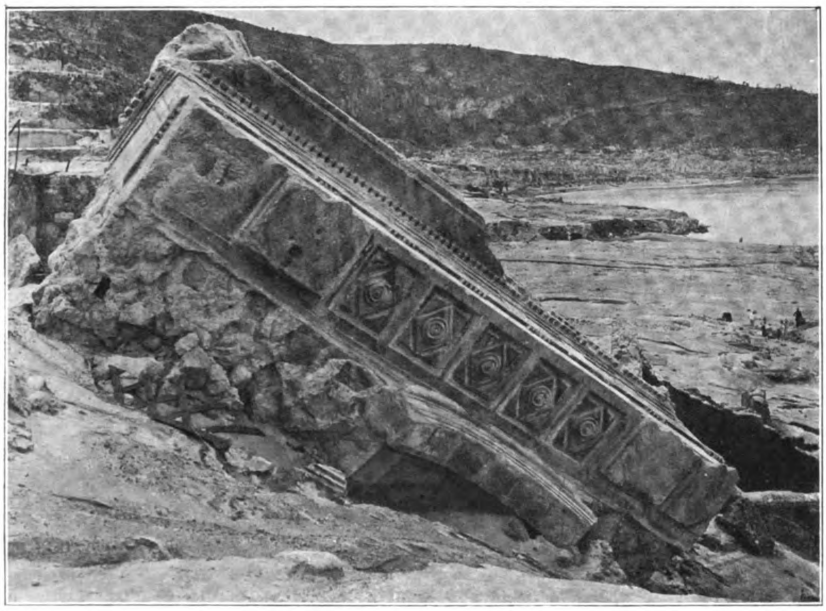


Fig. 138. — Le fronton de l'église du Fort, subsistant seul debout après l'éruption du 8 mai, et renversé par celle du 20; au fond, la Roxelane, puis le quartier du Mouillage, au pied du morne d'Orange.

cents (probablement blocs et cendres) qu'il compare à un feu d'artifice; ils étaient accompagnés de détonations. Ils furent bientôt suivis de la sortie d'un nuage vertical moutonné, sillonné d'éclairs, qui, en quelques secondes, couvrit le ciel sans perdre sa forme. Presque aussitôt, une nuée ardente, également parcourue en tous sens par des éclairs, se dirigeait sur Saint-Pierre et arrivait jusqu'à la fabrique d'allumettes du Carbet. Ce n'est que peu de temps après que les lapillis tombèrent sur le bateau; ils paraissaient provenir du nuage vertical.

La première fois qu'au cours de l'hiver le sergent Lacombe vit, en ma

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

présence, une nuée ardente, il me dit qu'elle présentait la même apparence que celle venue sur Saint-Pierre le 20 mai ; il m'a remis un croquis fait par un des soldats d'infanterie de marine alors campés au Carbet, croquis trop grossier pour pouvoir être reproduit, mais qui en donne bien l'aspect caractéristique, avec la pointe basse roulant sur la terre et les éclairs multiples.

L'abbé Altéroche a observé la même éruption du Morne-Vert ; il était

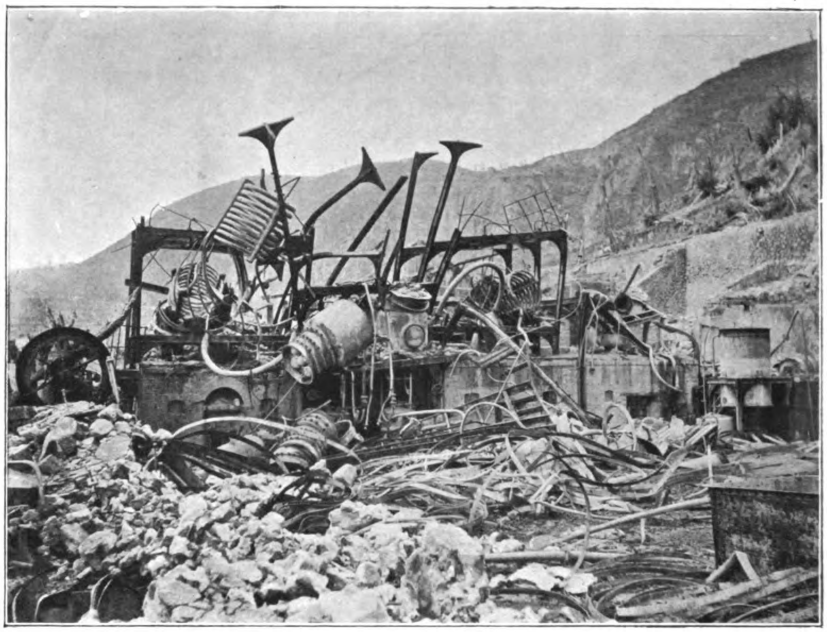


Fig. 139. — La rhummerie Caminade-Dupouy (Marché du Mouillage à Saint-Pierre) ; le bâtiment en briques et bois a disparu, les appareils à distillation sont restés sur place.

placé dans une excellente situation pour voir tout ce qui se passait sur la montagne. Il signale, à 5 heures du matin, une forte détonation et compare l'aspect du volcan, à ce moment, à celui qu'il présentait le 8 mai à 7 h. 30 du matin : le cratère émettait une haute colonne de vapeur montant en volutes précipitées. Une nuée descendit alors dans la vallée de la Rivière Blanche ; quelques minutes plus tard, une gerbe incandescente jaillissait du cratère. Après une succession de sorties de violentes bouffées de vapeurs accompagnées de phénomènes électriques, une poussée plus forte se produisit (5 h. 20) ; le nuage était sillonné de la base au sommet par des éclairs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

s'entre-croisant dans tous les sens, puis il parut se diviser, une branche se précipitant très rapidement sur Saint-Pierre alors que l'autre, s'élevant à grande hauteur et entraînée par le vent, se dirigeait vers le Morne-Vert ; celle-ci passa au-dessus du village, où elle détermina une panique, puis elle continua sa marche vers le Sud. Bientôt des lapillis, dont quelques-uns atteignaient la grosseur d'un œuf de poule, se mirent à tomber drus comme grêle ; leurs dimensions diminuèrent peu à peu, puis survint une chute de boue (trente minutes environ), suivie d'une chute de cendres (quarante-cinq minutes environ) ; il n'y eut pas obscurité complète comme le 8 mai.

J'ai compulsé des rapports de gendarmerie des communes voisines du volcan. Au Morne-Rouge, l'obscurité, qui s'est produite très rapidement, n'a pas permis d'observations précises ; la nuée verticale a fourni une grande quantité de cendres (environ 10 centimètres), sous le poids desquelles plusieurs bâtiments se sont effondrés. Sur les revers Est et Nord du volcan, on n'a observé que la chute de cendres.

Fig. 140. — La rue Victor-Hugo ; à gauche, la façade de la maison Caminade (voir les figures 108 et 109) ; à droite, le morne Abel ; au fond, le volcan (juin 1902).

Les gendarmes installés à l'habitation Saint-James ont fait des observations identiques ; ils ont signalé que la chute de lapillis avait commencé environ une minute après le passage de la nuée ; ces lapillis étaient mélangés à des fragments d'andésite atteignant 800 grammes ; à Fonds Saint-Denis, quelques-uns d'entre eux avaient encore la grosseur d'un œuf de pigeon.

Au Carbet, les observations ne diffèrent pas notablement de celles qui viennent d'être rapportées, mais on y a signalé une odeur sulfureuse et une obscurité beaucoup plus grande qu'au Morne-Vert, ce qui s'explique bien,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

du reste, les cendres de l'extrémité de la nuée horizontale venant se superposer à celles du nuage vertical. Un ras de marée, dont il sera question dans un chapitre spécial, a en partie détruit le quartier de la Grande Anse du Carbet.

En résumé, il est évident que l'éruption du 20 mai a été caractérisée par la production de deux nuées ardentes successives, dirigées l'une dans la vallée de la Rivière Blanche et l'autre sur un long secteur limité par Saint-Pierre et le Carbet. Les cendres ont été entraînées fort loin vers le Sud et ont couvert toute l'île. Les phénomènes électriques ont été très intenses.

Fig. 141. — L'emplacement de la Bourse du Commerce. (Photographie faite en janvier 1903.)

Tous les témoins sont d'accord pour attribuer à cette éruption une violence au moins aussi grande qu'à celle du 8 mai (1).

Enfin, nous avons des preuves de la puissance des actions mécaniques déterminées par la nuée venue sur Saint-Pierre ; en effet, la mission d'incinération dirigée par M. Cappa a constaté, le 22, que la destruction des monuments de cette ville avait été parachevée par cette éruption ; l'une des tours de la cathédrale du Mouillage qui était encore debout, la façade de l'hôpital, le parapet du pont de pierre sur la Roxelane notamment, ont été détruits le 20 ; c'est à partir de cette date, en outre, que les fontaines de la ville, qui n'avaient cessé de couler depuis l'éruption du 8, ont été taries. Enfin j'ai fait voir page 258 comment la comparaison des photographies faites entre les deux premières éruptions montre les progrès de la destruction et donne la preuve que c'est en grande partie à celle du 20 qu'est dû l'aspect régulier des ruines.

(1) Le 20 mai, le *Pouyer-Quertier* se trouvait à 8 milles à l'Ouest de la Rivière Blanche, au moment de l'éruption ; il a reçu des cendres et des lapillis à odeur sulfureuse ; ce navire a été entouré ce jour-là par de nombreuses épaves ; elles étaient plus nombreuses encore le lendemain et s'étendaient sur une largeur de 7 milles et une longueur (Nord-Est) d'environ un mille ; on y a remarqué de très gros arbres, des débris de pirogues et deux cadavres ; l'eau était très claire.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

D'après les renseignements que m'a fournis M. Cappa, près des 5/6 des cadavres qui étaient encore à la surface du sol le 19 étaient, le 22, recouverts de décombres; mais, par contre, il a été trouvé à la surface du sol les cadavres d'un certain nombre de pillards surpris par cette éruption.

L'extension de la destruction vers le Nord-Est de la ville a été un peu plus grande que le 8 mai; l'habitation du Trouvaillant a été complètement brûlée, alors qu'elle avait été en partie épargnée par l'éruption précédente; notons enfin que les décombres de la fabrique d'allumettes du Carbet ont été réincendiés.

Je n'ai aucun renseignement sur la quantité de cendres déposée sur Saint-Pierre par ce paroxysme, mais elle a dû être assez grande au Nord de la Roxelane. M. Cappa m'a signalé que le 26 mai au matin, dans le quartier du Fort, la cendre, à quelques centimètres de la surface, était encore à une température assez élevée pour que ses ouvriers en aient fait la remarque.

§ II. — Éruption du 26 mai.

Le 25 mai, M. Hill [**95**] a assisté de Fonds Saint-Denis à l'éruption de ce qui semble avoir été une nuée ardente verticale, avec phénomènes électriques intenses, émission de blocs incandescents, etc.; cette nuée, après avoir suivi une marche verticale, se serait étendue horizontalement dans la direction du Sud.

Le 26 mai a eu lieu une éruption assez forte, mais je n'ai pu trouver aucun témoin de ce qui s'est passé dans le secteur intéressant au point de vue des nuées ardentes; après le 24, en effet, le Carbet et tous les lieux ayant vue sur le volcan avaient été évacués. La mission d'incinération avait bien travaillé à Saint-Pierre pendant toute la journée du 26, mais elle était rentrée à Fort-de-France quand, de cette ville, vers 8 heures du soir, on vit au loin un nuage noir, sillonné d'éclairs, couvrir l'horizon du côté de la Montagne Pelée.

Il est possible, cependant, d'affirmer qu'une importante nuée ardente s'est produite alors dans la vallée de la Rivière Blanche; j'en ai trouvé la preuve dans les observations faites par le commandant Rochas, commandant le *D'Assas*, ainsi que par M. Drosne, ingénieur des constructions navales, et consignées dans des rapports, joints à celui que le contre-amiral Servan a adressé le 31 mai au Ministre de la Marine. Le 26 au matin,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

M. Drosne, étant à bord du *Tage*, qui transportait la mission Bloch dans le Nord de l'île, fit un croquis de la vallée de la Rivière Blanche; le 28, à 2 heures du soir, en passant devant la même partie de la côte, il en fit un nouveau dessin. La comparaison de ces deux esquisses montre que, dans cet intervalle de deux jours, la vallée de la Rivière Blanche a été considérablement remblayée par des matériaux nouveaux, qui en masquaient les principaux accidents de terrain. Il s'était en outre formé à l'entrée de la vallée une sorte de delta, empiétant sur la mer. On reconnaît dans cette description le phénomène qui, dans l'hiver 1902-1903, s'est produit si souvent à la suite du passage des nuées ardentes, mais il semble que celle du 26 mai ait eu une ampleur toute particulière.

J'ai trouvé, en outre, les quelques renseignements suivants dans les rapports des brigades de gendarmerie se trouvant à cette époque sur les versants Est et Nord-Est de la montagne. A l'Ajoupa-Bouillon, de violentes détonations se sont fait entendre à 8 heures du soir; « en un instant, écrit le brigadier, la Montagne Pelée ne forme qu'un véritable brasier; rien de pareil n'avait été vu depuis le commencement de l'éruption ». Beaucoup de lapillis et de cendres tombent sur le village, qui est abandonné par une partie de ses habitants; à 9 heures, l'éruption se calme, mais les détonations continuent pendant toute la nuit. Le nuage volcanique chargé d'éclairs a passé sur Basse-Pointe et Macouba où la chute de cendres et de lapillis a duré jusqu'à 9 h. 50. Enfin, M. Kennan a donné [**112**] une description intéressante des projections verticales et des phénomènes électriques (voir chapitre X) de cette éruption à laquelle il a assisté de Vivé et qui a déterminé la fuite vers le Sud de tous ceux qui s'étaient réfugiés dans cette usine où nous avons, plus tard, reçu, nous aussi, l'aimable hospitalité de MM. Clerc et de Chancel.

Il est possible qu'il se soit produit une nuée ardente dans la direction du Morne-Rouge, car quelques habitants qui y étaient restés ont rapporté que « le feu » s'était approché à 2 kilomètres du bourg; toutefois il ne s'agissait peut-être là que de projections verticales de matériaux incandescents.

Un petit ras de marée a été signalé à la Trinité; l'absence d'habitants au Carbet ne permet pas de savoir s'il a eu un retentissement sur la côte Ouest.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ III. — Éruption du 6 juin.

L'éruption du 6 juin a eu lieu à 10 heures du matin. Le *Pouyer-Quertier* réparait alors le câble de Puerto-Plata à environ 5 milles au large de l'embouchure de la Rivière Blanche; d'après les renseignements fournis par le capitaine Thirion, il s'est produit alors simultanément une nuée ardente, descendant la vallée de la Rivière Blanche, et une énorme poussée verticale. La nuée ardente continua sa route sur la mer pendant plusieurs milles, en parcourant 7 milles en moins de vingt minutes, soit environ 11 mètres à la seconde. Des éclairs continus allaient de la mer à la nuée. A 10 h. 10, des lapillis froids commencèrent à tomber, suivis bientôt de cendres humides à odeur sulfureuse. Le baromètre baissa brusquement de 765 millimètres à 761^{mm},5, pour remonter ensuite à 768. M. Wildenstein, ingénieur du même navire, m'a donné des renseignements complémentaires : une demi-heure avant l'éruption, il a vu successivement deux nuées ardentes descendre jusqu'à la mer par la Rivière Blanche; il m'a assuré que les trois nuées du 6 juin étaient identiques à celles représentées par les planches de ce livre. Lorsque la dernière est parvenue à une grande hauteur, le vent en a entraîné rapidement vers l'Ouest la partie supérieure, qui est venue ainsi planer au-dessus du navire, et c'est alors seulement que s'est produite la chute de cendres et de lapillis.

Une indication fournie par le P. Mary aux gendarmes de Colson semble indiquer que la nuée s'est peut-être aussi avancée dans la direction de Saint-Pierre.

Une grande quantité de cendres est tombée sur le village du Morne-Rouge. J'ai recueilli à cet égard deux observations : dans l'une, il est question d'un nuage « parsemé d'éclairs », dans l'autre de lave « incandescente » (gendarmes du Morne-Rouge) se dirigeant du côté du bourg; il n'est pas possible, avec des indications aussi vagues, de savoir s'il s'agit d'une nuée ardente ou simplement du nuage vertical. Celui-ci a été chassé vers le Sud et a couvert une partie de l'île; il est arrivé au-dessus de Fort-de-France à 10 h. 15, obscurcissant l'horizon jusqu'à 2 heures de l'après-midi. Une chute de cendres fines a été constatée sur la côte Ouest, au Sud du volcan; à travers le nuage qu'elle constituait, le soleil présentait une teinte bleu pâle. La dépression barométrique observée au chef-lieu n'a été que de 1^{mm},5 ; il s'est produit un faible ras de marée.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ IV. — Éruption du 9 juillet.

De toutes les éruptions paroxysmales, celle du 9 juillet paraît avoir été la plus faible, mais c'est une des plus instructives, car de nombreux observateurs l'ont vue de deux points opposés situés sur la côte Ouest, et parmi eux se trouvaient deux géologues, MM. Anderson et Flett (membres de la mission scientifique envoyée par la *Société royale de Londres* pour étudier les éruptions de Saint-Vincent), qui en ont donné une intéressante description.

Nous avons manqué cette éruption de quelques heures ; le 7 juillet, en effet, M. le Ministre des Colonies nous avait câblé de partir pour la Guadeloupe où couraient des rumeurs inquiétantes (et inexactes d'ailleurs) sur l'état de la Soufrière. Nous avons quitté Fort-de-France, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, le 8 au soir, à bord du *Tage*, et avons croisé toute la nuit entre Saint-Pierre et l'îlot de la Perle ; une très fine chute de cendres obscurcissait l'atmosphère au voisinage du Précheur, la montagne était couverte de nuages et, jusqu'au matin, nous n'avons pu faire aucune observation intéressante.

Cette éruption n'a, d'ailleurs, été accompagnée d'aucun phénomène précurseur important. Voici la description que MM. Anderson et Flett en ont donné [**72**, 492].

Pendant la journée du 9, le ciel était remarquablement clair, le cratère envoyait de très régulières poussées de vapeurs ; elles s'accentuèrent à partir de 4 h. 30 du soir. La mission anglaise était à bord d'un bateau, mouillé par le travers du Carbet, quand, à 8 h. 20, brusquement s'est produite une nuée ardente, descendant la vallée de la Rivière Blanche. Elle était du type normal de celles que j'ai étudiées pendant l'hiver 1902-1903, mais, à son arrivée à la mer, sa partie inférieure, de couleur foncée, présentait une zone plus sombre, sillonnée par des éclairs continus. Au moment où elle a apparu dans l'échancrure en V du cratère, elle est restée, disent les observateurs, pendant un temps très court, mais appréciable, comme suspendue sur la montagne, avant de rouler sur ses pentes.

Quand cette nuée se fut dissipée, on vit au cratère des phénomènes lumineux intenses, puis il en partit des projections de blocs incandescents, accompagnés de détonations. « But it [the glare] slowly increased, and we could see bright glowing masses describing parabolics paths through the air and then landing on the mountain slopes and rolling down the hill. »

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Aussitôt après, le haut de la montagne s'éclaira d'une lueur intense, un sourd grondement se fit entendre et une avalanche de blocs incandescents se précipita avec une extrême rapidité par l'ouverture en V du cratère pour arriver jusqu'à la mer ; les géologues anglais comparent sa marche à celle d'une avalanche de neige. L'incandescence ne dura qu'une minute ou deux ; elle fut suivie par la sortie d'une nouvelle nuée ardente, se précipitant dans la même direction; celle-ci, éclairée par la lune, était noire et parcourue par des éclairs, dont la vue était merveilleuse (voir *Phénomènes électriques*). La nuée est restée pendant quelques minutes à la surface de la mer à peu près immobile, puis le mur gigantesque qu'elle constituait s'est peu à peu dissocié et, s'étendant de plus en plus dans sa partie supérieure, il s'est transformé en un nuage diffus se dirigeant vers le Sud avec une vitesse d'environ 20 milles à l'heure ; celui-ci était d'un gris-ardoise, blanc sur les bords, allongé en forme de langue; bientôt, les éclairs y devinrent de moins en moins nombreux ; ils étaient accompagnés d'un faible grondement.

Quand le nuage parvint au zénith, des lapillis froids commencèrent à tomber (grosseur d'une noix au maximum) ; ils furent suivis peu après par une cendre humide, fine, à faible odeur sulfureuse, qui se collait sur tous les objets touchés. Cette boue fut bientôt remplacée, comme d'ordinaire, par de la cendre sèche.

L'avalanche de blocs incandescents a mis deux minutes pour franchir la distance qui sépare le cratère de la mer (soit environ 50 mètres à la seconde) ; la nuée ardente qui en formait la partie supérieure a traversé 5 milles en six minutes (soit 26 mètres à la seconde).

Cette description concorde d'une façon frappante avec ce que nous avons observé cet hiver, avec cette différence cependant que l'avalanche incandescente précédant la nuée était très distincte à cause de la nuit ; la vitesse moyenne des nuées du 16 décembre et du 25 janvier 1903 était en outre un peu plus faible.

Les observateurs anglais se trouvaient au Sud de la trajectoire de la nuée ; j'ai réuni quelques observations faites au Nord de celle-ci par plusieurs officiers (M. le lieutenant de vaisseau Benoit d'Azy, M. Rosel, mécanicien principal du *Bruix*) et diverses personnes (M. d'Equainville entre autres) qui, à 8 heures du soir, étaient à bord du vapeur la *Guyane*, mouillé à l'anse du Céron, au Nord du Précheur. De ce point d'observation, ni

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'ouverture en V du cratère, ni la vallée de la Rivière Blanche ne sont visibles ; néanmoins les deux poussées signalées plus haut ont été constatées par-dessus les contreforts de la Montagne Pelée, grâce à leurs phénomènes lumineux ; à partir de l'arrivée à la mer, la nuée a pu être observée distinctement.

Les phénomènes électriques n'étaient pas moins intenses que sur le flanc Sud de la nuée, un crépitement continu était fort distinct Tous les observateurs parlent en outre d'un haut nuage volcanique partant verticalement du cratère. Les lapillis qui sont tombés à l'anse du Céron étaient enveloppés de cendre boueuse : après leur chute, un violent orage s'est déchaîné ; la brise qui, au début de l'éruption, avait tourné du Sud-Est au Sud-Ouest, puis au Nord-Ouest, est passée en quelques minutes au Nord, puis à l'Est et au Sud-Est ; elle est revenue ensuite en moins de vingt minutes au Sud-Est, en faisant un nouveau tour d'horizon. Vers 10 heures, sont tombées des cendres sèches ; à 10 h. 40, tout était terminé. Au cours de cet orage, le Céron a subi une violente crue.

Ces observations faites au Nord de la nuée, bien qu'incomplètes à cause du point d'où elles ont été prises, ont cependant de l'importance, car elles indiquent que l'éruption des nuées ardentes, si bien étudiées par les savants anglais, a été accompagnée d'une grande explosion ; celle-ci est confirmée par les constatations faites dans la région Nord et Nord-Est de l'île, ainsi qu'au Lorrain, au Morne-Rouge, à Fonds Saint-Denis, aux Deux-Choux et à Colson, localités qui n'ont pas été couvertes par les nuées et où il est tombé non seulement des cendres fines, mais encore des lapillis qui, à Fonds Saint-Denis, ont atteint la grosseur d'un œuf de pigeon.

Le nuage volcanique est venu planer au-dessus d'une partie de l'île et notamment de Fort-de-France, où les manifestations électriques ont jeté quelque panique dans la population : des produits solides ne sont tombés qu'au voisinage du volcan ; une très petite quantité a été cependant observée à Case-Pilote.

Matériaux apportés. — Lorsque, le 11 juillet, à notre retour de la Guadeloupe, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi avons, longé la côte à bord du *Tage*, nous avons pu constater le résultat de l'éruption. Depuis 1 kilomètre environ au Nord de l'Anse du Céron, jusqu'au Précheur, le sol et les arbres qui, l'avant-veille, présentaient des taches de verdure produites par

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de nouvelles pousses, étaient recouverts par une légère couche de cendre blanche; la teinte blanche s'accentuait dans la direction de Saint-Pierre et un manteau d'un blanc éclatant recouvrait tout le secteur compris entre le Coffre à Mort et la rivière des Pères. La végétation, qui commençait à reprendre sur la rive droite de cette rivière et sur le morne d'Orange, n'avait pas subi d'altération appréciable. L'étude plus détaillée, faite pendant les jours suivants, nous a permis de constater que les vallées de la Rivière Blanche et de la Rivière Claire étaient remplies par une très grande quantité de cendres mélangées de ponces blanches; les bombes craquelées y étaient assez abondantes. Les flancs de la Montagne Pelée, de la Rivière Sèche à la rivière des Pères et du Coffre à Mort au Précheur, ne présentaient qu'une quantité beaucoup plus faible de produits récents, consistant en petits lapillis anguleux de ponce blanche.

Dans la vallée de la Rivière Blanche, il existait comme un ruisseau de ponce, disposé à peu près suivant le thalweg de la vallée. Au Nord du conglomérat de l'usine Guérin, à l'ancienne embouchure de la Rivière Blanche, se trouvait, sur une petite plage, une agglomération de blocs de ponce, dont quelques-uns atteignaient 1 mètre cube; ils étaient associés à une grande quantité d'une cendre blanche très fine qui abondait aussi sur toute la côte; elle a conservé jusqu'à la fin du mois de juillet une température supérieure à 100° et, le 13 de ce mois, l'un des matelots créoles qui nous accompagnaient s'est cruellement brûlé les jambes en sautant dans un amas qu'elle formait à quelques mètres seulement de la mer.

Au Morne-Rouge et sur le flanc Nord de la montagne, les produits de projection consistaient essentiellement en cendres grises et en fragments d'andésite pierreuse, mais on y trouvait aussi des morceaux anguleux d'une ponce semblable à celle de la Rivière Blanche : il me paraît vraisemblable qu'une partie des ponces recouvrant la surface des accumulations de matériaux volcaniques de la haute vallée de la rivière Falaise provient de cette éruption. Plusieurs ascensions du cratère faites par le Sud et le Sud-Ouest, dans le milieu de juillet, nous ont permis de constater l'abondance des bombes à surface craquelée projetées au cours de ce petit paroxysme.

L'éruption du 9 juillet est l'une de celles qui ont fourni la plus grande quantité de ponce; celle-ci a été essentiellement charriée par la nuée ardente; les projections verticales n'en ont donné qu'une

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

quantité moindre, restée, grâce à la densité plus faible de la roche, dans le voisinage immédiat du cratère. En effet, à Saint-Pierre et au Carbet, les fragments de ponce étaient extrêmement rares et les produits de projection ne différaient pas de ceux des éruptions précédentes (cendres grises et lapillis pierreux); les cendres et les lapillis tombés sur le bateau de MM. Anderson et Flett, par le travers de ce dernier bourg, et que mes collègues ont bien voulu me communiquer, sont de même nature.

Pour la première fois, j'ai pu constater dans les produits de cette éruption la remarquable concordance existant entre la structure des blocs charriés par les nuées ardentes et la cendre fine qui les accompagne et, dès ce moment, la forme anguleuse des ponces m'a fait penser que celles-ci constituaient des fragments de matières solidifiées dans le cratère et non des portions de matières fondues projetées à demi fluides par les gaz [**213**]. L'étude des nuées ardentes de l'hiver 1902-1903 m'a permis de généraliser cette observation pour tous les matériaux solides des nuées ardentes.

§ V. — Éruption du 30 août.

1° *Les préliminaires de l'éruption.*

Aucune des grandes éruptions n'a été annoncée par des phénomènes préliminaires d'une ampleur croissante comme celle du 30 août; on trouvera, dans l'exposé chronologique, des renseignements sur ce sujet et je ne m'occuperai ici que des observations ayant quelque importance pour l'histoire des nuées ardentes.

La seconde moitié de juillet et le commencement d'août avaient été tranquilles. Le 13 commence une nouvelle période d'activité; une nuée ardente descend ce jour-là la Rivière Blanche et arrive à la mer; il se produit au cratère des poussées de vapeur plus ou moins grandes.

Le 15, on signale des lueurs au cratère et le 16 (une faute d'impression m'a fait indiquer le 11 dans une publication précédente), pour la première fois, le sommet du dôme, en voie de formation, est visible du Morne-Rouge. Désormais, l'incandescence du dôme, les écroulements de blocs le long de son talus descendant dans la Rivière Blanche, se produisent d'une façon continue; les poussées verticales du cratère se multiplient.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Le 20, de forts grondements commencent à se faire entendre au Morne-Rouge et dans la région du Nord. Le 21, de 10 heures à 3 heures, se succèdent dans la vallée de la Rivière Blanche des nuées ardentes arrivant jusqu'à la mer; ce sont les plus intenses peut-être qui se soient produites au cours de l'éruption actuelle en dehors des paroxysmes; elles ont été observées du Carbet, de Saint-James, du Morne-Rouge, et les descriptions qui m'en ont été données de ces diverses localités sont concordantes. L'abbé Altéroche, qui les a vues du Morne-Vert, a constaté que le soir du 21 une énorme quantité de matériaux a été apportée dans la vallée de la Rivière Blanche, et a formé à l'embouchure de celle-ci une large jetée, haute de plusieurs mètres. Du Morne-Rouge, on signale que toute la partie de la montagne située au Nord de la Rivière Blanche est couverte de cendres blanches.

Le 22 et le 23, les fumerolles de la Rivière Blanche sont très actives, sans doute par suite de l'action de la pluie sur les cendres déposées par les nuées du 21; les poussées au cratère continuent.

Le 24, un tremblement de terre est ressenti dans toute l'île. Le lendemain, 25, se produit une éruption sur laquelle j'ai recueilli les indications suivantes, fournies par la gendarmerie du Morne-Rouge.

A 10 heures du matin, le volcan est entré en éruption. Des colonnes de fumée considérables sont sorties du cratère en roulant sur elles-mêmes et se sont élevées verticalement à une grande hauteur où elles ont pris la forme d'un immense champignon, allant toujours en s'élargissant pour retomber ensuite vers Grand-Rivière et Basse-Pointe.

Un grondement continu a duré toute la journée, la nuit et dure encore (26 à midi). Des détonations de plus en plus fortes semblaient vouloir ébranler la montagne, surtout à 8 heures du soir, à 1 heure et à 7 h. 30 du matin; elles étaient accompagnées de décharges électriques donnant, vers 1 heure du matin, l'idée d'un grand feu d'artifice.

A 10 heures du soir, du milieu des flammes qui s'élevaient à une bonne hauteur au-dessus du cratère, est sortie une pluie de matières incandescentes, lancées avec force et *tombant dans un rayon de 200 mètres environ, sur le versant Sud de la montagne (direction Morne-Rouge et Ajoupa-Bouillon)*. A ce moment, un cri, ou plutôt une clameur, a retenti dans le bourg : *la montagne est coupée*, et la plus grande partie des habitants s'est enfuie dans la direction du Champ Flore et Parnasse. Ce qui restait au bourg s'est précipité dans l'église. A 1 heure du matin, l'éruption augmente encore d'intensité. Des secousses de tremblement de terre (trépidations) sont ressenties; le volcan présente l'aspect d'un immense incendie dans lequel se trouveraient des matières explosibles.

A 7 h. 30 du matin, la montagne, qui s'était couverte de nuages, se découvre; on distingue très nettement le pic de cendres [le dôme] signalé aux rapports des 16, 18 et 25 août; il a complètement changé d'aspect et paraît avoir augmenté en surface du côté de la Rivière Blanche. Presque au même instant, des colonnes de fumée très noire s'élancent à une hauteur prodigieuse avec des sifflements et des crépitements, accompagnés de fortes détonations. Une pluie de pierres en feu tombe jusque dans la source de la rivière Roxelane. Aujourd'hui, 26 août, à midi, l'éruption continue, mais avec moins de force. Le volcan

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

gronde sans arrêt et des matières en fusion [blocs incandescents] descendent à la mer en suivant le lit de la Rivière Blanche.

Du Carbet, on a signalé l'arrivée à la mer par la Rivière Blanche de ces mêmes nuées ardentes.

Le 27 et le 28, les poussées continuent, les blocs incandescents roulent en grande quantité dans la vallée de la Rivière Blanche ; les grondements s'atténuent cependant et l'intensité de l'éruption semble décroître, mais cette accalmie ne devait pas être de longue durée. Le 29, en effet, à 7 heures du matin, une nouvelle nuée ardente descend dans la Rivière Blanche. Les grondements augmentent à partir de 7 heures du soir pour atteindre leur maximum à minuit ; ils déterminent de tels mouvements de l'air que, dans tout le Nord de l'île, ainsi qu'au Morne-Rouge et au Morne-Vert, les objets non fixés sursautent dans les maisons. Pendant toute la nuit, le cratère est en feu, les phénomènes électriques atteignent une ampleur extraordinaire. Une petite accalmie se produit le 30 entre 5 et 6 heures du matin, puis l'éruption reprend de plus belle. D'après un récit que m'a fait l'abbé Altéroche, qui observait du Morne-Vert, une très grande nuée ardente s'est produite à midi 30 : elle m'a été également signalée du Carbet ; sa sortie a été accompagnée d'un panache vertical de plusieurs milliers de mètres de hauteur. Arrivée à quelques centaines de mètres de la mer, « cette immense muraille mouvante » aurait, d'après l'abbé Altéroche, quitté le lit de la Rivière Blanche pour se diriger vers la pointe Lamare, puis serait revenue du côté de Saint-Pierre qu'elle aurait envahi (?).

2° *L'éruption.*

A 1 h. 50, une pluie d'eau boueuse est signalée au Morne-Rouge ; une partie seulement, hélas ! de la population s'enfuit ; aucune nouvelle ne devait plus parvenir de ce bourg, dont la destruction avait lieu vers 8 h. 45 du soir. Je n'ai que fort peu de renseignements sur ce qui s'y est passé lors de la catastrophe : un géologue, M. Heilprin, était bien alors dans le voisinage, installé à l'habitation Léritz, au-dessus de Basse-Pointe ; il avait dans la journée fait une ascension de la montagne et avait pu atteindre son sommet, infructueusement d'ailleurs, car l'atmosphère était obscurcie par la chute des cendres qui, sur les parties hautes de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

la montagne, étaient accompagnées de nombreuses bombes; mais, lors de l'éruption du soir, il n'a pu constater autre chose que la chute des cendres et les formidables phénomènes électriques dont il sera question dans un chapitre spécial ; une lueur rouge, celle de l'incendie, était seule visible du côté du Morne-Rouge, et ce n'est que le lendemain que le sinistre fut connu [**90**].

L'éruption a eu son retentissement habituel dans le Centre et le Nord de l'île, d'où l'on a vu un grand nuage noir chargé d'effluves électriques. Une dépression barométrique de plus de 3 millimètres a été constatée à Fort-de-France ; des oscillations de la mer s'y sont également manifestées.

Comme toujours, ce sont les observateurs placés au Sud-Ouest du volcan qui peuvent nous fournir des indications intéressantes.

Récits des témoins placés au Sud-Ouest du volcan. — Voici le récit de l'éruption du soir, observée de la plage du Carbet par le brigadier de gendarmerie Renaudineau ; j'ai eu l'occasion de voir souvent celui-ci l'hiver dernier, alors que nous étions témoins l'un et l'autre des phénomènes décrits dans le chapitre IV. Les conversations que j'ai eues avec lui me permettent de donner la signification exacte de quelques-unes des expressions employées dans le passage suivant de son rapport ; je la mets entre crochets.

Hier soir, à 8 h. 45, nous avons aperçu une énorme coulée de feu [avalanche de blocs incandescents] sortir du cratère et descendre avec rapidité vers l'usine Guérin; toute la montagne située entre le cratère et l'embouchure de la Rivière Blanche nous a apparu un vaste brasier de feu pendant une longue minute. A ce moment, les quelques hommes qui sont sur la plage prennent la fuite en criant : « Nous sommes perdus ». La population s'enfuit affolée dans toutes les directions. Nous restons seuls au bord de la mer, décidés à observer le terrible phénomène. Le feu roule sur la pente Ouest de la montagne, semblable à une rivière qui déborde ; tout à coup, une gerbe de flammes [cendres et lapillis incandescents] est lancée à une hauteur que nous évaluons à 5 kilomètres ; puis, après s'être épanouie sur toute la région située entre l'usine Guérin, l'anse Latouche du Carbet et la direction du Morne-Rouge, elle commence à tomber. Jusqu'à ce moment, il n'y a pas eu de forts grondements, mais nous entendons presque aussitôt une détonation violente, un arrachement brutal, puis une colonne effrayante de flammes [nuée ardente incandescente] est projetée du cratère avec violence, traverse la gerbe de feu, passe sur Saint-Pierre ; nous la voyons à l'anse Latouche, puis à 500 mètres de nous ; nous nous enfuyons à la caserne. Arrivés là, nous apercevons au-dessus de nous un nuage rouge, sillonné d'éclairs ; le volcan et le tonnerre grondent à la fois, mais de grosses pierres, dont les unes sont de la grosseur du poing, commencent à tomber ; nous rentrons dans la maison pour nous abriter : toutes les chambres sont pleines de gens dont les uns pleurent, et les autres sont à genoux et prient. Nous fermons toutes les fenêtres, mais la cendre qui tombe maintenant en quantité nous aveugle quand même, l'atmosphère est irrespirable, il faut ouvrir.

Nous passons là environ trente minutes ; les pierres tombent encore, mélangées à de la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cendre et à une pluie boueuse ; la caserne est éclairée à chaque instant par des décharges électriques d'une grande violence.

Ce que l'abbé Altéroche a vu du Morne-Vert ne diffère pas essentiellement des observations précédentes ; il m'a signalé seulement plusieurs nuées ardentes successives ; son poste d'observation était d'ailleurs excellent et permettait mieux de voir ce qui se passait au delà de Saint-Pierre.

On trouvera au chapitre *Mouvements de la mer* des renseignements sur celui qui, à ce moment, a été constaté sur la côte Ouest.

Les récits qui viennent d'être donnés indiquent, en résumé, qu'un peu avant 9 heures du soir il s'est produit une formidable explosion de matériaux incandescents qui a précédé de quelques secondes une nuée ardente se dirigeant vers Saint-Pierre. C'est à cette même heure qu'ont été détruits le Morne-Rouge, une partie de l'Ajoupa-Bouillon, etc. ; il me reste à rechercher si cette dernière catastrophe est due à une chute de matériaux incandescents projetés verticalement ou si, au contraire, elle est l'œuvre de nuées ardentes que les observateurs précédents ne pouvaient voir à cause de leur position topographique.

Récits des survivants du Morne-Rouge. — Les survivants du Morne-Rouge n'ont pu fournir de renseignements précis ; beaucoup d'entre eux, en présence des phénomènes terrifiants qui se manifestaient depuis plusieurs heures, s'étaient enfermés dans leurs maisons, soigneusement closes ; cette précaution leur a sauvé la vie, mais les a empêchés de voir nettement la marche de l'éruption ; quant à ceux qui étaient dehors, ils ont tous été tués.

Les témoins parlent d'un violent ouragan, les uns d'un nuage noir sillonné d'éclairs, les autres d'un nuage de feu, arrivant de la montagne sur le bourg avec un grand fracas et une vitesse considérable. Le départ du nuage a été certainement vu, car plusieurs des malheureux gendarmes, qui avaient leurs montures sellées devant la caserne, ont eu le temps de sauter à cheval et trois d'entre eux ont été trouvés morts, échelonnés sur la route au voisinage de leur demeure.

Il y a eu plusieurs poussées successives, très rapprochées les unes des autres, ainsi qu'en témoignent notamment le récit de Mme Martin, qui sera donné plus loin, et l'histoire tragique du P. Mary, curé du Morne-Rouge. Ce dernier était dans son presbytère lors du premier choc ; sachant que ses paroissiens cherchaient à se réfugier dans l'église, il sortit de chez lui et

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

c'est en traversant l'espace de quelques mètres qui l'en séparait qu'il a été atteint par la cendre et si cruellement brûlé qu'il est mort peu de jours après, à l'hôpital de Fort-de-France.

Le capitaine de gendarmerie Lorenzini m'a communiqué le récit suivant fait par le brigadier de police Arnuel, mort depuis la catastrophe.

Il y a eu trois éruptions successives. Pendant la première, j'étais dans le poste de police que j'avais bien fermé. Avant la seconde, ce poste ayant pris feu, je fus me réfugier dans les geôles qui ne brûlaient pas. En parcourant l'espace qui m'en séparait, je croyais ressentir de l'eau bouillante dans mes jambes ; c'était la cendre dans laquelle je marchais qui me brûlait. Les geôles ne prirent feu qu'à la troisième rafale qui passa sur le Morne-Rouge. J'en sortis alors et je fus de nouveau brûlé.

Je donnerai plus loin quelques autres récits de témoins au cours de la discussion analytique du phénomène.

3° *Étendue de la zone dévastée.*

La région dévastée le 30 août est indiquée sur la petite carte de la figure 1 (voir aussi fig. 87) ; elle est limitée, en partant du Nord, par une ligne passant par le morne Bourdon (dans les hauteurs de Basse-Pointe), le milieu du morne Balai, s'infléchissant vers l'Est pour traverser le village de l'Ajoupa-Bouillon, à 200 mètres environ de l'église et du gros du village resté intact, s'avançant plus à l'Est, pour traverser la rivière Falaise, puis la Capot, et enserrer une partie du morne Capot (commune du Lorrain). A partir de là, la limite de la dévastation suit à peu près le thalweg de la Capot, avec quelques irrégularités cependant, remonte vers le Sud, en laissant intacte une partie du Champ-Marie-Reine. L'arête sur laquelle se trouve le Morne-Rouge et qui sert de ligne de partage des eaux aux vallées de la Roxelane et de la Capot constitue la bordure extrême de la région dévastée ; celle-ci vient buter contre le morne Balisier, sur lequel se trouvait le calvaire du Morne-Rouge, et le contourne à mi-côte (fig. 87). La limite fait une petite pointe vers le Champ-Flore et s'arrête sur un contrefort du morne Fumé ; elle suit alors à peu près les crêtes qui, au Sud, dominent le Parnasse, passe à l'habitation Bellevue, qui a été détruite, s'approche de l'habitation Saint-James, sans l'atteindre, dévaste Tricolore, dont la destruction est ainsi parachevée, et va rejoindre, par les crêtes du morne d'Orange, les environs du Carbet.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Tout ce qui se trouve à l'Ouest et au Nord de cette ligne sinueuse a été ravagé ; j'ai marqué sur la carte, en pointillé, les contours de la zone dévastée le 8 mai, ce qui permet de se rendre compte de l'accroissement de la destruction due à l'éruption du 30 août ; il consiste essentiellement dans tout ce qui se trouve à l'Est d'une droite qui joindrait le cratère au morne d'Orange.

L'ascension du cratère, faite par M. Heilprin dans la journée du 30, nous donne la certitude que ce jour-là, à 5 h. 30 du soir, les hauteurs du morne Balai étaient encore intactes ; on sait d'autre part par plusieurs télégrammes, expédiés ce même jour du Morne-Rouge, que les violentes projections verticales n'avaient, avant la soirée, produit aucun désordre grave de ce côté ; l'explosion de 8 h. 5 du soir est donc bien seule en cause dans la destruction des malheureux villages.

Fig. 142. — La limite de la zone dévastée au morne Balai. (Photographie faite le 15 octobre 1902.)

Netteté des limites extérieures de la zone dévastée. — Les limites de la nouvelle zone dévastée ne sont pas moins nettes que celles observées après le 8 mai. Au morne Bourdon et au morne Balai notamment, entre la région où il ne restait plus aucun arbre debout et celle où la végétation était intacte, il existait une zone intermédiaire, n'ayant pas plus de 100 mètres. La figure 142 montre l'aspect que présentait en octobre 1902 la première ligne d'arbres non renversés au morne Balai ; à l'Est de l'endroit où a été faite cette photographie, dans les bois de Léritz, cette zone intermédiaire était plus profonde.

La même observation sur la netteté dont il est question ici peut être faite pour tout le parcours dont je viens d'indiquer le trajet. Le morne Balisier, en particulier, auquel est adossée l'extrémité méridionale du bourg du Morne-Rouge, a eu seulement sa base léchée par le phénomène. Sur le contrefort du morne Fumé, où s'est arrêtée la destruction, on distinguait

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

en octobre, taillée dans la verdure, une surface triangulaire, à contours rectilignes, dans laquelle la végétation était détruite, alors que le reste de la montagne était absolument intact.

4° *Les produits de l'éruption.*

Les produits rejetés par les nuées du 30 août ne diffèrent pas par leur nature de ceux des éruptions précédentes, mais ils présentent dans leur distribution une particularité qui doit être signalée tout d'abord. Tandis que, en effet, les matériaux volumineux ont couvert, ainsi que je vais le montrer, la même surface que lors des paroxysmes des 8 et 20 mai, sur la nouvelle zone dévastée, au contraire, il n'a pas été apporté de matériaux volcaniques de grosse taille. Les projections verticales de ce jour et des jours précédents ont bien fourni une énorme quantité de bombes, mais, comme au début de l'éruption, celles-ci sont restées au voisinage immédiat du cratère ; elles sont allées cependant, du côté du Sud, un peu plus loin que précédemment, car en octobre j'ai trouvé sur la Calebasse quelques blocs de projection plus gros que ceux qui s'y trouvaient en juillet. Ce n'est qu'en roulant sur les pentes de la montagne que les bombes de grande dimension ont pu atteindre la Roxelane, la rivière des Pères et leurs affluents et être ensuite entraînées jusqu'à la mer.

En arrivant au mois d'octobre, j'ai été frappé de l'agrandissement de l'ouverture en V du cratère. La topographie du secteur compris entre le Coffre à Mort et la Rivière Sèche avait été en outre profondément modifiée par apports ; une falaise de 15 mètres de hauteur avait été édifiée au Nord du conglomérat de l'usine Guérin (fig. 76 et 156), là où au mois de juillet existait une petite plage (fig. 68) ; cet énorme remblayage n'a pas été seulement l'œuvre de l'éruption du 30 août, mais de celles des dix jours qui l'ont précédée ; on a vu en effet page 325 que l'abbé Altéroche m'a signalé des modifications topographiques importantes produites dans cette partie de la côte à la suite du passage des nuées du 21 août.

En étudiant soigneusement la région comprise entre la Rivière Sèche et la Rivière Blanche, j'ai constaté l'existence d'une quantité considérable d'énormes blocs, recouvrant les apports des éruptions de mai ; ils formaient une traînée qui, partant du col de Lénard, se dirigeait dans la direction de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Saint-Pierre, mais se bifurquait bientôt; une branche continuait en ligne droite jusqu'à un coude de la Rivière Sèche; une autre se dirigeait vers l'Ouest et rejoignait la Rivière Blanche. Les nuées ardentes d'août ont en outre rempli la vallée inférieure de la Rivière Claire et sont venues apporter de très gros blocs jusqu'au voisinage du Coffre à Mort (Pl. V, fig. 2).

Au commencement d'octobre, la surface du sol de cette partie de la vallée remblayée de la Rivière Blanche était couverte par une grande agglomération de ponces; le paroxysme d'août a donc fourni des produits tout à fait semblables à ceux de l'éruption du 9 juillet.

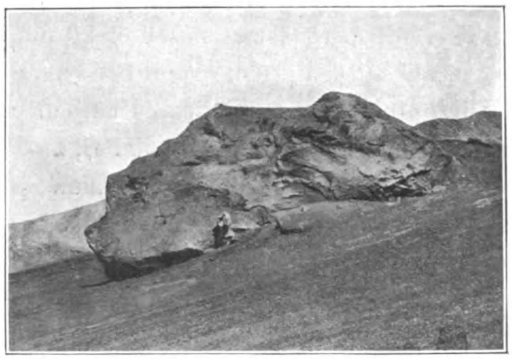


Fig. 143. — Un des plus gros blocs apportés par les nuées d'août 1902 entre les Rivières Blanche et Sèche. (Photographie faite en décembre 1902.)

Une quantité énorme de cendres a couvert toute la région dévastée. A Saint-Pierre, en particulier, il en est tombé plus que le 8 mai. Le 31 août au matin, le gendarme Glayracq, dont il sera question plus loin, a estimé à 15 centimètres l'épaisseur moyenne de la cendre chaude recouvrant le quartier du Mouillage (près de la rive gauche de la Roxelane). Quand nous avons quitté la Martinique, lors de ma première mission, la topographie ancienne du quartier du Fort commençait à réapparaître, grâce à l'érosion pluviale qui entraînait rapidement les cendres sur les pentes; au mois d'octobre, j'ai retrouvé ce quartier presque dans le même état qu'au mois de juin (fig. 144); les ruines, déchaussées deux mois avant, étaient à nouveau couvertes d'une dune de cendres.

La proportion de cendres tombées au Parnasse était plus grande encore; dans une maison fermée, j'ai mesuré sur une table une épaisseur de 25 centimètres de cendres fines, tamisées à travers la toiture et les cloisons de planches mal jointes.

A la même époque, près des dernières maisons du Morne-Rouge, du côté du volcan, l'épaisseur de la cendre était d'environ 40 centimètres et, dans certaines parties de la vieille route de la Calebasse, au voisinage de la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

rivière Falaise, j'en ai vu, par places, plusieurs mètres d'épaisseur, là où la topographie permettait une concentration par le vent. Dans le bourg même du Morne-Rouge, la cendre était beaucoup plus épaisse au pied des murs tournés du côté du volcan que partout ailleurs dans le voisinage.

Les lapillis étaient abondants dans cette cendre ; au Morne-Rouge, la dimension moyenne des plus gros d'entre eux ne dépassait guère 3 centimètres de diamètre. Ils étaient de même nature que ceux des érup-

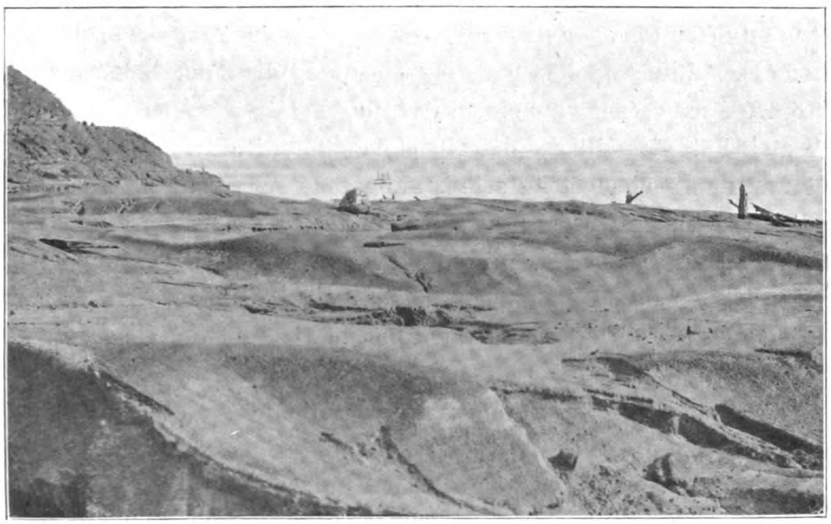


Fig. 144. — L'emplacement du quartier du Fort recouvert à nouveau par les cendres de l'éruption du 30 août (novembre 1902).

tions précédentes, c'est-à-dire constitués par une andésite grise à surface raboteuse, mais j'ai constaté en outre l'abondance de fragments anguleux d'une andésite vitreuse, à arêtes vives, à cassure lisse, identique à celle des matériaux apportés par les nuées ardentes de l'hiver 1902-1903 (fragments du dôme).

Comme dans toutes les grandes éruptions précédentes, un nuage chargé d'électricité a couvert toute la Martinique : les phénomènes électriques ont été particulièrement intenses dans la direction de Fort-de-France, mais il n'y est tombé que fort peu de cendres ; il en a été signalé dans tout le Nord et le Centre de l'île ; le Lamentin est le point le plus méridional où elles aient été constatées.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Par contre, ces cendres, poussées par des courants supérieurs, sont allées fort loin dans la direction du Nord, couvrant la Dominique, la Guadeloupe, Montserrat, etc., d'une fine couche impalpable (voir chapitre IX).

3° *Actions mécaniques.*

L'étude des effets mécaniques de cette éruption se borne nécessairement à la partie nouvellement dévastée, située sur les revers Est et Sud du volcan, tout étant détruit dans la zone parcourue par les éruptions précédentes.

Les observations que j'ai faites sur place sont du même ordre que celles qui ont été exposées longuement dans le chapitre consacré à l'éruption du 8 mai. Entre les villages détruits et le cratère, il ne restait rien ; sur les hauteurs, non seulement les arbres avaient été renversés, mais ils avaient souvent absolument disparu, ce qui explique l'extraordinaire quantité de troncs d'arbres carbonisés qui ont été charriés à la mer par toutes les rivières descendant de la Montagne Pelée. Le commandant Pivet, commandant le *Tage*, m'a raconté notamment que le 31 au matin, alors qu'il allait porter secours aux sinistrés du Nord, son navire est entré, par le travers de Case-Pilote, dans une eau jaunâtre, charriant sur une étendue de 7 à 8 milles des troncs d'énormes arbres complètement noirs ; *ils flottaient le plus souvent verticalement* et rendaient la navigation des plus difficile. J'en ai vu moi-même une très grande quantité dans le lit ensablé de la rivière de Pères et, lors des crues de cette rivière pendant l'hiver 1902-1903, on voyait sortir de son embouchure de véritables trains de bois, entraînés au large.

Là où, sur la montagne, les arbres étaient restés sur place, ils étaient couchés dans la direction opposée au cratère, orientés par suite radialement par rapport à celui-ci. Çà et là, cependant, s'observaient des îlots relativement préservés où se dressaient des baliveaux dépourvus de leurs branches ; je citerai notamment à cet égard l'intérieur de quelques ravins au-dessus du morne Balai, la Calebasse, les hauteurs dominant la vieille route de Basse-Pointe au col de la Calebasse. La figure 145 donne la photographie d'une de ces parties relativement moins abîmées ; on voit que les arbustes y sont réduits à des baguettes dépourvues de branches.

Du côté de l'Ajoupa-Bouillon, jusqu'à la croisée de la route nouvelle et de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

l'ancienne route de la Calebasse, il ne restait plus rien debout ; les arbres énormes, que nous avions vus en place en juillet, jonchaient le sol, rendant la route impraticable, et nous avons chevauché sur un tapis de cendres d'où émergeaient çà et là quelques débris d'habitations, de meubles, ou des cadavres d'animaux, là où, quelques semaines auparavant, nous avions

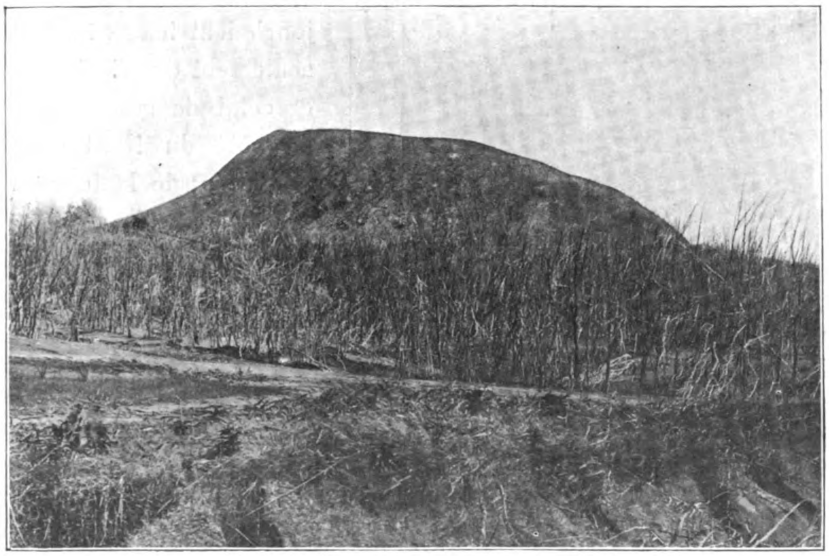


Fig. 145. — Ilot relativement préservé au col de la Calebasse. (Photographie faite en décembre 1902.)

vu des cases enfouies au milieu d'une admirable végétation de cultures vivrières.

Les fils télégraphiques étaient rompus sur la route de l'Ajoupa-Bouillon, à une centaine de mètres en dehors de la zone dévastée. Il semble que de ce côté les effets mécaniques aient été moindres que plus au Sud ; là, en effet, de même qu'au morne Balai, les cases semblaient avoir été plutôt écrasées par le poids de la cendre qu'emportées par une poussée violente.

Au Morne-Rouge, tous les arbres de la partie haute du bourg ont été renversés, mais, à mesure qu'on s'éloignait du volcan, on en trouvait en place un nombre de plus en plus grand. A l'extrémité méridionale du village, ils étaient seulement dépourvus d'une partie de leurs branches ; quelques palmiers même avaient conservé leurs feuilles desséchées. Le même spectacle s'observait sur toute la lisière de la zone dévastée du côté du Parnasse.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Le bourg du Morne-Rouge était entièrement construit en bois, sauf le marché qui était en fer et l'église, moitié en bois, moitié en pierres de taille (clocher).

Fig. 146. — Ruines du marché en fer. (Photographie faite en octobre 1902.)

La plupart des maisons ont été démolies le 30 août et, après l'éruption, leurs débris jonchaient le sol. Une partie seulement du toit de l'église et celui de ses murs situé du côté du Nord ont été emportés; le bâtiment restait debout, de même que le marché (fig. 146). La grille de fer placée devant l'église était intacte (fig. 147). Les photographies du bourg après l'éruption rappellent tout à fait celles qui en ont été faites au lendemain du cyclone de 1891.

Une partie des matériaux des bâtiments renversés a été transportée à des distances souvent considérables; des plaques de tôle gondolée, qui constituent le mode de toiture le plus habituel dans le pays, ont été projetées vers le Sud et quelques-unes d'entre elles se voyaient, en octobre, accrochées dans les arbres dont elles avaient parfois entaillé le tronc.

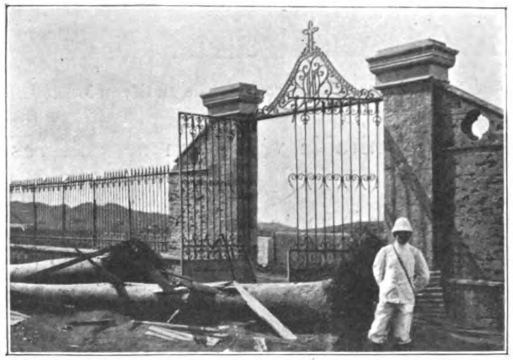


Fig. 147. — Palmiste traversé par des poutrelles, devant l'église du Morne-Rouge. (Photographie faite en octobre 1902.)

Les faits suivants donneront une idée de la puissance des actions mécaniques produites par l'éruption. Les deux grands palmistes qui ornaient la porte de l'église ont été renversés ; ils ont une quinzaine de mètres de longueur et 70 centimètres de diamètre à la base. L'un d'eux a été traversé de part en part par plusieurs poutres de bois

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

du Nord de $2^m,50$ de longueur et de 12 centimètres de diamètre (fig. 147).

La figure 148 est la reproduction d'une photographie que j'ai faite sur la route de Saint-Pierre, à la sortie du bourg; on y voit deux poteaux téléphoniques qui ont été lancés contre le talus opposé au volcan et s'y sont profondément enfoncés.

Fig. 148. — Poteaux téléphoniques projetés contre le talus de la route de Saint-Pierre faisant face au volcan. (Photographie faite en octobre 1902.)

Ces actions mécaniques ont été toutefois très irrégulières à divers égards. La figure 149 représente en effet une maison en bois, située à l'extrémité Nord du village, sur le bord Ouest de la route; c'est la première qui, du côté du volcan, n'a pas été détruite, toutes les maisons voisines ont disparu; au moment de l'éruption elle était fermée, ne donnant pas prise au vent; elle a été culbutée tout d'une pièce, sans être complètement renversée; elle n'est pas inclinée en sens inverse du volcan, ce qui implique un mouvement tourbillonnaire dans la poussée. L'existence de mouvements de ce genre peut encore être démontrée par le récit suivant qu'ont fait plusieurs des blessés du morne Capot, à l'extrême limite Sud-Est de la région dévastée, et où par suite la vitesse du phénomène était très atténuée. Ils ont raconté qu'ils avaient été subitement enveloppés par un nuage noir qui, en un instant, les a projetés à terre, les a relevés, les a renversés à terre à nouveau, les a retournés dans tous les sens, les laissant enfin sur le sol,

Fig. 149. — Maison non brûlée du Morne-Rouge, renversée tout d'une pièce. (Photographie faite en octobre 1902.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ahuris et brûlés. En entendant ces récits, il me semblait voir ces puissantes volutes des nuées ardentes de la Rivière Blanche, roulant les unes sur les autres comme des balles de coton.

Revenons au Morne-Rouge : les figures 150 et 151 donnent l'image de deux maisons voisines l'une de l'autre, l'une est en miettes, l'autre intacte; de nombreux exemples de ce genre pouvaient être vus, et en particulier dans la grande rue du bourg et dans ses environs ; on ne peut les expliquer par aucune particularité du sol, le plateau sur lequel se trouve cette partie du Morne-Rouge étant absolument horizontal ; il faut faire intervenir soit l'hétérogénéité de la nuée, par suite de l'inégale distribution des matériaux solides qu'elle charriait, soit les mouvements tourbillonnaires qui se produisaient au milieu d'elle, soit enfin des particularités inhérentes aux maisons : solidité plus ou moins grande, mode de construction (certaines maisons, telles que la gendarmerie, étaient bâties en étage sur le bord du plateau, et possédaient une terrasse couverte), fermeture plus ou moins hermétique, etc. ; on sait qu'à ce dernier point de vue les constructions de la Martinique prêtent facilement prise au vent. Il semble que les maisons entièrement fermées (celles qui étaient abandonnées depuis la mort, à Saint-Pierre, de leurs propriétaires ou celles dont les habitants ont eu l'idée de s'enfermer) soient en général celles qui ont subsisté.

Fig. 150. — Débris d'une maison du Morne-Rouge, entièrement renversée, mais non brûlée ; au fond, la Calebasse.

Fig. 151. — Maison voisine de la précédente non renversée et non brûlée.

Sur les revers Sud-Ouest et Sud de la montagne, il ne restait plus rien

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

d'intact à détruire depuis les grands paroxysmes de mai ; les observations précises y étaient par suite fort limitées après l'éruption qui nous occupe ; cependant, en octobre, en outre des phénomènes d'ensablement dont il a été question plus haut, j'ai trouvé un grand changement dans l'état des ruines de Saint-Pierre : des lambeaux de murs subsistant dans le quartier du Centre et ceux, plus nombreux, du quartier du Mouillage s'étaient considérablement modifiés et beaucoup d'entre eux avaient disparu ; le pont de fer de la Roxelane, représenté par la figure 98, avait été emporté par la tourmente ; le pont de pierre subsistait seul, mais ses culées étaient fortement minées par la rivière.

6° *Actions calorifiques.*

De même que pour les actions mécaniques, il n'est pas possible d'apprécier l'intensité des effets calorifiques produits dans la zone centrale de l'éruption, puisqu'il n'y restait plus rien à brûler au moment où celle-ci s'est produite. Les débris de bois carbonisé que j'ai vus sur les parties du flanc Sud de la montagne encore intactes au mois de juillet font penser toutefois que la température y a été assez élevée ; mais là il n'existait aucune habitation ; je n'ai donc à m'occuper à ce point de vue que de ce qui s'est passé dans les villages dévastés et à leur voisinage.

Dans les parties habitées du morne Bourdon, du morne Balai, du morne Capot et même de l'Ajoupa-Bouillon, il n'y a pas eu d'incendie. Les arbres ont été dépouillés de leurs feuilles, les cases de bois couvertes de chaume se sont effondrées sous le poids de la cendre, mais sans avoir même été noircies par un commencement de combustion. Dès le mois d'octobre, la végétation commençait à reprendre et fort au-dessus du morne Balai, dans le fond des ravins, des frondes verdoyantes se déroulaient déjà à l'extrémité des troncs roussis des fougères arborescentes.

Par contre, au Morne-Rouge, une partie du village a brûlé, mais on trouve dans la distribution des parties incendiées des irrégularités du même genre que celles signalées plus haut au sujet des actions mécaniques. La maison représentée par la figure 149, et qui est restée debout, n'a pas été touchée par le feu, bien qu'elle fût l'une des plus rapprochées du volcan, pas plus d'ailleurs que celles visibles sur les figures 151 et 153 ; au mois d'octobre, le sol à

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

son voisinage était jonché de monceaux de planches, de poutres auxquelles étaient accrochés des vêtements, du papier, ne présentant aucune trace de combustion. D'autres maisons, proches de cette dernière, étaient entièrement consumées, et ce fait n'était pas isolé. Les arbres situés au voisinage des maisons incendiées étaient parfois brûlés; tous ceux qui en étaient éloignés n'étaient ni carbonisés ni décortiqués, mais seulement dépouillés de leurs feuilles et de leurs petites branches. Dans le Sud du bourg, des palmiers présentaient même encore quelques feuilles jaunies, mais non carbonisées.

Fig. 152. — Débris d'une maison du Morne-Rouge, rasée et brûlée. (Photographie faite en octobre 1902.)

On verra d'autre part plus loin que ni les cadavres, ni les vêtements des victimes, ni la sellerie de leurs chevaux n'étaient carbonisés, à moins cependant qu'ils n'aient été recueillis sur l'emplacement des maisons brûlées, et dans ce cas l'action immédiate du volcan n'est pas en jeu. De même, les brûlures constatées sur les blessés montrent que ceux-ci n'ont pas été soumis à une température excessive.

J'ai examiné avec soin les poteaux téléphoniques du Morne-Rouge et de l'Ajoupa-Bouillon ; le soufre de leurs isolateurs était intact; je n'en ai trouvé qu'un seul, gisant dans la grande rue du Morne-Rouge, dont le

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

soufre avait coulé sur une cassure fraîche de la porcelaine. Or le soufre fond à une température de 117° C.; on peut donc assurer que ces poteaux téléphoniques n'ont pas été portés à une température supérieure à celle-ci, du moins pendant un temps suffisant pour permettre l'échauffement de toute leur masse. Il faut cependant expliquer l'incendie des maisons du Morne-Rouge, qui paraît contradictoire avec les faits qui viennent d'être exposés.

Les récits des survivants donnés plus haut ou exposés plus loin ne laissent d'ailleurs pas de doute sur la haute température des cendres au moment de leur chute. Le lendemain de l'éruption, le 31 août, à 9 heures du matin, les premiers sauveteurs accourus les trouvèrent encore brûlantes au Morne-Rouge et à l'Ajoupa-Bouillon; à midi, un gendarme a été blessé par elles au Morne-Rouge, et à 7 h. 30 du matin le même accident est arrivé au gendarme Glayracq dans les ruines de Saint-Pierre (quartier du Centre); vingt-quatre heures après l'éruption, elles étaient encore très chaudes, là où leur épaisseur était suffisante.

Les maisons du Morne-Rouge étaient en bois, et couvertes soit par des aissantes, soit par des feuilles de tôle gondolée. Il est vraisemblable que l'incendie ne s'est déclaré que là où les cendres ont pu s'accumuler en grande quantité, grâce à la disposition particulière des maisons, à leur orientation, ou grâce enfin à des brèches faites par la poussée dans leur toiture ou leurs clôtures. Plusieurs récits, et entre autres celui d'Arnuel (page 329), montrent qu'en certains endroits l'incendie s'est allumé dans l'intervalle très court qui s'est écoulé entre les poussées successives de l'éruption. Il est évident que, dans bien des cas, l'incendie s'est produit sans renversement préalable des maisons; j'ai fréquemment constaté en effet que les débris de celles-ci, restes de charbon ou d'objets combustibles, ustensiles divers, intacts ou plus ou moins fondus ou déformés, indiquaient par leur position sur le sol la distribution intérieure ancienne des habitations; c'est ainsi, par exemple, qu'à côté de la gendarmerie j'ai trouvé, exactement au-dessous de la chambre que nous avions occupée en juillet, des verres (en partie fondus) que nous avions alors remarqués sur un meuble; à quelques mètres plus loin j'ai vu de nombreux fragments (dévitrifiés) de bouteilles qui marquaient la place de la boutique de l'épicier se trouvant au rez-de-chaussée de la même maison et que nous traversions pour monter dans notre chambre.

Nombreuses aussi étaient les maisons incendiées dont la toiture était

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

retombée sur place, sans aucun déplacement latéral. Il ne faudrait pas cependant s'exagérer l'importance de ces dernières constatations, car toutes les maisons brûlées au Morne-Rouge ne l'ont pas été au moment même de l'éruption (1) ; plusieurs d'entre elles ne se sont enflammées que quelques heures après et même plus tard ; c'est ainsi, par exemple, que la maison de M. Léonce brûlait le 31 au matin à l'arrivée des premiers

Fig. 153. — Une maison du Morne-Rouge, à moitié renversée, mais non brûlée. Le sommet du dôme apparaît à l'arrière-plan. (Photographie faite le 26 mars 1903.)

sauveteurs. Le Dr Damian m'a signalé que le 1er septembre il a vu le toit d'une maison isolée, située entre l'église et la route du Parnasse, violemment soulevé par une gerbe de flammes qui, en peu de temps, a complètement dévoré la construction ; l'incendie avait donc couvé un jour et deux nuits.

Quoi qu'il en soit, il me semble que, dans la plupart des cas, l'incendie a été dû à l'action de la cendre chaude contenue dans la nuée, mais celle-ci

(1) M. Cambeilh, qui a assisté à l'éruption de l'habitation Litté, au Parnasse, m'a dit qu'à 11 heures du soir les lueurs d'incendie avaient à peu près disparu au-dessus du Morne-Rouge.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

s'est accumulée en quantité très inégale suivant les points et a produit ainsi des effets variés. Cette inégalité résulte de diverses causes, les unes dépendantes de la nuée elle-même et les autres du milieu sur lequel elle a agi. Il est vraisemblable que la proportion de matériaux solides qu'elle charriait n'était pas la même dans ses différentes parties, étant donné surtout que le Morne-Rouge se trouvait sur son bord, en voie de refroidissement ; de plus, parmi ces matériaux solides, les lapillis pouvaient être en proportion variable et donner par conséquent une température inégale à la masse, ceux-ci conservant leur chaleur beaucoup plus longtemps que la cendre fine.

Fig. 154. — La grande rue du Morne-Rouge jonchée des plaques de tôle des toitures. (Photographie faite en octobre 1902.)

Les conditions extérieures à la nuée résidaient essentiellement dans l'emplacement et la disposition des maisons ; quelques-unes d'entre elles ont pu être protégées par d'autres, par des bouquets d'arbres, etc. (1). De plus, la cendre s'est accumulée contre les murs orientés du côté du volcan et a pu ainsi y déterminer des phénomènes calorifiques plus intenses qu'ailleurs. Inversement, le vent toujours violent sur la crête où est placé le Morne-Rouge a pu, dans certains cas, balayer rapidement la cendre et empêcher ainsi l'inflammation des matériaux projetés à terre.

Enfin, dans les maisons renversées par le choc de la nuée, beaucoup des incendies ont pu résulter d'une cause secondaire : ils ont pu être allumés par des foyers domestiques qui, en raison de l'heure à laquelle s'est produite l'éruption, existaient dans la plupart des maisons habitées ; l'éclairage au pétrole, en usage à la Martinique, a pu aussi rendre possible une rapide

(1) Pas plus qu'à Saint-Pierre, il ne faut ici confondre l'action de la nuée destructrice et celle, postérieure, de l'incendie. *Celui-ci seul a produit les déformations et la fusion des objets de verre* et autres matières qui ont été souvent citées à tort, dans quelques-uns des récits publiés sur cette éruption, comme preuve de la haute température de la nuée.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

inflammation de ces maisons en planches, disloquées par les poussées volcaniques. A l'appui de cette hypothèse, je puis citer ce fait que l'église, en partie construite en bois et dépourvue de foyers, n'a pas été brûlée, bien que le mur regardant le volcan ait été enfoncé, que les chaises et les bancs de bois aient été couverts de cendres ; les cierges qui se trouvaient sur l'autel ont été fondus. J'ai constaté en outre, ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut, que beaucoup des maisons intactes (non renversées et non brûlées) n'étaient pas habitées au moment de l'éruption ; malheureusement, les circonstances ne m'ont pas permis de faire de statistique complète à cet égard.

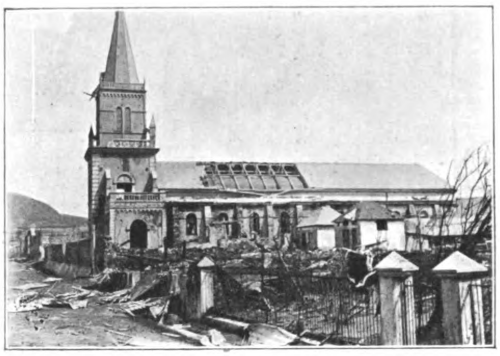


Fig. 155. — L'église du Morne-Rouge, côté opposé au volcan. (Photographie faite en octobre 1902.)

On a voulu, à l'origine, faire jouer un rôle important dans cette éruption à l'action de la foudre. L'intensité des phénomènes électriques y a été incontestablement très grande, mais au Morne-Rouge, de même qu'à Saint-Pierre, les recherches minutieuses faites à ce point de vue ne m'ont fourni que des résultats négatifs. L'église était séparée de la route par une grille en fer surmontée de pointes (fig. 147) ; aucune d'elles ne présente de traces de coups de foudre ; je n'en ai pas trouvé davantage sur les rails de fer servant par places de poteaux téléphoniques, ni sur le marché construit en fer ; les fils du téléphone gisaient à terre, souvent brisés et enchevêtrés : ils n'offraient pas de trace de fusion. J'ai fait les mêmes observations à l'Ajoupa-Bouillon.

7° *Actions physiologiques.*

Toutes les personnes qui se trouvaient sur le bord de la zone dévastée et qui ont pu clore hermétiquement leurs maisons n'ont pas eu à souffrir, alors même que les êtres vivants se trouvant dehors dans le voisinage ont tous été tués ; c'est ainsi, par exemple, que sur 10 hommes réfugiés

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

aux hauteurs Bourdon dans une case de paille, 9 ont été sains et saufs, tandis que le dixième, étant sorti par curiosité, a été tué devant la porte. Il en a été de même pour la domestique de M. Monand au morne Balai.

a. *Les blessés.* — Le nombre des blessés a été infiniment plus considérable que lors de la catastrophe du 8 mai; 244 ont été soignés dans les hôpitaux de Fort-de-France, de la Trinité et du Lorrain, où 90 d'entre eux ont succombé (1). Ils ont tous été recueillis dans les villages et aux endroits mêmes où de nombreux malheureux ont trouvé la mort. Les renseignements suivants m'ont été surtout fournis par MM. les Drs Lidin, Branzon-Bourgogne, Damian et Manine.

Les vêtements, les cheveux des brûlés étaient intacts ; les lésions étaient du même ordre que celles dont il a été question dans l'étude des actions subies par les victimes de la zone externe lors de l'éruption du 8 mai. La plupart des brûlures étaient du premier et du second degré, parfois accompagnées d'autres du troisième degré. Beaucoup de ces malheureux présentaient d'énormes phlyctènes et de larges lambeaux épidermiques tenant à peine ; ces brûlures s'observaient particulièrement sur les parties découvertes du corps, elles étaient souillées par une croûte de boue. Les orifices de la bouche, du nez, des oreilles étaient bordés de phlyctènes, le visage avait l'aspect érysipélateux. Cependant, quelques blessés étaient brûlés sous leur chemise, dans le dos par exemple ; plusieurs femmes avaient les cuisses et l'abdomen endommagés, alors que leurs robes étaient intactes ; mais il ne faut pas oublier que leur vêtement consistait en une simple cotonnade très légère.

Les blessés se sont, pour la plupart, rendu compte que leurs brûlures étaient dues à la cendre chaude. Des brûlures internes ont été constatées également, comme le 8 mai, et ce sont elles qui ont entraîné le plus grand nombre de décès.

(1) M. le Dr Bouvier a bien voulu me remettre la statistique suivante concernant les blessés de cette éruption : il s'agit ici de ceux qui ont été soignés dans les hôpitaux de la Martinique.

	Entrés.	Morts.	Sortis guéris.
Hôpital militaire Fort-de-France	40	3	37
Hospice civil (Fort-de-France	67	15	52
Hospice de la Trinité.....	22	1	21
Hospice du Lorrain...	115	71	44
	244	90	154

La plupart des décès ont eu lieu quelques heures après l'entrée à l'hôpital, ou bien le premier ou le second jour.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Les quelques observations qui vont suivre apportent une démonstration très nette de l'absence de gaz asphyxiants spéciaux dans la nuée destructrice. Elles m'ont été communiquées par le Dr Damian, par le capitaine de gendarmerie Lorenzini, et par quelques-unes des victimes avec lesquelles j'ai pu moi-même m'entretenir.

Lorsque la nuée a atteint le Morne-Rouge, M. Lucile se trouvait dans une maison située vis-à-vis le volcan. Sous son choc, la porte s'ouvre à grand fracas, la cendre envahit la chambre, avant que les habitants aient eu le temps de se reconnaitre. M. Lucile est repoussé à l'intérieur en cherchant à empêcher la porte de s'ouvrir et maintenu par celle-ci contre le mur; un homme qui se trouvait dans la chambre est tué instantanément, la servante est cruellement brûlée. Quant à lui, protégé par le battant de la porte, il n'a pas souffert et a pu aller chercher du secours à Fonds Saint-Denis. Ce récit est confirmé par le suivant que la servante, Pauline Daubat, a fait au maréchal des logis de gendarmerie Taillefer.

Nous étions quatre personnes dans la maison de M. Saint-Léger Lalun : Raphaël Valmor, qui sortit un moment avant l'éruption et mourut devant la porte, Antoine Bauvin mourut dans sa chambre sur son lit; Paul Lucile et moi nous étions ensemble et fûmes sauvés. Je fus brûlée aux mains, aux jambes et à la figure, mais surtout aux mains, m'étant jetée à terre; de la cendre chaude avait pénétré dans la chambre par une porte qui avait cédé à la poussée de l'éruption. Paul Lucile ne fut pas brûlé du tout. Pendant que l'éruption passait sur nous, j'entendis un cri de douleur perçant ou plutôt plusieurs cris de douleur n'en formant qu'un seul. Je ne quittai l'abri qui nous avait été salutaire que le matin.

Mme veuve Martin habitait près du Calvaire une maison dont la façade était tournée vers la Montagne Pelée; elle a été brûlée une première fois dans le dos par la cendre qui a pénétré dans sa chambre par la jalousie d'une fenêtre orientée dans la direction de la poussée. Au moment où elle a été atteinte, elle se disposait à fuir dans une pièce voisine, en tenant dans ses bras ses deux enfants, âgés de quatre et cinq ans. Ceux-ci, protégés par leur mère, n'ont été que légèrement brûlés. Cette malheureuse présentait, en outre, des brûlures très graves des bras et des mains, et des blessures légères à la poitrine, qu'elle avait contractées en revenant à la fenêtre pour fermer les jalousies, au moment où une seconde poussée venait frapper la maison. Cette victime avait des phlyctènes (imprégnées de cendre noire) aux orifices du nez, de la bouche et des oreilles; elle s'exprimait avec facilité et ne se plaignait d'aucune gêne respiratoire intense;

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

transportée à l'hôpital de Fort-de-France, elle est morte le 4 septembre d'une complication pulmonaire.

Le nommé Avenel avait accompagné le 29 août l'instituteur du Morne-Rouge pour l'aider à transporter des colis ; le lendemain soir, vers 8 h. 30, effrayé par l'état du volcan, Avenel engagea ses hôtes à se sauver avec lui ; ils le traitèrent de poltron. Il s'enfuit néanmoins et, après avoir couru pendant quelques minutes, il se blottit sous un arbre à pain placé sur le bord de la route, puis se tapit dans une excavation du talus de celle-ci ; quand survint l'éruption, il n'eut aucun mal. Le lendemain, il revint au Morne-Rouge, et trouva la maison, qu'il avait quittée la veille, brûlée et ses habitants carbonisés.

Mme Joseph Avrillette Fonrose a raconté ce qui suit :

Le 30 août au soir, j'étais, avec sept autres femmes, dans une maison située à gauche de l'église, à côté du couvent de la Délivrance. Vers 9 heures, il faisait très chaud, nous respirions à peine. La maison était fermée ; nous fûmes très peu brûlées par les cendres et les gaz qui passaient à travers les persiennes ; deux de mes compagnes ne furent pas brûlées du tout. Après l'éruption, je partis comme une folle, avec Mlle Aline, à travers la campagne. Les cendres nous brûlaient les pieds ; nous dûmes nous arrêter et mettre une planche sous nos pieds. Le lendemain nous partîmes pour Fonds Saint-Denis d'où l'on nous dirigea sur l'hôpital de Fort-de-France.

b. *Les morts.* — Les cadavres qui ont été rencontrés à découvert avaient la face tuméfiée ; ils n'étaient pas mutilés. Au voisinage de l'Ajoupa-Bouillon, plusieurs d'entre eux ont été trouvés au milieu d'accumulations d'arbres, où ils avaient été projetés par la force de l'éruption. On a vu plus haut déjà que tous les cadavres étaient couverts de leurs vêtements intacts, à l'exception, bien entendu, de ceux qui ont été ensevelis sous les ruines des maisons incendiées : ceux-là ont été carbonisés.

L'attitude de la plupart des cadavres indiquait une mort instantanée ; cependant certaines victimes ont dû survivre pendant quelques minutes ; c'est le cas de plusieurs des gendarmes qui ont péri au Morne-Rouge. Tandis que deux d'entre eux sont morts dans leur caserne incendiée, un troisième s'est réfugié sous le porche de l'église, à 45 mètres plus loin : on a retrouvé ses houseaux près de lui, ce qui semble indiquer qu'il les a enlevés avant de mourir ; le cadavre de son cheval était couché dans le fossé de la route, à environ 40 mètres de la caserne. Le quatrième gendarme est tombé à 225 mètres de la caserne, adossé au talus de la route ; il avait en

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

partie enlevé son pantalon. Le dernier enfin a été trouvé dans le fossé de la route, la face contre terre, un peu en avant du cadavre de son cheval. Ces malheureux ont été surpris au moment de leur fuite et projetés à terre avec leurs montures ; il est probable qu'ils ont dû commencer à se dévêtir, espérant soulager la douleur que leur causaient leurs brûlures.

Le nombre des victimes. — Il est difficile de savoir exactement le nombre des victimes faites par cette éruption. Des rapports officiels qui m'ont été communiqués, il résulte que 625 cadavres ont été inhumés ou incinérés ; d'autre part, sur les 244 blessés hospitalisés, 90 sont morts dans les hôpitaux. Il est vraisemblable que des cadavres ont été ensevelis naturellement sous la cendre, mais je ne pense pas qu'ils aient été nombreux, car au cours de l'hiver 1902-1903, alors que les cendres étaient rapidement entraînées par les pluies, je n'en ai jamais rencontré, comme cela était si fréquent dans les ruines de Saint-Pierre. La mortalité a dû être voisine d'un millier de personnes. Un assez grand nombre de bestiaux ont péri au cours de cette même éruption.

8° *Conclusions.*

En résumé, on voit que l'éruption du 30 août a été caractérisée par de violentes projections verticales, associées à des nuées ardentes. Du côté de Saint-Pierre et dans tout le secteur Sud-Ouest, il y a eu répétition du phénomène des 8 et 20 mai. Mais, en outre, il y a eu augmentation de la région dévastée précédemment ; toutes les vraisemblances sont pour que la destruction du Morne-Rouge, de l'Ajoupa-Bouillon et des hameaux voisins soit due à des nuées ardentes, possédant, celles-là, une direction inusitée.

En faveur de cette hypothèse, plaide la netteté des limites de la zone dévastée, et sa forme au Morne-Rouge, réglée par la topographie. Si, en effet, le morne Balisier a été contourné, dévasté à sa base, mais non franchi, l'explication en est aisée dans l'hypothèse d'une nuée ardente, rampant à la surface du sol, impossible à comprendre dans celle d'une chute verticale de cendres brûlantes. Les effets mécaniques, la grande quantité de cendre tombée sont également conformes à cette manière de voir.

Les actions calorifiques et physiologiques, pour avoir été trop souvent

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

mortelles, ont été en moyenne d'une intensité moindre que celles ayant joué le rôle capital dans la destruction du 8 mai, à Saint-Pierre ; mais, si l'on veut comparer les deux catastrophes, il ne faut pas oublier que tous les lieux habités détruits le 30 août se trouvaient à l'extrême lisière du phénomène, au lieu d'être situés dans sa zone centrale, comme cela a eu lieu pour Saint-Pierre. Si l'on tient compte de ce fait, les résultats de la comparaison deviennent frappants ; en effet, les diverses phases de destruction du Morne-Rouge sont strictement identiques à celles qui ont été observées sur tous les bords de la région détruite le 8 mai. Ce n'est pas sans tristesse que l'on peut constater que, si les nuées avaient eu un trajet plus court d'un millier de mètres à peine, le nombre des victimes eût été infime ou même nul.

Quant à la cause même de la direction nouvelle prise par une partie des nuées de ce paroxysme et au mécanisme de celles-ci, je vais m'en occuper dans le chapitre suivant.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE VIII

§ I. — Théorie des nuées ardentes.

Composition et structure d'une nuée. — Les résultats de l'étude analytique des nuées ardentes fournissent les éléments d'un exposé synthétique de ce phénomène, dont il me reste à discuter le mécanisme. Une nuée ardente est constituée par une émulsion de matériaux solides dans un mélange de vapeur d'eau et de gaz à haute température, sur la nature desquels je ne reviendrai pas. La forme et les dimensions qu'elle présente au moment de sa sortie de la carapace du dôme montrent qu'elle était soumise sous celle-ci à une compression formidable, car, au bout de quelques secondes, elle occupe un volume supérieur de plusieurs milliers de fois à celui qu'elle possédait lors de son départ. Parfois, la nuée ardente est précédée par une grande quantité de gros blocs de rochers, animés d'une vitesse supérieure à la sienne propre.

Si l'on imagine une coupe schématique d'une semblable nuée en marche, faite à quelque distance de son point de départ, voici quel m'en paraît devoir être le détail : à la base, se trouve une zone à plus haute température, dans laquelle prédominent des matériaux solides (blocs de toutes dimensions, fragments plus petits, cendres fines) ; chacune des parties ou des particules solides qui les constituent rayonne de la chaleur et doit être entourée par une atmosphère de gaz et de vapeurs extrêmement comprimée au début, mais se dilatant rapidement ; c'est cette atmosphère qui, empêchant les particules solides de se toucher, maintient l'ensemble dans un état de mobilité lui permettant de couler sur les pentes, presque à la façon d'un liquide. Au-dessus de cette partie inférieure de la nuée, et faisant corps avec elle, se trouvent des régions dans lesquelles la proportion et les dimensions des éléments solides diminuent de plus en plus. La partie extérieure de cette nuée en voie d'expansion constitue donc à la partie centrale, plus chaude, une gaine qui prend, par refroidissement et par frottement

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

contre l'atmosphère froide, la forme de volutes roulant les unes sur les autres (1), mise en évidence par mes photographies. La richesse en matériaux solides, même dans les parties supérieures, empêche cette nuée de se mélanger avec l'air ambiant traversé ; la grande densité qui en résulte, jointe à la vitesse de translation, lui permet de ne pas laisser prise au vent, quelle que soit sa violence, et de se déplacer sans être gênée par celui-ci.

Après les discussions développées dans les chapitres IV à VI au sujet des effets mécaniques, calorifiques et physiologiques des nuées de toute intensité, et en particulier de celle qui a détruit Saint-Pierre, ceux-ci, pour être profondément impressionnants, paraîtront peut-être moins extraordinaires. Je pense qu'il n'est plus nécessaire de démontrer la non-existence de ces explosions de gaz combustibles (2) sur la ville, ni de faire intervenir les gaz asphyxiants spéciaux (3) qui ont été imaginés par quelques géologues pour expliquer l'anéantissement de celle-ci et la mort de ses habitants, alors que l'on manquait encore de bases scientifiques pour interpréter le phénomène. Mais si la constitution des nuées ardentes nous apparaît comme bien établie, les difficultés surgissent lorsqu'il s'agit de déterminer le mécanisme de leur translation et leur cause première.

Avant d'aller plus loin, je signalerai la théorie formulée par MM. Ander-

1) Dans la partie antérieure, basse, de la nuée, ces volutes roulaient les unes sur les autres dans la direction de la translation ; dans les parties supérieures, ce mouvement était en partie masqué par la rotation dans le sens vertical due à l'augmentation de volume de la nuée.

2) MM. Anderson et Flett [**72**, 517], frappés par l'extraordinaire quantité de bois détruite par l'éruption du 7 mai à la Soufrière de Saint-Vincent et par l'abondance du charbon de bois dans le remplissage des vallées, admettent que la première nuée a dû renfermer beaucoup d'oxyde de carbone et d'anhydride carbonique résultant de leur combustion. Il me semble que celle-ci n'a pu être aussi instantanée que le passage de la nuée et qu'elle s'est surtout produite postérieurement. Les récits des témoins de l'éruption du 8 mai indiquent comment les champs de cannes, les arbres flambaient après le passage de la nuée, mais alors déjà tous les êtres vivants avaient été frappés de mort. On a vu (p. 309) que j'ai admis la possibilité de l'action de ces gaz de la combustion comme phénomène accessoire de l'incendie de Saint-Pierre, ayant pu *achever* certains brûlés ; on verra (p. 399) que l'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique contenus dans les fumerolles secondaires de la vallée de la Rivière Blanche ont peut-être pour origine la lente distillation des matières organiques contenues dans les conglomérats d'où s'échappaient les fumerolles.

3) Telle est la théorie proposée par M. Verrill [**189**] qui admet l'explosion sur la ville d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène, dont, en tout cas, la combinaison serait difficile à comprendre à 10 kilomètres du cratère, là où la température ne pouvait plus être considérable.

M. Jaggar a proposé une théorie d'un ordre tout différent [**107**] et qui, elle aussi, doit être éliminée aujourd'hui que la marche du phénomène est connue. En voici l'exposé : « These horizontal blasts are not hard to account for, and do not require a horizontal nozzle to project them. They are simply the effect of the down blast after the heavy gravel has begun to fall, acting against the upblast from the throat of the volcano, and both together deflected and thrown into terrific whirls of tornadoes by the prevailing wind, which on Mont-Pelée is north-east. » On a vu que les nuées ardentes se produisent souvent brusquement, sans être précédées d'aucune projection verticale.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

son et Flett [**72**], à la suite de leur relation de l'éruption du 9 juillet, théorie par laquelle ils ont cherché à expliquer les nuées ardentes de la Martinique et celles de Saint-Vincent. Les savants anglais comparent la nuée à un fluide lourd et mobile, qui aurait été *élevé* par les forces volcaniques *jusqu'à l'orifice du volcan*, puis aurait roulé ensuite sur ses pentes *sous la seule influence de la gravité*. Ce n'est pas, disent-ils, l'explosion d'un canon, mais le mouvement impétueux d'une avalanche de nature spéciale, renfermant comme partie intégrante non seulement des matériaux solides, mais encore des gaz, dont l'expansion peut seule expliquer un déplacement sur des pentes de 12° à 15°, sur lesquelles du sable chaud ou même de la neige ne pourraient pas se mouvoir. MM. Anderson et Flett estiment que le magma en voie d'ascension était constitué par des cristaux en suspension dans un liquide riche en gaz; ces gaz se sont dégagés au voisinage de la surface, par suite de la diminution de la pression; leur départ a transformé le magma en une écume spongieuse, qui, bientôt, a été fractionnée en particules, les unes solides, les autres liquides, noyées dans les gaz en mouvement. La dilatation subie par la nuée au cours de sa marche leur paraît trop grande pour que la pression exercée sur le magma soit suffisante pour expliquer qu'une telle quantité de gaz ait occupé un volume aussi petit que celui possédé par la nuée à son départ; ils supposent donc que la consolidation des gouttelettes de lave entraînées a été une nouvelle source de vapeur.

La connaissance du dôme de la Montagne Pelée introduit une donnée nouvelle dans le problème (les observations des auteurs anglais datent de juillet 1902) et rend nécessaire une discussion distincte pour chacun des volcans de la Martinique et de Saint-Vincent. J'ai montré plus haut qu'au moins pour les nuées ardentes que j'ai étudiées les laves ont dû partir du dôme presque uniquement à l'état solide; il n'est donc pas possible de faire intervenir leur consolidation au cours de la marche des nuées comme source de vapeur.

Par contre, mes observations confirment l'influence de la gravité sur la translation des nuées, sans toutefois que je puisse suivre mes savants confrères jusqu'au bout: une explosion initiale me paraît nécessaire pour expliquer non seulement la mise au jour, mais encore, dans certains cas, la direction suivie par celles-ci.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Influence de la gravité. — L'influence de la gravité peut être démontrée par une série de faits d'observation, permettant de remonter de proche en proche jusqu'aux phénomènes destructeurs sur lesquels nous ne pouvons raisonner que par analogie.

J'ai décrit, page 200, les nuées ardentes verticales qui s'élevaient assez fréquemment du dôme; elles consistaient en volutes épaisses, montant souvent jusqu'à 2000 mètres; au lieu de se diffuser dans l'atmosphère comme les nuées ordinaires, elles retombaient lourdement sur place et roulaient alors dans la vallée de la Rivière Blanche, jusqu'à une distance plus ou moins grande, quand elles n'étaient pas entraînées vers l'Ouest par le vent régnant. Cette marche descendante ne peut évidemment s'expliquer que par l'action de la pesanteur. L'influence de celle-ci dans la translation des grandes nuées de l'hiver 1902-1903 peut être mise en évidence par deux ordres de faits. La nuée roulait le long du talus d'éboulis du dôme, puis s'engageait dans la vallée de la Rivière Blanche; au cours de ce trajet, elle subissait une accélération de vitesse généralement très manifeste, jusqu'au point de la vallée où la pente devient beaucoup plus faible; il se produisait alors un ralentissement et parfois même presque un arrêt très court, puis (quand elle ne s'arrêtait pas définitivement là) la nuée continuait d'une façon plus lente sa marche jusqu'à la mer. Cette accélération de la vitesse est sans aucun doute une preuve de l'intervention de la gravité dans le phénomène (1). Enfin, la figure 70 fait voir le trajet sinueux du lit de la Rivière Blanche qu'ont suivi les nuées de l'hiver 1902-1903; cet endiguement dans la vallée encaissée implique nécessairement qu'au moins à partir du col de Lénard, où la vallée change de direction, la nuée n'ait plus eu d'orientation due à une poussée initiale; elle suivait alors uniquement la pente du terrain. Cela était plus évident encore pour la petite branche latérale qui s'est produite dans les grandes nuées de l'hiver 1902-1903, lorsque la haute vallée de la Rivière Blanche a été remplie par des matériaux solides.

Enfin je citerai deux faits montrant l'influence de la pesanteur sur la marche de nuages denses produits par les chutes de poussières chaudes

(1) La gaine gazeuse refroidie dont il a été question plus haut a dû se produire, non seulement au contact de l'air, mais encore à celui du sol froid; elle a dû par suite jouer un rôle important en atténuant les frottements et en comblant les anfractuosités des surfaces traversées par la nuée.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

mélangées à une petite quantité de vapeur d'eau et qui présentaient en petit quelques-uns des caractères des nuées ardentes.

Nous avons parfois vu de gros blocs de l'aiguille du dôme tomber indépendamment de toute poussée éruptive, atteindre le talus d'éboulis et, alors seulement, entraînant une grande quantité de cendres, donner naissance à un petit nuage de ce genre qui roulait plus ou moins loin dans l'échancrure en V. D'autre part, les éboulements des falaises de cendres chaudes de l'embouchure des Rivières Blanche et Sèche et de leur voisinage, dus au dégagement des gaz inclus ou à un simple défaut d'équilibre, produisaient de petits nuages denses en miniature; la cendre, en tombant le long de ces falaises, formait des volutes épaisses, très denses, roulant sur la pente en laissant parfois derrière elles des flocons blancs plus légers, qui s'élevaient verticalement. Le nuage de cendres se propageait souvent à la surface de la mer et, de loin, paraissait sortir de l'eau. Dans ce cas, la proportion de vapeur d'eau était faible, les matériaux solides entraînés n'étaient qu'à une température relativement peu élevée, l'émulsion était peu stable et la cendre ne tardait pas à se précipiter à la surface de la mer.

Nécessité d'une explosion initiale. — L'influence de la gravité sur la marche des nuées est donc établie d'une façon indéniable, mais est-elle suffisante pour expliquer celle-ci d'une façon complète? Est-il possible de se passer de l'hypothèse d'une explosion initiale pour expliquer non seulement le départ des nuées, mais encore, dans certains cas, leur long et rapide trajet? Je ne le crois pas. En effet, pendant la période de mes observations, il n'existait pas d'ouverture permanente dans le dôme; la sortie des gaz du magma ne pouvait donc être un phénomène relativement tranquille; ils s'échappaient évidemment par explosion, en s'ouvrant un passage à travers la carapace (1); suivant l'importance de cette explosion, il y avait ou bien simple renversement d'un mur quand toute sa force vive était absorbée par ce travail, ou bien projection au loin de ses débris lorsqu'elle était plus violente. On a vu sur le diagramme de la figure 35 (p. 131) comment chaque éruption de nuée ardente de l'hiver 1902-1903 a

(1) J'ai montré (page 207) que les matériaux des nuées, depuis les blocs de plusieurs centaines de mètres cubes jusqu'à la poudre impalpable, résultent du concassage de roches solides; la poussière fine existant dès le départ de la nuée, une explosion est donc nécessaire pour expliquer sa production; sa proportion s'est naturellement accrue pendant le trajet de la nuée par les frottements mutuels des matériaux transportés.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

entraîné la chute d'une portion de l'aiguille, suivie immédiatement d'une remontée de cette dernière compensant une partie de l'écroulement; il faut nécessairement en conclure que la sortie de la nuée est l'une des manifestations d'une poussée d'origine interne et non un formidable nuage de poussière dû à l'écroulement d'une partie de l'aiguille, causé par quelque cause mécanique; c'est grâce à un afflux de matière fondue venue de la profondeur et consolidée rapidement que la cicatrice du dôme produite par l'explosion était réparée et l'ouverture provisoire aussitôt obturée.

Les nuées ardentes de l'hiver 1902-1903, celles des petites éruptions des 26 mai, 6 juin, 9 juillet, celles enfin des grands paroxysmes destructeurs représentent les stades d'intensité croissante d'un seul et même phénomène. Dans les premières, l'explosion a seulement renversé ou projeté à une petite distance les parois superficielles du dôme et une portion plus ou moins grande du magma provenant de régions profondes, mais solidifiée dès son arrivée près de la surface; ces matériaux solides ont été ensuite entraînés par la pesanteur sur les pentes de la montagne, intimement mélangés avec les gaz, dont le dégagement était la cause première du phénomène; la gravité a dû jouer le rôle le plus important dans la translation de la nuée. S'il en avait été de même pour les grandes nuées des 8 et 20 mai et du 30 août et, *afortiori*, si celles-ci n'avaient été que des avalanches, comme les précédentes elles eussent suivi fidèlement la ligne de plus grande pente, c'est-à-dire la vallée de la Rivière Blanche; à ce moment, en effet, cette dernière était profonde et pouvait livrer passage à une quantité considérable de matériaux; or, dans ces grands paroxysmes, la surface couverte par les nuées a consisté en un secteur de près de 100°, qui *s'ouvre dès la sortie du cratère*, en s'étendant au loin, au Nord et au Sud de la Rivière Blanche. On comprendrait à la rigueur que la partie supérieure de la nuée, plus légère, ait pu exceptionnellement déborder par le col Lénard pour se diriger sur Saint-Pierre, bien que cependant, dans les autres cas observés, la partie supérieure ait toujours suivi le même trajet que les matériaux de grande taille. Mais l'étude détaillée de la région séparant le cratère de la ville détruite fait voir que c'est dans sa direction que se sont de préférence engagés quelques-uns des plus gros blocs; ceux-ci n'ont donc pas roulé strictement suivant la ligne de plus grande pente à partir du cratère; ils ont franchi, dès le début, la Rivière Blanche, pour prendre la direction du Sud (voir p. 236

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

le récit de M. Thierry). Je ne comprends pas, pour ma part, ce trajet sans une projection initiale, dont la direction a été déterminée par celle de l'ouverture produite dans le flanc du dôme en voie de construction (1) et orientée vis-à vis de l'échancrure en V, projection initiale dont la force a été suffisante pour empêcher la nuée de prendre exclusivement la direction du Sud-Ouest qui est celle de plus grande pente; pour se diriger sur Saint-Pierre, la nuée a dû traverser les rivières et ruisseaux mis en évidence par la carte de la page 223 et dont quelques-uns (Rivière Sèche, rivière des Pères) ont une vallée large et profonde.

Nous n'avons aucune idée de la puissance mécanique que possèdent les projections verticales d'un volcan, mais tous ceux qui ont vu ces colonnes de vapeurs et de cendres, montant avec une vitesse considérable à des hauteurs dépassant 10 kilomètres et entraînant très haut des blocs énormes de lave, peuvent s'imaginer qu'elle doit être formidable et de nature à produire des effets destructeurs extraordinaires, si leur action, au lieu de se dissiper dans l'espace, s'exerçait à la surface du sol. Si l'on admet l'impulsion initiale que je crois nécessaire pour déterminer la direction qu'ont suivie les grandes nuées et fournir une partie de leur vitesse de translation, on comprend que cette sorte de projectile mi-solide, mi-gazeux, qu'était une de ces nuées, ait pu poursuivre rapidement sa course sur les pentes de la montagne, car sa force de propulsion initiale agissait dans le même sens que la gravité, à l'inverse de ce qui se passe dans les projections verticales, où ces deux forces agissent en sens contraire. Comprises ainsi, les grandes nuées des paroxysmes dirigées sur Saint-Pierre ne diffèrent donc de celles des petites éruptions localisées dans la Rivière Blanche que par une masse plus grande et par le rôle directeur joué par l'explosion initiale.

Insuffisance d'une explosion sans intervention de l'action de la pesanteur. — Quelle que soit l'importance que j'attribue à cette explosion, il semble possible de démontrer qu'à elle seule elle est insuffisante pour expliquer plusieurs des particularités importantes du phénomène. Les récits des survivants des grands paroxysmes ne laissent aucun doute sur l'identité

(1) Des projections obliques ne sont pas inconnues dans les volcans; c'est par des projections faites sous un angle de 10° seulement que M. Verbeck a expliqué que, lors de l'éruption du Krakatau, des cendres brûlantes ont été projetées dans la direction de Ketimbang, à 40 kilomètres du volcan, alors que partout ailleurs les cendres sont retombées froides, parce qu'elles ont été lancées d'abord plus ou moins verticalement à une très grande hauteur. Le même auteur a observé, en 1876, des projections obliques au Kaba (volcan du Palembang (*Krakatau, op. cit.*, 129).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

d'aspect extérieur que présentaient les nuées destructrices et celles figurées dans mes planches. Les ingénieurs des Poudres et Salpêtres auxquels j'ai montré celles-ci, MM. Sarrau et Vieille, estiment qu'elles ne donnent pas l'impression d'un jet d'explosion ; les mouvements de rotation des volutes épaisses qui les caractérisent ne sont pas l'indice d'une vitesse considérable, telle que celles qui sont caractéristiques du phénomène en question. Certainement la vitesse de la nuée du 8 mai a été très grande, mais j'ai montré page 268 qu'elle n'a pas dû être supérieure à 150 mètres à la seconde au moment de son passage sur la ville, et que la distance séparant le cratère de l'extrémité méridionale de Saint-Pierre a dû être couverte dans un temps peu inférieur à une minute ; on a vu en effet que plusieurs témoins placés sur des bateaux en rade ont eu le temps de descendre dans leur cabine et de voir la nuée arriver sur eux, avant d'être touchés par son souffle puissant ; d'autre part, le refroidissement qu'a subi la nuée à son passage sur la mer, mis en évidence par la comparaison des phénomènes calorifiques de la zone maritime et de la zone centrale, deviendrait fort difficile à expliquer si la vitesse avait été extrêmement considérable.

Enfin, un jet d'explosion comparable à un coup de canon (1) braqué sur Saint-Pierre eût suivi une marche rectiligne et aérienne pour atteindre le but, mais n'eût pas roulé à la surface du sol, en se moulant sur ses aspérités ; or à cet égard les récits des témoins sont formels et ils sont en outre corroborés par l'étude des phénomènes calorifiques et mécaniques dont les résultats ont été constatés dans la ville détruite (2) : ceux-ci ont en effet été maximum au ras du sol, décroissants à mesure qu'on les observe sur les

(1) Il eût été, lui aussi, entouré d'une gaine de volutes de vapeurs, comparables à celles qui cachent le jet sortant de la cheminée d'une locomotive et qui ne sont que des remous du phénomène principal, mais ces volutes n'eussent pas roulé strictement à la surface du sol.

(2) Les observations ont mis en évidence deux phénomènes, qui ne sont pas liés à la cause du déplacement de la nuée destructrice. C'est, d'une part, l'onde aérienne, qui précédait celle-ci et qui a culbuté les navires en rade de Saint-Pierre, quelques secondes avant qu'ils n'aient été touchés par la cendre, et, d'une autre part, le vent de retour, qui a soufflé en sens inverse de la marche de la nuée, dès que celle-ci s'est arrêtée. Des phénomènes analogues, dus, le premier à la compression de l'air refoulé par la nuée et le second à la détente produite au moment de la cessation de cette compression, ainsi qu'à la diminution de pression due à la condensation de la vapeur d'eau, se manifestent sur le front des avalanches, des torrents boueux violents et enfin sur la lisière des régions dévastées par une explosion.

Les phénomènes de discontinuité, mis en évidence par les travaux de M. Vieille (*Mémorial des Poudres et Salpêtres*, X, 1899-1900) dans la zone de compression qui précède les projectiles d'une bouche à feu, rendraient bien compte des actions mécaniques produites par la nuée, mais leur production implique une vitesse supérieure à celle du son, qui n'a pas été réalisée dans le cas étudié.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

pentes des mornes dominant Saint-Pierre et extrêmement faibles, sinon nuls, au-dessus de la courbe de niveau de 190 mètres. La nuée, en venant heurter la partie septentrionale du morne d'Orange, n'a pas subi de réflexion, mais a glissé sur ses parois, s'élargissant après avoir dépassé le théâtre, pour se mouler sur les flancs des mornes Tricolore et d'Orange.

Aucune de ces particularités, au contraire, n'est un obstacle à mon hypothèse ; il faut reconnaître toutefois que des expériences seraient nécessaires pour établir les lois qui régissent le mouvement des mélanges à haute température de vapeur d'eau, de gaz et de particules solides ; cette question sort de ma compétence et je n'ai pu trouver aucun document à son sujet.

Cause de l'explosion. — Quant à la cause première de l'explosion, il n'est possible de faire sur elle que des hypothèses, non susceptibles de vérification ; il est vraisemblable qu'elle se produit dans l'intérieur même du dôme, sous la carapace.

La température maximum que posssèdent les roches non consolidées de l'intérieur du dôme ne peut dépasser celle de la fusion des plagioclases basiques qui, sous forme de phénocristaux, abondent dans le magma, c'est-à-dire 1210° C. (pour la fusion à la pression normale) (1). A cette température, la dissociation de l'eau est extrêmement faible et l'explosion ne peut être attribuée à la recombinaison d'hydrogène et d'oxygène provenant de vapeur d'eau dissociée. Il est donc probable que l'explosion est due à la brusque détente de la vapeur d'eau contenue dans le magma ; par analogie avec ce qui a été constaté sur quelques sels (2), on doit admettre que la tension des gaz inclus dans celui-ci augmente à mesure que sa consolidation s'effectue sous l'influence du refroidissement ; elle peut devenir suffisante à un moment donné pour faire sauter et pulvériser une portion de la carapace dans laquelle la résistance est moindre. Les observations consignées dans le chapitre III et rappelées plus haut montrent, d'ailleurs, que le plus souvent la production des nuées ardentes a été accompagnée par l'arrivée d'une nouvelle quantité du magma profond se manifestant par une remontée de l'aiguille d'abord diminuée de hauteur ;

(1) D'après M. Doelter (*Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien.* CXIII, 1904, 208), les points de fusion de ces plagioclases sont : labrador = 1210° C. ; anorthite = 1260 à 1280° C.

(2) M. Arrhenius (*Kosmische Physik und zur Physik der Vulkanismus*) et M. Doelter (*Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien.*, CXII, 1903, 689) pensent que la silice, qui, à haute température, est un acide faible, peut aussi jouer un rôle dans les phénomènes explosifs des volcans.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cet apport profond a dû jouer un rôle important dans le phénomène.

La possibilité d'un semblable mécanisme n'est pas douteuse ; on sait, en effet, que la vapeur d'eau surchauffée peut acquérir une énergie potentielle comparable à celle des plus puissants explosifs (1).

Cas particulier de la destruction du Morne-Rouge et de l'Ajoupa-Bouillon. — Je n'ai discuté jusqu'à présent que celles des nuées des paroxysmes qui se sont dirigées dans les secteurs Ouest et Sud-Ouest ; le 30 août, en outre d'une nuée de ce genre, il s'en est produit d'autres de puissance mécanique moins considérable, qui ont ravagé presque tous les flancs de la montagne et en particulier les côtés Est et Sud-Est, sur lesquels se trouvaient le Morne-Rouge et l'Ajoupa-Bouillon ; leurs apports différaient de ceux de la nuée principale, en ce qu'ils ne renfermaient aucun bloc de grosse taille. Les observations de MM. Giraud et Perney, pendant la période de suractivité d'août-septembre 1903, fournissent sans doute l'explication du phénomène ; à cette époque, en effet, il s'est fréquemment produit des nuées tombant dans la rainure orientale du cratère ; elles y laissaient leurs matériaux de grande dimension, puis débordaient sur le sommet de la montagne en le couvrant de cendres fines et de petits lapillis ; à deux reprises, elles ont même roulé sur les flancs du volcan jusqu'à des altitudes de 700 et de 900 mètres, c'est-à-dire dans la région dévastée le 30 août. En outre, le 3 septembre, pendant que l'adjudant Guinoiseau se trouvait sur le haut de la montagne, une grande nuée s'est dirigée dans la vallée de la Rivière Blanche ; en même temps, une masse importante de la nouvelle aiguille s'écroulait dans la rainure du cratère et un nuage de poussière s'avançait jusque sur l'emplacement du lac des Palmistes ; une grosse nuée noire s'est élevée assez haut et a saupoudré de cendres tout le sommet du volcan. Dans tous ces divers cas, la partie de la nuée qui a débordé sur les bords du cratère et s'est engagée sur les

(1) Le capitaine Vernier, dans une note (**151**) consacrée à l'exposé d'une théorie de l'éruption par la pénétration d'eau d'infiltration dans les profondeurs du sol, a donné un intéressant calcul pour mettre en évidence la puissance de la vapeur d'eau comme explosif. Il a été conduit à la formule $Q = 0{,}3337\,T + 517{,}043$, dans laquelle Q est la quantité de chaleur susceptible de se transformer en travail quand la paroi du vase clos cède sous la pression de la vapeur surchauffée. Si l'on prend pour T la valeur de 1200° C. rendue vraisemblable par les considérations données plus haut, on a $Q = 917{,}483$ et le potentiel de l'explosif est de 391 (le potentiel d'un explosif est le travail maximum d'un kilogramme de celui-ci ; on obtient le potentiel en tonnes-mètres en divisant par 1000 le produit de la chaleur dégagée par l'équivalent mécanique de la chaleur (426). Un kilogramme d'eau à 1200° produira donc 391 tonnes-mètres, c'est-à-dire l'énergie nécessaire pour soulever à 1 kilomètre une pierre pesant 391 kilogrammes ; par suite, un mètre cube d'eau fournira le travail nécessaire pour élever près de 40 tonnes à 10 kilomètres de hauteur.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

pentes n'était pas dirigée au départ et a roulé par son propre poids; il est assez vraisemblable que c'était là une réduction de ce qui s'est passé lors du paroxysme du 30 août dans la direction du Morne-Rouge et de l'Ajoupa-Bouillon. On peut aussi faire l'hypothèse d'une très forte nuée ardente verticale, retombant lourdement sur les flancs de la montagne, puis roulant sur les pentes par son propre poids.

Ces hypothèses, d'après lesquelles les nuées dévastatrices du Morne-Rouge n'auraient pas eu de direction originelle, expliquent la faiblesse relative des actions mécaniques constatées dans les bourgs détruits, comparée à celles constatées à Saint-Pierre, malgré la plus grande proximité du cratère; elles fournissent une explication plus simple que toute autre, en dispensant d'admettre la production simultanée de plusieurs ouvertures dans la carapace du dôme; l'élévation de celui-ci au-dessus des bords du cratère n'a pas dû être sans influence sur le point de sortie de ces nuées, quel qu'en soit le mécanisme.

§ II. — Les nuées ardentes de Saint-Vincent.

MM. Anderson et Flett ont cherché à établir, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, que le phénomène dévastateur des éruptions de mai (7 et 18) a été identique aux nuées ardentes de la Montagne Pelée; leur démonstration repose à la fois sur les récits des témoins des éruptions et sur la nature ainsi que sur la distribution de leurs apports.

Les témoins. — Le 7 mai, au moment du paroxysme, plusieurs personnes se trouvaient en pirogue sur la côte Ouest; l'une d'elles, placée au Nord de l'embouchure de la rivière de Larikai, a vu des nuées déboucher à la mer par les vallées de Wallibu, de Larikai et par les ravins de Baleine. Un autre témoin s'enfuyait en bateau au voisinage de Richmond, à environ un demi-mille au Sud de la nuée arrivant à la mer par la vallée de Wallibu; il a décrit cette nuée comme un haut rideau rouge ou pourpre, sillonné d'éclairs, ayant l'apparence d'une masse solide et s'avançant sur la mer avec un aspect terrifiant. Des nègres ont été surpris un peu plus au Nord, dans le bord extérieur de cette même nuée; ils l'ont vue, noire de poix, arriver en bouillonnant avec la vitesse d'un vent violent. Bientôt suffoqués par la cendre chaude, à odeur sulfureuse, ils se sont jetés à la mer pour ne pas être brûlés; ils ont dû plonger à plusieurs reprises, jusqu'à ce que l'air fût respirable; il faisait alors presque nuit; leur bateau a été couvert de 5 à

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

7 centimètres de cendres tellement chaudes qu'il eût pris feu s'il n'avait été en partie rempli d'eau.

La nuée a été particulièrement dévastatrice sur le flanc oriental de la montagne qui était le plus peuplé; là, de nombreux témoins ont survécu; ils ont tous vu la nuée noire rouler à la surface du sol en bouillonnant. Les effets mécaniques et calorifiques, qui ont été considérables sur les parties hautes de la montagne dont l'épaisse végétation forestière a entièrement disparu, ont été au contraire minimes dans les régions basses, les seules habitées. Les gens qui se sont réfugiés dans les maisons en pierre pouvant être fermées ont été sauvés, même quand les fenêtres orientées du côté opposé au volcan étaient ouvertes; par contre, tous les êtres vivants, se trouvant à découvert ou dans des maisons mal closes, sont morts, mais sans avoir été carbonisés; on reconnaît là une analogie frappante avec ce qui s'est passé le 30 août à l'Ajoupa-Bouillon et au morne Balai. Ces morts semblent dues pour la plupart à l'absorption de vapeur d'eau et de cendres chaudes.

Les apports. — L'étude de la distribution des apports de l'éruption a fait penser aux savants anglais que les nuées étaient la partie superficielle d'avalanches de matériaux à haute température (semblables à celle qu'ils ont vue à la Martinique le 9 juillet) et qui, elles, ont couvert une surface moindre, limitée au fond de quelques vallées. En effet, la plus grande partie de ces matériaux a été originellement dirigée vers le Sud du cratère, puis elle est venue heurter le morne Garu et s'est réfléchie à l'Est et à l'Ouest en se divisant en deux courants, qui ont suivi l'un la vallée de Rabaka, l'autre celle de Wallibu. Les vallées voisines renfermaient une quantité beaucoup moindre de matières solides et le rempart de la vieille Somma a relativement protégé toute la région située au Nord du cratère.

Les projections verticales ont été, sans aucun doute, d'une grande intensité lors des paroxysmes, puisqu'elles ont déposé plus de 45 centimètres de cendres à Georgetown et une quantité notable à Châteaubelair, là où l'action de la nuée ne s'est pas fait sentir; mais elles ne peuvent cependant expliquer à elles seules l'accumulation non stratifiée des produits volcaniques dans les vallées de Wallibu et de Rabaka; ceux-ci sont restés pendant longtemps à très haute température, malgré la prédominance de la cendre fine, ce qui est tout à fait incompatible avec la chute lente qui eût été la conséquence d'une projection verticale. Enfin, ces matériaux ne se sont pas déposés

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

d'une façon uniforme dans ces vallées au voisinage de leur point d'émission; ils se sont surtout entassés à partir de la région où la pente devient moins rapide. Les savants anglais, ainsi que M. Hovey [**99**, 343], ont fait remarquer combien la surface de ces remplissages de vallées ressemblait à celle des glaciers.

En résumé, l'aspect extérieur des nuées de la Soufrière, leur mode de propagation, leur puissance mécanique, la façon dont leurs matériaux ont rempli les vallées, sont identiques aux phénomènes similaires de la Montagne Pelée. Leur puissance destructrice est également comparable, mais avec cette réserve qu'à Saint-Vincent, grâce à la distance des lieux habités par rapport au cratère, ceux-ci n'ont été atteints que par l'extrémité de la nuée, alors que sa force mécanique était très atténuée, mais sa température encore assez élevée pour causer des désastres irréparables sur des vies humaines. A côté de ces analogies, il existe par contre des différences sur lesquelles il me reste à insister : elles consistent essentiellement dans le mécanisme de la sortie des nuées.

La structure des deux volcans présente à ce point de vue une grande importance. A Saint-Vincent, en effet, il n'y a pas de dôme, l'orifice de sortie des nuées ne se trouve plus à la surface du sol, sur un sommet, mais au fond du cratère, qui, on l'a vu plus haut, n'a pas moins de 7 à 800 mètres de profondeur. Il ne faut donc pas comparer une nuée ardente sortant du cratère de Saint-Vincent à celles qui partent des parois du dôme de la Montagne Pelée, mais bien à celles de ce dernier volcan qui, après avoir suivi une marche verticale plus ou moins longue, retombent sur les pentes du volcan, soit dans la vallée de la Rivière Blanche, soit sur un côté quelconque, et qui alors ne se meuvent plus que sous l'action de la pesanteur. On peut encore comparer le trajet d'une nuée de ce genre à celui d'une fusée qui serait tirée du fond d'un puits de mine et terminerait sa course peu après avoir atteint l'orifice de celui-ci.

L'explosion qui a projeté ces matériaux jusqu'au-dessus du cratère est donc bien l'homologue des nuées ardentes verticales s'élevant à plus d'un millier de mètres au-dessus de la Montagne Pelée; elle a eu la force de les amener jusqu'au jour, mais non de les disséminer dans l'espace; ils sont retombés lourdement sur les bords de l'orifice, puis sont descendus à la mer par le mécanisme indiqué par MM. Anderson et Flett. Le paroxysme

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

du 7 mai a eu des débuts si rapides (page 43) qu'il ne semble guère possible d'admettre, en effet, que le cratère ait été au préalable rempli de cendres chaudes, mobiles, qui auraient simplement débordé sous l'impulsion d'une poussée plus violente à la façon de la silice pulvérulente (1) ou du charbon chauffé dans un creuset et foisonnant à l'extérieur.

§ III. — Phénomènes à comparer en tout ou partie aux nuées ardentes des volcans des Antilles.

La première idée qui vient à l'esprit d'un observateur, assistant à un phénomène nouveau, est d'essayer d'en généraliser les conséquences et de rechercher si, parmi les faits antérieurement connus et imparfaitement expliqués, il ne s'en trouve pas qui puissent être éclairés par celui dont il est le témoin. C'est pour répondre à cette préoccupation que je passe en revue dans ce paragraphe quelques documents anciens, ayant un rapport plus ou moins certain avec nos nuées ardentes.

Le phénomène observé à deux reprises aux Açores paraît bien leur être identique et, si cette assimilation est exacte, elle a une grande importance théorique, en montrant que la production des nuées ardentes n'est, en aucune façon, liée à la nature du magma dont elles accompagnent la venue au jour, puisque la lave de San Jorge est un basalte très fusible, alors que celle de Saint-Vincent est une labradorite qui l'est moins et celle de la Montagne Pelée une andésite relativement acide, qui l'est moins encore.

L'anéantissement de Saint-Pierre appelle nécessairement le souvenir de celui de Pompéi, d'autant plus que les deux villes se trouvaient dans une position à peu près semblable par rapport à leur destructeur et presque à la même distance de celui-ci. Les documents historiques que nous possédons sur l'éruption du Vésuve de l'an 79 se réduisent aux deux célèbres lettres de Pline à Tacite. Bien que dans l'une d'elles se trouve la description d'un

(1) Cette comparaison a été faite par M. Edward Diwers [**159**], qui a proposé une variante à l'explication de MM. Anderson et Flett concernant l'accroissement du développement de vapeur d'eau au cours de la marche de la nuée admis par eux; il s'est demandé si celui-ci n'a pas été fourni en partie par le sol humide au contact des matériaux chauds. Une semblable source de vapeur n'a pu être qu'insignifiante, l'échauffement du sol demandant un certain temps, incompatible avec la rapidité du passage de la nuée; la quantité de vapeur constituant une nuée ne subissait pas de variation, suivant que celle-ci roulait sur un sol humide ou sur le trajet encore chaud d'une nuée précédente. Voir aussi, au sujet des expériences de M. Martini sur la silice pulvérulente, la note de M. Guebhardt *Bull. Soc. géol. France*, 4e série, t. II, 1902, 271.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nuage volcanique (1) qui, à certains égards, fait songer à une nuée ardente, et que l'hypothèse d'un phénomène de ce genre puisse se défendre à l'aide de quelques-unes des découvertes archéologiques faites dans la ville morte de la Campanie (notamment l'attitude des cadavres), je ne crois pas qu'il soit possible d'arriver à une certitude à cet égard; dans tous les cas, la place me manque ici pour discuter cette question (2) avec tous les détails qu'elle comporterait et, pour l'instant, je me contente de l'indiquer.

Enfin je consacre un paragraphe à des avalanches de pierres, produites au cours d'éruptions de volcans andésitiques du Japon et de Java : leurs résultats paraissent très analogues à ce que nous avons vu dans la vallée de la Rivière Blanche, sans que cependant, au moins pour la dernière région, le phénomène semble avoir été accompagné par la production d'une nuée; s'il en a été ainsi, la comparaison avec les avalanches des pays de montagnes peut se défendre d'une façon complète.

1° *Les nuées ardentes de San Jorge (Açores).*

L'article publié par M. Fouqué sur *San Jorge et ses éruptions* (3) m'a mis sur la trace des documents qui vont être discutés plus loin.

Deux éruptions ont désolé cette petite île des Açores en 1580 et en 1808. En 1580, il se produisit tout d'abord une série de tremblements de terre; le 1er mai, de violentes explosions ouvrirent simultanément deux bouches dans le centre de l'île : des pierres et de la cendre en furent projetées, puis plusieurs coulées de *lave basaltique* ne tardèrent pas à en sortir; cette première éruption fut signalée par le phénomène que les contemporains ont appelé les *nuées ardentes*.

L'éruption de 1808 fut la reproduction de la précédente; elle débuta également le 1er mai; de nombreuses bouches de sortie se firent jour le long d'une même fente rectiligne donnant d'abondantes projections verticales de cendres, puis des coulées de lave; les nuées ardentes se reproduisirent du 17 mai jusqu'au commencement de juin, accompagnant

(1) « Ab altero latere nubes atra et horrenda, igneï spiritûs, tortis vibratisque discursibus rupta, in longas flammarum figuras dehiscebat : fulgoribus illæ et similes et majores erant..... nec multò post, illa nubes descendere in terras, operire maria. Cinxerat Capreas et absconderat : Miseni quod procurrit, abstulerat. » (Liv. VI, lettre XX.)

(2) M. Heilprin [**99**, 120] a discuté cette question, en se prononçant pour l'affirmative.

(3) *Revue scientif.*, Paris, 1872-73 (1198-1201).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

à la fois des projections verticales de cendres et des coulées; à partir du 10 juin, les manifestations éruptives allèrent en décroissant.

C'est l'analogie vraisemblable de ce phénomène avec celui de la Montagne Pelée qui m'a conduit à adopter le nom de *nuées ardentes* à la place de celui de *nuages denses* que j'ai employé au début de mes recherches sur cette question. Voici maintenant les renseignements trouvés sur les nuées ardentes des Açores et consistant en une traduction libre de quelques passages publiés, sous le titre de *Vulcanismo nos Açores Erupçao na ilha de S. Jorge*, dans les *Archivos dos Açores*.

1580 (1). — Sur ces entrefaites, il arriva qu'une douzaine d'hommes, voulant sauver certains objets renfermés dans une maison située près de la mer, s'y rendirent en bateau. Quelques-uns d'entre eux débarquèrent, mais, dès qu'ils eurent pénétré dans la maison, celle-ci fut enveloppée par un nuage. L'un d'eux sortit pour se rendre compte de ce qui se passait et courut vers le bateau; il fut atteint par le nuage et fut brûlé de telle façon que toute sa peau tomba. La maison et tous ceux qui y étaient renfermés furent brûlés. Les gens du pays, voyant que ces nuages les brûlaient, s'embarquèrent pour les autres îles ... Parmi d'autres effets étonnants, on remarquait qu'en dehors du feu qui était projeté et qui coulait vers la mer par-dessus les terres [coulées de laves], se produisaient des nuages de feu jetant partout la panique. Là où tombaient ces nuages, tout était consumé : peau, cheveux. Un de ces nuages brûla les cinq hommes qui étaient dans le bateau et l'on eut beaucoup à craindre pour leur guérison, tant leurs brûlures étaient graves. D'autres personnes moururent misérablement en allant sauver leurs biens....

1808 (2). — ... Le 17 du même mois, le vicaire d'Urzelina était en train de travailler dans l'église, lorsqu'un ouragan de feu ou un volcan fit explosion en envahissant toutes les terres labourables.... Un nuage ardent coula jusqu'au-dessous de l'église, brûlant plus de trente personnes qui se trouvaient soit dans cette église, soit dans les champs. En s'approchant de la chapelle du Christ, ce nuage voila la lumière du soleil et produisit une nuit effroyable. Le vicaire crut que sa dernière heure était venue,... mais le jour revint peu à peu. Il sortit alors de la chapelle, il rencontra le vicaire de Manadas et un autre prêtre, tous deux étaient brûlés. Des personnes qui les accompagnaient, les unes moins gravement atteintes s'en allèrent chez elles, d'autres ne purent le faire et restèrent dans la chapelle et les maisons voisines; les unes avaient la peau des mains et des pieds enlevée, les autres étaient tellement enflées et noires qu'elles étaient méconnaissables, d'autres avaient les jambes cassées ou rendaient le dernier soupir.

Et l'auteur du récit ajoute : « Ce fut là le plus terrible des événements qui accompagnèrent l'éruption; il se manifesta la première fois après que les laves avaient commencé à couler et produisit ainsi les plus grands ravages. L'activité des cratères paraissait presque terminée, mais ce calme fut suivi par l'éruption d'un nuage obscur qui se traînait sur le sol en descendant les pentes de l'île jusqu'à la mer; il avait une force prodigieuse, détruisait et brûlait tout ce qui se trouvait sur son passage. Les personnes qui le respiraient mouraient sûrement. Les effets de ce phénomène rappellent ceux du simoun du désert qui, dans ce cas, devrait s'appeler *simoun volcanique*. »

Un autre récit nous fournit encore quelques renseignements complémentaires intéressants.

(1) *Archivos dos Açores*, nº 8, vol. II, 1880, 1881.
(2) *Ibid.*, V, 1884 (437).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

« Le premier qui parut sortant des cratères et se traînant sur les flancs de l'île ravagea la campagne et les bois et arriva près de la mer où il brûla plus de trente personnes, puis continua sa marche sur la mer, dans laquelle il jeta une de ces personnes. L'émission de lave continua, se divisa en cinq branches qui arrivèrent à la mer et en même temps se produisirent des nuées ardentes.... Des phénomènes que nous venons d'exposer, celui qui paraît devoir attirer le plus l'attention des géologues est celui des nuées ardentes. Elles s'échappaient des cratères après un arrêt de l'activité de ceux-ci; elles étaient chargées d'une poussière humide [?] qui les alourdissait et les faisait ramper sur la terre, le long des pentes jusqu'à la mer. Elles avaient une grande force de translation; l'introduction de la plus légère partie de ces nuages dans les poumons amenait la mort. »

Ces descriptions ne laissent guère de doute sur l'identité du phénomène observé à San Jorge et de celui qui a détruit le Morne-Rouge; nous y retrouvons l'indication d'actions calorifiques et physiologiques intenses, d'actions mécaniques notables; les matériaux transportés semblent n'avoir été que de la cendre fine. Il est intéressant de remarquer que la lave épanchée à San Jorge est plus basique que celle des Antilles : c'est en effet un *basalte*; les nuées sont indiquées comme s'étant produites *après l'arrêt* d'activité du cratère : elles sont donc, elles aussi, le résultat du débouchage d'un orifice qui, dans ces cas particuliers, laissait échapper une lave très fusible.

2° *Les avalanches de pierres des volcans andésitiques du Japon et de Java.*

Japon. — L'éruption du Bandai-San (15 juillet 1888) a présenté quelques phénomènes qui ne sont peut-être pas sans analogie avec ceux des Antilles, bien que les matériaux projetés paraissent avoir été uniquement empruntés au vieux sol. Après une série de violentes explosions, une partie de la montagne de Kobandai (estimée à $1^{kmc},2$) a été détruite par une explosion formidable; une portion des matériaux a été projetée verticalement dans l'atmosphère sous forme de cendres fines, tandis qu'une autre a formé une avalanche de terre et de blocs, qui a roulé dans deux vallées à 120° l'une de l'autre, en se déplaçant avec une vitesse accélérée, qui a atteint 21 mètres à la seconde; l'un des courants s'est prolongé sur une longueur de 9 kilomètres. La surface de ces amas de produits transportés, couverte de blocs et de terre bientôt transformée en boue, a été de 70 kilomètres carrés; l'épaisseur de ces matériaux a atteint par places jusqu'à 40 mètres; ils ont été ensuite recouverts par les produits de la chute des matériaux fins. Les flancs de la montagne ont été en outre ravagés par un

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

terrible vent, *rayonnant à partir du cratère*, entraînant de la vapeur d'eau et des cendres ; tout fut détruit sur son passage : des forêts d'arbres de 1 mètre de diamètre ont été dévastées, les arbres ayant leur tête rejetée du côté opposé au cratère. D'après les effets mécaniques produits, la vitesse de ce vent a dû être d'au moins 40 mètres à la seconde. La topographie a joué un rôle important dans ce phénomène : la dévastation a été maximum, en effet, dans la vallée de Biwa Sawa s'ouvrant du côté du volcan par un col en forme de V. La relation entre la marche de ce vent et celle de l'avalanche n'a pas été établie par MM. Sekiya et Kikuchi, qui ont donné une intéressante description de cette éruption (1) ; n'y a-t-il pas eu là quelque chose de comparable à nos nuées?

Java. — Les volcans de Java fournissent d'autres exemples d'avalanches sèches produites au cours d'une éruption. M. Fennema a décrit (2) en ces termes une des phases de l'éruption du Semérou, en 1885 :

> La lave s'y est élevée jusqu'aux bords du cratère, et, sans qu'il y ait eu d'éruption particulièrement violente, la pression hydrostatique a fait céder ce bord dans sa partie la plus faible, qu'elle a refoulée au dehors ; le courant de lave qui s'y est fait jour a creusé, dans le manteau du volcan, une large vallée aux parois abruptes, et la masse gigantesque de matériaux meubles qui se sont, de la sorte, mis en mouvement, s'est précipitée le long du versant escarpé et a enseveli la plaine qui se trouve au pied sous une avalanche de pierres.

La portion refoulée hors du cirque du Semérou mesurait plus de 100 mètres de largeur et 220 de hauteur ; la région dévastée avait 6 kilomètres carrés sur 65 et l'épaisseur moyenne des apports a été de 4 mètres. L'avalanche est descendue le long des pentes de la montagne avec une vitesse telle qu'aucune des personnes se trouvant au pied de la pente n'a pu se sauver. Cette avalanche se mouvait au ras du sol ; elle était déviée par de faibles accidents topographiques ; c'est ainsi qu'une petite colline de verdure est restée intacte au milieu des champs de dévastation.

MM. Verbeck et Fennema ont expliqué par le même mécanisme la catastrophe du Papandaïan survenue dans la nuit du 11 au 12 août 1772. Les témoins de l'époque racontent qu'à la suite d'une violente éruption du cratère qui ne dura que cinq minutes il se produisit une formidable avalanche de pierres ; et l'on vit s'écrouler une partie de la crête dominant l'ouverture du volcan qui mesurait 600 mètres de large et probablement

(1) *J. Coll. of sc. Tokio*, III, 1890 (106 et 114).

(2) Verbeck et Fennema, *Description géologique de Java et de Madoura*. Amsterdam, 1896, II (716-718).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

plus de 100 mètres de hauteur. Une coulée de lave s'en serait échappée, mais serait restée figée le long de la pente. Cette avalanche a couvert une surface d'environ 20 kilomètres carrés d'une épaisseur de 3 mètres de matériaux à haute température. 2957 personnes ont péri dans cette catastrophe ; au milieu de la zone dévastée, un îlot de terrain couvert de bananiers et habité par 40 personnes est resté intact. D'après les géologues hollandais, des éruptions semblables se seraient produites à plusieurs reprises dans ces volcans andésitiques, de même que dans celui de Tengguer.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE IX

LES APPORTS SOLIDES APRÈS LEUR DÉPART DU DÔME; LES PHÉNOMÈNES SECONDAIRES PRODUITS PAR EUX OU A LEURS DÉPENS.

§ I. — Les apports solides.

1° *Leur nature et leur origine.*

Comme dans la plupart des éruptions volcaniques, les matériaux solides des projections ont consisté en blocs, en lapillis et en cendres. Ils ont été substantiellement de même nature, aussi bien lorsqu'ils ont été transportés par les projections verticales que par les nuées ardentes, mais les proportions relatives des différentes catégories de roches qui les constituent ont parfois varié dans chacun de ces deux types de manifestations volcaniques; par contre, les dépôts édifiés par l'un ou par l'autre présentent entre eux des différences profondes à la fois dans leur distribution et dans leur importance relative.

Les blocs, les lapillis et les cendres ne se distinguent les uns des autres que par leurs dimensions et je montrerai plus loin (Deuxième partie) que les matériaux les plus fins sont dus au concassage plus ou moins complet de ceux de plus grande taille. On doit, au point de vue de leur origine, distinguer parmi ces matériaux projetés deux catégories de roches : 1° des fragments arrachés au substratum du volcan; 2° des portions du magma en voie d'ascension ou déjà consolidé sous forme de dôme.

Les matériaux anciens. — Une masse énorme de roches du vieux sol a été projetée au début de l'éruption, si l'on en juge par les dégradations subies par la caldeira de l'Étang Sec, sans compter les roches qui ont dû être arrachées aux canaux souterrains du volcan; mais, ces matériaux anciens ont été noyés dans une telle quantité de produits récents que leur présence est relativement peu apparente dans les accumulations non

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

remaniées qu'ont édifiées les éruptions de mai. Dans les éruptions postérieures, les roches du substratum ont joué un rôle de plus en plus faible; on n'en trouvait qu'en très petite quantité sur les bords du cratère. Quant à celles dont j'ai constaté la présence dans la Rivière Blanche après l'éruption du 30 août, elles provenaient manifestement de l'élargissement de l'ouverture en V du cratère, produit à cette dernière date. Je discuterai dans la partie pétrographique de ce livre les caractères propres à ces matériaux anciens (tufs ponceux, andésites; ponces, enclaves homœogènes des andésites anciennes, gabbro ouralitisé du substratum inaccessible à l'observation), dont quelques-uns ne sont pas toujours faciles à distinguer de certains des types de la lave actuelle, quand ils ne renferment pas de produits de décomposition.

Il existe une différence frappante entre les éruptions actuelles de la Montagne Pelée et celles de Saint-Vincent au point de vue de l'abondance des fragments du vieux sol dans les produits de projection; dans ce dernier volcan, en effet, les fragments anciens (labradorites, enclaves homœogènes, cornéennes métamorphiques, quartz, silex, etc.) sont très abondants.

Les matériaux récents. — Les matériaux récents, qui constituent la plus grande partie des produits de projection, consistent en fragments du dôme rejetés à l'état solide (1) et en portions du magma lancées à l'état pâteux (bombes refroidies pendant leur trajet aérien). On trouve donc, soit sous forme de blocs, soit sous celle de lapillis ou de cendres, toutes les variétés d'andésite dont il a été question dans l'étude du dôme, et c'est par l'étude de la distribution de chacune d'entre elles dans le temps qu'il m'a été possible de suivre pas à pas les phases de l'évolution minéralogique de celui-ci. J'ai donné déjà de nombreux détails sur ces roches à l'occasion des nuées ardentes et du dôme, il me suffira donc d'indiquer ici que les types les plus fréquents dans les projections verticales correspondent aux types I à III de l'andésite, le type IV étant beaucoup plus rare et localisé dans le temps. Quant aux ponces, elles ont été exceptionnelles et n'ont été fournies avec une réelle abondance que par les éruptions du 9 juillet et du 30 août et par la nuée ardente du 28 novembre 1902; les premiers explorateurs du volcan ont parlé de ponces rejetées le 8 mai; il

(1) Ce sont eux qui forment exclusivement les produits de l'écroulement plus ou moins tranquille du dôme, qui ont contribué, dans une large part, au comblement de la haute vallée de la Rivière Blanche.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

s'agit là probablement surtout de fragments du vieux sol; l'examen de la cendre tombée sur le *Roddam* me confirme dans cette opinion.

L'éruption du 9 juillet a été à cet égard fort intéressante ; la nuée ardente en effet n'a entraîné dans la vallée de la Rivière Blanche que des ponces, les projections verticales ont parsemé de ponces anguleuses, mélangées de lapillis pierreux, le pourtour du cratère, dans un rayon de 4 à 5 kilomètres, mais au delà ne sont parvenus que des fragments pierreux. Cette différence est probablement due à la légèreté des ponces qui, pour un poids très faible, subissaient de la part de l'air une résistance trop considérable pour pouvoir être transportées à de grandes distances, tandis que les andésites pierreuses de la carapace du dôme, plus denses, formaient de bons projectiles.

Usure des lapillis. — Les lapillis recueillis sur les bords du cratère étaient anguleux, à cassure fraîche, à arêtes parfois tranchantes comme du verre (type obsidiennique), mais tous ceux ramassés à quelque distance de leur point d'origine, qu'ils aient été charriés par les nuées ardentes ou projetés verticalement, étaient plus ou moins usés par frottement. Tel était particulièrement le cas pour la roche formant la plus grande partie des lapillis et constituée par une andésite imparfaitement ponceuse du type II, passant au type III. Sur les bords du cratère, les lapillis de ce type ont une surface âpre au toucher, par suite de la forme aiguë des aspérités ponceuses, mais à une faible distance du volcan la pâte est usée et les phénocristaux, eux-mêmes arrondis, apparaissent en relief ; parmi eux, les plagioclases frappent tout d'abord les yeux.

Quant aux ponces, elles sont d'ordinaire arrondies, ce qui s'explique par leur faible dureté et leur fragilité due à leur structure poreuse ; il faut toutefois faire exception pour celles qui, lors de l'éruption du 9 juillet, ont été lancées par les projections verticales en dehors de la Rivière Blanche dans laquelle s'est engagée la nuée ardente. Elles s'y trouvaient clairsemées ; par suite, elles n'ont pas subi les énergiques frictions qui ont arrondi les roches similaires comprises dans la nuée elle-même; leurs angles étaient remarquablement vifs ; du côté du Précheur, elles ressemblaient à de petits morceaux de sucre cassés irrégulièrement.

Les cendres. — Les cendres variaient beaucoup d'aspect suivant les conditions dans lesquelles elles étaient recueillies (1) ; des causes diverses, en

(1) On verra plus loin que le ruissellement superficiel faisait très rapidement disparaître les

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

effet, intervenaient pour y déterminer un classement mécanique, soit par ordre de dimension, soit par densité et souvent même par les deux causes réunies. Au voisinage même du volcan, dans les maisons dont les ouvertures étaient obturées, la cendre pénétrait par les moindres interstices, subissant ainsi un véritable tamisage ; c'est ainsi qu'il était curieux de comparer, au point de vue de la dimension de ses éléments, la cendre remplissant le caveau de la Banque de Saint-Pierre et certaines maisons fermées du Parnasse ou du Précheur, avec celle tombée à l'air libre dans le voisinage. Dans ce dernier bourg, en pénétrant par une fenêtre dans la mairie, j'ai enfoncé jusqu'à mi-corps dans une cendre si fine et si peu tassée qu'il était possible de s'y déplacer sans grande difficulté.

A plus grande distance du volcan, dans le Sud de la Martinique, ou à la Guadeloupe et plus au Nord, après l'éruption du 30 août, les parties fines ont seules été transportées par le vent, mais il s'est produit en outre un classement par ordre de densité, facilité par la durée du trajet aérien : les fragments les plus légers, c'est-à-dire le verre et les feldspaths, ont été en moyenne transportés plus loin que les pyroxènes et la magnétite.

Ce classement mécanique, quelle qu'en soit la cause, a déterminé dans la composition chimique des cendres des modifications sur lesquelles j'insisterai plus loin, en montrant que ces cendres présentent, suivant les points où elles ont été recueillies, une fixité de composition chimique beaucoup moins grande que les fragments pierreux de grosse taille qui les accompagnent, bien que leur origine soit la même. Ces variations de composition avec la distance ont été aussi observées sur les cendres de la grande éruption (7 mai) de Saint-Vincent qui ont été recueillies à grande distance du volcan.

2° *Distribution dans l'espace des matériaux projetés.*

Afin de bien mettre en évidence la complexité du phénomène de la distribution dans l'espace des matériaux projetés, il est nécessaire de l'étudier successivement au voisinage du volcan, dans un rayon de 5 à 6 kilomètres par exemple, et ensuite à plus grande distance.

Voisinage du volcan. — *a.* Projections verticales. — Théoriquement,

parties fines des cendres et ne laissait apparent qu'un *sable volcanique* constitué par des particules plus grossières et par les lapillis.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

une projection partant d'un orifice béant, orienté verticalement, envoie à une hauteur plus ou moins grande, qui, dans le cas de l'éruption actuelle, a parfois dépassé 10 kilomètres, une masse considérable de matériaux de toutes dimensions, entraînés par les gaz et par la vapeur d'eau. Ces projectiles, s'ils ne sont sollicités par aucune force autre que celle de la pesanteur, à dimensions égales, retombent en des points d'autant plus éloignés de la bouche de sortie que leur trajectoire est plus inclinée sur la verticale; ils forment ainsi, autour du cratère, des dépôts, dont l'épaisseur et dont la dimension des éléments constitutifs varient en raison inverse de la distance à la bouche de sortie. Les matériaux de grande taille de l'éruption actuelle ont été soumis à cette loi de distribution symétrique; les blocs et les bombes craquelées sont retombés dans un rayon d'environ 3 kilomètres à partir du cratère, mais ils n'ont été véritablement très nombreux que dans un rayon de 1 kilomètre ou 2 à partir de celui-ci (1). Une fois tombés à terre, sur les pentes abruptes de la montagne, ils ont naturellement roulé et ont pu alors arriver beaucoup plus loin. Après le 9 juillet et au commencement d'octobre (2), leur abondance sur les arêtes étroites Sud et Sud-Est de la montagne était telle que leur accumulation dépourvue de stabilité rendait difficiles les abords du cratère; au mois de mars 1903, lors de notre dernière ascension, ils avaient presque tous été entraînés dans les vallées.

Les pentes moins raides de la base du morne Aileron (flanc Sud du volcan) étaient particulièrement favorables pour l'étude de l'action des grosses bombes sur le sol; celui-ci semblait avoir subi un bombardement. On y voyait en effet beaucoup de trous, plus ou moins elliptiques, dont le grand axe était dirigé du côté du cratère; ils avaient fréquemment de 10 à 15 mètres de grand diamètre et plus de 2 mètres de profondeur; ils étaient ouverts du côté de la vallée; la bombe intacte qui les avait creusés ou ses débris étaient parfois encore en place. Nous avons trouvé en très grande abondance des trous de ce genre, récemment creusés, sur les bords du cratère de la Soufrière de Saint-Vincent, lors de notre ascension du 3 mars 1903. Le volume des plus grosses bombes lancées verticalement à la Montagne Pelée ne me paraît pas

(1) Lors de l'éruption du Krakatau (Verbeck, *Krakatau*, 127), des blocs de ponce, ne dépassant pas 1 mètre cube, ont couvert une zone de 15 kilomètres à partir du cratère; des blocs assez gros sont parvenus jusqu'à 40 kilomètres et des fragments ponceux de la grosseur d'une fève jusqu'à 80 kilomètres.

(2) Les projections de la fin d'août paraissent avoir été inclinées vers le Sud : les bombes étaient en effet plus nombreuses dans cette direction que dans toute autre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

avoir dépassé une dizaine de mètres cubes; elles étaient en général de dimensions beaucoup moindres.

Influence du vent. — Lors des paroxysmes, une grande quantité de matériaux de plus petite taille, et en particulier des cendres fines, sont aussi tombés d'une façon régulière sur les flancs du volcan, mais une partie d'entre eux ont subi une déviation très marquée dans la direction de l'Ouest et de l'Ouest-Sud-Ouest où les poussait l'alizé; lors des explosions plus faibles, ces vents ont eu une influence capitale sur cette distribution. Dès les premiers jours de l'éruption, en effet, les habitants de Saint-Pierre ont vu la classique colonne de vapeur s'élever verticalement du cratère, formant au-dessus de celui-ci un panache en parasol; parfois les cendres retombaient presque sur place (6 et 7 mai), mais le plus souvent la colonne s'inclinait du côté du Précheur; aussi, dès le début de l'éruption, le secteur compris entre le cratère, la Rivière Blanche et l'anse du Céron a-t-il été, d'une façon presque permanente, enveloppé dans un nuage de cendres. Alors que l'on n'avait encore constaté que quelques millimètres de cendres à Saint-Pierre, les maisons du Précheur s'écroulaient déjà sous le poids de celles qui y étaient tombées : cette influence du vent sur la distribution des cendres est bien mise en évidence par les estimations suivantes faites le 6 mai (*Les Antilles*, numéro du 7 mai) : l'épaisseur de la cendre était alors à Saint-Pierre de $4^{mm},8$, au Fonds Coré (à l'arrêt du tramway) de 5 centimètres, à l'usine Guérin de 6 centimètres, de 10 centimètres à l'habitation Isnard (d'en bas) et, en se rapprochant à la fois du Nord et du cratère, de 34 centimètres à l'habitation Préville et de 60 à 80 centimètres à la Grande Savane (voir la carte page 223). C'est cette particularité qui a conduit beaucoup d'habitants du Précheur à fuir le bourg et à venir se réfugier à Saint-Pierre où la nuée du 8 mai les a fait périr, alors que leurs compatriotes restés chez eux n'ont eu à souffrir que de la cendre refroidie entraînée par le vent.

Cette influence de l'alizé sur la distribution des cendres est une caractéristique des volcans des régions équatoriales. M. Sapper a, en effet, signalé [**144**] des faits du même genre lors de l'éruption (octobre 1902) du volcan de Santa-Maria (Guatemala). Tandis que le village, situé à 6 kilomètres du cratère, n'a guère reçu que des matériaux d'une certaine dimension, les cendres au contraire ont été entraînées vers l'Ouest et s'y sont accumulées dans une bande relativement étroite, mais longue de plusieurs centaines de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

kilomètres, plus épaisse en son milieu que sur ses bords. On a vu dans le chapitre I que la même particularité a été constatée dans toutes les vieilles éruptions de la Guadeloupe et dans celle de la Dominique en 1880.

b. Nuées ardentes. — Le caractère essentiel de la distribution des matériaux entraînés par les nuées ardentes est tout différent de celui des matériaux des projections verticales; il consiste, en tout cas, dans sa *dyssymétrie* par rapport au cratère, qui est la conséquence de la direction de propagation des nuées et de l'existence de l'échancrure en V ouverte dans la paroi Sud-Ouest de celui-ci; le secteur Sainte-Philomène-Saint-Pierre, et surtout la vallée de la Rivière Blanche, ont été (sauf le 30 août), à l'exclusion de toute autre partie de la Montagne Pelée, directement couverts par ces nuées ardentes, de telle sorte que pendant l'hiver 1902-1903 des dépôts ayant une épaisseur d'un nombre respectable de dizaines de mètres se sont accumulés dans la vallée de la Rivière Blanche, alors qu'il ne tombait rien sur le bord oriental du cratère et *a fortiori* sur les flancs Est et Sud de la montagne. Contrairement à ce qui se passait pour les projections verticales, le vent ne jouait aucun rôle sur la marche des nuées et par suite sur la distribution de leurs dépôts; il agissait seulement à la fin de leur course, pour entraîner vers l'Ouest les particules fines de cendres restées en suspension dans l'air; elles s'y superposaient aux apports des projections verticales.

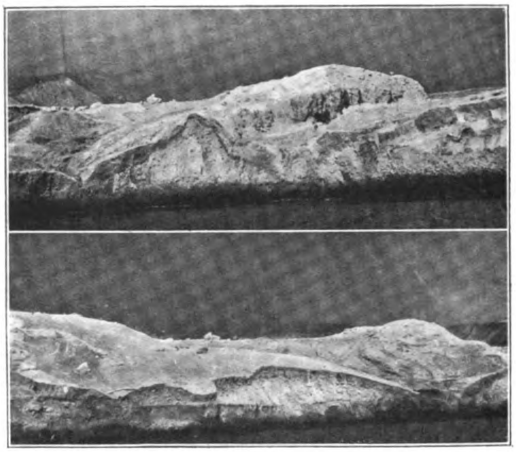


Fig. 156. — La figure supérieure représente la falaise que recouvre le conglomérat de l'usine Guérin; la figure inférieure est une photographie faite à peu près sur l'emplacement représenté par la figure 66; elle montre l'importance des apports des éruptions d'août. (Photographie faite le 16 décembre après le passage de la nuée ardente.)

3° *Les dépôts formés par les produits de projection.*

Les considérations qui viennent d'être exposées et tout ce qui a été dit

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

plus haut dans la description de chaque éruption me permettront d'être bref sur les dépôts dus à ces deux catégories de projections.

La disposition topographique des pentes très raides du sommet de la Montagne Pelée et l'existence de vastes entonnoirs aboutissant aux cañons par lesquels débutent ses vallées, ont rendu facile la concentration dans celles-ci des matériaux projetés verticalement qui y ont été entraînés soit par le

Fig. 157. — Les matériaux récents, profondément entamés par l'érosion, dans un élargissement de la haute rivière Falaise (mars 1903); dans le fond, la falaise de conglomérat ancien recouvert par le tuf ponceux. (A comparer à la figure 5, représentant la vallée de la Wallibu, à Saint-Vincent.)

ruissellement superficiel, soit par la seule action de la gravité; ils ont pu dans ce dernier cas conserver pendant longtemps leur haute température; ces conditions ont été réalisées dans la rivière Falaise et dans celle de Basse-Pointe. J'ai particulièrement étudié la première de ces rivières; la figure 1 de la planche XVIII représente le haut de son bassin de réception. Les éruptions de mai et particulièrement celle du 20 y ont formé, au pied du col de la Calebasse, en amont d'un étranglement, une accumulation de matériaux très chauds, ayant plus de 20 mètres d'épaisseur et aux dépens desquels se sont produits d'importants phénomènes secondaires (soi-disant cratère de la Falaise) qui ont été observés pour la première fois le 21 mai.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Fig. 158. — Les cendres à haute température, entamées par l'érosion, remplissant la vallée de la Rivière Sèche ; les parties blanches mises à nu par de récents éboulements n'ont pas encore été refroidies superficiellement. (Photographie faite le 23 juin 1902.)

Fig. 159. — Les cendres à haute température de la vallée de la Rivière Sèche adossées à une falaise de tuf ancien. (Photographie faite le 2 juillet 1902, du voisinage de l'ancienne habitation Rousseau.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Quand, au cours de l'hiver, je suis descendu dans le fond de ce ravin, j'ai constaté que la partie superficielle de ce conglomérat était essentiellement constituée par des ponces (fig. 167) et des bombes craquelées à centre ponceux, provenant très certainement des éruptions du 9 juillet et du 30 août. Les belles coupes fournies par l'érosion (pl. XVIII, fig. 1 à 4) montrent que ces ponces recouvrent des fragments, de petits blocs (1), des bombes craquelées d'andésite pierreuse. Toutes ces roches sont disposées sans

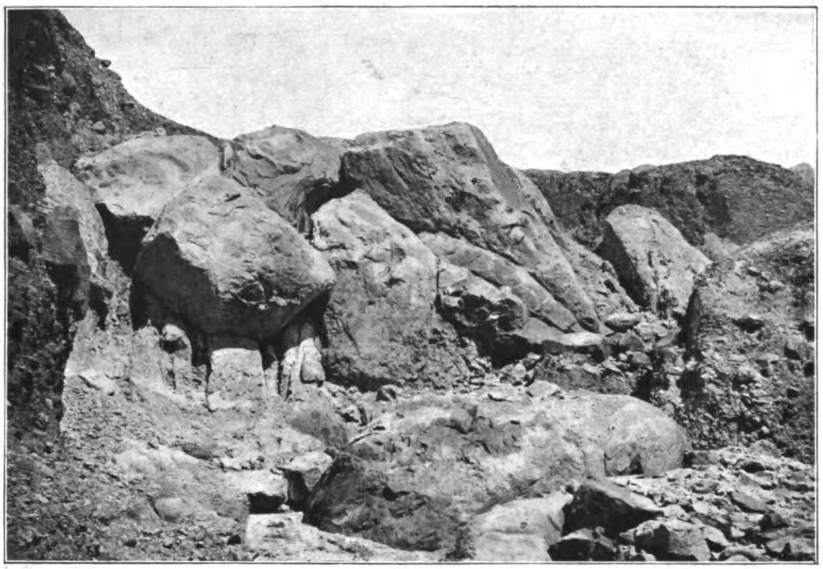


Fig. 160. — Structure chaotique des apports des nuées ardentes mise en évidence par l'érosion ; au milieu de la figure se voit un groupe de gros blocs. (Rivière Sèche à environ 5 kilomètres du dôme.)

ordre, mais présentent cependant par places une stratification grossière, indiquant qu'elles n'ont pas été accumulées en une seule fois et que les divers convois de matériaux n'étaient pas toujours formés de matériaux de mêmes dimensions. La structure de ces conglomérats se distingue bien de celle des dépôts torrentiels formés en aval (par leur remaniement), qui sont plus ou moins régulièrement stratifiés et classés mécaniquement. Il est assez vraisemblable que des nuées ardentes (notamment celles d'août)

(1) Les accumulations de cendres et de lapillis, formées en dehors de la zone riche en bombes, présentaient une structure plus régulière : au Précheur, après le 9 juillet, sur les marches des escaliers des maisons, les petites couches de ponces blanches reposaient sur des lits de cendres et de lapillis gris, non ponceux, des éruptions de mai ; en octobre, ces lits ponceux étaient recouverts par une couche dont la constitution pétrographique était identique à celle de la base.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ont aussi contribué à la production de ces accumulations de matériaux solides, mais il n'est pas possible de le démontrer; en tout cas, elles n'ont pas transporté de ces blocs de très grosse taille, si caractéristiques des apports des nuées ardentes du flanc occidental de la montagne.

Si les apports des nuées ardentes sont beaucoup plus limités en surface que les précédents et étroitement localisés sur l'un des flancs du volcan

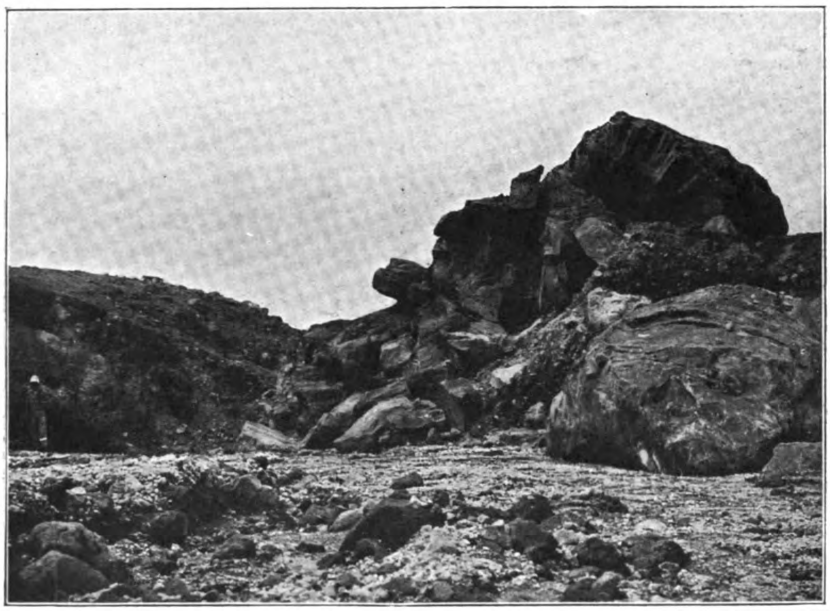


Fig. 161. — Un bloc de lave récente, apporté par une nuée ardente dans la vallée de la Rivière Sèche et brisé par retrait au cours de son refroidissement sur place.

seulement, ils sont par contre beaucoup plus épais; comme les matériaux qui les constituent ont été accumulés dans un temps très court, sur un espace relativement faible, et qu'ils contiennent en abondance des blocs de dimensions souvent colossales, ils ont été soustraits aux nombreuses causes de refroidissement rapide qui ont atteint les produits des projections verticales; même quand les cendres fines y abondent, ils ont pu conserver leur haute température pendant fort longtemps. Ce sont eux surtout qui, en se refroidissant lentement ou brusquement, sous l'action de diverses causes, ont donné naissance à la plupart des phénomènes secondaires qui vont être décrits plus loin. De plus, les matériaux transportés par ces nuées, à l'inverse

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de ceux projetés verticalement, une fois partis du dôme, quelle qu'ait été la cause de leur mise en marche, n'ont pas été soumis aux actions, s'exerçant en sens inverse, de la force de projection et de la gravité; ces deux actions se sont combinées, au lieu de se combattre, et c'est pourquoi des blocs de plusieurs centaines de mètres cubes ont pu arriver jusqu'à la mer, c'est-à-dire à 6 kilomètres de leur point de départ; nous ne trouvons donc plus

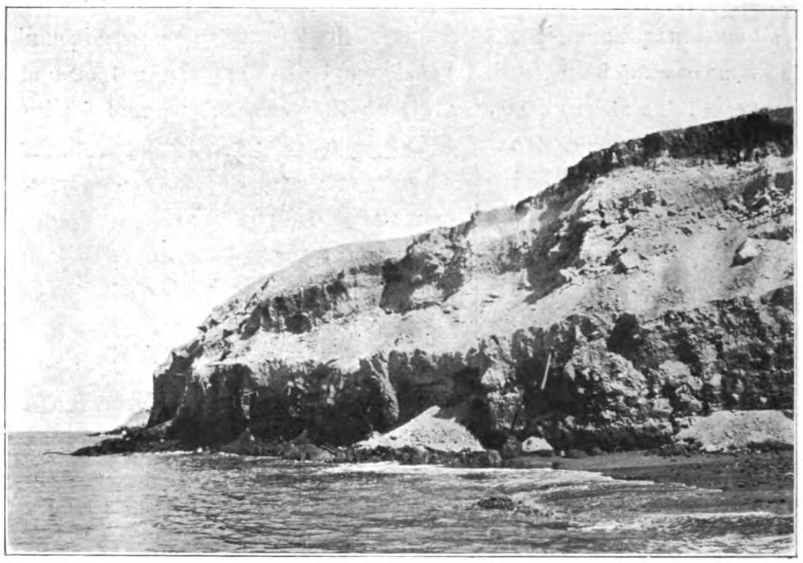


Fig. 162. — Falaise composée à la base par le conglomérat ancien du delta torrentiel des Rivières Sèche et Blanche, et à la partie supérieure par les apports récents des nuées ardentes (juin 1902) ; une tige de fer visible sur le premier tiers de la figure (à droite) indique le niveau du vieux sol.

là ce classement par ordre de grosseur, à partir du cratère, qui est si caractéristique des projections verticales.

J'ai insisté plus haut sur les curieux caractères que présentaient les dépôts des nuées ardentes, aussitôt après le passage de celles-ci; leur étude était fort intéressante pour démêler le mécanisme de la marche de ces nuées, mais ils n'ont laissé aucune trace géologique durable et je n'ai par suite plus à m'en occuper ici.

Ce qu'il faut retenir de la structure des accumulations de matériaux solides formées par les nuées ardentes, c'est qu'elle est essentiellement chaotique; des blocs et des fragments plus ou moins arrondis de toute grosseur et par-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

fois de dimensions colossales, de composition minéralogique uniforme, sont mélangés avec de la cendre (fig. 160, 162, 163); les bombes craquelées et les débris du vieux sol ne se rencontrent que dans les apports des très grands paroxysmes. Fréquemment on y trouve des fragments à angles vifs formés par la rupture sur place (consécutive au refroidissement) de blocs de plus grande dimension (fig. 161); des cannelures profondes se produisent parfois

Fig. 163. — Les dépôts récents des nuées ardentes reposant sur un conglomérat ancien; les gros blocs n'apparaissent que dans les éboulis. (Petit ravin débouchant sur la rive droite de la rivière des Pères.)

à la surface des blocs par suite de leur entre-choquement mutuel. Enfin, en raison de la haute température à laquelle ces matériaux ont été émis, les fragments de bois qui abondent dans les conglomérats des nuées du début de l'éruption y sont toujours carbonisés.

Ces agglomérations de matériaux transportés à sec et à très haute température constituent un type nouveau de dépôts volcaniques, très distincts des brèches ignées dont il a été question dans l'histoire du dôme et qui, elles, rappellent les brèches ignées andésitiques du Cantal. Elles se rapprochent davantage des conglomérats boueux, dont la structure est aussi chaotique, mais elles s'en distinguent en ce que leurs blocs sont en moyenne moins arrondis; de plus, on n'y observe jamais ce classement par ordre de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

densité et de grosseur, ces intercalations de petits lits stratifiés qui se forment si rapidement dans toutes les formations où l'eau joue un rôle; quand il y existe des ponces, celles-ci ne sont pas pénétrées par la boue fine comme celles des conglomérats boueux; je reviendrai plus loin sur cette comparaison.

J'ai donné dans le chapitre V de nombreuses photographies de la Rivière Blanche, faites immédiatement après le passage de nuées ardentes (fig. 164); la cendre chaude qui en constituait la partie superficielle était si mobile alors qu'une pierre projetée y disparaissait aussitôt; mais peu à peu, sous l'action de la pesanteur et de la pluie (vaporisée aussitôt), ces dépôts se tassaient, la marche à leur surface devenait possible, mais ils restaient toujours peu cohérents. Les figures 158, 163 et 229 représentent des coupes naturelles produites par érosion dans des dépôts de ce genre, soit sur le bord de la mer, soit sur l'emplacement des rivières remblayées et en voie de recreusement. Ces produits d'éboulement de falaises étaient bien vite lavés par les eaux, qui faisaient alors apparaître les blocs de grande taille jusqu'alors en partie cachés par la cendre fine.

Fig. 164. — Vallée de la Rivière Blanche, peu après le passage d'une nuée ardente. (Photographie faite en décembre 1902.)

Dans un pays à climat tempéré, ces dépôts des nuées ardentes auraient pu conserver, au moins par places, leur facies originel et prendre peu à peu de la consistance; mais sous le climat tropical de la Martinique, leur préservation sous leur forme actuelle, même à l'état de lambeaux, est bien problématique; on verra en effet dans les paragraphes suivants l'importance des phénomènes de ruissellement et d'érosion torrentielle, qui commençaient souvent leur œuvre immédiatement après le passage d'une nuée ardente et entremêlaient ses dépôts de conglomérats boueux et de lits stratifiés.

Régions éloignées du volcan. — A plusieurs reprises, au cours des grands paroxysmes, tout ou partie de la Martinique a été couvert d'une mince couche de cendres. Ce phénomène ne s'étant produit que pendant la période où je n'étais pas dans l'île, j'ai cherché à me procurer des renseignements en

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

m adressant à différentes personnes et en faisant faire une enquête générale par la gendarmerie, grâce à l'obligeant intermédiaire du capitaine Lorenzini. Je les ai résumés dans le tableau ci-dessous, dans lequel les diverses communes de l'île ont été distribuées en dix zones, larges de 5 kilomètres à partir du cratère; je ne m'occupe, bien entendu, que des communes situées en dehors de la zone dévastée, celle-ci ayant été considérée plus haut.

		ERUPTIONS PAROXYSMALES.							
		2-3 mai.	8 mai.	17 mai.	20 mai.	26 mai.	6 juin.	9 juillet.	30 août.
5-10	Grand Rivière	* 30	** 30	**	**	**30 à 50	**	**	**
	Macouba	* 30	** 30	**	**	**30 à 50	**	**	**
	Basse-Pointe	*	** 20	** 1	** 40	**30	**	**	** 10
	Ajoupa-Bouillon	* 5	** 20	** 1	** 40	**	**	**	** 10
	Fonds Saint-Denis	*	** 30	**	** 30	**	* 5	** 20	** 10
10-15	Le Lorrain	* 5	** 10	** 5	* 30	** 3	**		** 3
	Le Marigot	* 3	** 5	!	** 25	** 1	* 1		** 5
	Le Carbet	* 3	**40 à 50	**	** 50			** 10	** 50
15-20	Sainte-Marie	*	** 10	*	** 20				** 1
	Gros Morne	* 1	** 10	!	** 15				**
	Balata	* 1	**20 à 30	!	** 5				** 3
	Case-Pilote	* 1,5	** 3	!	** 3		** 3	**	** 20
20-25	La Trinité	* 1	** 5 à 6	*	** 5 à 6		*		*
	Saint-Joseph	* 1	** 2 à 10	* 3	** 3 à 8				* <1
	Schœlcher	* 2	** 10	!	** 2 à 3		** 1 à 2		** 1 à 2
	Fort-de-France	* 1	** 5	* 3					** 1
25-30	Le Robert	*	** 5	!					
	Lamentin	* 2	** 10	!	** 2		* 2		** <1
30-35	Trois Ilets	*	**		**				
	François	* 1	** 7 à 8		*				
35-40	Anses d'Arlet	*	** 4		** 3				
	Diamant	*	** 2		** 1				
	Saint-Esprit	*	**	* 4	** 1				
	Rivière Salée	* 1 à 2	** 2	* 4	** 4				
	Petit-Bourg	* 1 à 2	** 4	* 4	** 4				
40-45	Le Vauclin	*	** 3						
	Trois Rivières	*	** 4		** 3				
45-50	Sainte-Luce	*	* 3 à 4		*				
	Rivière Pilote	*	* 3		*				
	Le Marin	* 1	* 1 2						
50-55	Sainte-Anne	*	* 3 à 4						

Les grandes divisions horizontales correspondent à des zones distantes du cratère de 5 en 5 kilomètres.
(*) Cendres seules; (**) cendres et lapillis; (!) pas de renseignements, mais probabilité de chute d'après la situation géographique, encadrée de localités où il en a été signalé.
L'épaisseur de la cendre est exprimée en millimètres.

Les appréciations sur l'épaisseur de la cendre tombée sont exprimées en millimètres, les nombres sont forcément peu rigoureux; aucune mesure précise n'a été faite et les estimations varient souvent du simple au quadruple; elles manquent pour beaucoup de localités; aussi m'a-t-il paru

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

inutile de m'en servir pour calculer la quantité de cendres tombées sur l'île. Malgré ces incertitudes, on peut tirer de ce tableau quelques conclusions certaines. L'épaisseur de la cendre a varié en raison inverse de la distance du cratère, et cette loi apparaît plus nettement si, au lieu de disposer le tableau par zones, on suit sur une carte la place des divers points d'observation placés au voisinage d'un même rayon mené à partir du cratère ; quelques exceptions à cette règle paraissent très nettement dues à des erreurs personnelles d'observateurs ayant une tendance à voir gros ; on remarquera en particulier que toutes les observations faites au Lamentin donnent des nombres supérieurs à celles concernant Fort-de-France et que des chutes de cendres y sont indiquées certains jours où il ne s'en est pas produit dans les régions plus rapprochées du volcan, ce qui paraît peu vraisemblable.

Trois éruptions seulement ont saupoudré de cendres toute la Martinique, celles du 3, du 8 et du 20 mai. La première a donné uniquement, même au voisinage du volcan, des cendres très fines ; c'est là le premier paroxysme ; l'absence de lapillis à cette date est due très certainement à ce qu'à ce moment l'amas de lave n'était pas encore édifié dans le cratère.

Les 8 et 20 mai, au contraire, les cendres ont été accompagnées de lapillis, qui ont été surtout abondants à la seconde de ces dates. L'appréciation des dimensions maximum des lapillis, qui m'a été indiquée, est trop variable pour que j'aie cru pouvoir la donner ; il semble que dans la troisième zone ils aient rarement dépassé la grosseur d'un œuf de pigeon et ce n'est qu'exceptionnellement qu'à Fort-de-France des lapillis pesant 60 grammes ont été observés le 20 mai (1) ; la moyenne des plus gros ne dépassait guère 2 à 3 centimètres de côté. On m'a remis beaucoup d'échantillons soi-disant tombés dans divers points de l'île, mais dans nombre de cas ce n'étaient autre chose que des fragments du sol même de la localité. On voit dans tous les cas que le 8 mai des lapillis ont été projetés jusqu'à 50 kilomètres du cratère.

Le 17 mai, les cendres n'ont pas été au delà de 30 kilomètres et les

(1) M. Hovey rapporte [**99**, 350] qu'il a été informé qu'à cette date un bloc de 2^{kg},250 serait tombé en rade de Fort-de-France sur le navire norvégien *Helga* et indique que c'est sans doute *1 kilogramme* que l'on a voulu dire : ce nombre lui-même est certainement inexact, de même que l'indication d'après laquelle cette pierre aurait été assez chaude pour enflammer du charbon sur lequel elle serait tombée ; d'après les nombreuses informations concordantes que j'ai recueillies, les lapillis des projections verticales étaient froids à moins de 10 kilomètres du cratère.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

lapillis de 15 kilomètres du cratère. Le 26 mai, les produits de l'éruption ont été limités à la zone de 15 kilomètres ; quant à ceux des paroxysmes du 6 juin et du 9 juillet, ils ont été localisés sur la côte Ouest. Enfin, ceux de l'éruption du 30 août ont été limités, dans la direction du Sud, au parallèle du Lamentin, mais ils ont été transportés à une très grande distance dans la direction du Nord (1).

Mécanisme du transport. — Quel est maintenant le mécanisme du transport au loin de ces menus matériaux ? Ils ne sont certainement pas retombés directement après leur projection, comme ceux du voisinage immédiat du volcan ; la vitesse des cendres et des lapillis transportés à Fort-de-France n'était pas, en effet, celle de projectiles ; j'ai pu apprécier approximativement cette vitesse en compulsant les feuilles d'observations météorologiques des trois navires de la marine de l'État se trouvant dans la rade au moment des éruptions : le *Tage* (commandant Pivet), le *Suchet* (commandant Le Bris, observations de l'enseigne Legrand) et le *Jouffroy* (commandant Diculafé) ; j'y ai, en effet, trouvé les heures auxquelles la cendre a fait son apparition en rade de cette ville, ce qui a permis d'en déduire les données du tableau suivant. Ces nombres ne sont concordants qu'à quelques minutes près, quand il y a plusieurs observations ; on voit que la vitesse moyenne était celle d'un vent modéré [voir la note (1) de la page 266].

DATE des éruptions.	HEURE DE L'ÉRUPTION. Au cratère.	HEURE DE L'ÉRUPTION. Observée de Fort-de-France.	DÉBUT de la chute de cendre à Fort-de-France.	PASSAGE du nuage au zénith de Fort-de-France sans chute de cendre.	TEMPS mis à parcourir les 25 kilom. du cratère à Fort-de-France.	VITESSE à la seconde exprimée en mètres.
8 mai (1)..	8 h. 2 m.	»	8 h. 22 (J.), 30 (S.)	»	20′ à 28′	21 à 15
20 —	5 h. m.	»	5 h. 22 (S.), 36 (J.)	»	22′ à 36′	18 à 12
26 —	8 h. s. env.	8 (T.), 8 h. 10 (S.)	»	8 h. 25 (T.)	25′ env.	16
6 juin	10 h. m.	»	»	?	»	»
9 juillet...	8 h. 20 s.	8 h. 30 (J.)	»	8 h. 45.	25′	16
30 août	8 h. 45 s.	8 h. 40 (T.), 45 (J.)	9 h. 20	»	30′ à 35′	13 à 11

(T.) Tage ; (S.) Suchet ; (J.) Jouffroy.

(1) **8 mai**. — *Observations du Jouffroy :* De 8 h. 22 à 9 h. 20, lapillis ; de 9 h. 20 à 10 heures, pluie boueuse ; de 10 heures à 10 h. 30, accalmie ; de 10 h. 3 à 5 heures du soir, fine chute de cendres.

Observations du Suchet : 8 h. 30, lapillis, puis boue ; 8 h. 55 à 9 h. 3, sable fin ; de 10 heures à 19 h. 30, pluie boueuse, puis cendres.

20 mai. — *Observations du Jouffroy :* 5 h. 36, lapillis ; 5 h. 45, abondante pluie boueuse ; 6 h. 20, accalmie ; 6 h. 25, chute de cendres.

Observations du Suchet : La chute de cendres dure 33 minutes.

30 août. — *Observations du Jouffroy :* Le nuage arrive sur Fort-de-France vers 9 heures ; de 9 h. 20 à 9 h. 45, chute de cendres et de petits graviers.

D'après le *Tage*, le nuage plane sur Fort-de-France jusqu'à 11 heures.

(1) Ces quantités de cendres dues aux projections verticales sont bien peu de chose, comparées à celles du Krakatau. D'après M. Verbeck (*Krakatau*, 132), l'épaisseur de la cendre projetée dans des zones

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Ces cendres et lapillis n'ont donc pu être entraînés au loin que par le vent, mais celui-ci soufflant continuellement dans les parties basses, vers l'Ouest ou le Sud-Sud-Ouest, c'est-à-dire vers le large, les cendres n'ont atteint le Centre et le Sud de l'île que lorsqu'elles ont été entraînées tout d'abord au-dessus de la région de l'alizé, c'est-à-dire à plus de 4000 mètres. Ces nuages volcaniques ont été en partie fournis par des projections verticales, mais les nuées ardentes des paroxysmes ont contribué aussi dans une très large part à leur production ; la démonstration peut en être faite en particulier pour celles du 6 juin et du 9 juillet ; en effet, ces jours-là la chute de cendres n'a été constatée que sur la côte Ouest, mais, je le répète, cette contribution des nuées ardentes ne s'est jamais produite en ligne directe: elle n'a été due qu'à la partie supérieure de la nuée, qui, une fois dilatée, a atteint les régions supérieures à celle de l'alizé (1). Dans aucun cas, en effet, les nuages dont nous discutons la marche n'ont parcouru les parties basses de l'atmosphère ; même au Morne-Vert, si rapproché du Carbet où s'est arrêtée la marche horizontale des grandes nuées, les lapillis tombaient toujours d'une très grande hauteur. Le récit de Lacombe (page 313) sur l'éruption du 20 mai indique nettement la sortie simultanée du cratère d'un grand nuage vertical s'élevant rapidement à une grande hauteur, puis alors entraîné vers le Sud, et d'une nuée ardente qui est venu brûler les premières maisons du Carbet; or, le bateau sur lequel se trouvait le sergent n'a pas été atteint par la nuée ardente, et cependant, presque au moment où celle-ci arrivait sur le Carbet, commençait une chute de lapillis et de cendres tombant du nuage vertical. Il en a été de même le 6 juin (voir p. 319 l'observation de M. Wildenstein) et le 9 juillet; à cette dernière date, MM. Anderson et Flett [**72**], qui se trouvaient au large du Carbet, ont vu la nuée s'arrêter à environ 1 kilomètre d'eux et ils n'ont commencé à recevoir la grêle des lapillis que lorsque la partie supérieure du nuage, gagnant les hautes régions, s'est trouvée à leur zénith.

Une fois parvenu dans les hautes régions de l'atmosphère, le nuage vol-

concentriques, telles que celles considérées plus haut, a été la suivante : jusqu'à 15 kilomètres du cratère, 1 mètre ; de 15 à 37 kilomètres, $0^m,30$; de 37 à 97 kilomètres, $0^m,20$; de 97 à 147 kilomètres, $0^m,02$; au delà et jusqu'à 400 kilomètres, $0^m,001$, et une épaisseur moindre sur un nombre considérable de kilomètres au delà de cette limite. Le volume total de ces cendres a été d'au moins 18 kilomètres cubes.

(1) C'est la raison pour laquelle les grandes nuées de l'hiver 1902-1903, qui n'ont jamais dépassé 4000 mètres de hauteur, n'ont pas formé de nuages volcaniques du genre de ceux dont il est question ici, malgré l'énorme quantité de matériaux entraînés par elles.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

canique était entraîné dans la direction du vent qui y régnait, puis les cendres, en retombant dans les basses régions, subissaient l'action de l'alizé.

Du mouillage des navires en rade de Fort-de-France, on voyait, pardessus les pitons du Carbet, la colonne de vapeur s'élever verticalement du volcan, et l'on pouvait ainsi suivre sa marche vers le Sud. Cependant, dans quelques cas le nuage est venu sur la ville, non du Nord-Ouest, mais de l'Ouest-Nord-Ouest, ce qui indique qu'à sa sortie du volcan il avait été un peu dévié par l'alizé, ou qu'il provenait de la partie supérieure d'une nuée ardente à trajectoire Sud-Ouest.

Le 30 août, la cendre a en partie suivi un chemin différent; elle s'est étendue fort loin au Nord de la Martinique. Le nuage volcanique de l'éruption de 8 h. 45 a bien été chassé du côté du Sud, jusqu'au parallèle du Lamentin, mais la quantité de cendres qu'il a laissé tomber dans cette direction a été minime, comparée à celle qui a été entraînée vers le Nord. Nous savons par une observation de M. Nicholls [**132**] que la chute de cendre a commencé à Roseau (partie Sud-Ouest de la Dominique), le 30, à 5 h. 30 du soir, c'est-à-dire trois heures avant la grande explosion; cette cendre provenait donc des hautes colonnes de vapeur qui s'élevaient du cratère depuis le matin; la quantité de cendre tombée, du 30 août au soir juqu'au 1er septembre, à Roseau (environ 41 kilomètres du volcan), s'est élevée à 6 millimètres, c'est-à-dire à un peu plus de ce qui est tombé sur la commune du Marigot, éloignée seulement de 15 kilomètres du cratère. Sur la côte orientale de la Dominique, l'épaisseur de la cendre a varié de 2^{cm},5 à 5 centimètres (c'est-à-dire autant qu'au Carbet), les arbres se brisaient sous son poids; or, il est à remarquer que cette cendre venait de l'Est, ce qui explique sa plus grande abondance sur la côte au vent; elle a donc dû être projetée d'abord dans les hautes régions, puis entraînée par le contre-alizé vers l'Est-Nord-Est; elle est ensuite tombée dans les parties basses de l'atmosphère et elle a été alors portée à l'Est par l'alizé. MM. Anderson et Flett ont observé [**72**, 498] le même fait, le 13 juillet, lors d'une chute de cendre très faible, qui n'a eu aucun retentissement au Sud du volcan.

La cendre du 30 août n'a pas été localisée à la Dominique. Son apparition a été signalée dans le Sud de la Guadeloupe le 31, à 3 h. 30 du matin; elle a couvert d'une mince couche l'île entière, ainsi que les Saintes, la Désirade et Marie-Galante où elle est tombée jusqu'à 11 heures du matin. Toutes les

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Petites Antilles ont été saupoudrées par la même cendre ; je dois à l'obligeance de Sir Strickland, gouverneur des Iles anglaises sous le Vent, des échantillons recueillis à Montserrat et à Antigoa.

Une marche compliquée du même genre s'est produite le 17 mai à la Martinique : un nuage de cendres s'est dirigé lentement vers le Sud-Est, et ce n'est que dans l'après-midi que les vents inférieurs ont apporté un peu de cendres fines sur Fort-de-France.

Enfin, notons en terminant que M. James Pages, du Service hydrographique des États-Unis, a signalé [**183**] un certain nombre de navires sur lesquels sont tombées des cendres, le 8 mai, en pleine mer, dans diverses directions dont la plus éloignée se trouvait à 660 milles de la Martinique ; mais, étant donnée la presque coïncidence des éruptions de la Montagne Pelée et de la Soufrière de Saint-Vincent, il n'est pas possible, en l'absence d'échantillons étudiés minéralogiquement, d'en tirer des conclusions précises sur la contribution de chacun de ces volcans dans le phénomène.

On verra, dans le chapitre consacré aux phénomènes accessoires de l'éruption, l'énumération de diverses particularités météorologiques observées à la Martinique ou à très grande distance des Antilles et qui sont en relation plus ou moins certaine avec les fines poussières projetées dans les très hautes régions de l'atmosphère.

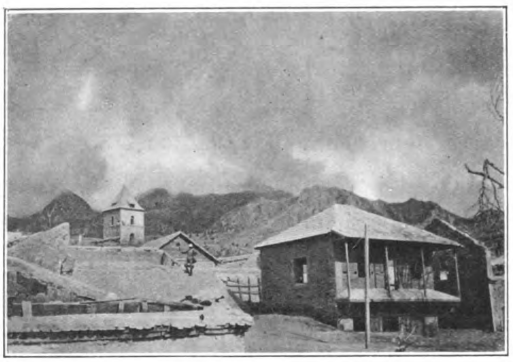


Fig. 165. — Les cendres fines accumulées par l'alizé sur le bourg du Précheur. (Photographie faite en octobre 1902.)

Ordre de succession des matériaux projetés. — L'ordre de succession des produits solides dans les chutes de cendres et de lapillis qui viennent d'être considérées a toujours été le suivant : 1° lapillis, 2° cendres humides ou pluie boueuse, 3° cendres sèches.

Parfois, comme le 9 juillet, au Nord du volcan, les lapillis étaient enduits de boue, mais le plus souvent ils tombaient secs et précédaient très nettement celle-ci. Tous ces produits étaient froids à une distance de quelques kilomètres seulement du cratère ; je ne parle pas, bien entendu, de ceux du trajet direct des

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nuées ardentes. La production aussi générale de pluies de boue est facile à comprendre dans un pays où l'atmosphère est toujours saturée d'humidité. Au voisinage du volcan, et particulièrement sur le trajet direct des nuées ardentes, elle s'explique par la condensation brusque de la vapeur d'eau contenue de la nuée consécutive au refroidissement de celle-ci ; pour la boue tombée à grande distance du cratère, il paraît nécessaire d'admettre une autre cause : il est probable que la température des cendres a été d'abord abaissée par leur trajet dans les hautes régions de l'atmosphère ; quand elles sont retombées dans les parties basses, elles ont refroidi suffisamment celles-ci pour déterminer la condensation de la vapeur d'eau qui s'y trouvait normalement.

Au voisinage du volcan, lorsque ces condensations se produisaient dans un milieu extrêmement riche en cendres, celles-ci n'étaient pas seulement transformées en boue liquide : elles s'agglomeraient pour constituer de véritables boulettes pâteuses. Les quelques habitants du Précheur dont, le 8 mai, la pirogue a chaviré par le travers du morne Folie (p. 247) sous le choc de l'éruption, ont reçu une grêle de projectiles de ce genre, atteignant la grosseur d'une noix. M. Hovey a signalé le premier [**99**], contre les murs du Précheur tournés du côté de la montagne, de nombreux petits globules adhérents de boue. Enfin, le 9 juillet, le bateau de MM. Anderson et Flett a été criblé de gouttes de boue, collant à tout ce qu'elles touchaient [**72**, 477] ; leur chute a suivi immédiatement celle des lapillis.

J'ai vu, dans la même région, à la surface des branches d'arbres, des sortes de stalactites de cendres fines, compactes, qui ont pu être produites directement par une chute de boue ; elles rappelaient, par leur aspect, celles qui ont été figurées par MM. Sekiya et Kikuchi dans leur description de l'éruption du Bandai-San (1).

§ II. — Les phénomènes secondaires produits aux dépens des apports de l'éruption, considérés particulièrement au point de vue chimique.

1° *Les émanations tranquilles (fumerolles).*

Je range dans cette catégorie tous les dégagements de gaz, de vapeurs, de produits volatils ou transportables chauds s'élevant d'une façon tranquille et souvent continue des accumulations de matériaux solides à haute température. Ils étaient souvent peu visibles de loin, sortant sans grande

(1) *J. of the College of Soc. Tokyo*, III, 1890, 113.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

pression par des ouvertures parfois mal délimitées. Ils ne se manifestaient d'une façon très apparente qu'à la suite des pluies qui y déterminaient le développement d'une plus grande quantité de vapeur d'eau. Dans un même champ de fumerolles, les ouvertures de sortie étaient nombreuses au début de l'éruption, puis elles ont diminué de nombre et d'importance et parfois ont totalement disparu.

L'étude de leur température permet de diviser ces fumerolles en trois groupes caractérisés par des minéraux de sublimation spéciaux. Les fumerolles dont la température était supérieure à 500° C. avaient leurs ouvertures de sortie garnies de sulfates alcalins ; le chlorhydrate d'ammoniaque (salmiac) était spécial à celles dont la température était voisine de 400° C., alors que du soufre seul a été constaté dans celles dont la température était intermédiaire entre 400° et 100°. A ce point de vue, les fumerolles de la Montagne Pelée sont donc à comparer respectivement aux fumerolles acides, alcalines et sulfhydriques (Ch. Sainte-Claire Deville et Fouqué) observées le long de fentes ou dans les coulées de lave de tant de régions volcaniques ; mais, comme je l'ai fait remarquer page 88, s'il ne m'est pas possible de démontrer que quelques-unes d'entre elles n'avaient pas une origine profonde (1), je puis, par contre, prouver que la plupart étaient sans communication avec la profondeur : elles partaient directement des conglomérats formés par les matériaux rejetés par l'éruption actuelle ; malgré mes recherches, je n'ai pas pu en voir une seule sortir du sol ancien dépourvu d'une couverture de produits récents.

Dans les premiers mois de l'éruption, il était à peu près impossible d'examiner, entre les Rivières Blanche et Sèche, l'un quelconque de ces blocs, aux dimensions colossales, entraînés par les nuées des 8 et 20 mai et du 30 août, sans trouver une fumerolle au-dessous d'eux (fig. 166) ; cette coïncidence ne saurait être fortuite ; du reste, ces gros blocs eux-mêmes étaient souvent fissurés, et sur le bord de leurs fentes apparaissaient des enduits semblables à ceux des fumerolles ; enfin, j'ai vu de vastes surfaces de cendres recouvertes par une croûte presque continue de produits du même genre.

Tous ces faits démontrent très nettement que les matériaux solides cons-

(1) Au moment du tirage de cette feuille le capitaine Perney me signale (25 octobre 1904) qu'une fumerolle vient de réapparaître dans la basse vallée de la Rivière Blanche en même temps qu'une légère recrudescence d'activité se produisait dans le dôme ; cela semblerait indiquer pour cette fumerolle une origine profonde.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tituant les conglomérats récents renfermaient en eux-mêmes les produits volatils ou transportables qui sont venus se sublimer près de la surface ou déterminer près de celle-ci des minéraux secondaires par attaque des roches ambiantes, au fur et à mesure que leur refroidissement s'est effectué par rayonnement lent, aidé par la pénétration des eaux superficielles.

Enfin, je trouverai encore un argument en faveur de mon hypothèse dans la faiblesse relative des actions chimiques produites par la plupart de ces fumerolles ; elle semble indiquer que celles-ci étaient alimentées par une faible réserve, rapidement épuisable, de gaz et de substances transportables actives, contrairement à ce qui aurait eu lieu si l'on s'était trouvé en présence de véritables fumerolles ayant des racines profondes.

2° *Fumerolles à température supérieure à 500° C.*

Sur le flanc Sud du morne Lénard, entre celui-ci et la Rivière Sèche et à une altitude de 400 mètres environ, dans une région où abondaient des blocs de taille colossale, se trouvaient un nombre considérable de fumerolles, qui paraissent avoir fonctionné depuis le début de l'éruption, mais que je n'ai pu étudier d'une façon suivie qu'à partir du mois d'octobre. Elles ne fournissaient pas de colonnes de vapeurs à cette époque, mais elles émettaient d'une façon presque continue une buée bleuâtre, visible de loin, mais s'élevant peu. Les parties les plus chaudes se trouvaient au voisinage des gros blocs. Au commencement de mars 1903, près de l'un d'eux (représenté par la figure 166) on voyait encore, sur une surface de 2 ou 3 mètres carrés, des blocs incohérents variant depuis la grosseur du poing jusqu'à celle d'un œuf, et dont la température était assez élevée pour enflammer immédiatement du bois. J'ai fait descendre dans l'intervalle de quelques-uns d'entre eux des fragments de métaux attachés à une corde d'amiante ; l'antimoine plongé à environ 10 centimètres de la surface dégageait aussitôt des fumées blanches, mais une montre fusible à 590° C. y restait intacte. La température était donc supérieure à 500°, mais inférieure à 590° C.

Au voisinage de ces fumerolles, on ne distinguait aucune des concrétions salines si apparentes dans celles à température plus basse abondant dans le voisinage, mais un examen plus approfondi m'a permis de constater qu'il s'y formait une petite quantité de minéraux de sublimation. En retournant les pierres des parties les plus chaudes, j'ai pu voir en effet

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

que leur face soustraite au contact de l'air était couverte d'un enduit mamelonné, tout à fait incolore et transparent ou teinté de vert clair. Tant que les échantillons préalablement retournés étaient examinés à haute température, ils restaient parfaitement transparents, mais, une fois retirés de la fumerolle, ils devenaient rapidement un peu opalescents.

J'ai recueilli un assez grand nombre d'échantillons ; aussitôt que leur température a été suffisamment abaissée pour qu'il soit possible de les rouler dans du papier sans en déterminer l'inflammation, ils ont été enfermés dans des flacons bouchés à l'émeri et ont pu ainsi être transportés à Fort-de-France à peine refroidis. J'indiquerai plus loin les résultats de leur examen optique, mais auparavant il est nécessaire d'en faire connaître la composition chimique, telle qu'elle a été établie par une analyse faite dans mon laboratoire par M. Arsandaux. Il n'a pas été possible de purifier mécaniquement ces croûtes cristallines dont l'épaisseur est souvent inférieure à un millimètre ; nous avons dû nous contenter d'épuiser par l'eau bouillante les fragments d'andésite, la liqueur a été filtrée, puis évaporée à sec ; l'analyse a été faite sur ce résidu ; les résultats ont été ramenés à 100, déduction faite de l'eau, un essai opéré sur le produit naturel ayant montré qu'il est anhydre.

SO^3	57,1
Na^2O	26,6
K^2O	6,7
MgO	4,4
CaO	1,9
Al^2O^3	1,9 (1)
$NaCl$	1,4
	100,00

Si l'on cherche à grouper ces éléments, on trouve qu'il y a un excès de 2,5 p. 100 de SO^3 sur la quantité nécessaire pour saturer les bases ; il est dû en partie à la présence d'acide sulfurique libre (le sel présente une réaction nettement acide), mais il est probablement aussi en partie dû à des erreurs analytiques, excusables en raison de la petite quantité de matière sur laquelle a été faite l'analyse. Voici les résultats de ce calcul :

SO^4Na^2	60,9
SO^4K^2	12,4
SO^4Ca	4,6
SO^4Mg	13,2
$S^2O^9Al^2$	5,0
$NaCl$	1,4

(1) Avec une petite quantité de Fe^2O^3.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Il reste à discuter sous quelle forme minéralogique existent ces corps. L'examen optique prouve que la plus grande partie du sulfate de soude se trouve actuellement à l'état de *thénardite* ; la présence de ce minéral est encore mise en évidence par ce fait qu'au bout de quelques jours d'exposition à l'air ces croûtes cristallines tombent en poussière impalpable. L'absence complète de plages très biréfringentes dans le mélange

Fig. 166. — Gros bloc de l'éruption du 30 août, recouvrant une fumerolle à haute température. Au fond, la base du dôme apparaît dans l'ouverture en V du cratère caché par le brouillard ; en avant, le col de Lénard. (Photographie faite le 4 février 1903.)

et d'autre part la solubilité du sulfate de chaux dans l'eau démontrent que celui-ci n'existe pas sous forme d'anhydrite, mais combiné sous celle de *glaubérite* (SO^4Na^2, SO^4Ca). Il est peu probable que le sulfate de potasse se trouve à l'état isolé : il entre plus vraisemblablement dans la constitution d'aphthithalite [$SO^4(K,Na)^2$]. Quant à l'alumine, il est possible qu'elle existe à l'état d'*alumian* ($S^3O^9Al^2$), le seul sulfate anhydre d'alumine connu dans la nature. Enfin il reste une proportion assez élevée de sulfate de magnésie anhydre ; ce sel n'est pas connu jusqu'à présent à l'état natif, mais, un SO^4Zn (zincosite) ayant été observé, l'existence du sulfate magnésien correspondant

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

n'est pas improbable. Les matériaux que j'ai réunis sont en trop petite quantité pour que toutes ces questions puissent être élucidées complètement et je dois me contenter de les poser. Si l'on admet ces hypothèses, la composition de ces croûtes cristallines est la suivante :

Thénardite	46,1
Aphthithalite (1)	22,5
Glaubérite	9,4
SO^4Mg	13,2
Alumian	5,1
NaCl	1,4

Le jour même où j'ai recueilli ces incrustations, dès mon retour à Fort-de-France, je les ai examinées en lumière polarisée parallèle ; elles étaient encore transparentes (bien que déjà un peu laiteuses) et monoréfringentes, mais elles montraient en lumière convergente une croix noire avec signe *négatif* : elles étaient donc constituées par un minéral régulièrement orienté, avec axe optique unique perpendiculaire à la surface libre. Au bout de quelques jours, ces croûtes sont devenues progressivement blanches et opaques ; elles se sont montrées ce qu'elles sont encore aujourd'hui, c'est-à-dire formées par des plages irrégulières, enchevêtrées, sans formes géométriques, d'un minéral (*thénardite*) à deux axes très écartés autour de la bissectrice aiguë qui est *positive*.

Les travaux de M. O. Mügge (2) et de M. Wyrouboff (3) ont mis en évidence depuis longtemps le polymorphisme du sulfate de soude. M. Wyrouboff notamment a montré qu'à partir de 500° C. ce minéral est rigoureusement uniaxe et négatif, tandis qu'un peu au-dessous de cette température il est orthorhombique, pseudo-hexagonal. Cette forme, analogue à celle du sulfate de potasse, est stable pendant quelque temps à la température ordinaire, puis elle passe à la *thénardite*, sa forme la plus stable à température ordinaire, par l'intermédiaire d'une quatrième forme peut-être monoclinique. L'imperfection de mon outillage optique à la Martinique ne m'a pas permis de décider si le minéral que j'ai observé en lumière convergente était rigoureusement uniaxe ou biaxe, à axes aussi rapprochés que la forme orthorhombique de M. Wyrouboff ($2E = 34$) ; la

(1) En admettant le rapport K : Na = 1 : 1.
(2) *Bull. Soc. minér. franç.*, t. XIII, 1890, p. 311.
(3) *N. Jahrbuch. f. Miner.*, 1884, II, p. 1.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

substance étant très peu biréfringente et mes lames assez minces, la croix noire était large et empâtée. Il me paraît toutefois assez vraisemblable que j'ai eu affaire à cette forme orthorhombique, qui est ainsi pour la première fois observée à l'état naturel.

La composition des produits de ces fumerolles étant établie, il me reste à discuter leur origine ; elle doit pouvoir s'expliquer à l'aide des sels solubles se trouvant dans les laves elles-mêmes, puisque la pseudo-fumerolle n'a aucune racine profonde.

J'ai montré page 193 que les deux produits qui existent d'une façon constante dans les cendres de l'éruption actuelle consistent essentiellement en chlorure de sodium et en sulfate de chaux. Or, une réaction connue permet d'expliquer la production du sulfate de soude par la réaction de ces deux sels à haute température en présence de la vapeur d'eau. M. Fouqué a fait en effet autrefois l'expérience suivante (1) : il a chauffé dans un tube de platine, renfermé dans un tube de porcelaine, une partie de chlorure de sodium ($0^{gr},971$) et deux parties ($2^{gr},069$) de sulfate de chaux. Au bout de six heures de chauffage au rouge vif, dans un courant de vapeur d'eau, il ne restait plus dans la nacelle contenant les sels en question que $1^{gr},374$ de sulfate de chaux (2), $0^{gr},336$ de chlorure de calcium, $0^{gr},43$ de chaux et des traces de sulfate de soude. A l'extrémité du tube s'étaient concentrés $0^{gr},154$ de sulfate de chaux, $0^{gr},572$ de *sulfate de soude*, $0^{gr},021$ de soude caustique et $0^{gr},219$ de *chlorure de sodium*. Les produits de condensation recueillis dans une éprouvette remplie d'eau distillée consistaient en *chlorure de sodium* ($0^{gr},358$), acide chlorhydrique ($0^{gr},32$), et acide sulfureux ($0^{gr},003$).

Une semblable réaction s'est sans aucun doute produite dans le cas qui nous occupe ; il ne saurait en effet être question de considérer ces sels comme résultant de l'action des produits d'oxydation de l'hydrogène sulfuré sur les roches encaissantes. En effet, contrairement à ce qui se passe à l'orifice des fumerolles sulfhydriques, les roches des

(1) Rapport sur les phénomènes chimiques de l'éruption de l'Etna en 1865 (*Ann. Missions scientifiques et littéraires*, t. III, 1866, p. 224).

(2) J'ai fait refaire cette expérience dans mon laboratoire par M. Arsandaux ; elle nous a conduit aux mêmes résultats ; le sulfate de chaux resté dans la nacelle est constitué par de très jolis cristaux d'*anhydrite* aplatis suivant p (001) et présentant en outre les formes h^1 (100), g^1 (010), m (110), $a^{1/2}$ ($h0l$).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

fumerolles à haute température sont remarquablement fraîches, ne présentant que les phénomènes de rubéfaction qui vont être étudiés plus loin, alors que leurs plagioclases, si sensibles aux émanations de tout genre, sont intacts au contact de la croûte saline.

La petite quantité d'acide chlorhydrique produite au cours de la réaction précitée a laissé sa trace à la surface de mes échantillons : il existe en effet toujours entre elle et la croûte saline une couche d'*hématite*, pulvérulente ou cristallisée [petits rhomboèdres basés p $(10\bar{1}1)$, a^1 (0001)], qui apparaît d'une façon distincte quand les roches ont été débarrassées de leur enduit soluble, grâce à un lavage complet; or, c'est là le seul cas, que j'aie constaté à la Montagne Pelée, de la production d'hématite cristallisée, dont la genèse par la réaction de Gay-Lussac est connue de tous.

Reste à expliquer la présence d'une quantité assez notable de sulfate de magnésie. On sait que la réaction à haute température du sulfate de magnésie (qui existe probablement en très petite quantité dans les cendres) et du chlorure de sodium dans les conditions de l'expérience qui vient d'être indiquée plus haut, donne naissance à du sulfate de soude et du chlorure de magnésium ; celui-ci est décomposé par la vapeur d'eau au fur et à mesure de sa production, de telle sorte qu'il se forme de l'acide chlorhydrique gazeux et de la magnésie caustique. Mais cette dernière, dans les conditions du phénomène naturel que je cherche à expliquer, a dû se trouver en présence d'un excès de gaz sulfureux et d'oxygène, permettant la régénération du sulfate de magnésie ; par suite celui-ci a pu être entraîné en même temps que les sulfates alcalins et le sulfate de chaux.

3° *Fumerolles à température voisine de 400° C.*

Pendant les mois de juin et de juillet, nous avons étudié, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, d'intéressantes fumerolles, qui se trouvaient sur la rive droite de la Rivière Blanche, à environ 800 mètres de la côte [**128**]. On les distinguait de loin, grâce à une buée bleuâtre s'élevant peu à la surface du sol. En ce point, sur le flanc Nord d'un talus ayant environ 4 mètres de hauteur et entièrement constitué par de gros blocs d'andésite entassés et mélangés à des produits détritiques de petite dimension, s'ouvraient un assez grand nombre d'orifices d'où s'élevaient des gaz et des vapeurs.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

La chaleur produite par rayonnement était assez élevée pour rendre pénible un séjour prolongé au pied de cette paroi ébouleuse.

Ces produits gazeux sortaient entre les blocs; il était facile de constater deux catégories distinctes parmi leurs bouches d'émission; les unes en effet étaient garnies d'un peu de soufre; les autres, moins nombreuses, par un enduit de salmiac. Les premières ayant une température d'environ 100° C. seront étudiées plus loin ; quant aux autres, elles possédaient une température voisine de 400° C. ; en effet, dans l'une d'elles un thermomètre à mercure allant jusqu'à 410° C. a été brisé à bloc, le plomb et l'étain y fondaient immédiatement, mais une baguette de zinc plongée à une dizaine de centimètres de la surface a été retirée intacte.

Les produits sublimés. — Les bouches de sortie de ces fumerolles à 400° C. étaient garnies de délicates cristallisations de salmiac ($ClAzH^4$) d'un blanc éclatant, formées par de longues fibres qui, au microscope, se résolvent en cristallites à symétrie cubique. Ces enduits étaient parfois bordés extérieurement par un petit enduit de soufre; ils ne renferment que des traces de sulfate d'ammoniaque. Les fragments pierreux qu'ils recouvraient étaient superficiellement colorés en rouge ou en jaunâtre; l'examen microscopique montre que ceux-ci n'ont subi aucune altération chimique profonde, contrairement à ce qui a lieu pour ceux recueillis dans la catégorie suivante de fumerolles.

A la fin de juillet 1902, j'ai trouvé, sur la rive gauche de la haute vallée de la Rivière Blanche, un certain nombre de fumerolles du même genre, situées exactement dans les mêmes conditions. J'ai indiqué la présence dans celles-ci du réalgar, que j'ai cru reconnaître à sa couleur et à son aspect, mais je n'ai pu vérifier chimiquement ce diagnostic, les échantillons recueillis dans ces fumerolles ayant été altérés au cours de mon voyage de retour.

L'analyse suivante a été faite par M. Moissan [**180**] sur des gaz que nous avons recueillis en juillet, M. Giraud et moi :

Oxygène	13,67	Méthane	5,46
Azote	54,94	Hydrogène	8,12
Argon	0,71	Acide chlorhydrique	traces.
Anhydride carbonique	15,38	Vapeurs de soufre	traces.
Oxyde de carbone	1,60	Eau	gaz saturé.

Cette analyse ne représente pas d'une façon absolument complète la composition de ces gaz, à cause du procédé défectueux employé pour leur

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

récolte. Les ouvertures de sortie des fumerolles étaient assez larges, mais extrêmement irrégulières ; leur température ne permettait pas de les obturer d'une façon rigoureuse ; les gaz en sortaient sans pression. Après de nombreux essais infructueux pour opérer dans de meilleures conditions, nous avons dû nous contenter d'introduire un tube de porcelaine dans les cavités du conglomérat jusqu'à environ 50 centimètres de la surface ; un long tube de verre a été plongé dans celui-ci et relié, à l'aide d'un tuyau de caoutchouc refroidi, à un flacon à deux tubulures rempli d'eau : les gaz ont été recueillis ensuite par aspiration, en faisant écouler celle-ci. Or, tandis que les gaz avaient une réaction alcaline très nette et que l'eau écoulée noircissait immédiatement l'argent, on voit que ni l'ammoniaque, ni l'hydrogène sulfuré ne figurent dans les résultats ci-dessus mentionnés ; il est vraisemblable en outre, étant donnée l'abondance de l'anhydride carbonique, qu'il devait exister une petite quantité de carbonate d'ammoniaque, comme dans les fumerolles alcalines de l'Etna (1). Tous ces produits, sans doute peu abondants, ont dû être dissous par l'eau employée dans notre opération. La petite quantité d'acide chlorhydrique signalée provient très vraisemblablement de la dissociation du chlorhydrate d'ammoniaque.

Je m'étais proposé de faire de nouveaux prélèvements de ces gaz et de saturer par eux quelques litres d'eau afin de compléter leur étude, mais, à mon arrivée au mois d'octobre, toutes les fumerolles de cette catégorie étaient recouvertes par plusieurs mètres de déblais et la fin de ce travail a été ainsi rendue impossible.

Ces gaz se distinguent très nettement de ceux qui ont été étudiés par Ch. Sainte-Claire Deville et par M. Fouqué au Vésuve, à l'Etna et à Santorin en ce que ceux qui ont été recueillis par ces savants, et qui possédaient une température supérieure à 200° C., renfermaient toujours une teneur élevée en anhydride sulfureux et en acide chlorhydrique, qui manquent ici, bien que la température ait été beaucoup plus élevée. L'hydrogène et le méthane ont été observés aussi par M. Fouqué à Santorin, mais jamais la proportion de ce dernier gaz n'a été trouvée aussi considérable dans des émanations volcaniques ; quant à l'oxyde de carbone, il ne paraît pas avoir été jusqu'à présent recueilli dans ces conditions.

(1) Fouqué, *Op. cit.*, p. 177.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Il me paraît vraisemblable que ces divers gaz combustibles ne sont pas, au moins en partie, de nature volcanique et qu'il faut rechercher leur origine dans la distillation lente de matériaux organiques qui ont été ensevelis dans l'épaisse couche des matériaux des nuées ardentes du 8 mai, au milieu de laquelle ces fumerolles se faisaient jour. On sait en effet que la luxuriante végétation de la Montagne Pelée a été complètement anéantie par le premier paroxysme : les fragments de bois carbonisé étaient très abondants dans les apports des nuées de mai. J'ai signalé page 87 (en note) qu'en juin 1903 un éboulement des falaises de cendres de la Rivière des Pères a mis au jour un gros tronc d'arbre carbonisé, qui se consumait lentement depuis plus d'une année et qui a pris feu au contact de l'air. De même, à Saint-Vincent, MM. Anderson et Flett ont vu [**72**, 518] des vapeurs bleuâtres s'élever de falaises de cendres renfermant du bois carbonisé, et on leur a remis de nombreux échantillons de goudron recueillis dans les cendres lavées par les eaux de la Rivière de Rabaka, goudron qui résultait de la distillation du bois enfoui avec les produits chauds de la nuée. La fumerolle que nous avons étudiée répandait une odeur bizarre, semblant indiquer le mélange d'une odeur empyreumatique à celle d'hydrogène sulfuré qui prédominait. Si mon hypothèse est justifiée, les gaz étudiés seraient constitués par le mélange de ceux qu'émane normalement la lave en se refroidissant et de ceux formés par la combustion lente des matériaux organiques en question, mélange entraîné par la vapeur d'eau qui, sans cesse, se formait par la pénétration des eaux superficielles dans les couches encore chaudes du conglomérat. L'origine végétale a été jadis proposée pour expliquer la présence des sels ammoniacaux dans les fumerolles volcaniques ; il est absolument démontré aujourd'hui que, dans la plupart des cas, celle-ci est profonde, mais il en est peu dans lesquels une origine organique puisse être suspectée avec plus juste raison que dans celui qui nous occupe.

En tout état de cause, l'argon semble être d'origine profonde. M. Moissan a fait remarquer en effet sa teneur élevée dans l'échantillon analysé, par rapport à celle de l'oxygène et de l'azote (1) : il ne peut être attribué à une absorption accidentelle d'air au moment de la prise d'échantillon, car, dans l'air, le pourcentage de l'argon est toujours de 0,93 p. 100 ;

(1) Il n'a été trouvé ni hélium, ni acétylène, ni éthylène.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cette constance de la teneur en argon de l'air a été vérifiée pour la Martinique même ; au mois de février 1903, en effet, j'ai recueilli, avec des précautions convenables, quelques litres de l'air de la vallée de la Rivière Blanche et du sommet de la Montagne Pelée, et M. Moissan a trouvé 0,9305 d'argon dans le premier et 0,9366 dans le second (1).

4° Fumerolles à température inférieure à 400° C. et souvent voisine de 100° C.

Fumerolles localisées. — Les fumerolles de cette catégorie étaient assez abondantes ; j'ai pu très nettement suivre les différentes phases du refroidissement de quelques-unes d'entre elles. Elles sortaient (hiver 1902-1903), par des orifices localisés, des conglomérats de blocs du 8 et du 20 mai (vallée de la Rivière Blanche, ainsi qu'entre celle-ci et la Rivière Sèche), et enfin des amas de matériaux volcaniques remplissant la haute vallée de la rivière Falaise.

Ces fumerolles émettaient généralement sans pression une faible quantité de vapeur d'eau, à odeur sulfhydrique ; même après les grandes pluies, je n'en ai jamais vu sortir de jets à forte pression, comparables à ceux des fumerolles de la Soufrière de la Guadeloupe. Les gaz et les vapeurs s'échappaient par de petits orifices entre les blocs des conglomérats ; ils étaient couverts de divers minéraux sublimés. Je n'ai pu réussir que dans un seul cas à recueillir quelques litres de gaz ; pendant le voyage de retour en France, ils ont été malheureusement perdus par suite de la rupture des flacons qui les contenaient.

Le type le plus simple de ces fumerolles est celui dont il a été parlé plus haut au sujet de celles à 400° C. Les ouvertures de ces deux catégories de fumerolles étaient voisines et mélangées sans ordre. Celles qui nous occupent se distinguaient par des sublimations peu abondantes de soufre dont les cristaux, souvent isolés, ne formaient qu'exceptionnellement des croûtes continues de $0^{cm},5$ d'épaisseur. La température était voisine de 100° C. ; assez rarement, des enduits de soufre fondu indiquaient une température supérieure à 117° C.

(1) *Comptes rendus*, CXXXVII, 1903, 600.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Ces fumerolles et celles qui s'observaient à 2 kilomètres en amont, dans la vallée de la Rivière Blanche, permettaient de voir très nettement le caractère exclusivement superficiel de ces dépôts de soufre résultant de la décomposition de l'hydrogène sulfuré au voisinage de l'air. A plusieurs reprises j'ai démoli à coups de marteau la surface d'une fumerolle jusqu'à 15 ou 20 centimètres de l'extérieur : le conglomérat apparaissait alors complètement dépourvu de produits de sublimation. Plusieurs jours étaient nécessaires pour la réfection d'une faible quantité de ceux-ci, ce qui attestait la pauvreté relative de la vapeur d'eau en hydrogène sulfuré.

Aux mois de juin et de juillet 1902, de très nombreuses fumerolles de ce genre se trouvaient entre les Rivières Blanche et Sèche, particulièrement sur les pentes se dirigeant vers cette dernière rivière, au Sud de l'ancienne habitation Bardury (voir page 223, sur la figure 87, l'emplacement de ces fumerolles marquées par des X) et dans une sorte de petite cuvette, située au pied du col de Lénard. Beaucoup d'entre elles, et particulièrement les dernières, ont été recouvertes par les apports de l'éruption du 30 août, dans lesquels s'en sont formées d'autres (notamment les fumerolles à température supérieure à 500° C.).

En juillet, j'ai constaté l'abondance de cette catégorie de fumerolles sulfhydriques, non seulement au milieu des conglomérats récents, mais au contact de ceux-ci avec le vieux sol ; fréquemment aussi, ces fumerolles apparaissaient sous les gros blocs qui parsemaient çà et là la surface du sol.

En juillet, leur température était souvent supérieure à 100° C., mais ne dépassait que rarement 210° C. ; le soufre était alors fondu à leur orifice, les cristaux observés plus à l'extérieur étaient moins nets que dans la fumerolle étudiée plus haut. A mesure que ces fumerolles vieillissaient, les dépôts de soufre devenaient moins abondants et ils étaient peu à peu remplacés par des croûtes cristallines mamelonnées, présentant souvent une couleur jaune et constituées par un mélange d'alunogène, de gypse, de sulfates ferriques, etc. Lors de mes dernières excursions du mois de mars 1903, beaucoup de ces fumerolles étaient tout à fait éteintes.

Le grand amas de matériaux volcaniques de la haute vallée de la rivière Falaise renfermait encore, pendant l'hiver 1902-1903, des points dont la température variait, à la surface, entre 100° et 110° C. ; au

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

mois de mars 1903, ils dégageaient encore quelques vapeurs. La figure 3 de la planche XVIII montre une de ces fumerolles dans cette période de faible activité ; le 3 mars, la proportion de soufre produite par elle était infime ; les concrétions salines jaunes étaient essentiellement constituées par un mélange d'alunogène ferrugineux et de gypse. Sur ma demande, l'adjudant Guinoiseau, qui m'a accompagné lors de ma dernière excursion dans cette région, a pris depuis lors, à plusieurs reprises, la température de cette fumerolle et y a prélevé des échantillons. La température n'était plus que de 60° le 28 août 1903, de 51° le 29 novembre et de 40° à 42° en fin janvier 1904. Depuis le mois de novembre, les enduits cristallins sont à peu près exclusivement constitués par du gypse.

Fig. 167. — La partie superficielle de l'amas de matériaux récents chauds de la haute rivière Falaise (soi-disant cratère de l'Ajoupa-Bouillon), d'où s'échappent quelques faibles fumerolles. (Photographie faite le 3 mars 1903.)

Fumerolles diffuses. — Ce sont les fumerolles de ce type dont il est le plus facile de démontrer l'origine exclusivement superficielle. Leur composition chimique, si rapprochée de celle des précédentes, prouve bien leur identité d'origine : les unes et les autres étaient en effet produites par l'échappement, lors du refroidissement des roches d'où elles partaient, de l'hydrogène sulfuré contenu par ces dernières au moment de leur projection hors du dôme; ce départ de gaz était d'ailleurs facilité par la pluie.

A ce point de vue, l'emplacement du lac des Palmistes, remblayé par les projections verticales du cratère, était particulièrement typique. La surface du sol était uniformément recouverte par des cendres fines, d'où n'émergeaient que de grosses bombes (Pl. VI). Mais les pluies y avaient creusé des tranchées (fig. 171) atteignant parfois plus d'un mètre de profondeur et montrant sous la cendre fine, superficielle, un conglomérat de bombes, de blocs et de lapillis de toutes tailles.

Le 1er juin, M. Heilprin a constaté leur activité ; la température du

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sol était alors de + 51° à + 55° C. ; en un point elle a même donné 72° [**90**].

Le 29 juin et le 19 juillet 1902, la température du sol n'était pas très différente de celle de l'extérieur, mais de nombreuses traces de fumerolles éteintes se trouvaient de toutes parts, surtout sous les gros blocs.

Au mois d'octobre, cette température était irrégulière, mais par places fort haute, atteignant jusqu'à + 80° C. à quelques centimètres de la surface ; elle a dû être beaucoup plus élevée encore immédiatement après le paroxysme du 30 août, car beaucoup de blocs étaient couverts d'un enduit de soufre fondu. Au moment de la pluie, de nombreuses vapeurs s'élevaient de tous côtés, mais non d'ouvertures spéciales. En mars 1903, la température ne différait plus de la normale.

Les phénomènes d'altération par les produits de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré étaient extrêmement fréquents, mais toujours localisés à la surface des blocs. Dans les tranchées d'érosion, les anfractuosités des régions chaudes et surtout les parties inférieures des fragments pointant à l'extérieur étaient garnis de croûtes d'alunogène et de gypse, plus rarement de soufre. Parmi les blocs, j'ai recueilli d'assez nombreux échantillons d'andésite du type obsidiennique, dont les feldspaths avaient un aspect de porcelaine dû à une altération complète, tandis que le verre restait translucide et brillant : à quelques millimètres de la surface, d'ailleurs, ces feldspaths étaient absolument intacts.

Il me reste à signaler, mélangés aux précédents, des fragments d'une roche très riche en pyrite dont je donnerai la description dans la deuxième partie de ce livre ; elle constitue un type d'enclave qui n'a certainement pas été pyritisé postérieurement à sa projection, car il était mélangé à des fragments d'andésite normale, non altérés.

Le même phénomène de fumerolles diffuses était observable sur tout le trajet des nuées ardentes ; sur celui-ci, on voyait fréquemment s'élever des vapeurs, quand de grandes pluies suivaient de près les éruptions. Aux mois de juin et juillet, j'ai étudié sur le plateau situé entre les Rivières Blanche et Sèche, ainsi que dans le Fonds Canonville, de très larges surfaces dans lesquelles la cendre, dont la température dépassait parfois 200° C., était recouverte par un enduit assez solide, craquant sous les pieds et essentiellement formé par de la cendre agglutinée par des produits d'altération semblables à ceux décrits plus haut et

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

çà et là mélangés d'un peu de soufre. Dans le courant de l'hiver 1902-1903, les matériaux récents du Fonds Canonville et de l'espace compris entre la Rivière Sèche et Saint-Pierre étaient entièrement refroidis; les eaux creusaient au milieu d'eux des rigoles et même de petits ravins de plusieurs mètres de profondeur, véritables cañons en miniature.

Dans l'intervalle de deux pluies, j'ai fréquemment rencontré sur leurs parois verticales des concrétions d'alunogène, beaucoup plus pur que celui formé à la surface des cendres chaudes. Les eaux de pluie, en

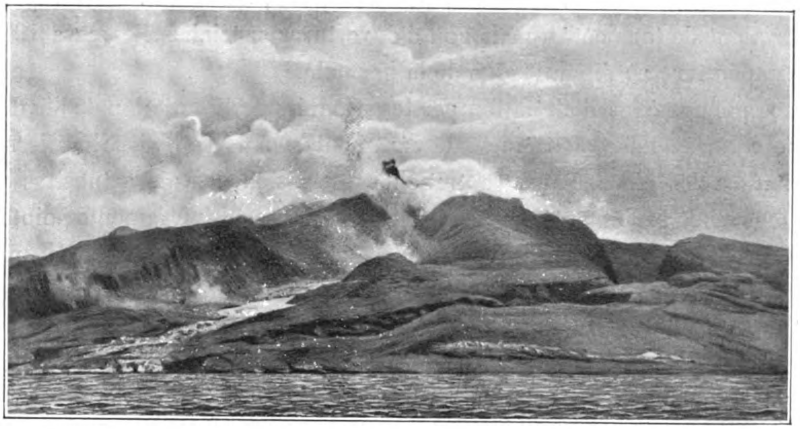


Fig. 168. — Vapeurs légères s'élevant de la vallée de la Rivière Blanche, à la suite d'un grain tombé sur le trajet d'une nuée ardente (décembre 1902). (Photographie retouchée.)

filtrant à travers ces matériaux récents, attaqués sur place par les fumerolles diffuses, entraînaient, dans l'ordre de leur solubilité, les sels formés; le sulfate d'alumine, plus soluble que le sulfate de chaux, disparaissait le premier et venait cristalliser sur les parois où suintaient constamment les eaux d'égouttage; de plus, le long de ces parois, le sel concrétionné était relativement préservé contre l'action de la pluie. L'alunogène apparaissait donc dans ce genre de gisement, grâce à la propriété qui le faisait disparaître des fumerolles de la Falaise.

Action chimique de ces fumerolles sur les roches encaissantes. — L'action chimique exercée par ces fumerolles sur les roches traversées est identique à celle que j'ai étudiée assez longuement à l'occasion des véritables fumerolles de la Guadeloupe (page 184). Les observations que j'ai pu faire à cet

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

égard ont néanmoins de l'intérêt en montrant la rapidité avec laquelle se produit l'attaque des andésites ; de plus, comme cette attaque est presque toujours restée incomplète, il est possible de suivre pas à pas les divers stades du phénomène (1).

Dans les échantillons que j'ai recueillis en mars à l'orifice des fumerolles de la Falaise, tous les minéraux et le verre de l'andésite sont intacts, à l'exception des feldspaths qui sont partiellement attaqués ; leurs zones basiques seules sont transformées en silice colloïde (Pl. XXVIII fig. 8 et 11). Dans les échantillons prélevés en novembre 1903 par l'adjudant Guinoiseau, les feldspaths sont devenus entièrement opaques : ils sont complètement détruits.

On verra, dans la deuxième partie de ce livre, qu'au point de vue chimique ces roches altérées diffèrent essentiellement de l'andésite intacte par l'élimination de la plus grande partie de la chaux et d'une partie de l'alumine et de la soude, et enfin par l'enrichissement concomitant en silice ; mais, à l'inverse de ce qui a lieu dans les fumerolles de la Guadeloupe, la teneur en magnésie n'a pas changé, grâce à la persistance de l'hypersthène.

Dans les fumerolles situées entre les Rivières Blanche et Sèche, j'ai observé un stade d'altération plus avancé ; j'y ai recueilli des blocs d'andésite entièrement transformés en opale, se mettant facilement en poudre sous la pression du doigt ; il ne reste plus à l'état intact qu'un peu d'hypersthène ; les plagioclases sont transformés en opale cloisonnée dont les cavités renferment de petits grains de pyrite.

La différence de nature des minéraux solubles observés en mars et en novembre tient à ce que, ces fumerolles n'étant plus assez actives à cette dernière époque pour continuer l'attaque de la roche, les produits de leur action antérieure disparaissaient peu à peu aux affleurements suivant leur degré de solubilité ; il est logique, par suite, de voir le sulfate de chaux persister le dernier.

Action des débris organiques sur les produits solubles. — A la suite de l'éruption du 30 août, l'embouchure de la rivière des Pères a été rem-

(1) Une température voisine de 100°, permettant la condensation d'une partie de la vapeur d'eau, paraît être celle qui est le plus favorable à l'attaque des roches par les produits d'oxydation de l'hydrogène sulfuré ; il est typique à ce point de vue de voir combien les roches d'où s'échappaient les fumerolles à température de 400° à 500° étaient intactes, alors que celles qui encaissaient les fumerolles du type étudié ici étaient profondément décomposées.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

blayée par une quantité considérable de matériaux comprenant une proportion extraordinaire de débris de bois de toute taille. Ceux-ci étaient par places couverts d'enduits cristallins ou de petits cristaux de soufre, qui me paraissent dus à la réduction par la matière organique des sulfates solubles de la cendre. En effet, ils se trouvaient non seulement près de l'embouchure (fig. 216), là où nous avons vu parfois fonctionner une fumerolle, mais encore dans des points d'où ne se sont jamais élevés de produits gazeux : je n'ai pas rencontré de soufre dans les amas de cendres chaudes sèches de cette vallée, alors qu'ils abondaient dans le lit de la rivière, là où circulaient des sulfates dissous ; enfin, je ferai remarquer que le soufre ne s'observait qu'à la surface du bois, et non sur les roches roulées par la rivière.

5° *Les sources thermales.*

Les phénomènes chimiques produits par le refroidissement des matériaux récents permettent d'expliquer les nombreuses sources thermales éphémères constatées dans le lit de la Rivière Falaise, entre les fumerolles et l'Ajoupa-Bouillon. Elles m'ont été signalées pour la première fois par M. Le Cerf, qui m'y a recueilli des échantillons d'eau ; elles ont été suivies depuis par l'adjudant Guinoiseau.

La rivière coulait assez abondamment jusqu'en amont du deuxième étranglement de la vallée ; elle disparaissait alors sous les ponces et cendres de son lit, pour réapparaître à environ 2 kilomètres de là, au voisinage du bourg. C'est dans cet intervalle notamment que se faisaient jour, au milieu des matériaux récents, les trois groupes les plus importants de sources (1). La température des deux premières, qui était de 69° C. en janvier, s'est peu à peu abaissée jusqu'à 35°. Il n'a pas été possible de faire de nombreux prélèvements sur ces sources, car, à partir du moment où elles ont été étudiées, elles se sont rapidement taries, puis, le 4 mai 1903, à la suite d'une inondation, leur emplacement a été recouvert par les apports de la rivière. Quant à celles du voisinage de l'Ajoupa-Bouillon, qui seules subsistaient le 28 novembre 1903, leur température était tombée de 40° à 32° C.

Je donne ci-contre quelques analyses qui ont été faites dans le labo-

(1) Les sources I se trouvaient entre le deuxième et le troisième étranglement situé en aval des fumerolles ; les sources II, immédiatement en amont du quatrième étranglement ; les sources III, un peu au Sud du bourg de l'Ajoupa-Bouillon.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ratoire de l'École des Mines par M. Bouchard, sous la direction de M. Chesneau ; je tiens à remercier ces habiles chimistes.

On remarquera combien l'eau de ces sources est plus minéralisée que celle de la rivière ; leur émergence au milieu des apports de l'éruption actuelle, la décroissance rapide de leur température et de leur minéralisation dans le temps, puis leur disparition, l'existence d'une quantité importante des sulfates et des chlorures caractéristiques des cendres de l'éruption actuelle, donnent à penser que ces sources éphémères étaient essentiellement le résultat du lavage des cendres chaudes par des eaux d'infiltration revenues à la surface ; toutefois l'abondance des bicarbonates peut faire penser peut-être, pour quelques-unes d'entre elles, à une origine profonde (n° 8) ; et, à ce point de vue, on peut se demander si avant l'éruption il n'existait pas déjà des sources thermales dans cette vallée, mais cette question est insoluble par suite du défaut d'observations antérieures. Dans le massif de la Montagne Pelée se trouvait près du Précheur une source chaude bicarbonatée (1), qui était malheureusement impraticable pendant mon séjour à la Martinique, de telle sorte que je ne puis dire si son régime a été modifié par l'éruption actuelle ou si au contraire, comme en 1851, il est resté normal ; quoi qu'il en soit, la minéralisation des sources de l'Ajoupa-Bouillon est infiniment supérieure à celle de la source en question. Voici ces diverses analyses :

1. Eau de l'origine de la rivière coulant sur les cendres récentes (2 mars), 21° C.

2. Eau de la rivière peu après sa réapparition au voisinage de l'Ajoupa-Bouillon (*id.*) : sa minéralisation plus faible qu'à son origine tient à son mélange à l'eau provenant des pentes voisines, dépouillées en partie des cendres récentes.

3. Source du groupe III, T. 39° C. (6 janvier).

4. Source du groupe III, T. 32° C. (23 février).

5. Source du groupe I, T. 35°, presque tarie (16 février), paraît être la même que 8.

6. Source du groupe II, T. 52° (16 février).

(1) Analyse par le Dr Sambuc [15] (température + 38° C.). Chlor. sodium 0,1154, bicarb. soude 0,1321, de potasse 0,0064, de chaux 0,0891, de magnésie 0,0613, de fer 0,0044, sulfate de potasse 0,0272, silice 0,1242, et de petites quantités de matières organiques. Les sources d'Absalon et de Didier, près Fort-de-France, sont bicarbonatées calciques, magnésiennes et sodiques, avec fort peu de chlorures.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

7. Source du groupe II, T. 48° (23 février).

8. Source du groupe I, T. 69° (15 janvier), paraît être la même que 5.

ÉLÉMENTS DOSÉS.	1	2	3	4	5	6	7	8
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Silice (SiO^2)	0,0300	0,0800	0,0300	0,0700	0,0500	0,0400	0,1500	0,0900
Acide sulfurique (SO^3)	0,1950	0,0850	0,0440	0,0550	0,0410	0,0380	0,0820	0,1160
Acide chlorhydrique (HCl)	0,1213	0,0679	0,2811	0,2958	0,4396	0,2961	0,2731	0,9837
Peroxyde de fer (Fe^2O^3)	traces.	0,0180	0,0630	0,1440	0,0360	0,0550	traces.	0,0180
Chaux (CaO)	0,1360	0,0620	0,1800	0,1810	0,2121	0,1918	0,1700	0,9010
Magnésie (MgO)	0,0293	0,0102	0,0809	0,0910	0,1115	0,0910	0,0892	0,2400
Soude (Na^2O)	0,0546	0,0381	0,1012	0,0970	0,1813	0,0973	0,0815	0,4230
Potasse (K^2O)	0,0084	0,0060	0,0190	0,0204	0,0300	0,0204	0,0190	0,0628
Extrait sec à 180°	0,540	0,360	0,920	1,020	1,120	0,980	0,950	3,260
COMPOSITION HYPOTHÉTIQUE.								
Chlorure de sodium	0,1030	0,0718	0,1980	0,1829	0,3418	0,1834	0,1536	0,7975
— de potassium	0,0133	0,0095	0,0300	0,0323	0,0474	0,0323	0,0300	0,0993
— de magnésium	0,0696	0,0242	0,1919	0,2159	0,2645	0,2159	0,2116	0,5694
Sulfate de chaux	0,3315	0,1445	0,0748	0,0935	0,0690	0,0640	0,1394	0,1972
Bicarbonate de chaux	traces.	traces.	0,3856	0,3673	0,4806	0,4262	0,2904	2,1082
— de fer	traces.	0,0341	0,1196	0,2736	0,0684	0,0721	traces.	0,0341
ODEUR	Sulfureuse.	Fétide.	Néant.	Néant.	Néant.	Fétide.	Néant.	Légèrement sulfureuse.

Ces sources dégageaient une odeur d'hydrogène sulfuré dont l'intensité a décru avec la température ; plusieurs d'entre elles (3 et 4 parmi celles qui ont été analysées) laissaient déposer des flocons ferrugineux.

J'ai fait, à l'hôpital de Fort-de-France, quelques essais qualitatifs sur les eaux des torrents boueux des Rivières Sèche et Blanche et constaté qu'elles contenaient en abondance du chlorure de sodium, du sulfate de chaux et des sels de magnésie. Un accident produit pendant le retour m'a fait perdre les échantillons que j'en avais recueillis et qui n'ont pu, par suite, être analysés quantitativement.

6° *Conglomérat salifère.*

Dans les fumerolles qui viennent d'être étudiées, les éléments des sels constatés préexistaient dans les matériaux projetés du cratère ; ils s'en dégageaient sous l'influence d'un refroidissement progressif ; l'eau d'origine superficielle agissait en hâtant ce refroidissement, en permettant des réactions chimiques et, une fois vaporisée, en entraînant les produits volatils

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

et transportables à la surface du sol où se produisaient de nouvelles actions chimiques.

Il me reste à signaler un phénomène curieux, dans lequel ce sont encore les matériaux à haute température qui agissaient sur de l'eau, mais sur de l'eau de mer, dont ils fixaient les sels dissous, grâce à une rapide évaporation. Les 23 et 28 juillet 1902, j'ai observé sur la côte, entre le Coffre à Mort et l'emplacement de Sainte-Philomène (vallée de Canonville), une petite falaise ne dépassant pas $1^{m},80$ de hauteur. Elle était constituée (sur environ 50 centimètres) par le vieux sol, recouvert par les apports, encore fort chauds, des grandes éruptions de mai (mélange de blocs, de lapillis et de cendres incohérents), que surmontait de la cendre fine, surtout apportée par le vent. La base de ces apports présentait, sur 25 centimètres environ, une constitution toute spéciale; il existait tout d'abord, reposant sur l'ancien sol, une couche d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, dont tous les éléments étaient colorés en jaune ou en rouge vif; cette couche, toujours humide, était à une température inférieure à 100° C., tandis que celle qui la séparait du conglomérat normal avait une température atteignant 115° C. à quelques centimètres de la surface et s'accroissant notablement à une plus grande distance de celle-ci (210° C. à 50 mètres de la côte). Les éléments constituant cette couche plus chaude, ayant environ 15 centimètres d'épaisseur, étaient si solidement soudés les uns aux autres qu'on ne pouvait les désagréger qu'à l'aide du marteau. Leur ciment était constitué par du chlorure de sodium, dont les cubes, à faces planes, apparaissaient au milieu de géodes, entremêlés de petites aiguilles de gypse dans les parties les moins chaudes.

La zone rouge incohérente était, elle aussi, riche en chlorure de sodium; sa couleur était due à de l'oxyde de fer résultant de la décomposition de chlorure de fer; celui-ci prenait naissance sans doute grâce à une attaque de la roche par la petite quantité d'acide chlorhydrique résultant de la dissociation du chlorure de magnésium de l'eau de mer au contact des lapillis à haute température.

Ce conglomérat salifère ne se prolongeait qu'à quelques décimètres de la surface libre de la falaise. Au mois d'octobre, il avait disparu, le refroidissement complet des matériaux récents ayant permis la dissolution, par les eaux pluviales, du sel formé et empêché sa régénération.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ III. — Les phénomènes produits aux dépens des apports de l'éruption, considérés plus particulièrement au point de vue mécanique.

Les conditions climatériques particulières aux pays tropicaux ont donné à l'action de l'eau atmosphérique, dans les éruptions de la Montagne Pelée et de Saint-Vincent, une importance supérieure à celle qu'elle joue d'ordinaire dans les éruptions des volcans des régions tempérées. Comme dans celles-ci, d'ailleurs, les précipitations atmosphériques dans le voisinage immédiat du volcan ont été certainement plus abondantes qu'à l'état normal,

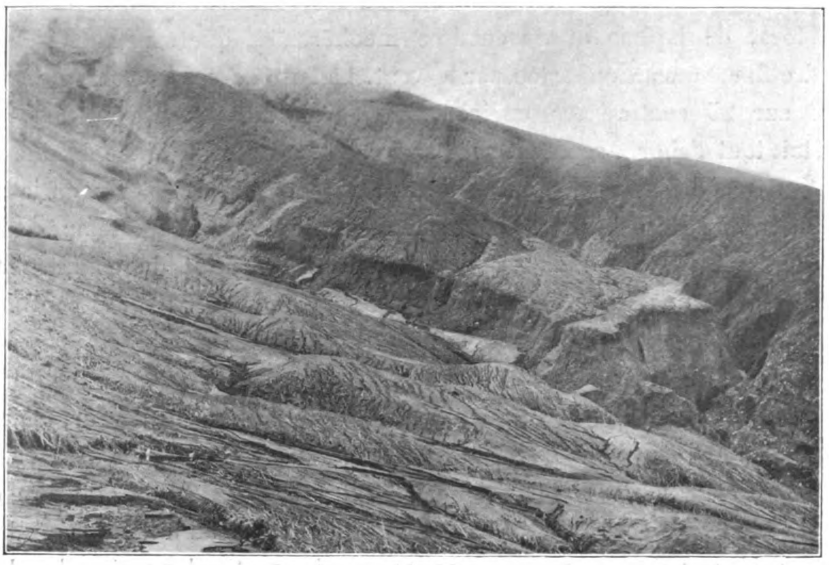


Fig. 169. — Effet du ruissellement superficiel sur la cendre du 30 août, entre le col de la Calebasse et la haute rivière Falaise qui se voit à droite. (Photographie faite en octobre 1902.)

sans toutefois que cet accroissement d'humidité semble avoir eu un retentissement appréciable dans le Centre et dans le Sud de l'île, qui, du reste, sont ici hors de cause.

Les phénomènes que je vais passer en revue ont été compliqués par ce fait que l'action de l'eau s'est exercée, tantôt sur des matériaux refroidis, et tantôt, au contraire, sur ces énormes accumulations de produits solides, conservant longtemps leur haute température, qui viennent d'être étudiées dans le paragraphe précédent.

Avant d'aborder l'étude des phénomènes violents qui sont surtout inté-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ressants, il est nécessaire de fixer les détails du rôle joué par le ruissellement superficiel, qui a produit avec une très grande rapidité des effets d'érosion qui d'ordinaire ne sont acquis qu'au bout d'un temps fort long, et ne peuvent, par suite, être suivis dans leurs stades successifs ; à ce point de vue, ils présentent donc un très grand intérêt géologique.

1° *Le ruissellement superficiel sur les pentes.*

On a vu plus haut qu'à diverses reprises, lors des grands paroxysmes, et parfois en dehors d'eux, les pentes de la Montagne Pelée ont été recou-

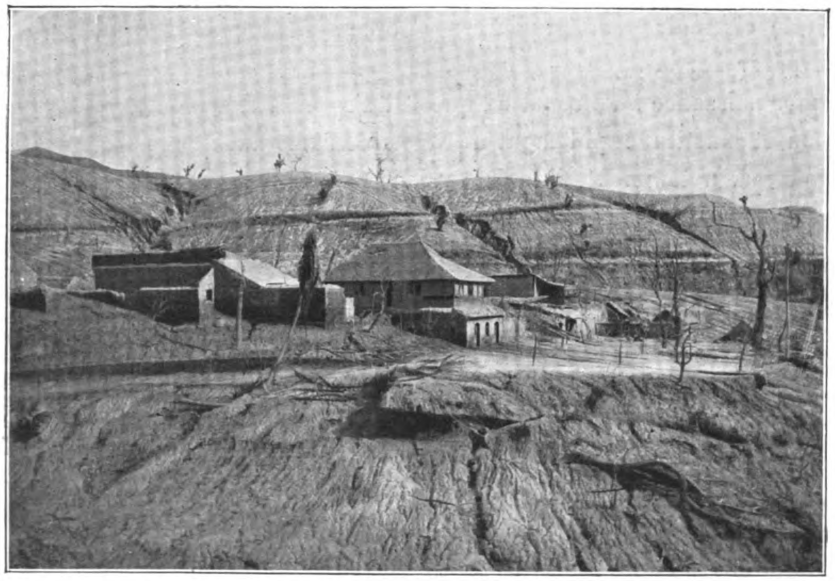


Fig. 170. — Rigoles d'érosion dans les cendres fines du Précheur. (Photographie faite en novembre 1902.)

vertes par un manteau uniforme de cendres et de lapillis provenant directement des projections verticales, localement déposés par les nuées ardentes ou bien encore transportés par l'alizé.

La moindre pluie déterminait une rapide érosion sur ces apports reposant sur le tuf ponceux peu perméable. Toutes les pentes de la région dévastée offraient à cet égard un aspect *dendriforme*, caractéristique, ne différant pas d'ailleurs de celui des flancs de la Soufrière de Saint-Vincent. Elles étaient creusées de petites rigoles, dirigées suivant la ligne de plus grande pente ; il était intéressant de les voir, en rapport avec la topo-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

graphie ancienne, suivre un chemin parallèle ou bien se réunir çà et là, ou encore converger vers un même point pour former un canal unique plus large et plus profond.

Nous avons pu ainsi suivre toutes les phases de phénomènes d'érosion, reproduisant en petit l'un des traits caractéristiques de la topographie de la Montagne Pelée. Quand on parcourt les bords de l'étroit plateau sur lequel se trouvait autrefois le lac des Palmistes, on voit tout près des crêtes naître ces ruisseaux nombreux qui se réunissent pour former les rivières s'irradiant vers la mer de tous les côtés. Ils débutent par une sorte de cuvette circulaire dans laquelle sont creusées de petites rigoles, venant converger sur la ligne de plus grande pente, où elles se réunissent pour donner naissance à un canal unique qui s'approfondit bientôt en forme de cañon et constitue rapidement un véritable ruisseau. Sur le flanc Est de la montagne, notamment, il existe un assez grand nombre de ces petites cuvettes (n'ayant souvent que quelques mètres de diamètre), dans tous les stades de leur évolution; quelques-unes d'entre elles n'ont pas encore de canal d'écoulement nettement formé.

Lorsque, sur les pentes couvertes de cendres, se trouvait une bombe enfouie à demi, il suffisait d'une pluie un peu forte pour déterminer autour d'elle une rigole s'approfondissant rapidement, et souvent par la chute de la pierre il se formait un petit cirque en miniature, présentant tous les traits caractéristiques qui viennent d'être passés en revue, et donnant naissance à sa base à un ruisselet entaillant rapidement la cendre.

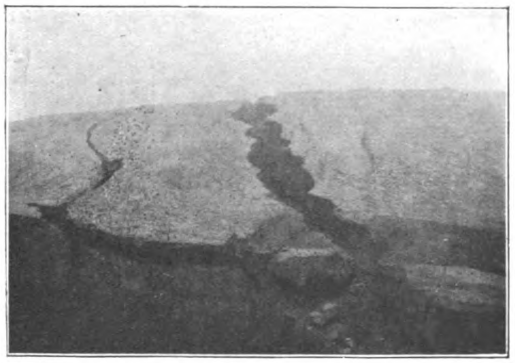


Fig. 171. — Rigoles d'érosion creusées par la pluie dans les cendres remblayant l'ancien lac des Palmistes et se déversant sur le versant de Basse-Pointe (29 juin 1902).

Après le 30 août, la vieille route du Morne-Rouge à l'Ajoupa-Bouillon avait entièrement disparu sous les cendres; les parties voisines du col de la Calebasse étaient intéressantes à étudier dans le courant de l'hiver. Les rigoles d'érosion, rapprochées les unes des autres, qui entaillaient les pentes

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dominant cette route, se continuaient sur celle-ci, y déterminant des fossés profonds à parois verticales qui mesuraient parfois près de 2 mètres de profondeur : ils étaient disposés transversalement à la route quand celle-ci suivait une courbe de niveau, mais, lorsqu'elle descendait une pente, la direction de ces canaux suivait naturellement celle-ci. La figure 171 représente un canal de ce type ; la photographie a été faite sur l'emplacement du lac des Palmistes où il en existait un grand nombre, se dirigeant les uns vers le cratère, les autres sur les pentes extérieures de la montagne.

Fig. 172. — Ravinement dans la cendre couvrant le quartier du Fort (juillet 1902).

La figure 172 montre des canaux d'érosion formés, au mois de juillet, dans la plaine de la Consolation et sur l'emplacement du quartier du Fort à Saint-Pierre. La très faible pente du sol explique la marche extrêmement sinueuse du cours inférieur de ces rigoles profondes qui, en quelques semaines, ont puissamment contribué au déblayage de cette partie de la ville détruite ; celui-ci s'accentuait à leur arrivée au voisinage de la Roxelane et de la mer où la plaine du Fort se termine par une falaise ou par une pente fort raide.

Nous avons été plusieurs fois surpris sur l'emplacement de l'ancien lac des Palmistes par des pluies violentes ou même par des orages qui nous ont permis de nous rendre compte de l'importance du rôle joué par le ruissellement superficiel dans la production des torrents boueux qui seront discutés plus loin. La cendre fine qui couvrait le plateau du sommet de la montagne était tassée en une couche résistante, qui, au bout de quelques minutes de pluie, se transformait en une boue gluante. Très rapidement, il se produisait sur

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

le plateau même des courants de boue sirupeuse, qui se déversaient avec fracas dans le cratère, dans la haute vallée du Précheur ou qui roulaient sur les pentes Est et Sud; ils entrainaient sur leur passage des quantités considérables de matériaux récents, dont il nous était facile d'apprécier l'importance en suivant pour la descente le même chemin que pour la montée. Le 15 octobre, nous avons subi sur les bords du cratère un orage de ce genre, relativement peu important ; moins d'un quart d'heure après, une éclaircie nous permettait de voir au loin au-dessous de nous la rivière Capot démesurément grossie par une crue subite de la Falaise et roulant à la mer des torrents d'eau boueuse dont nous avons trouvé la trace le soir en venant retraverser à cheval cette rivière près de son embouchure.

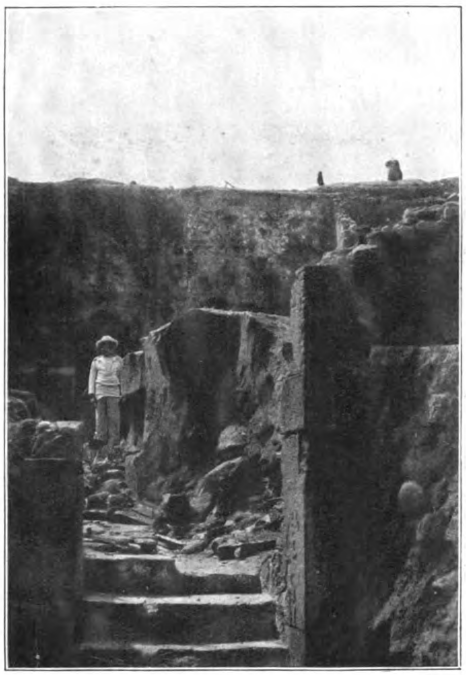


Fig. 173. — Cendres à l'intérieur d'une maison du quartier du Fort dégagée par érosion. (Photographie faite en juillet 1902.)

L'action des pluies se manifestait sur les pentes raides par l'enlèvement de la totalité des apports récents, quelles que soient leurs dimensions, mais, là où la pente était faible ou presque nulle, les matériaux légers seuls disparaissaient, laissant à la surface du sol des lapillis de toutes tailles ; c'est ainsi, par exemple, que dès le mois d'octobre, sur les plateaux des mornes dominant Saint-Pierre, on ne trouvait plus à la surface du sol que de petites pierrailles, qui eussent donné une idée très imparfaite de la nature des matériaux projetés, si on les avait considérées seules. Dans un stade intermédiaire du lavage des cendres par les pluies, on voyait de nombreuses petites pyramides de cendres fines projetées par un lapilli perché.

Formation de cinérites stratifiées à éléments fins. — Quant aux matériaux

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

légers, ils n'étaient pas toujours entraînés dans le lit des ruisseaux; ils venaient se déposer dans toutes les dépressions, où ils constituaient des lits de cinérite à éléments extrêmement fins, stratifiée, mélangée à de menues particules empruntées au vieux sol. On y trouvait aussi des débris de végétation, en particulier au Sud de la Rivière Sèche, là où la verdure reparaissait assez rapidement. La comparaison de la structure de ces dépôts fins avec celle de certaines cinérites du Mont-Dore m'a particulièrement frappé. La

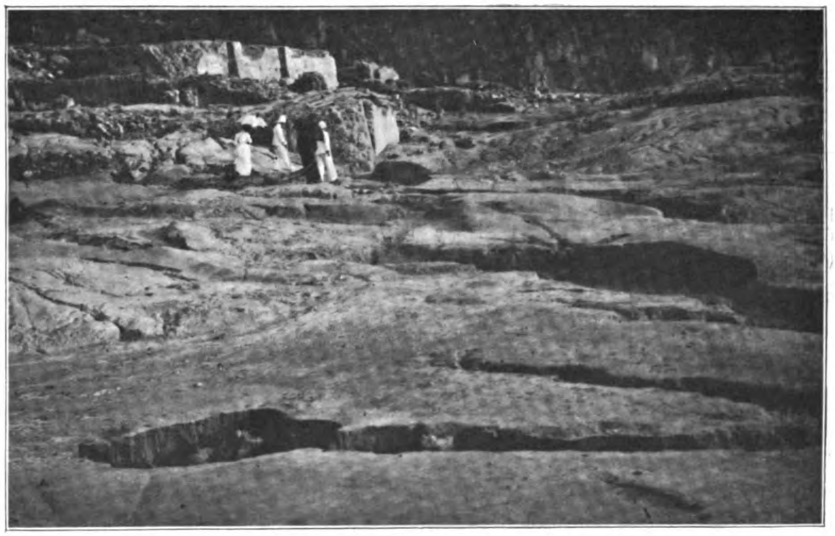


Fig. 174. — L'érosion de la cendre à Saint-Pierre, quartier du Centre.
(Photographie faite en décembre 1902.)

figure 175 représente la croûte de cinérite à éléments très fins, qui se produisait à la surface des apports des nuées ardentes, superficiellement refroidis, après des pluies insuffisantes pour produire un ravinement intense.

Phénomènes produits sur le sol ponceux. — En octobre, les berges verticales de la rivière de Canonville, en voie de recreusement, étaient recouvertes de croûtes stalactiformes de boue fine, rappelant par leur disposition les formes concrétionnées des sources incrustantes. Elles étaient produites par des eaux d'égouttage se changeant en boue épaisse par leur traversée au milieu des cendres très fines apportées par le vent. Le vieux sol du secteur dévasté ayant été en général dépouillé de toute sa terre végétale par les grands paroxysmes, l'érosion continuait son œuvre à ses dépens, une fois

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

la couche des produits de l'éruption actuelle disparue; or, ce vieux sol est exclusivement constitué, sur les pentes de la Montagne Pelée et au voisinage de Saint-Pierre, par des ponces andésitiques, tout à fait analogues à celles de l'éruption actuelle, mais généralement jaunies par oxydation. Dans la ville même de Saint-Pierre, au quartier du Mouillage, on voyait déjà à la fin de juin une grande quantité de petits fragments ponceux, distribués dans les rues; ils ont été cités par quelques auteurs comme ayant été arrachés aux parois du cratère par les explosions de l'éruption actuelle et projetés au loin par celles-ci ; il n'en est rien (1); leur origine est facile à trouver sur place. Dans le courant de l'hiver, les jours de pluie, j'ai vu à de nombreuses reprises descendre des hauteurs du morne Abel et surtout du morne Tricolore des cascades d'eau, entraînant en grande quantité de ces ponces anciennes; l'une de ces cascades venait du voisinage de la *Pierre Verdet* et aboutissait derrière le cimetière du Mouillage (voir le plan, p. 229); elle formait dans les ruines un large cône de déjection, couvrant la moitié du cimetière et s'étendant fort

Fig. 175. — Cinérite en croûtes de quelques centimètres, produite par une petite pluie fine à la surface des apports des nuées ardentes dans la vallée de la Rivière Blanche. (Photographie faite en décembre 1902.)

Fig. 176. — Ponces anciennes, apportées dans le quartier du Mouillage par les ruisseaux descendant du morne Tricolore. (Photographie faite en juin 1902.)

(1) Dans les ruines des maisons envahies par ces ponces, il était facile de voir que celles-ci n'existaient que sur le sol et que l'on n'en trouvait ni dans les anfractuosités des constructions, ni dans les matériaux volcaniques mélangés aux déblais et situés à plus d'un décimètre au-dessus du sol. Cette seule considération démontre l'origine sédimentaire de ces ponces.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

loin au Nord dans la ville. On voyait ainsi, sans qu'il y ait aucun doute possible sur leur origine, se former dans les rues ou dans l'intérieur des maisons écroulées, alternant ou disposées au même niveau suivant la topographie, des cinérites fines à éléments empruntés par lavage à la cendre actuelle et des lits de ponce grossière fournis par le vieux sol.

Cette même association se retrouvait au voisinage du sol ancien, dans

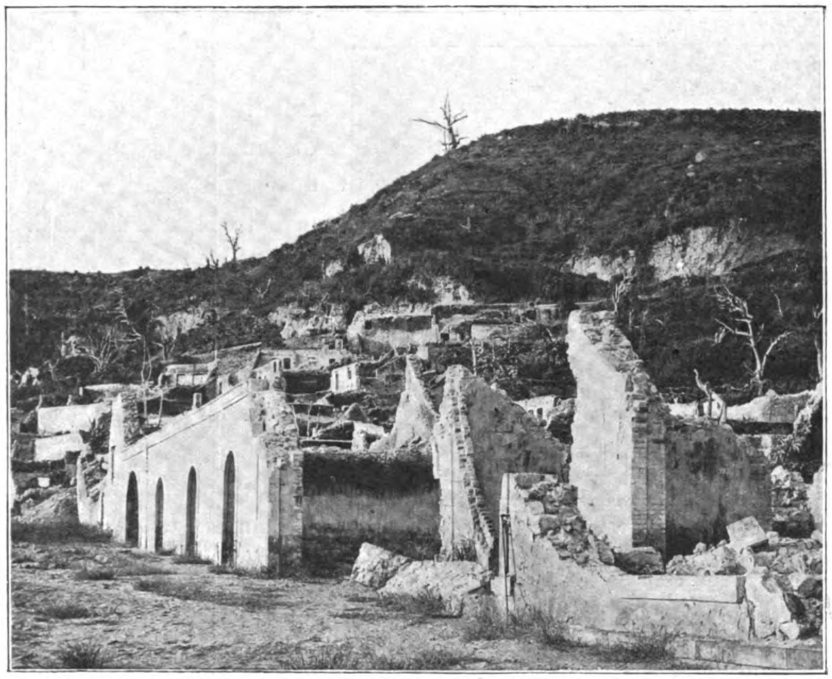


Fig. 177. — Une rue de Saint-Pierre (quartier du Centre), en partie comblée par des matériaux récents et des ponces anciennes charriées par les eaux (février 1903).

toute la région dévastée, et notamment dans la petite plaine située entre l'ancien quartier de l'Ex-Voto sur la rive gauche de la Rivière des Pères et les vallonnements qui dominent au Sud la Rivière Sèche.

Dans cette petite plaine et dans la vallée de Canonville, j'ai suivi, pendant le cours de l'hiver, divers stades de la production de dépôts ponceux réguliers donnant la clé du mode de formation de dépôts similaires, produits sur une grande échelle dans la vallée de la Rivière Blanche. En ces deux points, le sol était couvert par un revêtement de cendres fines,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cachant des matériaux de projection plus grossiers. Quand un grain se produisait en amont sur les hauteurs, des ruisselets sans puissance érosive en descendaient et se répandaient sur les pentes douces; leur eau boueuse entraînait une grande quantité de ponces légères, le plus souvent arrachées au vieux sol et flottant à la surface. Sur tout leur trajet, ils déposaient le long de leurs bords un bourrelet de ponces ; à mesure que le niveau de l'eau baissait, il s'en produisait de nouveaux plus rapprochés du thalweg et parallèles aux premiers. Enfin, le ruisselet poussait devant lui un bourrelet frontal, généralement d'aspect très caractéristique (fig. 178).

Fig. 178. — Extrémité d'une petite coulée ponceuse sur la cendre fine. Vallée de Canonville. (Photographie faite en février 1903.)

Quand le ruisselet s'épanchait sur une surface à peu près plane, il se répandait en méandres à formes compliquées. La figure 180 représente un exemple de ce genre que j'ai observé sur un champ de cendre refroidie, entre la Rivière Blanche et la Rivière Sèche; la photographie a dû être retouchée, mon cliché ayant été piqué par l'humidité.

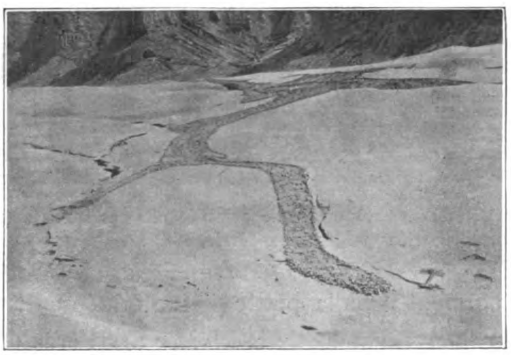


Fig. 179. — Petite coulée ponceuse épanchée sur une pente de cendre fine. Vallée de Canonville. (Photographie faite en novembre 1902.)

Fréquemment le ruisseau, après avoir cheminé sur un espace plat, parvenait au bout de sa course sur le bord d'une pente ; il s'y engageait alors, donnant naissance à une ou plusieurs branches qui s'arrêtaient en route, par suite de l'absorption rapide de l'eau par le sol perméable :

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

elles laissaient, à mi-chemin sur la pente, un petit talus de ponce en forme de langue, à bords surélevés, semblable à ceux représentés par la figure 179. Les ponces de ces ruisselets étaient généralement agglutinées par des matériaux fins de l'éruption actuelle.

L'influence du sol poreux sur l'absorption rapide de l'eau d'un petit courant boueux est mise aussi en évidence par la figure 182 qui montre un phénomène fréquent dans les ruines de Saint-Pierre. Les pentes un peu

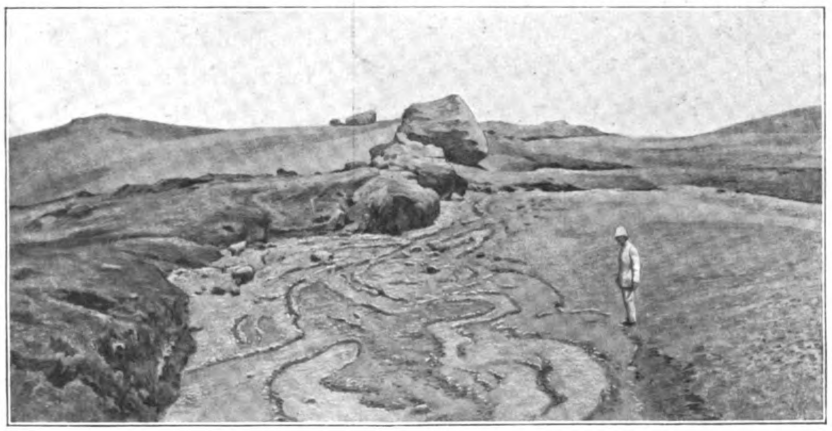


Fig. 180. — Méandres d'un ruisselet ayant charrié des ponces sur le trajet refroidi d'une nuée ardente, entre les Rivières Blanche et Sèche. (Photographie faite en fin juillet 1902.)

raides exposées au soleil y étaient parfois recouvertes de semblables petites coulées boueuse en relief, souvent creusées d'une cavité centrale.

Structure granulée de la cendre. — Les coupes déterminées par l'érosion dans les vallées ou sur le bord de la mer mettaient fréquemment en évidence des lits de formation récente dans lesquels la cendre, au lieu d'être fine et incohérente, se présentait sous forme de petits globules pressés les uns contre les autres, tantôt parfaitement sphériques, tantôt un peu aplatis ; leurs dimensions variaient depuis celle d'un grain de mil jusqu'à celle d'un gros pois ; dans ce cas, une légère pression permettait parfois d'en détacher des écailles concentriques. Au point de vue de leur constitution intime, ces globules ne présentent aucun arrangement régulier des éléments de la cendre (1).

(1) Lors de l'éruption du Vésuve d'octobre 1822, Poulett Scrope a assisté à la formation de semblables globules (*Transact. geol. Soc. London*, II, 1826, 346), qui se rencontrent assez fréquemment dans les tufs de quelques volcans.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

J'ai eu l'occasion dans le courant de l'hiver d'assister, à de nombreuses reprises, à la formation de cette curieuse structure.

Un jour de décembre en particulier, je longeais la côte entre le Précheur et la vallée de Canonville, il faisait une chaleur torride. La cendre qui recouvrait la surface du sol provenait des nuées ardentes des jours précédents et avait été apportée comme de coutume par l'alizé ; elle était très fine, très mobile, et échauffée par le soleil. Il survint plusieurs grains répétés, mais de courte durée et ne donnant qu'une très faible pluie. Sous l'action de celle-ci, la surface uniforme de la cendre se transforma rapidement en une couche granulée rappelant l'aspect du grésil. Chacun des petits globules était constitué par l'enrobement d'une goutte d'eau par la cendre.

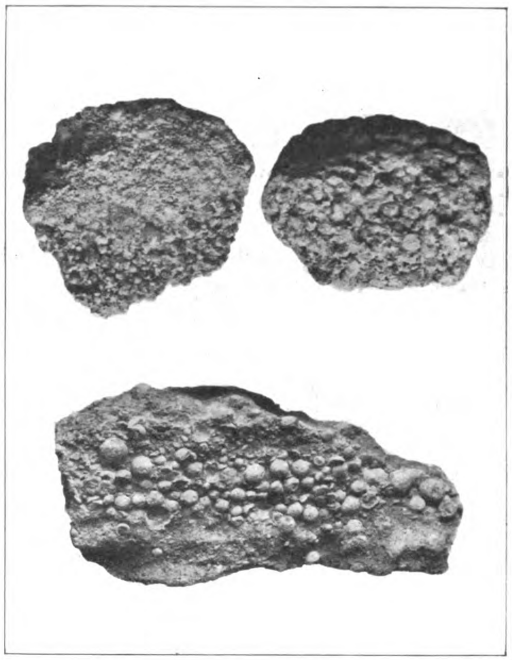


Fig. 181. — Cendre granulée par la pluie. En haut, échantillons recueillis dans la vallée de Canonville ; en bas, échantillon provenant de Santorin (réduction de moitié).

Le globule humide ainsi formé et dont la dimension dépendait de la grosseur de la goutte d'eau qui lui avait donné naissance restait sur place ou au contraire était roulé par le vent ; il pouvait ainsi augmenter de volume. Sur les pentes, on voyait fréquemment aussi les petites gouttes rouler sous l'influence de leur propre poids.

La production d'une semblable structure implique donc l'existence d'une cendre à éléments très fins, peu tassée, assez chaude pour que l'évaporation des gouttes d'eau soit rapide (nous avons souvent observé la production du même phénomène à la surface des apports encore chauds des nuées ardentes). Il faut en outre que la pluie ne soit pas de longue durée, sans quoi elle humecte la totalité de la surface d'une façon régulière. Enfin le

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

phénomène est encore facilité par le vent qui, continuellement, apportait à la surface du sol de nouvelles poussières venant protéger les granules formé contre les causes de destruction postérieure.

Ce granulage des poussières fines se produisait aussi sur le flanc Est de la montagne, aux dépens de la terre jaunâtre constituée par le mélange des particules fines de la cendre actuelle et des tufs anciens sous-jacents.

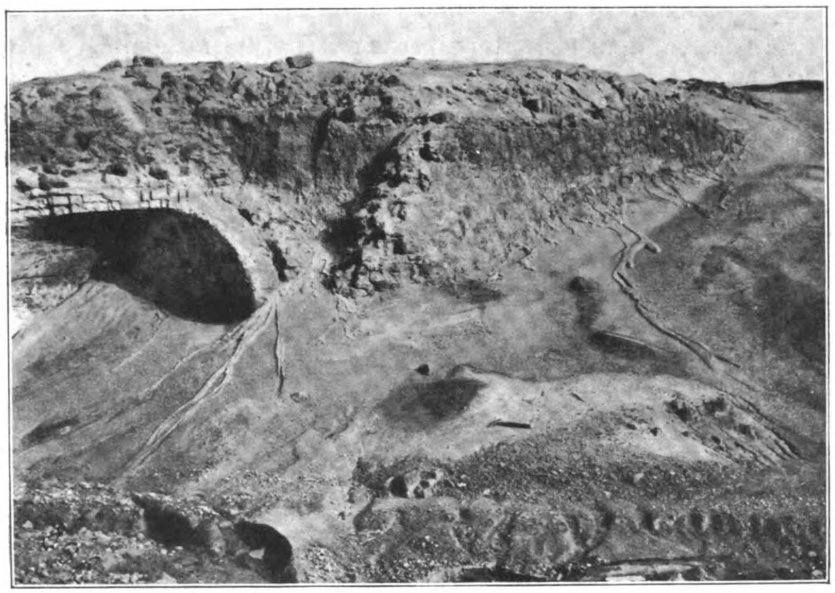


Fig. 182. — Petits ruisselets de boue (localement creux), épanchés sur un talus de cendre fine. Quartier du Fort, sur la rive gauche de la Rivière des Pères (octobre 1902).

Je ne l'ai pas observé parmi les produits de l'éruption actuelle à Saint-Vincent; mais dans les éboulis des falaises de tufs anciens, situées entre la vallée de Roseau et celle de la Wallibu, j'en ai recueilli de fort beaux échantillons.

En 1896, j'ai trouvé des lits de cendres semblables à ceux qui viennent d'être décrits dans les tufs andésitiques de la pointe d'Acrotiri, à Santorin.

2° *Les phénomènes violents dans les vallées remplies de matériaux chauds. Explosions secondaires et torrents boueux.*

L'eau qui, en ruisselant à la surface du sol, produisait les phénomènes étudiés plus haut, donnait naissance, en se réunissant dans le lit des rivières,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

à de véritables torrents dont les effets ont été à certains égards très distincts, suivant qu'ils ont exercé leurs ravages dans les vallées remplies par des matériaux chauds ou au contraire dans celles qui n'en contenaient que peu ou point et qui ne renfermaient que des cendres refroidies.

Secteur Sud-Ouest. — Depuis le commencement de l'éruption, s'est produit un conflit continuel entre les nuées ardentes remplissant la vallée de la Rivière Blanche et, après les grands paroxysmes, une partie de celle de la Rivière Sèche, et les torrents qui, sans relâche, travaillaient à creuser à ces rivières un nouveau lit au fur et à mesure de leur comblement. Les phénomènes résultants présentaient une certaine gradation dans leur intensité. Lorsque le courant aqueux arrivant sur les matériaux chauds était peu important, il déterminait des explosions et des projections boueuses locales, et donnait naissance à des coulées boueuses ayant souvent une action additive, puisqu'elles superposaient leurs apports à ceux des nuées ardentes, au lieu de les éroder. Si, au contraire, l'apport aqueux était considérable, il y avait production de torrents d'une violence indescriptible, qui aidaient à l'action des explosions et produisaient des phénomènes d'érosion d'une violence extraordinaire.

Le 15 décembre, s'est produit dans la vallée de la Rivière Blanche un exemple typique de la première catégorie de ces phénomènes. Au début d'un orage, de violentes vapeurs s'élevèrent brusquement de toute la vallée de la Rivière Blanche, de la Rivière Claire et de toute la côte voisine; le phénomène fut si grandiose que les ouvriers travaillant à notre Observatoire s'enfuirent épouvantés, bien qu'ils fussent à de nombreux kilomètres de la région où il se produisait. Sur cette énorme surface fumante, certains points (en particulier en aval de l'ancien confluent de la Rivière Claire et de la Rivière Blanche) présentaient une activité exceptionnelle. De là, sortaient d'énormes colonnes de vapeur d'eau, accompagnées de jets de boue noire, qui, autant qu'on en pouvait juger de l'Observatoire, offraient les caractères extérieurs de celui que représente la planche XXI. Lorsque ces vapeurs se furent apaisées, une traînée de boue fumante se détachait par sa couleur noire sur le fond blanc des apports des nuées ardentes. Le lendemain, nous étions en route pour aller étudier cette coulée boueuse, lorsque survint la grande nuée ardente qui a été étudiée plus haut et ce ne fut que le 18 qu'il nous fut possible de débarquer et d'aller

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

étudier le point où avaient eu lieu ces explosions de boue; il s'en était produit de nouvelles pendant la nuit précédente, car nous avons constaté la présence d'un épais *trottoir* de boue noire en relief sur les cendres blanches brûlantes apportées par l'éruption de la veille; cette coulée boueuse avait son origine dans la Rivière Claire où elle se rétrécissait très rapidement. Le volcan étant menaçant et le champ de cendres brûlantes nous coupant toute retraite en cas de nouvelle éruption, nous n'avons pu pousser

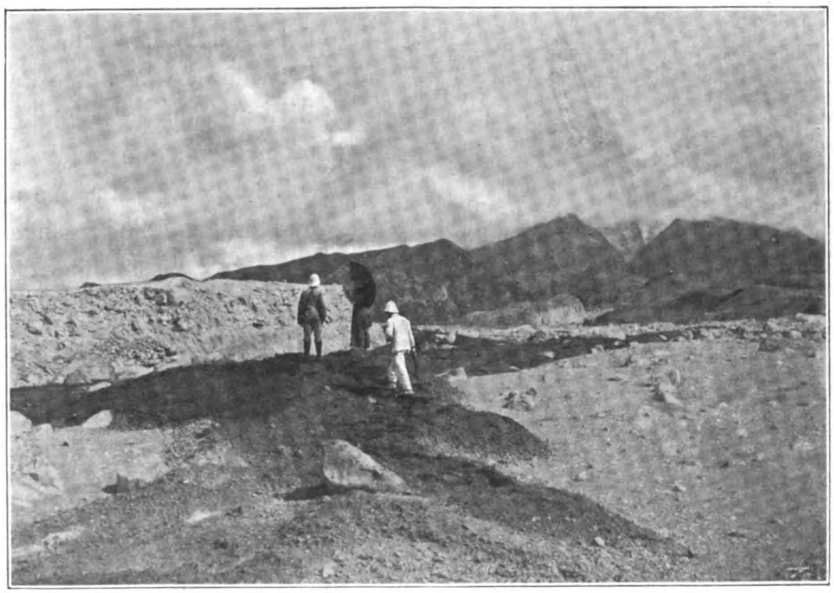


Fig. 183. — Coulée de boue desséchée, épanchée à la surface des apports encore brûlants de la nuée ardente du 16 décembre. A gauche, le conglomérat de l'éruption boueuse du 5 mai recouvrant l'usine Guérin, blanchi par la nuée de la veille. (Photographie faite le 18 décembre 1902.)

au delà notre exploration, mais nous avons constaté qu'au point où la coulée boueuse entrait sur les cendres chaudes sa surface était couverte de flaques de cinérite très fine, d'où s'échappaient en abondance, par de nombreuses ouvertures, des bouffées de vapeurs; c'était là un point de sortie d'explosions.

Il est facile d'expliquer le mécanisme de la production de cette coulée boueuse et des phénomènes explosifs qui l'ont accompagnée. A la suite d'une pluie abondante, un torrent s'est formé dans la haute vallée de la Rivière Claire incomplètement comblée par les apports directs des nuées

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ardentes ; il a entraîné une grande quantité de cendres et de lapillis de l'éruption actuelle, ainsi que des fragments ponceux anciens; ce torrent aux eaux épaisses, d'abord encaissé dans un cañon, a débouché dans la vallée remblayée de la Rivière Blanche où il s'est étalé brusquement à la surface des apports des nuées ardentes qui possédaient en moyenne près de la surface une température voisine de 200° C. et en profondeur une température beaucoup plus considérable, grâce à l'abondance des blocs de grosse taille. Une partie de l'eau a été immédiatement volatilisée, comme l'était d'ailleurs sur toute l'étendue de la vallée de la Rivière Blanche la pluie au moment où elle touchait le sol. En pénétrant à une plus ou moins grande profondeur, un volume considérable d'eau s'est volatilisé brusquement et a donné une quantité de vapeur suffisante pour soulever une masse énorme de boue et de blocs et donner ainsi naissance à un centre d'éruption secondaire. La figure 183 est la reproduction de la coulée de boue qui s'est prolongée jusqu'à la mer; sa surface fumante était solide et permettait de s'y avancer avec précaution, alors que les cendres blanches voisines étaient extrêmement mobiles. Cette coulée était en relief de plus d'un mètre : à son pied, la surface de cendres brûlantes était formée par une cinérite, résultant du délayage de la cendre par les eaux d'égouttage de la coulée boueuse. La figure 182 représente cette cinérite en voie de dessiccation, fendillée par retrait et percée de trous, qui avaient été autant de sorties de jets de vapeur.

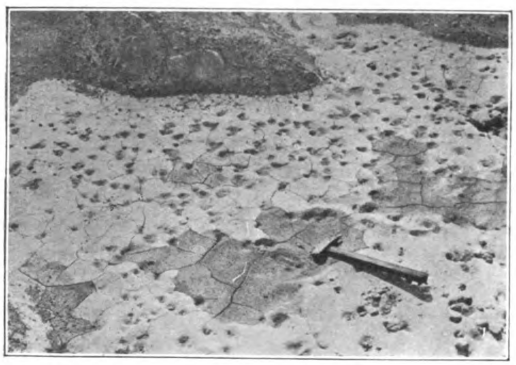


Fig. 184. — Cinérite formée sur les cendres chaudes au pied d'une coulée boueuse (visible en haut de la figure) : sa surface est creusée de nombreux trous de sortie de vapeur. (Photographie faite le 18 décembre 1902, dans la vallée de la Rivière Blanche.)

J'ai assisté à plusieurs reprises, soit en fin de juillet, soit pendant l'hiver suivant, à la production de phénomènes du même genre, mais moins intenses, dans le lit de la Rivière Blanche. Le 15 juillet,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

notamment, en plusieurs points de celle-ci, on voyait de petits jets d'eau intermittents, suffisants pour rejeter en l'air les poignées de sable que l'on y laissait tomber ; ils étaient dus à la pénétration lente de l'eau du ruisseau (alimenté par une récente pluie) dans des couches plus éloignées de la surface que dans le cas précédent.

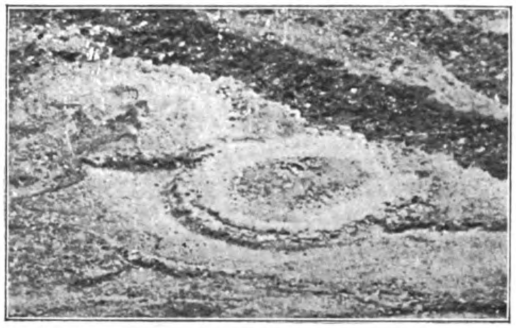


Fig. 185. — Un petit bassin d'éruption secondaire sur des cendres ponceuses, au pied du col de Lénard. (Photographie faite par M. Giraud en juillet 1902.)

Il est une autre région où se sont fréquemment produites des explosions du même genre : c'est celle comprise entre le col de Lénard et la Rivière Sèche, c'est-à-dire là où se trouvaient les fumerolles sulfhydriques et les fumerolles à haute température étudiées plus haut. En juin et en juillet, dans la dépression située au pied de ce col, se voyaient, en effet, sur une surface assez plane, une très grande quantité de petits bassins circulaires, ayant depuis quelques centimètres jusqu'à plusieurs mètres de diamètre et présentant l'aspect régulièrement concentrique mis en évidence par la figure 185 ; ils étaient pavés de lapillis disposés tous sur le même plan, comme si on les avait nivelés artificiellement. C'étaient là les bouches de sortie des colonnes de vapeur d'eau que l'on voyait si souvent s'élever de cette région.

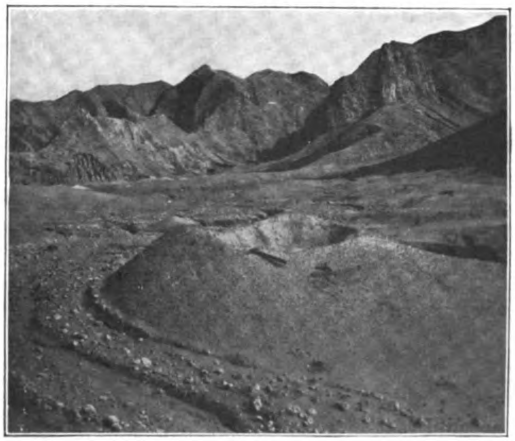


Fig. 186. — Cône d'une éruption secondaire, raviné par un ruisselet charriant des ponces anciennes. Fonds Canonville. (Photographie faite au commencement d'octobre 1902.)

Plus bas, tout près de l'ancienne habitation Isnard, sur la pente inclinée vers la Rivière Sèche, se

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

trouvaient des traces de véritables cataractes de boue noire entremêlée d'énormes blocs d'andésite rubéfiée, très visibles de loin. Là aussi existait un centre d'explosions secondaires, ne fonctionnant que par intermittence. Ce sont les phénomènes produits dans cette région qui ont donné naissance à la légende d'un cratère inférieur de la Montagne Pelée. M. Heilprin [**90**, 366] a vu, le 5 juin, en partir une grande quantité de boue ; le 24 juin, M. Hovey a décrit une éruption secondaire du même genre [**99**, 362]; ce jour-là une pluie abondante tombait sur la montagne, nous explorions la vallée de la Rivière Blanche et nous n'avons vu que de loin les vapeurs s'élevant de ce point. Le 3 juillet, nous avons visité cette région : la surface de la cataracte de boue était extrêmement fraîche et il est vraisemblable qu'une éruption secondaire avait dû s'y produire peu auparavant. Ces éruptions secondaires étaient le résultat de l'inondation des fumerolles chaudes par les eaux chargées de cendres, descendant des flancs de la Petite Savane.

Fig. 187.— Chaîne de cônes d'éruption secondaire, en partie démolis par érosion, bordant un petit ravin. Plaine de l'Ex-Voto. Au fond, la baie de Saint-Pierre (octobre 1902).

Fig. 188. — Cônes boueux sur le bord d'un ruisseau en voie de creusement. Fonds Canonville (octobre 1902).

Des phénomènes éruptifs du même genre que les précédents se sont produits jusqu'en juillet et après l'éruption du 30 août dans le Fonds Canonville, ainsi qu'après cette dernière éruption dans le voisinage du quartier de l'Ex-Voto près de la Rivière des Pères: ils ont été caractérisés par la régularité

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

remarquable de leurs appareils extérieurs ; je les ai brièvement décrits déjà et figurés pendant mon séjour à la Martinique [**122**]. En juin et juillet, le Fonds Canonville était recouvert par des matériaux chauds (j'ai observé + 210° C. à quelques centimètres de la surface le 15 juillet) et, après les pluies, on y voyait de très nombreuses fumerolles distribuées le long de petits ravins en voie de formation; elles partaient de cônes fort réguliers. Le 2 juillet, pendant une violente pluie, nous avons vu, de la mer, ces fumerolles de Canonville fonctionner avec une extraordinaire vigueur. Ces cônes mesuraient de 1 à 3 mètres de hauteur en moyenne, mais quelques-uns d'entre eux étaient exceptionnellement plus élevés ; ils étaient creusés au sommet d'une cavité cratériforme régulière (fig. 186 et Pl. XVII, fig. 2), parfois égueulée par une explosion plus violente que les autres (fig. 188); ils avaient la même constitution que les lits uniformes de cendres sur lesquels ils reposaient. Leur surface était lisse, surtout quand ils n'avaient pas fonctionné depuis longtemps ; lorsqu'on les examinait au contraire au moment de leur fonctionnement ou peu après, leurs parois étaient généralement recouvertes des bavures de la dernière boue qui s'en était échappée (Pl. XVII, fig. 1). Parfaitement réguliers quand ils étaient isolés, ils étaient quelquefois déformés par suite de leur contact avec des cônes voisins. Leur position était constante : ils se trouvaient toujours sur les bords d'un ravin ou d'une rigole creusés en forme de cañon au milieu de la cendre ; quand ils étaient nombreux, ils formaient une véritable chaîne de *puys* en miniature (fig. 187). Dans les périodes d'activité, la boue qui s'en échappait tombait en cascades dans le ruisseau voisin ; celui-ci, en s'agrandissant, les entamait et les déformait.

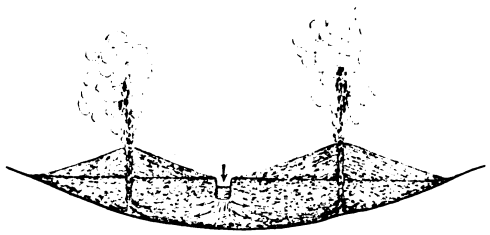


Fig. 189. — Schéma d'une éruption secondaire à facies geysérien.

Des cônes semblables se sont aussi produits dans le lit même de la Rivière Blanche, mais il ne m'a jamais été possible de les étudier de près au moment de leur fonctionnement.

Il est facile d'expliquer le mode de formation de ces petits cônes et le mécanisme de ces phénomènes à facies geysérien : l'eau superficielle qui

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

creusait ces ruisseaux dans les cendres chaudes refroidissait rapidement les matériaux de leur thalweg, mais elle s'étendait horizontalement par capillarité dans les couches profondes des berges (fig. 189), s'y échauffait au contact de matériaux à plus haute température, et se volatilisait alors. Puis, lorsque la tension de sa vapeur était suffisante, celle-ci se frayait une route et sortait à la surface du sol en entraînant de la boue et en donnant naissance à tous les phénomènes extérieurs qui caractérisent les projections violentes; la boue retombait presque sur place et édifiait peu à peu un cône régulier.

Torrents boueux. — Après l'éruption du 8 mai, le lit des Rivières Sèche et Blanche a été en partie comblé, mais aussitôt après, sous l'influence des pluies tropicales, a commencé l'érosion; celle-ci était déjà très avancée dans les premiers temps de notre séjour; nous avons suivi les bords de la Rivière Sèche près de son embouchure et remonté son lit au-dessous de l'habitation Isnard. Il avait alors atteint l'ancien sol, mais il était très étroit, bordé par des falaises d'une vingtaine de mètres de hauteur, formées par des matériaux récents; par places ceux-ci s'éboulaient, mettant à nu une surface blanche extrêmement chaude (fig. 158 et 159, et Pl. XV, fig. 1). Les deux rivières étaient par intermittence à sec ou bien torrentielles; on les voyait alors apporter à la mer des masses d'eau à température très variable, souvent fumantes, entraînant parfois des blocs de rochers.

Fig. 190. — Torrent boueux chaud érodant les apports récents qui obstruaient l'embouchure de la Rivière Sèche. (Photographie faite en juillet 1902.)

Le 24 juin, M. Hovey a assisté de près à une crue subite et violente de cette rivière [**99**, 361]; le matin, celle-ci ne roulait que quelques centimètres d'eau boueuse; le soir, après une violente pluie ayant duré plusieurs heures, le niveau de l'eau s'était élevé à 45 centimètres environ, lorsque brusquement, en même temps qu'il se produisait une poussée au cratère, M. Hovey vit arriver un véritable mur d'eau chaude, ayant de 3 à 4 mètres de hauteur, roulant avec la rapidité d'un train et se précipitant à

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

la mer; il heurtait les berges en faisant trembler le sol; l'eau était noire comme de l'encre et transportait des blocs de 1m,50 de diamètre, arrachés à ses bords, qui s'écroulaient dans l'eau en donnant lieu à de violentes explosions; au même instant, une cataracte de boue dont j'ai parlé plus haut descendait des hauteurs de l'habitation Isnard dans la vallée de la Rivière Sèche. C'est là un phénomène semblable à celui auquel nous avons assisté à plusieurs reprises dans la vallée de la Rivière Blanche. Le 23 juillet, notamment, j'étais allé voir une fumerolle se trouvant dans la haute vallée de cette rivière, qui était alors réduite à un mince filet d'eau; à la suite d'une violente pluie, elle s'enfla si rapidement que nous ne pûmes revenir immédiatement et que nous eûmes quelque peine à trouver un passage pour la franchir. Les eaux tumultueuses frappaient les berges, en emportant des morceaux; là où elles entamaient les apports de la nuée du 9 juillet, il se produisait de petites projections. La température, qui était de 30° C. en amont d'un point d'explosion, atteignait jusqu'à 96° à quelques décimètres en aval; des variations de température de ce genre étaient fréquentes dans les torrents ou les filets d'eau coulant à la surface des matériaux chauds.

Fig. 191. — Le Fonds Canonville après l'enlèvement par l'érosion des cônes des éruptions secondaires. (Photographie faite en décembre 1902.)

L'eau boueuse s'écoulait avec une vitesse inégale, mais rythmée, qui a été observée déjà (p. 180) le 6 mai dans la Rivière Blanche, et que j'ai constatée fort souvent en juillet et pendant l'hiver 1902-1903 dans les ruisseaux charriant beaucoup de matériaux solides, susceptibles de produire de petits barrages vite rompus, vite renouvelés : ces pulsations se produisaient à des intervalles d'ordinaire inférieurs à une minute. M. Hovey [**99**, 344] et M. Russell [**138**] ont signalé à Saint-Vincent le même phénomène qui ne paraît pas rare dans les torrents boueux des pays de montagne (p. 449).

Fumerolles à vapeur d'eau presque pure. — La caractéristique la plus apparente des phénomènes secondaires de l'éruption a consisté dans la production

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de violents et intermittents dégagements de vapeur d'eau qui, dans tous les cas, étaient le résultat plus ou moins direct de l'écroulement des falaises entaillées dans les apports encore chauds des nuées ardentes. Suivant les cas, ces écroulements se produisaient dans le lit même des rivières; les fumerolles résultantes étaient alors en relation directe avec la production des torrents boueux que nous venons d'étudier et par suite avec la pluie, ou bien ils avaient lieu sur le bord de la mer à l'embouchure des rivières et ils étaient en rapport plus immédiat avec l'action de la mer, seule ou combinée à celle des torrents; l'action directe de la pluie, du vent, venait encore multiplier les chances de production du phénomène.

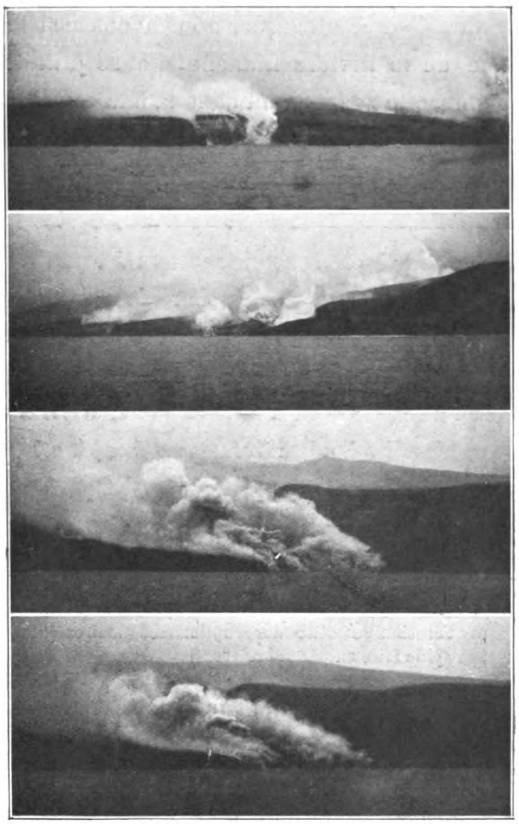


Fig. 192. — Fumerolles de l'embouchure des Rivières Blanche et Sèche. (Photographies faites en fin juin et au commencement de juillet 1902.)

Ces fumerolles ont été observées sur tout le trajet de la Rivière Blanche depuis son origine (plus rarement dans la Rivière Claire), dans la basse vallée de la Rivière Sèche, enfin à l'embouchure de toutes les rivières, depuis la rivière Lamare jusqu'à celle des Pères; c'est là l'extension maximum du phénomène, telle que nous l'avons observée à la fin de juin et au commencement de juillet. A la fin du même mois, ces fumerolles ne se produisaient presque plus; elles ont été signalées, à nouveau, dans la période préliminaire de l'éruption du 30 août, et ont persisté quelque peu après celle-ci. Pendant le mois d'octobre et une partie de celui de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

novembre, il n'en était à peu près plus question, puis on les vit reparaître plus tard, mais avec une faible intensité et seulement sur le passage des nuées ardentes, c'est-à-dire dans la vallée de la Rivière Blanche; ces fumerolles ont été signalées à nouveau dans la période de recrudescence de 1903 (voir page 84 où il en est déjà question).

Les vapeurs émises par ces fumerolles étaient de deux natures différentes : celles qui s'élevaient du lit des rivières, quand celles-ci contenaient de l'eau, étaient blanches et légères, uniquement constituées par de la vapeur d'eau, avec généralement une trace très faible d'hydrogène sulfuré. La seconde catégorie se dégageait des falaises de cendres chaudes; celles-ci, en s'écroulant, donnaient naissance à des volutes très épaisses, riches en cendres, et par suite très denses, qui roulaient comme un fluide sur les parois de la falaise, sans s'élever, et qui parfois circulaient assez loin à la surface de la mer, simulant par suite de minuscules nuées ardentes. Nous avons été plusieurs fois enveloppés par ces nuages et nous l'avons été impunément, en raison de leur faible densité et de leur température peu élevée. La figure 193 donne l'aspect caractéristique de ces deux types de fumerolles, produites côte à côte. Sur le bord des ruisseaux, l'écroulement des falaises était parfois déterminé par des sorties de vapeur dues à la volatilisation de l'eau imbibant leur pied et traversant, pour arriver au jour, les cendres meubles suprajacentes.

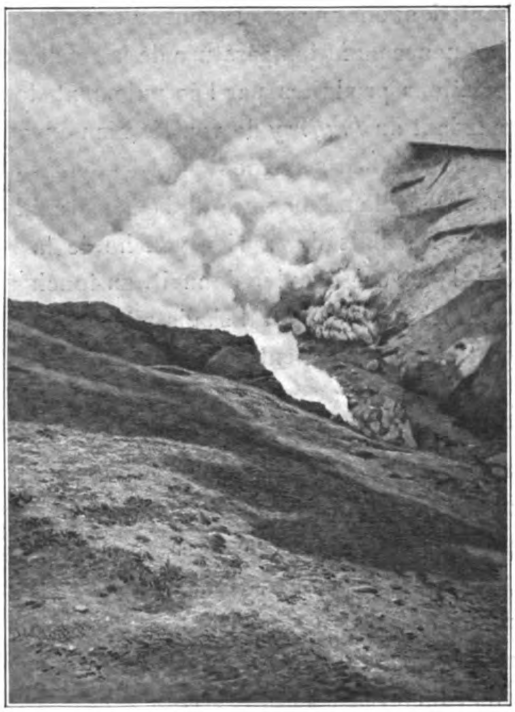


Fig. 193. — Fumerolles sortant du lit de la Rivière Sèche (à gauche) ou des falaises de cendres chaudes des bords de celle-ci (à droite). (Photographie faite le 29 juin 1902.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Lorsque des pans de falaise s'écroulaient dans les ruisseaux ou dans la mer, leur température était souvent suffisamment élevée pour déterminer la volatilisation immédiate d'une plus ou moins grande quantité d'eau ; il en résultait des torrents de vapeur entraînant des particules solides et pouvant même parfois donner lieu à des projections verticales de matériaux solides et liquides ; celles-ci se rapprochaient par conséquent du phénomène étudié plus haut, dont elles ne constituent qu'une réduction. Afin de me rendre compte de l'influence de la température de la cendre sur l'aspect extérieur des manifestations produites par l'écroulement des falaises, j'ai demandé au commandant du *Jouffroy* de vouloir bien envoyer quelques obus de ses canons-revolvers, successivement sur les apports encore chauds d'une récente nuée ardente, à l'embouchure de la Rivière Blanche, et sur une falaise à matériaux refroidis de la rive gauche de la Rivière Sèche : dans le premier cas, la cendre éboulée donnait, en touchant la mer, un panache de vapeur, semblable à celui qu'il s'agissait d'expliquer; dans le second, la poussière se traînait seulement à la surface de l'eau pendant un temps très court.

Le 2 juillet, ayant débarqué à l'embouchure de la Rivière Sèche, sur une petite plage de quelques mètres seulement, située au pied d'une falaise entièrement constituée par de nouveaux apports (fig. 190), nous avons assisté à un intéressant phénomène. La Rivière Sèche était réduite à un ruisseau boueux assez rapide, qui affouillait derrière nous la falaise, sans que nous puissions nous en apercevoir. A peine étions-nous remontés dans le canot que la falaise s'écroulait tout d'une pièce ; nous avons vu alors le ruisseau se précipiter dans un trou au niveau de la mer ; il en ressortait des torrents de vapeur d'eau entraînant des fragments de matériaux solides et de nombreuses épaves de bois, qui, flottant à la surface de la mer, étaient aspirées en tourbillonnant dans la cavité. Il s'agissait là certainement d'une pénétration subite de l'eau de la rivière dans une couche de matériaux récents, chauds.

L'apparition de ces fumerolles dans la vallée de la Rivière Blanche date du 5 mai; elles s'échappaient alors de la boue chaude, apportée par l'éruption du cratère. Le 7 mai, entre 1 heure et 2 heures, l'abbé Parel a longé la côte entre Saint-Pierre et le Prêcheur; il a vu de près le dégagement de vapeurs s'élevant de l'embouchure de la Rivière Blanche ; il l'a attribué, m'a-t-il dit, à la chute du courant

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

boueux chaud (1) dans la mer et surtout aux éboulements continuels des falaises couvertes par la boue desséchée et déjà affouillées à la fois par le torrent et par la mer.

Il me reste à signaler des colonnes de poussière, produites par l'écroulement des falaises de cendres très chaudes, sous la seule action de la pesanteur, sans que l'eau y ait joué un rôle immédiat, à l'inverse de ce qui a été décrit plus haut. En juillet, j'ai vu fréquemment un phénomène de ce genre se produire dans la haute vallée de la Rivière Sèche. Nous l'avons constaté à Saint-Vincent dans la rivière de Wallibu (mars 1903); la température des matériaux de grosse taille observés au pied des talus d'éboulis était suffisamment élevée pour qu'il fût impossible de les conserver dans la main. Il est probable que c'est à ce phénomène qu'il faut attribuer une colonne de poussière que nous avons vue, en décembre 1902, s'élever dans la haute vallée de la Roxelane, ainsi qu'en divers points de la Rivière des Pères.

Les colonnes de poussière produites par cette cause se distinguaient facilement par leur localisation et par leur compacité plus grande de celles soulevées par le vent à la surface des dépôts de cendre fine.

La Rivière Falaise. — Le 20 mai, pour la première fois, on vit de violents dégagements de vapeurs s'élever de la Rivière Falaise, au-dessous du col de la Calebasse et au-dessus de l'Ajoupa-Bouillon, près de l'ancien camp de Trianon. Les premiers explorateurs du volcan, MM. Heilprin, Kennan en particulier, ont donné un dramatique récit des manifestations de ce qui a été appelé le *cratère de l'Ajoupa-Bouillon*. Des cavités circulaires, creusées dans les parois verticales de la falaise de ponce, ont été décrites comme des bouches fumantes, d'où seraient sortis de la vapeur d'eau et de nombreux matériaux de projection. A deux reprises, en juin et en juillet, nous avons, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, visité cette région; dans le fond du cañon encaissé, nous avons vu alors une grande quantité de cendres, mais l'étude minutieuse du terrain nous a amenés à la conviction qu'il n'y avait là rien qui puisse faire penser à un cratère. Cela a été aussi la conclusion du premier rapport de M. Hovey [**99**], et M. Heilprin, dans son dernier livre [**90**],

(1) La boue, en se déversant dans la mer, disparaissait dans l'eau qui conservait sa limpidité; mais en déferlant sur le rivage, à droite et à gauche, les lames se frangeaient d'un ruban jaune. Cette observation, que m'a communiquée M. l'abbé Parel, s'explique par la grande densité de la boue qui devait dévaler sur les pentes immergées du delta torrentiel de l'éruption du 5; la mer est très profonde au voisinage immédiat de la côte.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

a abandonné sa première opinion. J'ai porté toute mon attention au cours de l'hiver 1902-1903 sur l'étude de cette région, et c'est en partie pour suivre les manifestations qui s'y produisaient que j'ai installé un poste d'observation à Assier, avec l'obligeant concours de M. de Meillac.

L'histoire de cette région de la montagne est fort simple. La vallée de la Falaise a un bassin de réception assez large, voisin du cratère ; grâce à la configuration du terrain, une énorme quantité de matériaux solides y ont roulé dès le début de l'éruption, et sont venus s'entasser dans la dépression située au pied du col de la Calebasse. Les eaux pluviales n'ont pas tardé à entamer ces matériaux chauds, y ont creusé leur passage, produisant alors des phénomènes d'éruptions secondaires, tout à fait semblables à ceux qui viennent d'être décrits sur le flanc Sud-Ouest de la montagne.

Je m'occuperai plus loin des débordements qui se sont produits dans cette rivière, comme dans toutes ses voisines : ils présentaient la particularité de donner des eaux chaudes, émettant des vapeurs jusqu'au confluent avec la Capot. Pendant l'hiver 1902-1903, j'ai fait noter par le poste d'Assier tous les jours où les vapeurs s'élevaient de cette haute vallée ; ce phénomène suivait invariablement les averses de pluie. Peu à peu, la température de ces cendres a diminué (voir p. 401), la rivière s'est ouvert un plus large chenal au milieu d'elles ; la production de ces vapeurs est alors devenue de plus en plus rare, et elle n'a plus été observée à partir de février 1903 ; on verra en outre page 406 que pendant la période d'activité de ces fumerolles il s'est produit, en divers points de la Rivière Falaise, des sources chaudes minéralisées, dont la température a été peu à peu en s'abaissant, et qui ont fini par disparaître complètement.

Les éruptions secondaires à Saint-Vincent. — Tous les types d'éruptions secondaires et de torrents boueux qui viennent d'être décrits ont été observés à Saint-Vincent, où ils ont été soigneusement étudiés ; ils s'y sont présenté avec une grande ampleur, mais sans particularité spéciale. Grâce à la largeur de certaines parties des vallées de Wallibu et de Rabaka et à la facilité relative de leur accès, l'étude de ces phénomènes a été particulièrement facile. Beaucoup des géologues qui ont étudié le début de l'éruption, et notamment MM. Anderson et Flett [**72**], Hovey [**99**], Curtis [**82**], ont publié sur ce sujet de très belles photographies. M. Curtis a en particulier étudié des cônes semblables à ceux décrits plus haut, mais produits dans les deux îles au milieu

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

du lit même des rivières ; ils semblent, d'après les photographies de la mission anglaise, avoir eu souvent à Saint-Vincent des dimensions plus grandes que ceux que j'ai étudiés à la Montagne Pelée en dehors du lit des rivières. M. Curtis a figuré une explosion secondaire, observée à l'embouchure de la rivière de Wallibu, qui dépasse en intensité tout ce que j'ai vu en ce genre.

3° *Les torrents boueux en dehors des vallées précédentes.*

Il me reste à m'occuper des torrents boueux qui, à de nombreuses reprises, ont dévasté toutes les basses vallées des rivières descendant de la Montagne Pelée, sans cependant que des phénomènes explosifs y aient été observés.

Leurs inondations ont été souvent désastreuses par suite de l'existence de villages à leur embouchure, sur leur delta torrentiel et sur leurs bords mêmes. C'est ainsi qu'une partie des bourgs du Précheur, de Grand-Rivière, de Basse-Pointe ont été décimés, alors qu'ils n'avaient pas eu à souffrir des nuées ardentes ou que, comme le Précheur, ils n'avaient subi que la chute de cendres refroidies, entraînées par l'alizé. Je passerai d'abord en revue les faits pour en tirer ensuite quelques conclusions.

Roxelane et rivière des Pères. — Les deux rivières arrosant Saint-Pierre ont subi de fréquentes crues qui, avant le 8 mai, ont fort effrayé les habitants de la ville ; leurs eaux charriaient une grande quantité de cendres et beaucoup d'arbres ; mais ces crues ne présentaient rien de particulièrement anormal. Le 7 mai (1), un fait curieux a cependant été observé par plusieurs personnes (entre autres MM. Saint-Ange Codé, Bonneville et Lapiquonne), qui habitaient dans le voisinage et me l'ont rapporté. Tandis que la Roxelane était normale, la rivière des Pères était tumultueuse : à son embouchure, entre le pont et la mer, ses eaux bourbeuses, charriant des blocs de roches et des troncs d'arbres, disparaissaient subitement dans un gouffre qui s'était ouvert dans son lit. Les eaux de la mer restaient limpides sur le rivage ; mais elles étaient troubles au large, là où réapparaissaient les matériaux apportés par l'inondation ; il ne se dégageait d'ailleurs aucune vapeur du lit de la rivière. Il est probable que les eaux s'étaient creusé un chemin souterrain dans le delta torrentiel ancien de la rivière, finissant rapidement à pic dans la

(1) Le 7 mai au matin, une énorme quantité d'arbres flottaient sur la mer entre le Mouillage et la pointe Lamare, apportés sans doute par des crues produites pendant la nuit, dans les diverses rivières de la côte.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

mer, très profonde en ce point (178 mètres à environ 500 mètres de l'embouchure) ; à notre arrivée, il n'existait plus aucune trace de ce phénomène.

A la suite de l'éruption du 30 août, la rivière des Pères a été fortement élargie dans sa partie basse (fig. 194) et en outre remplie de matériaux de transport ; nous avons vu à plusieurs reprises pendant l'hiver, à la suite de grosses pluies, des trains de bois en partir et se diriger vers le large.

Rivière Sèche. — Jusqu'à l'éruption du 8 mai, la Rivière Sèche s'est trouvée

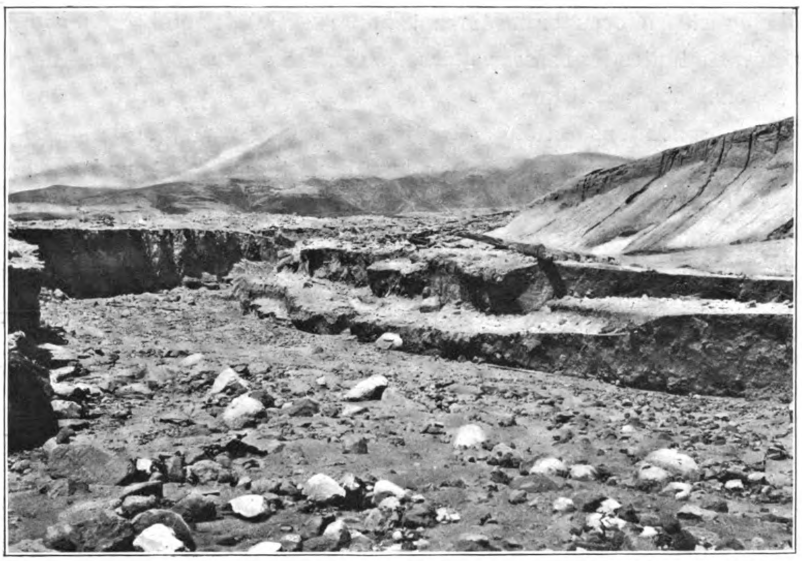


Fig. 194. — Érosion des apports de l'éruption du 30 août dans la Rivière des Pères, près de son embouchure.

dans les mêmes conditions que la rivière des Pères : le 5 et le 6, tandis que la Rivière Blanche roulait les boues du cratère, elle était absolument à sec. Le 7 au matin, l'abbé Parel, qui l'avait vue la veille sans eau, m'a dit y avoir constaté un débordement : elle inondait fortement ses berges, entre le pont de la grande route et la mer. Vers 2 heures, le pont était obstrué, la rivière passait par-dessus en large nappe et retombait en cascade vers la mer ; il a dû être emporté dans l'après-midi.

Rivière Lamare (1). — La rivière Lamare a subi, comme toutes ses voi-

(1) La rivière de Canonville a subi des crues violentes le 6 et le 7 mai, mais à partir de cette date je n'ai plus de renseignements sur cette région dévastée ; plus tard j'y ai vu des courants de boue épaisse certains jours de pluie.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sines, de nombreuses crues torrentielles, dont les dates n'ont pas été enregistrées faute d'observateurs ; l'épaisseur des dépôts, en partie ravinés, qui s'observaient sur les quelques kilomètres que nous l'avons remontée dans le courant de l'hiver, atteignait plusieurs mètres ; étant donnée la situation des sources de cette rivière à proximité du cratère, il est évident que, lors des grandes éruptions, elle a dû rouler des eaux très chaudes.

Rivière du Précheur. — Je dois à l'obligeance de M. Grelet, maire du

Fig. 195. — L'église du Précheur s'écroulant dans un ravin récent ; le clocheton d'un pigeonnier qui se trouve à l'arrière-plan est resté intact. (Photographie faite en novembre 1902.)

Précheur, les renseignements suivants sur les inondations qui, au début de l'éruption, ont ravagé sa commune. C'est à partir du 5 mai que les eaux de la rivière du Précheur devinrent franchement boueuses ; le 6, leur débit augmenta encore.

Le 7 au matin, les toits des maisons rapprochées de la montagne commencèrent à s'effondrer sous le poids des cendres ; le débordement de la rivière s'accentua ; ses berges s'écroulaient de tous côtés. A 5 heures de l'après-midi, la pluie commença à tomber et ne cessa qu'à 2 heures du matin. C'est à peu près à cette heure que se produisit un terrible débordement, qui emporta sur son passage douze maisons, dévasta ou

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

détruisit un certain nombre de bâtiments municipaux. Les rues du bourg furent envahies par des blocs énormes de rocher ; un nouveau ravin s'ouvrit dans l'une d'elles et emporta notamment une partie de l'église (fig. 195 à 197).

La figure 211 est la reproduction d'une photographie que j'ai prise à la fin de juin ; elle donne une idée des blocs de grande dimension qui recouvraient alors le Nord du bourg; arrachés à l'ancien sol, ils étaient entourés par de la boue, formée par de la cendre de l'éruption actuelle, mélangée

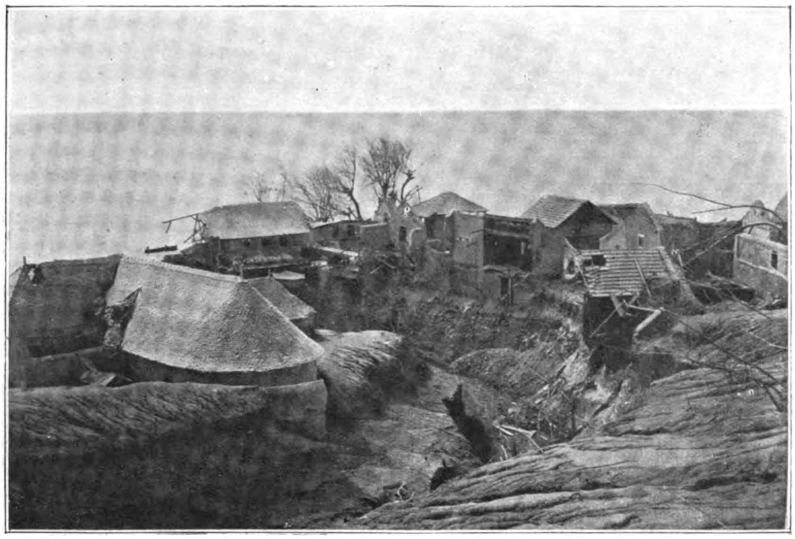


Fig. 196. — Le ravin creusé à travers le bourg du Précheur. (Photographie faite en novembre 1902.)

à de vieilles ponces ; en octobre, ces blocs étaient en partie cachés par une couche épaisse de boue fine (fig. 212).

L'aspect du village était lamentable ; le presbytère, en particulier, offrait un spectacle curieux ; le torrent boueux avait pénétré par les fenêtres et la porte, ouvertes du côté amont de la rivière, remplissant la maison de décombres, de blocs de pierre et de troncs d'arbres, ressortant par les portes et les fenêtres du côté aval ; un énorme rocher avait traversé la maison et était resté coincé dans la porte de sortie. L'intérieur des pièces était rempli par les déblais jusqu'à une hauteur d'environ 2 mètres, mais des gravures attachées contre les murs, de petites statuettes placées sur des étagères, étaient restées en place.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

De même que les autres rivières de la région, celle du Précheur a subi, postérieurement au 8 mai, de nombreuses et violentes crues, mais il n'y avait plus personne pour les enregistrer. Nous avons constaté leurs dégâts progressifs ; ceux-ci ont été certainement considérables à la suite de l'éruption du 30 août, car au commencement d'octobre le remblayage de la rivière, près du bourg, avait beaucoup augmenté sur ce que j'avais constaté en fin de juillet ; de nouveaux ravins s'étaient ouverts et ont continué durant le cours de l'hiver, ainsi que les anciens d'ailleurs, à se creuser davantage ; c'est ainsi que nous avons vu l'église s'écrouler peu à peu dans l'un d'eux (fig. 195).

Fig. 197. — Le ravin de formation récente du Précheur à son arrivée à la mer. (Photographie faite en novembre 1902.)

Rivière de Grand-Rivière. — Cette rivière a subi quelques grandes crues destructrices, qui se sont produites souvent les mêmes jours que celles des rivières suivantes. Le 8 mai notamment, vers 4 heures du matin, elle a envahi la route coloniale et les maisons situées sur un petit plateau peu élevé au-dessus du niveau normal de l'eau ; le front de la rivière avait en arrivant à la mer 3 mètres de hauteur : elle roulait, ont dit les témoins, une boue épaisse comme du sirop, charriant des blocs de plus de 3 mètres de diamètre. Elle a laissé dans certaines maisons un dépôt de près de 1 mètre d'épaisseur. Les principales autres grandes crues ont eu lieu les 11 et 19 mai (c'est à cette dernière date qu'a été enlevé le pont métallique), les 6, 17 et 22 juin.

Rivière de Macouba. — Cette rivière a eu des crues non moins violentes que toutes ses voisines, mais elles n'ont pas été notées exactement, le vil-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

lage se trouvant sur la falaise et par suite à l'abri du sinistre. Le delta torrentiel formé à son embouchure présente les mêmes particularités que celui des autres rivières.

Rivière de Basse-Pointe. — J'ai sur les crues de cette rivière des renseignements plus détaillés que sur celles des autres, grâce à des rapports circonstanciés rédigés par M. de Montaigne, conducteur des ponts et chaussées en résidence à Basse-Pointe, où il est resté l'un des derniers. Je pense

Fig. 198. — Le delta torrentiel de la Rivière de Grand-Rivière; le village est en partie détruit. (Photographie de M. Cochet, après mai 1902.)

utile de les donner au complet, afin qu'on puisse se rendre compte de la fréquence et de l'intensité de ces phénomènes torrentiels dévastateurs.

Le 8 mai à 3 heures du matin, la rivière de Basse-Pointe déborda d'une façon terrible, entraînant à la mer des arbres énormes, de gros blocs de rochers : une vingtaine de maisons situées sur le bord de la rivière furent emportées, toutes les rues du bourg furent obstruées par de la boue et des fragments de rochers ou par des débris de toute sorte.

Le 17 mai, vers 11 heures du matin, la montagne se couvrit d'épais nuages ; à 1 h. 10 eut lieu une forte crue. Les eaux boueuses couvrirent complètement le pont ; les matières charriées passèrent sur le tablier de celui-ci ; vers 5 heures du soir, le débit de la rivière reprit

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

son volume normal. On constata que les dépôts de la journée atteignaient $0^m,60$ dans le lit déjà remblayé de la rivière et dans les rues adjacentes.

Dans la nuit du 18 au 19, se produisit une très forte pluie; à midi 30, nouvelle crue, plus violente que les précédentes. Sur la rive droite de la rivière, une maison en bois, située en amont du pont, fut emportée tout d'une pièce et entraînée à la mer. En aval du pont, la rivière fit une trouée

Fig. 199. — Une rue de Basse-Pointe perpendiculaire au lit de la rivière qui se voit après les dernières maisons; elle est en partie comblée. (Photographie faite en juin 1902.) En octobre, nous avons retrouvé les maisons de droite enterrées jusqu'au bord de la toiture.

dans un pâté de maisons; le nombre des constructions détruites ce jour-là s'est élevé à une quarantaine. Le dépôt formé dans le lit de la rivière atteignit $1^m,80$; il renfermait des blocs de rochers de plusieurs mètres cubes ainsi que d'énormes troncs d'arbres : le lit de la rivière passait désormais sur l'extrados de la voûte du pont en partie écroulée. Un orage eut lieu dans la nuit du 19 au 20; le bourg reçut de nombreuses pierrailles pendant l'éruption survenue le 20; puis, à 4 heures du soir, se produisit une très faible crue de la rivière. Dans la nuit du 20 au 21, la pluie tomba à plusieurs reprises; à 2 heures du matin, on signale une assez forte

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

crue d'eau boueuse; il s'en produisit une autre de 2 heures à 4 h. 30.

Le 22, à 11 heures, encore une crue de rivière, ainsi que le 24 à minuit. Pendant toute la journée du 25, il plut; vers 10 h. 30, nouvelle inondation : les eaux envahirent la rue Saint-Jean et y creusèrent une tranchée de 2m,50 de profondeur. De nouveaux apports ayant environ un mètre d'épaisseur vinrent recouvrir le pont.

Fig. 200. — Maisons de Basse-Pointe ensevelies sous les apports de la rivière. (Photographie faite en octobre 1902.)

Le 31 mai, à midi, une forte crue est encore signalée; pour la première fois, on constata que la température de la boue était au-dessus de la normale; elle a été estimée à 45° ou 50° C. Le lit de la rivière s'exhaussa encore d'environ 80 centimètres.

Fig. 201. — Rivière de Basse-Pointe cherchant un passage dans une partie remblayée du bourg. (Photographie faite en octobre 1902.)

D'autres petites crues ont été enregistrées les 8 et 16 juin, ainsi que dans la matinée du 17, mais c'est ce même jour, à 5 heures du soir, que se produisit l'inondation la plus violente qui ait dévasté le bourg. Les rares personnes l'habitant encore n'eurent que le temps de se sauver en voyant arriver, grondante, une masse énorme d'eau boueuse, charriant des arbres et des rochers, et ayant un front d'environ 5 mètres de hauteur sur 45 mètres de large. Voici un passage extrait du rapport de M. de Montaigne.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Les poussières, feuilles sèches, brindilles, etc., entraînées par la colonne d'air déplacée par la masse boueuse en mouvement forment sur toute la vallée un épais nuage, qui semble s'échapper de la surface des eaux et qui est cause de la méprise de certains spectateurs qui croient se trouver en présence d'une trombe d'eau bouillante (la température n'a pas excédé 40° C.).

Le premier choc est supporté par deux maisons en maçonnerie, situées en haut de la rue Martineau; en moins d'une seconde, elles sont brisées au ras des fondations, projetées à 5 mètres de hauteur et retombent brisées, emportées par le flot. Deux autres les suivent.... De l'autre côté de la rue Martineau et à 20 mètres en amont des maisons Donnoy, l'usine électrique de M. de Courmont, bien que construite sur une éminence, a toutes ses portes défoncées, le mur de pignon Sud fendu, le mur de toiture emporté. Un bâtiment perpendiculaire à la direction de la crue, dépendance de l'usine électrique, est emporté, ainsi qu'un bâtiment y adossé. Observation générale: toutes les maisons qui ont pu résister au choc des eaux sont absolument inhabitables, les rez de-chaussée étant comblés par la boue d'une épaisseur variant entre 1m,50 et 3 mètres.... Les maisons emportées sont au nombre de 22, celles démolies ou comblées au nombre de 35 environ.

La figure 202 reproduit la photographie d'un énorme bloc de rocher qui est venu heurter une maison voisine de l'ancien pont et l'a fait sauter tout d'une pièce.

Les différentes autres photographies reproduites ci-contre ont été faites à la fin de juin ou au commencement d'octobre; dans l'intervalle s'étaient produites à diverses reprises, et notamment le 14 juillet, le 9 août, les 3 et 10 septembre, de nouvelles crues qui avaient complété le comblement de la rivière; le 3 septembre l'eau était chaude.

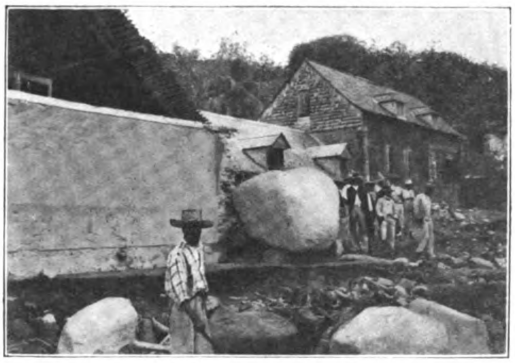


Fig. 202. — Gros bloc ayant fait sauter une maison située sur la rive droite de la rivière de Basse-Pointe. Cette photographie a été faite le 29 juin 1902; au commencement d'octobre, ce bloc était presque complètement enseveli sous les apports nouveaux.

Je décrirai plus loin les modifications subies par la côte au voisinage de l'embouchure de cette rivière.

Origine des crues boueuses.

Quelle est maintenant l'origine de ces crues? Des opinions très discordantes ont été formulées à cet égard. De nombreux auteurs leur ont attribué une origine éruptive, comprise d'ailleurs de façon différente. M. Curtis,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

par exemple [**82**, 202], les assimilant au torrent boueux du 5 mai, les regarde comme d'origine cratérienne. L'examen de la carte suffit à faire rejeter cette hypothèse; il est tout à fait impossible, en effet, d'admettre que le cratère, quelle qu'ait été la puissance d'une éruption, ait pu envoyer dans la rivière de Grand-Rivière, qui a été donnée comme exemple, des masses d'eau boueuse suffisantes pour y déterminer une crue; on a vu d'ailleurs que, peu après le 5 mai, le cratère a été rempli par le dôme en voie de formation et par suite ne contenait plus d'eau, alors que les crues torrentielles continuaient à se produire.

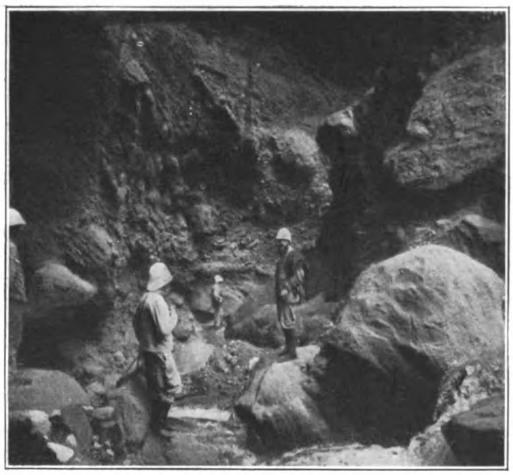


Fig. 203. — Étranglement de la haute vallée de la Rivière Falaise, avec gros blocs arrachés au conglomérat ancien constituant les berges. (Photographie faite le 5 mars 1903.)

M. Hill considère ces crues boueuses comme issues de cratères spéciaux périphériques; il a même indiqué sur sa carte la position de trois d'entre eux [**94**, 260] : dans une rivière située au Sud de celle du Précheur, dans la rivière de Basse-Pointe et enfin dans la rivière Falaise. J'ai montré plus haut quelle est l'origine des manifestations éruptives de la rivière Falaise; on a vu qu'il ne s'y est pas produit de sortie boueuse; il n'en a pas existé davantage dans les autres vallées. De même que les torrents de boue du secteur Sud-Ouest, ceux dont j'ai à donner l'explication ici ont une origine exclusivement atmosphérique; c'est celle que nous avons indiquée, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, dans notre premier rapport [**128**] et qui a été aussi admise par M. Hovey [**99**]; l'étude attentive que j'ai faite de cette question pendant mon second séjour me permet de préciser encore et d'en donner une démonstration que je crois définitive.

Les hauteurs de la Montagne Pelée où les rivières en question prennent leur source sont, depuis le commencement de l'éruption, dépourvues non seulement de toute végétation, mais même, sur de larges surfaces,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de toute terre végétale. Elles ont été en outre, à plusieurs reprises, recouvertes par une grande quantité de cendres et de matériaux de projection de toute taille. Le bassin de réception de ces rivières se trouve dans cette haute région ; il est creusé dans la couche de ponces anciennes qui forme le revêtement extérieur de tout le volcan. Ce bassin de réception, à pentes fort raides, aboutit à un canal d'écoulement en forme de cañon, dont la base est toujours entaillée dans les conglomérats à gros blocs constituant le substratum de la montagne.

La haute vallée de la rivière Falaise peut être prise comme type de ce genre de vallées : son cours supérieur est très sinueux, les coudes brusques y sont fréquents, accompagnés d'étranglements n'ayant souvent que quelques mètres de largeur (fig. 203, 204 et 214), auxquels succèdent des élargissements (fig. 205). La pente générale de la vallée est souvent assez raide ; la photographie reproduite par la figure 203 montre que des cascades peuvent s'y produire. Cette disposition est celle qui se prête, mieux que toute autre, à des affouillements importants.

Fig. 204. — Étranglement de la haute vallée de la Rivière Falaise, entaillé dans le conglomérat andésitique ancien. (Photographie faite le 5 mars 1903.)

On comprend, dès lors, le mécanisme du fonctionnement des torrents qui nous intéressent. J'ai donné plus haut des détails sur l'importance des phénomènes d'érosion et d'entraînement produits par le ruissellement superficiel sous l'influence des pluies tropicales. Les eaux, chargées des matériaux incohérents couvrant les hauteurs, se précipitaient dans les basses vallées où elles trouvaient accumulée une grande quantité de produits récents. Le conglomérat du substratum était bien vite attaqué, les blocs énormes qui s'en détachaient devenaient des agents d'érosion puissants, démolissant par la base les berges encaissées et déterminant ainsi l'écroulement ou le glissement de leur partie supérieure ; les étranglements de la vallée facilitaient la production de barrages, en arrière desquels pouvaient s'accumuler d'énormes masses d'eau et de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

matières solides, qui ont laissé leur trace d'ailleurs à plus de 20 mètres au-dessus du niveau normal de la rivière ; la rupture de ces barrages donnait lieu ensuite à des débâcles désastreuses. J'ai trouvé, en octobre, un vieillard habitant encore dans une case située non loin de l'un de ces étranglements ; il m'a raconté comment, au cours de l'été, lors des débordements de la Falaise, le sol tremblait sous le choc des matériaux entraînés, en même temps que se faisait entendre un bruit infernal.

Fig. 205. — Élargissement de la vallée de la Rivière Falaise, à la sortie de l'étranglement représenté par la figure 204. (Photographie faite le 5 mars 1903.)

C'est ainsi que se sont formées rapidement et parfois subitement ces masses boueuses énormes qui, en venant déboucher près de la mer, ont emporté devant elles tout ce qu'elles ont rencontré, déterminant les ravages qui ont été signalés plus haut.

Nous trouvons dans l'histoire des torrents des Alpes et des Pyrénées la reproduction, trait pour trait, des phénomènes étudiés ici ; lorsque je suis arrivé pour la première fois au Précheur, j'ai été frappé de l'analogie que présentait la vallée, au point de vue du mode de dévastation et de l'aspect général des matériaux de grosse taille qui la remplissaient, avec celle du Bastan, en aval de Barèges (Hautes-Pyrénées), quand je l'ai visitée à la suite d'une grande crue dévastatrice produite en juillet 1898 : celle-ci avait emprunté ses matériaux transportés aux dépôts glaciaires des flancs de la vallée. Afin de rendre plus frappante cette analogie et de montrer que toutes les particularités observées dans les torrents boueux de la Martinique sont connues dans des régions non volcaniques, je citerai deux descriptions de torrents similaires des Alpes, empruntées au *Traité de reboisement* de P. Demontzey (1) ; ces courants boueux épais ont reçu le nom de *laves* ; bien que ce terme soit commode et très expressif, je

(1) P. Demontzey, *Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes*. Paris, 1882, p. 401.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ne l'ai pas employé, afin de ne pas établir d'équivoque dans l'étude d'une région volcanique.

Torrents boueux dans les Alpes. — Le torrent de Faucon est un affluent de droite de l'Ubaye (Basses-Alpes); son bassin de réception est creusé dans le flysch; la partie supérieure entre 3000 et 1700 mètres d'altitude est formée de schistes ardoisiers; la roche est presque partout à nu, par suite de l'absence de végétation; la pente est très raide. A partir de 2400 mètres, la pente diminue, elle est gazonnée. Dans le canal d'écoulement allant de 1700 mètres à 1300 mètres d'altitude, le torrent est profondément encaissé dans des schistes noirs jurassiques et des matériaux d'éboulement sans consistance; il y affouille son thalweg, en déterminant d'énormes glissements. Le torrent qui, jusque-là, descendait Nord-Sud, en suivant la ligne de plus grande pente de la montagne, tourne brusquement vers l'Est; il vient alors déboucher sur un vaste cône de déjection ancien, avant de tomber dans l'Ubaye. Le 13 août 1876, après une matinée superbe, vers 2 heures de l'après-midi, un orage éclate sur les crêtes, alors qu'il ne tombe que quelques gouttes d'eau dans la vallée. M. Schlumberger, garde général des Forêts, se trouvait au sommet du cône de déjection du torrent.

A mes pieds, dit-il, le lit du torrent, profond de 8 mètres environ et large de 25 mètres, est presque à sec, malgré l'orage. Mais, regardant en amont, dans la direction des chutes qui se trouvent en cet endroit, je vois une immense masse noire qui s'avance comme un mur et presque sans bruit, descendant le lit du torrent. C'était la *lave* qui venait de la montagne.... C'est un amalgame de terre et de blocs de toute grosseur, ayant à peine la fluidité du béton. En avant, à moitié prise dans cette boue très épaisse, une avant-garde de gros blocs, cubant parfois jusqu'à 5 et 6 mètres, semble poussée par la lave. Ces rochers, qui sont entraînés pendant quelques minutes, sont engloutis dans le chaos qui les suit dès qu'ils trouvent un obstacle qui les arrête. Ils sont alors remplacés par d'autres qui sont poussés et bientôt engloutis à leur tour.

Toute cette masse n'est point animée d'une vitesse uniforme. Tantôt le mouvement est assez rapide, tantôt il est au contraire extrêmement lent, et à certains moments même tout semble immobile. Au moindre obstacle, les blocs qui sont en avant, trouvant une résistance à vaincre, par suite de l'inégalité du lit ou d'une diminution de la pente, s'arrêtent brusquement. S'ils forment une masse suffisante, tous les matériaux qui suivent immédiatement sont arrêtés par ces barrages momentanés. Cependant, le courant pousse toujours et le niveau de la lave peut alors s'élever à une grande hauteur (jusqu'à 7 mètres au-dessus du fond du lit). Mais bientôt les matériaux franchissent l'obstacle qui les arrêtait, soit qu'ils aient passé par-dessus, soit qu'ils l'aient fait céder à la pression formidable qu'il supportait. Alors la vitesse s'accélère de nouveau et toute la masse se remet en mouvement pour s'arrêter encore.

Une fois l'avant-garde de gros blocs passée, la lave descend le canal avec une vitesse assez régulière. C'est une masse de couleur noire, à peine fluide; sa surface semble uniquement formée de terre mélangée d'eau et présente très peu de saillies extérieures, malgré

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

les matériaux énormes qu'elle renferme; on dirait un fleuve de boue. Ce n'est que par moments que les gros blocs signalent leur présence au milieu de cette lave et se dressent un instant comme des tours au-dessus du flux boueux pour s'y engloutir bientôt après, alors qu'ils ont franchi l'obstacle qui les forçait à s'élever ainsi par-dessus la lave. Cette lave descendait ainsi avec une hauteur moyenne de 4 mètres; son profil en long était en général parallèle au lit du torrent : elle s'élevait seulement quand elle rencontrait un obstacle momentané. Le profil en travers était toujours très convexe vers le ciel quand la lave montait et légèrement concave quand elle diminuait... Cependant cette lave devient de plus en plus liquide, et dès lors animée d'une vitesse toujours croissante. Bientôt l'eau arrive en grande abondance; elle coule comme un ruisseau furieux sur la lave qui elle-même marche encore lentement. Alors le bruit commence; l'eau, arrivant avec une grande force, forme des lames qui atteignent jusqu'à 2 mètres de hauteur et avance avec le courant qu'elles suivent. Elles entraînent ainsi des blocs assez gros qui souvent paraissent à la surface, s'entre-choquent sans cesse et font un épouvantable fracas. Mais l'eau rejoint bientôt la lave épaisse qui est en avant et lui donne une nouvelle poussée. Enfin, quand tout est balayé par devant, l'eau devient presque claire. Elle coule alors par-dessus la lave qui restait au fond du lit, et, devenue affouillante, se creuse un passage au milieu des débris; on ne voit plus alors que quelques traces des matériaux entraînés qui sont restés adhérents à la berge et témoignent seuls de la hauteur à laquelle la lave est montée.

Puis le torrent de boue arrivant sur le cône de déjection s'épanouit en diminuant de vitesse; les gros blocs cachés dans la lave touchent le fond de gravier et sont peu à peu arrêtés; on en voit parfois qui sont soulevés et flottent à la surface comme des morceaux de bois.

Il est intéressant d'indiquer la quantité d'eau tombée sur la montagne au cours de l'orage. Le bassin de réception du torrent étant de 460 hectares, les pluviomètres du service des Forêts ont indiqué : $42^{mm},2$ à 2300 mètres sur 100 hectares; $15^{mm},4$ à 1800 mètres sur 160 hectares; $12^{mm},6$, à 1200 mètres sur 200 hectares, ce qui donne environ 65000 mètres cubes d'eau; le calcul approximatif des matériaux solides descendus a donné 169000 mètres cubes, soit un quart d'eau et trois quarts de matériaux solides.

Un rapport de M. de Gayffier sur le torrent des Sanières (Basses-Alpes), cité par le même auteur, nous fournit d'autres éléments de comparaison intéressants. L'observateur indique tout d'abord les conditions curieuses de descente de coulées boueuses produites dans ce torrent en 1867, sans qu'elles aient été précédées immédiatement par des pluies, circonstance plusieurs fois signalée à la Martinique.

Les pluies du printemps avaient cessé depuis plusieurs jours, le ciel était redevenu absolument pur, rien ne pouvait faire pressentir le moindre événement dans le torrent, lorsqu'un beau jour, à leur plus grand ébahissement, les habitants du hameau des Sanières entendirent un bruit épouvantable bientôt suivi de l'écoulement de plusieurs laves, allant s'épanouir sur le cône de déjection et intercepter la circulation de la route n° 100, qui le traverse, sur une

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

longueur de plus de 2 kilomètres. Cet écoulement extraordinaire s'est manifesté à différentes reprises pendant trois jours consécutifs et sous un ciel constamment pur dans toute la région.... C'est de sa partie supérieure [du torrent] que sont descendues ces laves inattendues; les terrains imperméables avaient été sursaturés d'eau provenant de la fonte des neiges provoquée par les pluies du printemps; le pied des berges vives avait été miné par une série de petites crues affouillantes, de sorte qu'à un moment donné l'effet de la pesanteur a pris le dessus, et les terrains perméables, passés à l'état de boue, ont commencé leur mouvement, qui a produit la série des laves successives et donné lieu au grand éboulement dont il s'agit.

Le 8 août 1876, à la suite d'un orage mêlé de pluie et de grêle, qui avait éclaté dans la partie haute du bassin de réception du torrent, il se produisit une coulée dévastatrice. Les témoins décrivent le front de la coulée comme constitué par des amas de gros blocs, roulant les uns sur les autres; ils signalent la production, par intermittence, de craquements pareils à celui que fait dans sa chute un arbre déraciné par le vent. En arrière des blocs, venait une colonne de boue liquide, renfermant en suspension des rochers plus ou moins gros; elle progressait par ondes successives, chacune d'entre elles recouvrant celle qui la précédait, comme l'eût fait une série de vagues; plus tard, la boue ne descendait pas en courant uniforme, mais par jets se succédant à intervalles assez réguliers. Le courant de boue était précédé (et suivi) de quelques mètres par un violent courant d'air qui a fait sauter plusieurs obstacles, avant de les avoir touchés.

Revenons à la Martinique. Quelques objections pourraient être faites ou ont été faites à l'explication que j'ai adoptée. On a par exemple assuré que ces inondations avaient été indépendantes de l'état atmosphérique. Dans bien des cas, cette objection est plus apparente que réelle, car ceux qui l'ont faite se trouvaient dans les bourgs ou à la ville distants de 8 à 10 kilomètres du bassin de réception des rivières considérées, et il n'est pas toujours aisé de savoir ce qui se passe à une semblable distance et en haut d'une montagne qui est presque constamment couverte d'un chapeau d'épais nuages. J'ai d'ailleurs, pour certaines de ces inondations, des renseignements précis et qui sont conformes à mon hypothèse; les indications que m'a fournies M. Grelet sur l'état atmosphérique de la vallée du Précheur pendant la nuit du 7 au 8 mai sont formelles à cet égard, et elles entraînent la même conclusion pour les hautes vallées de Grand-Rivière et de Basse-Pointe, qui sont voisines les unes des autres à leur origine.

En compulsant les rapports de gendarmerie, j'ai trouvé les renseigne-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ments suivants au sujet de la rivière Falaise, qui était observée attentivement, à cause des vapeurs qui s'élevaient de son lit à chaque crue :

30 mai. Pluie torrentielle, débordement.
31 — (midi). Pluie, violente crue, le pont est coupé.
2 juin (vers midi). Orage, crue de la rivière.
4 — Orage, débordement de la Falaise et de la Capot. Dégâts à Vivé.
7 — Orage, débordement.
8 — Orage. Débordement. Le pont est emporté.
15 et 17 juin. Orage. Crue de la rivière.

M. Curtis a objecté à l'hypothèse de l'origine non éruptive formulée par M. Hovey que la quantité d'eau tombée était hors de proportion avec l'importance des torrents boueux et que, d'autre part, la porosité de la cendre en faisait un très mauvais milieu aquifère. Ces objections semblent de peu de portée, quand on compare les nombres, donnés plus haut au sujet de la coulée boueuse de Faucon, avec la quantité d'eau qui tombe à la Martinique (1) et quand on tient compte du temps sec qui a précédé la production des laves de Sanières. Quant à la porosité de la cendre, bien loin d'être un obstacle au mécanisme indiqué, elle constitue, au contraire, un des meilleurs arguments que l'on puisse invoquer en faveur de la production de glissements sur les pentes, glissements devant aider puissamment à la production des coulées boueuses : à cet égard, les détails donnés plus haut sur celles du torrent de Sanières sont précieux.

Enfin, il n'est pas nécessaire de s'arrêter longtemps sur la température supérieure à la moyenne, signalée à diverses reprises dans plusieurs de nos rivières ; les observations faites dans la Falaise, dans les Rivières Blanche et Sèche, en donnent une facile explication, et, à ce point de vue, il n'est pas inutile de faire remarquer que les deux crues de la rivière de Basse-Pointe, dans lesquelles cette élévation de la température a été le plus nettement observée, ont suivi de quelques jours seulement les éruptions paroxysmales du 26 mai et du 30 août qui ont apporté une grande quantité de matériaux chauds sur les pentes du cratère.

(1) Nous n'avons aucune idée précise de la quantité d'eau qui a pu tomber sur la Montagne Pelée pendant l'éruption, mais elle a été considérable : les observations météorologiques faites au Camp Jacob à la Guadeloupe, à 533 mètres d'altitude seulement, ont montré que de 1891 à 1900 il y est tombé $3^{m},968$ d'eau, avec un maximum de $5^{m},306$ en 1895 ; dans la seule journée du 13 octobre 1891, la quantité d'eau tombée a été de $0^{m},262$. On conçoit, d'après ces données, ce qu'a dû être la pluie dans l'île voisine, à 1200 mètres d'altitude, au cours de l'éruption ; au moment du tirage de cette feuille, le capitaine Perney me signale que du 1er au 6 septembre 1904, il est tombé 347 millimètres de pluie à l'Observatoire du morne des Cadets.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

A Saint-Vincent, la vallée inférieure de la rivière Rabaka n'avait pas été comblée par des cendres, mais après le 12 mai, de temps en temps, il s'y produisait des coulées de boue à haute température, qui ont été attribuées avec beaucoup de vraisemblance par MM. Anderson et Flett [**72**, 421] à la rupture de barrages de boue formés à la surface de la cendre chaude de l'éruption du 7 mai.

En résumé, si l'on excepte l'éruption boueuse d'origine cratérienne du 5 mai et peut-être les courants boueux de la Rivière Blanche des quelques jours suivants, tous les torrents boueux de l'éruption actuelle, ceux du secteur Sud-Ouest aussi bien que ceux des autres flancs de la Montagne Pelée, sont dus essentiellement à des phénomènes d'origine météorique (1) ; ils n'ont pas été directement déterminés par le volcanisme, mais ils ont été facilités par lui, et cela de deux façons différentes : en premier lieu, ce sont les éruptions qui, en déboisant ou en débroussaillant entièrement la Montagne Pelée, l'ont placée dans les mêmes conditions que beaucoup de nos montagnes des Alpes et des Pyrénées, où sévissent des inondations désastreuses du même genre ; mais, en second lieu, l'éruption a couvert ce sol dénudé de matériaux incohérents, facilement entraînables, qui, sous l'influence plus ou moins immédiate des pluies, sont venus s'ajouter aux produits de l'érosion du vieux sol : ce sont eux qui ont déterminé, dans certains cas, par leur haute température, les phénomènes calorifiques spéciaux qui, seuls, distinguent quelques-unes de nos coulées boueuses des *laves* des Alpes.

Les phénomènes fort simples auxquels il suffit de faire appel pour expliquer toutes ces crues dévastatrices ne sont pas spéciaux à l'éruption actuelle, puisqu'ils ont comme cause première le climat tropical, particulièrement pluvieux à la Martinique ; mais ils ont été grandement facilités par les circonstances du moment. Ils ont exercé leurs ravages de tout temps, bien qu'avec une intensité moindre, même alors que les montagnes, à peine explorées, étaient encore couvertes d'impénétrables forêts que les hommes, autant peut-être que les cataclysmes naturels, ont contribué à faire disparaître. En effet, dès 1658, de Rochefort écrivait les lignes suivantes [**3**, 17] :

> Outre les torrens, qui au temps des pluyes coulent avec impétuosité parmi tous les ravins de cette Ile, on y conte jusqu'à neuf ou dix rivières, considérables qui ne tarissent jamais.

(1) Le vidage du lac des Palmistes n'a pu avoir aucune influence sur la production des torrents boueux du début de l'éruption ; ce n'était en effet qu'une flaque d'eau qui a dû être comblée dès les premières chutes de cendre ; la boue ainsi formée a dû s'écouler dans la rivière du Prêcheur.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Elles prennent leurs sources à la pente ou au pied des plus hautes montagnes, d'où elles roulent leurs eaux entre les vallons, et après avoir arrosé la terre, elles se déchargent en la mer. Leur voisinage est souvent incommode et dangereux, à cause que lors qu'elles se débordent, elles déracinent les arbres, sappent les rochers, et désolent les champs et les jardins, entraînant bien souvent dans les précipices les maisons qui sont en la plaine, et tout ce qui s'oppose à cette extraordinaire rapidité de leur cours.

Quant aux éboulements barrant les rivières, ils ont été fréquemment aussi observés dans le massif même de la Montagne Pelée et, pendant ses travaux de triangulation, Monnier en a été souvent gêné [**13**, 64].

Les terres volcaniques, dit-il, dont ce contrefort est composé, se détachent fréquemment dans les temps de pluie, par de grandes masses, et vont combler le fond des ravins où elles arrêtent momentanément le cours des torrents qui s'y précipitent. C'est ce qui arriva dans l'intervalle de deux voyages que nous fîmes pour compléter nos observations au signal d'Aubenas [morne Plumet].

§ IV. — Les dépôts des torrents boueux.

Structure. — Le mécanisme de la production et l'origine des torrents boueux de l'éruption actuelle étant établis, il reste à étudier la nature de leurs dépôts qui, elle, ne dépend que des matériaux entraînés et, par suite, est indépendante de leur origine cratérienne ou périphérique. A cet égard, je ne distinguerai donc pas les torrents boueux du 5 mai des autres.

Pendant l'hiver 1902-1903, j'ai vu se produire des coulées boueuses qui, grâce à des circonstances spéciales, se sont arrêtées (sauf au voisinage immédiat de la mer) à ce que j'ai appelé la *phase additive*; ils ont déposé sur plusieurs kilomètres une coulée étroite de boue épaisse, sans que celle-ci ait été ensuite ravinée par l'onde plus liquide qui la suit lors des inondations très violentes. L'exemple, que j'ai cité page 422, d'une semblable coulée, venant de la Rivière Claire et s'épanchant à la surface des apports des nuées ardentes, est typique à cet égard. A l'état humide, les dépôts d'une coulée de boue sont constitués par une masse noire, paraissant homogène; mais une fois desséchée, grâce à la diminution de volume de la boue fine, sa surface se hérisse d'aspérités; les blocs de toutes dimensions (1) y apparaissent avec netteté (fig. 183). La figure 2 de la planche XVI donne une idée de l'aspect caractéristique de la surface de ces coulées, non encore érodées; elles ressemblent à celle d'une terre récemment labourée. La coulée qui est figurée ne contenait pas de très gros blocs; elle formait, à la surface des

(1) La figure 202 donne un exemple des dimensions qu'atteignaient certains de ces blocs.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cendres encore chaudes et la dominant de plus d'un mètre, un talus bombé mesurant, par places, plus de 20 mètres de largeur; on voit dans cette figure deux courants parallèles, limitant entre eux une rigole de matériaux restés chauds. Dans l'exemple que j'ai choisi, la boue s'est épanchée tout d'abord sur une surface peu inclinée, et y a divagué; lorsque je l'ai étudiée, sa surface était résistante; elle avait la consistance d'un ciment bien pris; sa dessiccation avait été hâtée par la chaleur de la cendre sous-jacente; des bouffées de vapeur s'en élevaient par de nombreuses petites ouvertures. Dans ce cas particulier, il est vraisemblable que la boue très épaisse a été rapidement essorée à son passage sur la cendre poreuse et chaude (1) et n'a pas pu s'étaler comme elle l'eût certainement fait dans des conditions normales; j'ai montré page 422 que cette arrivée de la coulée boueuse a été accompagnée en certains points par de violents phénomènes explosifs.

La structure de ces dépôts boueux est chaotique; leurs éléments y sont distribués sans ordre, quelle que soit leur taille et sans qu'il soit possible d'y voir une stratification distincte; ils sont d'ordinaire arrondis et réunis par une boue qui, une fois sèche, s'émiette facilement; les proportions relatives des blocs et du ciment sont des plus variables.

Lors de notre arrivée au mois de juin, il existait sur le bord de la mer, sur l'emplacement de l'usine Guérin, un conglomérat de gros blocs, ayant la forme d'un dôme incliné vers le Nord et éventré du côté du Sud (fig. 67, page 273). Nous l'avons considéré [**128**] comme un reste érodé des apports de l'éruption boueuse du 5 mai. J'ai assisté à son enlèvement partiel, puis à son ensevelissement progressif sous les apports des nuées produites depuis le mois d'août. Enfin, à la fin de l'hiver 1902-1903, son pied ayant été affouillé à nouveau par un ruisseau de nouvelle formation, j'ai pu constater qu'il reposait sur des débris d'habitations; il est donc vraisemblable que notre hypothèse est justifiée, mais il est probable que l'origine de ce conglomérat est plus complexe encore, les éruptions des 8, 20, 26 mai et 6 juin ayant recouvert de leurs produits ceux du 5 mai. On trouve à la base de ce conglomérat quelques lits de boue fine stratifiée entourant de gros blocs; ils sont dus aux phénomènes de ravinement qui

(1) Au pied du talus de cette coulée boueuse, l'eau s'était répandue à la surface des cendres chaudes et y avait déterminé la formation d'une cinérite creusée de petits trous par des sorties de vapeur (fig. 184, page 424).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

se produisent aux dépens de la boue à structure chaotique, dès que le régime fluvial succède au torrentiel. La figure 206 donne une idée de la structure de ce conglomérat, qui est surtout constitué par des matériaux de grosse taille. Cette même structure s'observe dans les amas torrentiels de matériaux remplissant la haute vallée de la rivière Falaise dans lesquels, par places, en aval des fumerolles, on voyait en abondance des

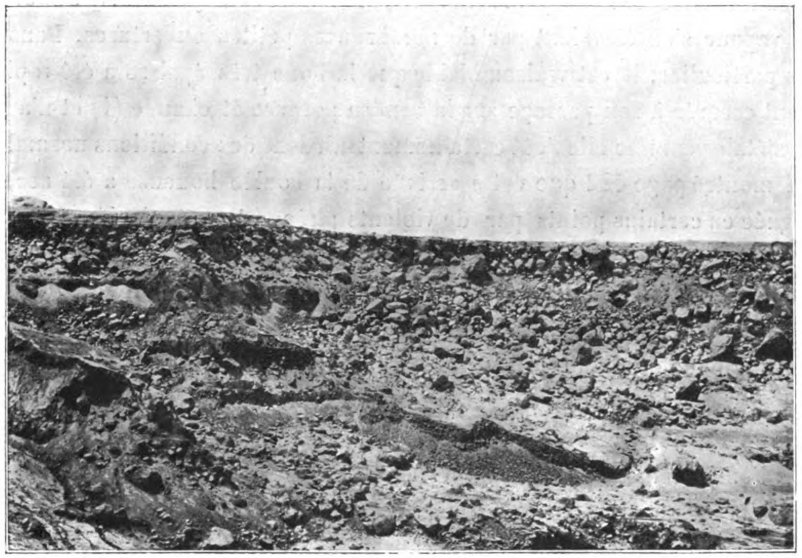


Fig. 206. — Structure chaotique du conglomérat de l'éruption boueuse du 5 mai, recouvrant l'usine Guérin (Photographie faite le 23 juin 1902.)

débris végétaux (troncs et branches d'arbres). A son arrivée près du rivage, la coulée boueuse dont il a été question plus haut s'est creusé un lit dans les matériaux sur lesquels elle coulait, puis elle est tombée en cascades dans la mer. La figure 207 représente le ravin qu'elle a creusé dans l'espace d'une nuit (1); il offre les caractères typiques de ceux produits par les torrents de boue épaisse dans leur phase d'érosion. Sur son bord gauche, on voit une sorte de moraine latérale, constituée par des fragments grossiers, solidement cimentés par de la boue fine.

D'une façon générale, à mesure qu'un courant boueux de ce genre creusait

(1) Du 15 au 18 juillet, la Rivière Blanche a en certains points recreusé son lit d'au moins 15 mètres.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

son lit, ou à mesure que son débit baissait, il se produisait une série de petites moraines parallèles à la première, de plus en plus rapprochées du thalweg, comme dans le cas des ruisselets ponceux étudiés page 418. Une fois le torrent à sec, son lit était garni d'une croûte durcie et il était facile d'étudier de près la disposition de ces rides en relief, constituant parfois de véritables escaliers solides. Le fond du ruisseau portait en outre de nombreuses can-

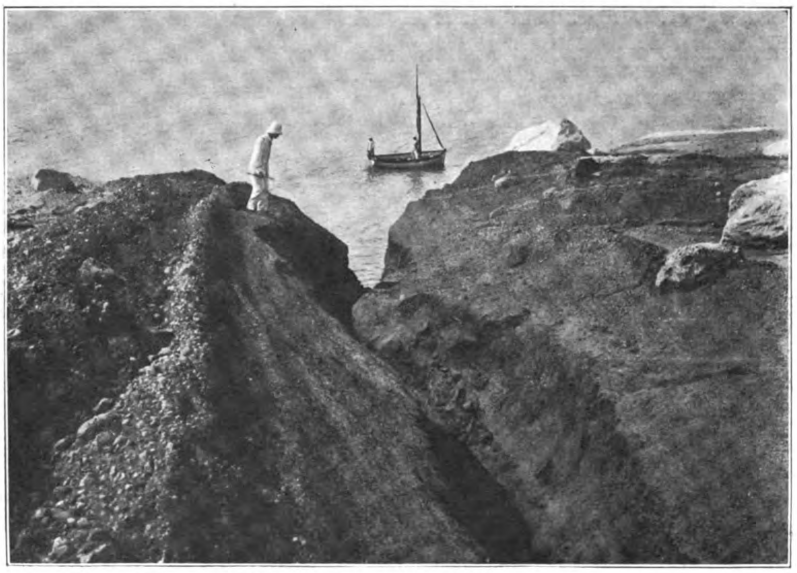


Fig. 207. — Ravin creusé pendant la nuit du 17 au 18 décembre 1902, dans les apports des nuées ardentes (voisinage de l'ancienne usine Guérin); à gauche, moraine latérale.

nelures parallèles, rappelant celles qui se produisent dans les chemins creux de montagnes après un traînage de fagots. Cette apparence est celle que présentait la vallée de la Rivière Blanche le lendemain de l'éruption du 5 mai. Voici en effet la description que m'en a faite l'abbé Parel :

On eût dit qu'une charrue gigantesque avait creusé au milieu de la vallée de la Rivière Blanche, depuis le point où elle s'échappait de la gorge étroite qui l'enserrait, un immense sillon, en versant à droite et à gauche, en lignes régulières, deux énormes couches de boue et de roches noirâtres, d'une épaisseur de plusieurs mètres, sur une largeur de 200 mètres environ en amont et de 400 mètres près du rivage. Dans le fil de ce sillon passait, échevelé, le torrent fangeux et noir, emportant des troncs d'arbres, roulant des blocs de rochers et se panachant sur toute sa longueur d'une traînée de vapeurs qui le faisaient ressembler à une locomotive fumant lancée à toute vitesse. Sur la berge de gauche, surnageait seule et penchée la cheminée de l'usine ensevelie.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Lorsque les eaux du torrent boueux sont moins épaisses, elles agissent surtout en ravinant les dépôts qui viennent d'être étudiés (fig. 208) et en transportant à l'aval leurs matériaux de petites dimensions; on assiste ainsi souvent à la production de terrasses étagées, indiquant les phases successives du phénomène (fig. 213). Les dépôts formés dans les parties basses ou élargies des vallées, pendant cette phase d'activité des torrents,

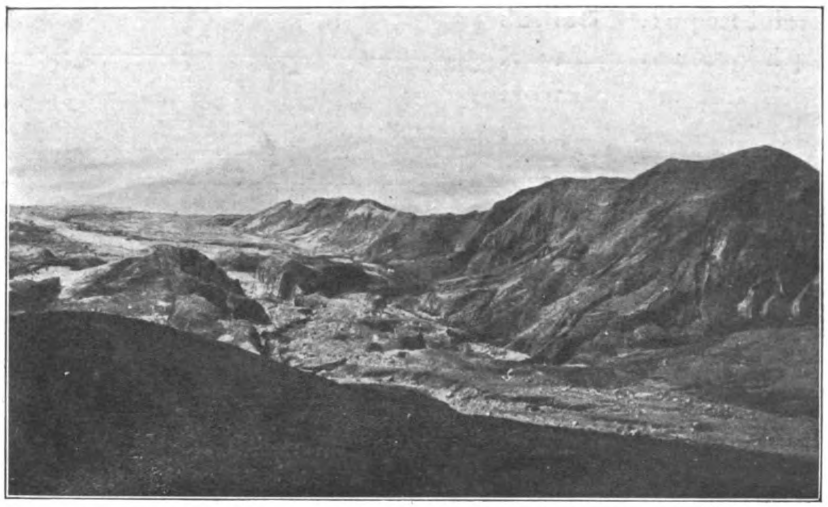


Fig. 208. — La haute vallée de la Rivière Blanche, vue du bas de la Petite Savane, le 28 janvier 1904. (Photographie faite par le capitaine Perney.) Les apports des nuées ardentes sont en voie de creusement. (A comparer avec la figure 82.)

sont stratifiés; leurs éléments se classent par ordre de grosseur et entourent les gros blocs apportés par les crues plus violentes.

Il me reste à signaler un type mixte de conglomérat se formant localement, depuis l'hiver 1903-1904, dans le lit de la Rivière Blanche encombré par les apports des nuées ardentes et des écroulements tranquilles du dôme. Sous l'influence de courants d'eau plus ou moins violents, les parties légères disparaissent d'abord, laissant sur place les gros blocs (fig. 215), puis les eaux apportent peu à peu autour de ceux-ci de nouveaux matériaux fins qui se stratifient; ainsi se forme un conglomérat, dont les blocs offrent tous les caractères de ceux des apports des nuées ardentes formés à sec, et le ciment ceux des dépôts stratifiés sous l'influence de l'eau.

L'aspect superficiel du delta torrentiel est variable suivant les rivières; dans celles qui s'ouvrent assez largement près de la mer, comme celle de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Grand-Rivière, les gros blocs commencent à se déposer au sommet du

Fig. 209. — Les apports récents ravinés dans la Rivière Sèche en novembre 1903. (A comparer à la figure 159 représentant une photographie faite en juin 1902 presque du même endroit.)

Fig. 210. — Ravin en voie de creusement dans les apports récents (vallée de la Rivière Blanche). (Photographie faite en décembre 1903.)

cône pour devenir moins nombreux au voisinage de la mer, mais ce

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

classement par ordre de grosseur n'est plus apparent dans la rivière de Basse-Pointe par exemple, qui reste encaissée presque jusqu'à son embouchure ; dans celle du Précheur, les gros blocs sont arrivés en grande abondance jusque sur le bord de la mer.

Fig. 211. — Les blocs de roches volcaniques anciennes apportés dans le village du Précheur par le débordement du 8 mai. (Photographie faite le 24 juin 1902, pendant une très fine chute de cendres.)

Dans les deltas des rivières du Nord-Est, l'aspect de la surface n'a guère changé depuis le commencement de l'éruption jusqu'à mon départ. Il n'en a pas été de même pour la rivière du Précheur ; en juin et juillet, la surface du delta était couverte des gros blocs (fig. 211) dont il vient d'être question ; en octobre, ceux-ci étaient ensevelis dans de la boue (fig. 212), ce qui montre que les inondations d'août n'ont plus fourni de matériaux de grosse dimension, mais seulement une grande quantité de matériaux fins ; ceux-ci provenaient des projections récentes, car cette boue au voisinage de la mer laissait suinter des dépôts d'alunogène.

Fig. 212. — Apport de boue fine sur les gros blocs représentés par la figure 211. (Photographie faite en octobre 1902, à 150 mètres plus à l'Ouest que la précédente.)

Les cannelures des berges et des blocs. — Il me reste à signaler une particularité fréquente sur les bords encaissés des rivières parcourues par les torrents boueux ; je veux parler des cannelures de leurs parois. Elles sont très remarquables dans les étranglements de la vallée de la haute Rivière Falaise (fig. 214) ; on les observe aussi sur les parois ou dans le fond des ruisseaux, coulant sur le tuf ponceux ancien ; c'est là où elles sont

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

le plus régulières; elles ne diffèrent en rien de celles qui ont été signalées comme résultant de l'action des nuées ardentes. Il est facile d'étudier les diverses phases du mécanisme de la production de ces cannelures dans les ruisseaux en pente des environs du Morne-Rouge; on y voit nettement qu'elles sont dues à l'usure du tuf ponceux par les cailloux et le sable entraînés.

Les blocs des conglomérats torrentiels, quand leur structure le permettait, se polissaient par friction; tel était le cas de certains blocs compacts d'andésite ancienne; l'andésite de l'éruption actuelle est trop poreuse en moyenne pour prendre un poli aussi net. De plus, beaucoup de ces blocs présentaient des cannelures superficielles, dues à leur choc mutuel; elles sont semblables à celles dont il a été question dans l'étude des apports des nuées (Pl. XXIV, fig. 1) et ressemblent beaucoup plus à des miroirs de glissement qu'à des stries glaciaires (1).

Fig. 213. — Terrasses successives indiquant les diverses phases de l'érosion des matériaux récents dans la haute Rivière Falaise. (Photographie faite le 5 mars 1903.)

Composition minéralogique des conglomérats boueux. — Les longs développements qui viennent d'être donnés permettent d'expliquer les différences de composition minéralogique que présentent les roches constituant les conglomérats torrentiels, suivant leur position sur les flancs de la Montagne Pelée.

Dans les vallées des Rivières Blanche et Sèche, les matériaux de grosse taille charriés appartiennent presque uniquement à l'andésite de l'éruption actuelle. La Rivière Blanche a été, dès le début de l'éruption et depuis, à plusieurs reprises, complètement remblayée par les apports des nuées

(1) Des dépôts anciens correspondant à ces divers types de conglomérat se trouvent à l'embouchure d'un grand nombre de vallées de la Martinique, notamment de celles du Nord et du Nord-Est, surtout entre la Capot et Grand-Rivière. Ils se distinguent des conglomérats à gros blocs sur lesquels ils reposent par l'absence de brèches ignées, par la fréquence des intercalations de lits stratifiés et l'arrondissement plus prononcé de leurs blocs.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ardentes ; grâce à cette particularité, le conglomérat ancien du fond de la vallée a pu être plus ou moins complètement préservé contre l'érosion. On trouvait donc pêle-mêle dans ces conglomérats les types variés de l'andésite récente en blocs anguleux ou arrondis, réunis par de la boue formée par le délayage des cendres et des lapillis ; les bombes craquelées y étaient fréquentes quand le courant boueux avait été formé aux dépens des apports des projections verticales et des nuées des paroxysmes. Dans les périodes de tranquillité du volcan, les torrents boueux ou simplement l'action des pluies entraînaient les matériaux de petite taille, laissant au fond des vallées des accumulations de gros blocs semblables à celles que représente la figure 215. Les seuls matériaux étrangers que l'on y voyait étaient empruntés au tuf ponceux ancien ; c'est le mélange de ces vieilles ponces aux produits récents qui permettra plus tard, lorsque l'érosion aura complètement recreusé le lit de la Rivière Blanche, de distinguer sur ses berges les lits d'origine boueuse non remaniés, de ceux formés uniquement par les apports des nuées ardentes.

Fig. 214. — Un étranglement de la vallée de la Rivière Falaise, débouchant dans une partie plus large. Les parois sont profondément cannelées par les torrents boueux. (Photographie faite le 5 mars 1903.)

Dans toutes les autres vallées, au contraire, la plus grande partie des matériaux de grosse taille étaient empruntés au conglomérat ancien ; dans certaines rivières même, telles que celles de Grand-Rivière et de Macouba en particulier, le pourcentage des matériaux récents de la grosseur du poing était relativement faible. Grâce à cette origine des matériaux transportés, ceux-ci présentaient non seulement suivant les rivières une grande

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

variété pétrographique, mais encore parfois des particularités spéciales en rapport avec la constitution géologique locale ; c'est ainsi, par exemple, que dans le delta torrentiel de la rivière de Macouba on rencontrait beaucoup plus d'andésite renfermant de la hornblende que partout ailleurs (1).

En résumé, si l'on cherche dans l'étude des phénomènes auxquels nous avons assisté un enseignement pour l'interprétation des régions où l'activité volcanique est éteinte, on voit quelles difficultés présente la stratigra-

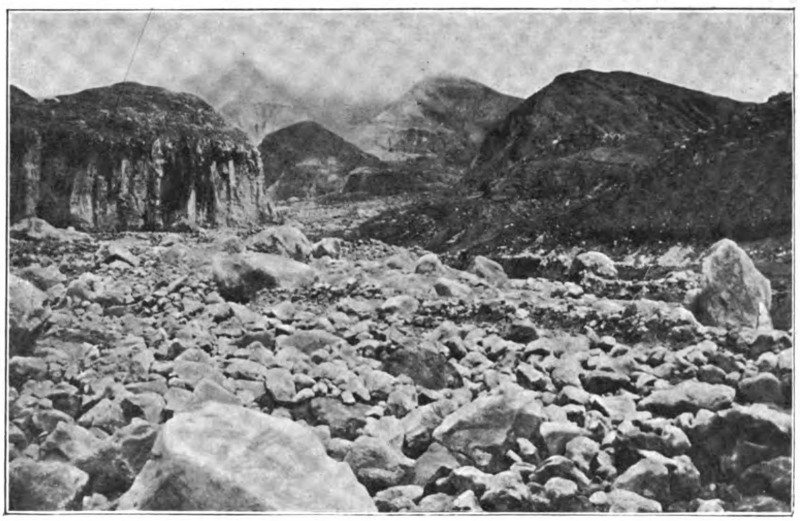


Fig. 215. — Les apports des nuées ardentes refroidis et lavés par les pluies qui ont fait disparaître les matériaux de petite taille. Moyenne vallée de la Rivière Blanche (27 janvier 1904).

phie des tufs et conglomérats. Dans cette seule vallée de la Rivière Blanche, en effet, nous avons vu se produire par alternances maintes fois répétées les apports des nuées ardentes, transportés *à sec*, présentant une structure chaotique, puis les dépôts formés *par voie aqueuse*, recouvrant ou ravinant les premiers. Parmi eux se trouvent des conglomérats boueux à énormes blocs et à structure chaotique, entamés par les eaux courantes qui ont alors déposé, entre leurs éléments de grosse taille, des lits stratifiés de dimensions variables ; par places, elles ont donné aussi

(1) Les rivières Falaise et de Basse-Pointe renferment des bombes craquelées arrachées aux conglomérats anciens dont la plus grande dimension dépasse souvent 1 mètre. Ce n'est guère que leur manque de fraîcheur qui peut les faire distinguer de celles de l'éruption actuelle qu'elles accompagnent.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

des couches régulièrement stratifiées, reposant soit sur les dépôts torrentiels dont il vient d'être question, soit directement sur ceux des nuées ardentes. Si l'on ajoute à cela les incessantes divagations de la Rivière Blanche, se recreusant successivement des lits voisins les uns des autres, atteignant des profondeurs variables et presque aussitôt remblayés par de nouvelles nuées ardentes, on voit quelles extraordinaires coupes forment cet

Fig. 216. — L'embouchure élargie de la rivière des Pères avec falaise dont la plus grande partie est constituée par des matériaux récents. Les nombreux débris de bois, isolés par le lavage des cendres, sont carbonisés et parfois recouverts d'enduits de soufre (décembre 1903).

ensemble. Dans la Rivière Blanche, tous ces dépôts, quelle que soit leur origine, sont formés essentiellement par l'andésite actuelle; mais parfois les *ponces anciennes* contribuent avec les *ponces récentes* à former une seule couche dont l'aspect sera parfaitement homogène quand les matériaux récents auront été un peu altérés par le temps.

A quelques kilomètres de là, au contraire, les conglomérats de la Rivière du Précheur par exemple, formés pendant le même temps, ne renferment plus que des matériaux d'origine torrentielle, alternant avec des couches de cendres fines, projetées directement ou entraînées par le vent; mais la constitution pétrographique des éléments constitutifs de ce conglomérat est toute différente de celle des conglomérats de la Rivière Blanche, puisque les

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

roches volcaniques anciennes de nature variée y prédominent sur les produits rejetés par l'éruption actuelle.

§ V. — L'action combinée des torrents boueux et de la vague sur la topographie des côtes.

Deux phénomènes secondaires se sont produits en relation avec l'action des torrents qui viennent d'être étudiés, mais ils ont été compliqués par l'in-

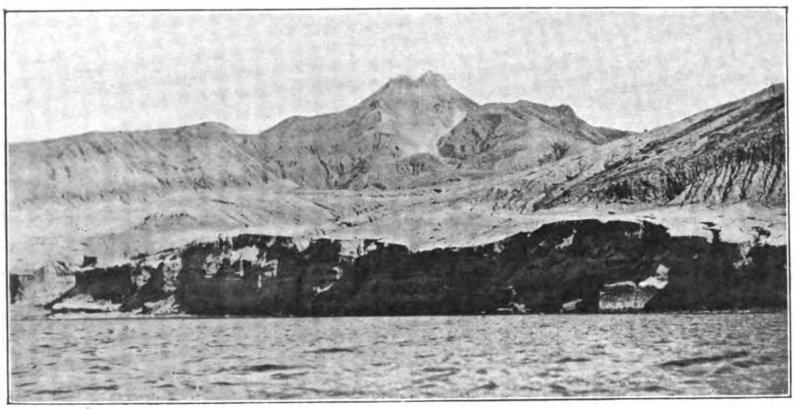


Fig. 217. — Les falaises de la côte, au Sud de l'embouchure de la Rivière Sèche. (Photographie faite le 4 décembre 1903).

tervention de l'action de la mer. Ils consistent dans les modifications de la côte qui ont été signalées déjà page 89, et dont il me reste à étudier le mécanisme ; les unes se produisent par enlèvement et les autres par apport.

1° *Érosion, en particulier aux embouchures des rivières.*

Pour bien comprendre la signification des phénomènes d'érosion localisés sur la côte occidentale, il est bon de rappeler ce qu'était celle-ci avant l'éruption, entre la Rivière Blanche et Sainte-Philomène. Le désert d'aujourd'hui était alors constitué par une plage plate, recouverte de sable et de galets, sur le bord de laquelle se trouvaient des villas, des usines, entourées de cocotiers et d'arbustes ; la grande route, depuis la rivière des Pères jusqu'au Précheur, était bordée par des tamariniers datant des premiers temps de la colonisation. Au-dessus de la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

route, commençait l'escarpement de tufs anciens, qui se trouvait en moyenne à une soixantaine de mètres de la mer. Cette plage était constituée par des apports littoraux, ou par le delta torrentiel des rivières et par suite par des matériaux peu résistants. Par places, comme au voisinage de l'usine Guérin, la route gravissait la pente de l'escarpement, et la côte était formée par une petite falaise haute de quelques mètres seulement.

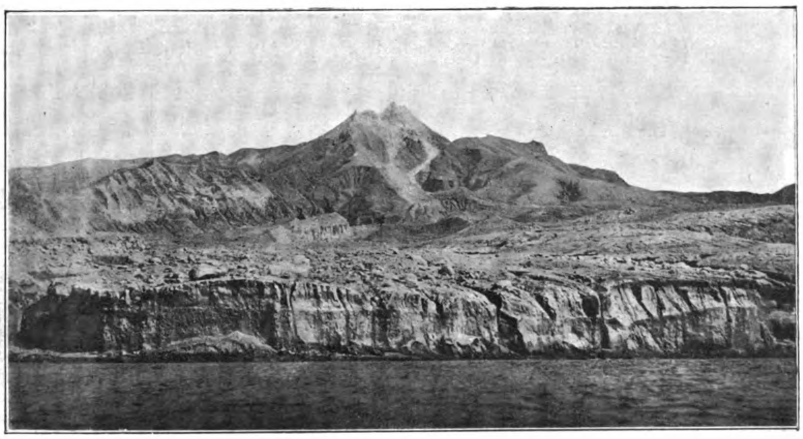


Fig. 218. — Le dôme et les falaises produites entre les Rivières Blanche et Sèche (4 décembre 1903).

Aujourd'hui, entre la rivière des Pères et la Rivière Sèche, il n'est pas possible d'apprécier l'importance des modifications qui ont pu se produire; elles ne sont pas frappantes, dans tous les cas; mais, à partir de la Rivière Sèche jusqu'au delà de la Rivière Blanche, la côte est formée par une falaise atteignant souvent une quinzaine de mètres de hauteur; elle a été produite par la disparition de l'ancienne plage (à comparer les figures 66 et 67), par l'entaillement des vieux deltas torrentiels et de leur couverture de matériaux récents (1) (fig. 162, 216 à 218). J'ai suivi les progrès de cette érosion, facilitée par l'action de la lame (surtout intense lors des ras de marée des paroxysmes) qui, sapant la falaise peu solide à son pied, la faisait peu à peu écrouler; elle était bordée par un cordon de blocs de l'andésite de l'éruption actuelle et de roches plus anciennes, mis à jour par la vague qui entraînait les

(1) Les figures 59, 216, 60, 217, 218 et 61 montrent l'aspect que présente la côte quand on la suit de Saint-Pierre au Coffre à Mort. Comparer aussi la figure 190 et la figure 2 de la planche XV qui représentent toutes deux l'embouchure de la Rivière Sèche, l'une en juin 1902, l'autre en septembre 1903.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cendres et les matériaux de faibles dimensions les accompagnant dans les dépôts en place (1).

L'embouchure de toutes les rivières de cette région, jusqu'au Précheur, est aujourd'hui largement ouverte en forme de V (Pl. XV, fig. 2) : cette modification s'est effectuée sous l'influence de causes multiples. Le choc des vagues, surtout lors des mouvements de la mer consécutifs aux paroxysmes, les explosions secondaires décrites plus haut ont dû jouer un

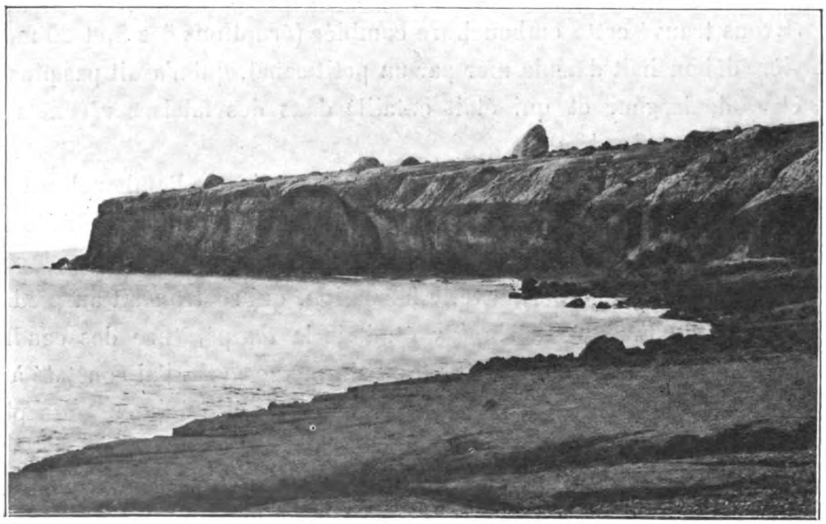


Fig. 219. — Falaise de formation récente entre les Rivières Sèche et Blanche ; à la base, elle est formée par le vieux sol (delta torrentiel), recouvert par les apports des nuées ardentes. (Photographie faite au cours de l'hiver 1902-1903.)

rôle plus ou moins important dans sa production, mais l'action des torrents paraît en avoir été la cause prédominante ; nous en avons eu la preuve en assistant à l'ouverture progressive de l'embouchure des Rivières Blanche et Sèche et de celle des Pères pendant les périodes de tranquillité relative de la fin de juin et de juillet, puis en voyant se reproduire le même phénomène pendant l'hiver 1902-1903 à la suite du comblement nouveau de ces deux rivières effectué par les nuées ardentes d'août.

Cette érosion a commencé son œuvre dès le début de l'éruption ; en effet,

(1) Des phénomènes très analogues à ceux qui viennent d'être décrits se sont produits sur la côte Nord-Ouest de Saint-Vincent dans le massif de la Soufrière et particulièrement à l'embouchure de la Wallibu et à son voisinage ; peut-être ont-ils été accompagnés de glissements (Anderson et Flett [**72**] et Hovey [**99**]).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

M. l'abbé Parel m'a rapporté que, le 6 mai 1902, en passant en canot tout près du rivage, il a constaté que l'embouchure de la Rivière Sèche, alors à sec, ne présentait rien d'anormal, mais à son retour, le 7 au matin, il vit cette rivière rouler des eaux tumultueuses qui rongeaient ses berges ; entre 1 heure et 2 heures, le pont était obstrué, les eaux coulaient en cascade par-dessus, et l'érosion était déjà poussée assez loin pour donner à l'embouchure une forme en V; celle-ci, d'après le croquis qui m'a été remis, rappelait l'aspect qu'elle présente aujourd'hui (Pl. XV, fig. 2). Le 24 juin, nous avons trouvé cette embouchure comblée (éruptions des 8 et 20 mai); la rivière débouchait dans la mer par un petit canal, qui n'avait pas plus de 2 mètres de largeur et qui était entaillé dans des falaises récentes de cendres chaudes (fig. 190).

Ces modifications de la côte et en particulier celles de l'embouchure des rivières, facilitées par la nature détritique des matériaux anciens ou récents qui les constituent, étaient parfois très rapides. En juillet, nous avons souvent longé une plage de nouvelle formation, qui se trouvait au pied du conglomérat de l'usine Guérin (j'y étudiais la température des cendres encore chaudes de l'éruption du 9); le 23 du même mois, j'ai constaté à sa place un petit golfe, qui s'est rapidement approfondi quelques jours plus tard, quand la Rivière Blanche est venue y déboucher, abandonnant le lit qu'elle se creusait jusqu'alors plus au Sud. Un sondage a permis de constater qu'à 3 mètres de la côte le fond était d'environ 6 mètres.

2° *Atterrissements sur la côte Nord et Nord-Est.*

Le delta torrentiel des rivières du Nord et du Nord-Ouest s'est avancé plus ou moins loin dans la mer; à Basse-Pointe, où le phénomène a eu son maximum d'effet, le rivage avait gagné, au mois d'octobre, au moins 200 mètres (Pl. XX, fig. 2), mais il s'est produit quelque chose de plus.

La côte Nord-Est de la Martinique est longée par un assez fort courant poussant vers le Nord-Nord-Ouest, quand souffle l'alizé (Est à Est-Nord-Est); ce courant est parfois remplacé par un autre dirigé en sens inverse (Sud-Sud-Est) et se produisant particulièrement quand le vent souffle avec violence du Nord-Est. Ces courants ont transporté au loin les matériaux fins, directement apportés par les rivières ou enlevés à leur delta par la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

mer, toujours très forte sur la côte au vent. Les fonds étant peu considérables en cette région au voisinage des côtes, les matériaux entrainés ont pu se déposer près d'elles et produire ainsi, à partir de la Capot, des atterrissements dont l'importance se manifeste particulièrement au delà de Basse-Pointe. C'est ainsi qu'à l'Ouest de ce bourg se trouve une petite baie, où, peu avant l'éruption, on avait construit un embarcadère et un brise-lames; elle est aujourd'hui séparée de la mer par une barre d'une centaine de mètres de largeur (Pl. XX, fig. 1). Au mois de novembre 1902, les atterrissements sur la côte, à l'Ouest de Macouba, étaient suffisants pour qu'il nous ait été possible d'aller à cheval de ce bourg à Grand-Rivière en longeant le pied des falaises que la mer venait autrefois baigner; par places, la petite plage de nouvelle formation avait plus de 100 mètres de largeur.

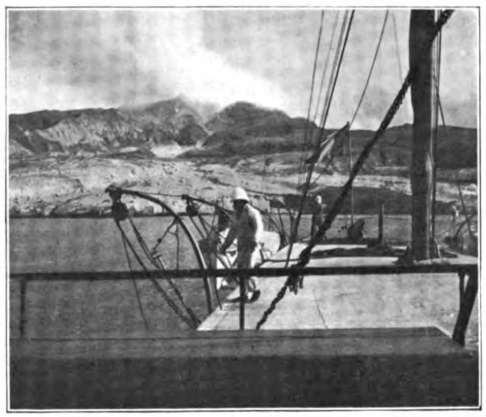


Fig. 220. — L'embouchure des Rivières Blanche et Sèche. (Photographie faite à bord du *Jouffroy* en décembre 1902.)

Il est impossible de faire la part qui revient à chacun des deux courants dont il vient d'être question dans ces phénomènes d'atterrissement, mais il semble que l'influence de celui du Nord-Nord-Ouest ait été prédominante. Le rôle joué par le courant du Sud-Sud-Est est cependant bien mis en évidence au Sud de la Capot, car là il a seul agi, puisque cette rivière est la dernière dans cette direction qui ait charrié des matériaux de la Montagne Pelée, apportés par son affluent, la rivière Falaise. A 1 300 mètres de son embouchure, le débarcadère de la Petite Ravine, servant à l'usine de Vivé, était obturé par une barre semblable à celle de Basse-Pointe.

Sous l'influence de la vague, ces apports récents subissent une préparation mécanique énergique, et, en octobre 1902, on y voyait déjà, après le retrait de la mer, ces concentrations d'hypersthène et de titano-magnétite, qui sont si frappantes sur les plages de vieux sable de l'île et en particulier sur celle du Carbet.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Sur la côte Ouest, la mer est très profonde au voisinage immédiat du rivage ; aussi ne s'y est-il produit aucun atterrissement important. A la suite de l'éruption du 5 mai, le delta torrentiel de la Rivière Blanche s'est bien avancé d'une trentaine de mètres dans la mer, mais il n'a pas tardé à être attaqué par le flot ; c'est probablement un de ses restes, accru par les nuées ardentes des grands paroxysmes, qui, en fin de mai, constituait au Nord de son embouchure un petit îlot de 15 mètres sur 10, qu'a signalé M. Hill [**94**, 261] et qui n'existait plus à notre arrivée.

§ VI. — La sédimentation au fond de la mer.

La quantité colossale de matériaux apportés à la mer par les rivières et particulièrement par celles du secteur couvert par les nuées ardentes a dû produire au fond de la mer des dépôts dont l'étude directe échappe à notre observation ; mais les constatations faites lors de la réparation des câbles (page 102) nous permettent d'en apprécier l'importance (1).

Sur la côte occidentale de la Martinique, les fonds s'abaissent très brusquement ; la pente indiquée sur la carte à l'embouchure de la rivière des Pères, par exemple, est de 23 p. 100 jusqu'à 700 mètres de la côte : au delà, elle doit s'accentuer encore, car les fonds de 2000 mètres se rencontrent à quelques milles seulement du rivage, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par la petite carte donnée page 97. On comprend dès lors comment, sur cette pente de précipice, les torrents de boue épaisse, charriant des blocs énormes de rochers, des matériaux pierreux de toutes dimensions, des arbres, etc., ont pu, sans se diffuser immédiatement dans l'eau de la mer, rouler avec une vitesse considérable vers les profondeurs où ils sont venus se classer, s'étaler et ensevelir les câbles.

J'ai consulté à ce sujet mon confrère, M. Bouquet de la Grye, dont la compétence sur ces questions est bien connue, en lui citant notamment l'observation consignée page 433 (en note), au sujet de la disparition brusque de la boue épaisse de la Rivière Blanche, à son arrivée à la mer, sans que la surface de celle-ci en ait été troublée ; il m'a fait remarquer que, dans les conditions d'une pente vingt fois moindre que celle indiquée plus haut, les eaux simplement vaseuses vont déjà s'épancher au large sans que rien à la

(1) Des phénomènes de même ordre se sont produits sur les côtes de Saint-Vincent, au voisinage de la Soufrière.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

surface ne trahisse leur présence. A l'embouchure de la Gironde, par exemple, on voit les eaux sales, boueuses, en jusant, disparaître tout d'un coup et leur cheminement sur le fond peut être constaté à plus de 20 milles au large.

Il eût été du plus haut intérêt de pouvoir étudier la boue recouvrant les câbles rompus; malheureusement, il n'en a pas été recueilli. J'ai fait voir

Fig. 221. — La dune de cendres fines de l'Ex-Voto nivelée par le vent. A son extrémité, on voit la Rivière des Pères, le quartier du Fort couvert de cendres, puis, au fond, les ruines du quartier du Mouillage, au pied du morne d'Orange. (Photographie faite en décembre 1902.)

(page 102) que celle que j'ai pu détacher du tronc d'arbre repêché par 2600 mètres, à 16 milles au large de la Rivière Blanche, a la composition de celle que charriait cette rivière au cours de l'éruption : cette observation vient donc à l'appui de l'opinion émise plus haut. Les matériaux de grosse taille doivent se concentrer au pied du talus sous-marin pour y former un conglomérat, alors que les matériaux plus fins sont entraînés au loin.

§ VII. — L'action du vent sur les dépôts dus aux apports de l'éruption.

J'ai signalé (page 373) l'influence de l'alizé sur la dispersion de la cendre au cours de sa chute. Le vent a eu aussi une action, minime il est vrai, mais

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cependant intéressante à signaler, sur la cendre postérieurement au dépôt de celle-ci. C'était particulièrement sur le trajet des nuées ardentes, là où la cendre était encore chaude et par suite très mobile, et notamment sur les falaises bordant les rivières et le littoral, que le vent entraînait des tourbillons de poussière rendant parfois toute observation impossible ; ils étaient souvent si intenses que de loin on pouvait presque les confondre avec des fumerolles ; ils s'en distinguaient cependant en ce qu'ils n'étaient pas localisés et qu'ils étaient plus diffus. On en observait souvent aussi au pied du Coffre à Mort (sur le versant regardant le Fonds Canonville) ; ils étaient dus à la cendre éboulée du sommet de ce massif rocheux plutôt qu'à celle enlevée à la surface de la vallée. Enfin, au cours de l'hiver 1902-1903, nous en avons vu aussi dans la plaine de la Consolation, sur le quartier du Fort à Saint-Pierre, entre celui-ci et la Rivière Sèche, partout où le sol était recouvert de cendres fines.

L'action du vent laissait à la surface de ces cendres des traces durables, en la modelant à la façon d'une dune de sable ou d'un champ de neige. La petite plaine voisine de l'Ex-Voto était à ce point de vue très caractéristique, ainsi que le montre la figure 221.

L'abondance des pluies, qui entraînaient rapidement les particules fines des cendres et donnaient à la surface du sol une certaine cohésion, enrayait cette érosion éolienne qui, étant donnée la nature des cendres, aurait eu une importance considérable sous un climat sec.

J'ai observé parfois sur le plateau situé entre les Rivières Sèche et Blanche, et seulement sur les surfaces exposées à l'alizé, des rides ou des arêtes en relief parfois tranchantes ; elles n'étaient point le résultat d'une érosion par l'eau, car elles n'étaient pas disposées suivant la ligne de plus grande pente ; leur orientation dans la direction des vents constants était remarquable. Leurs formes étaient souvent influencées par la présence de lapillis ayant servi de bouclier et permis la production de petites pyramides perchées. Ce phénomène était incontestablement dû à l'action des particules solides transportées par le vent ; il offrait la plus grande analogie avec celui qui se produit dans les dunes de sable du Pas-de-Calais, et dont j'ai étudié récemment le mécanisme sur la plage de Berck-sur-Mer.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE X

PHÉNOMÈNES ACCESSOIRES DIVERS

§ I. — Phénomènes électriques et magnétiques.

1° Phénomènes d'électricité atmosphérique.

Les hautes colonnes de vapeur et de cendres s'élevant violemment d'un cratère en éruption sont d'ordinaire le siège d'importants phénomènes électriques, qui paraissent déterminés en partie par les frottements énergiques se produisant dans leur masse, ainsi qu'à leur contact avec l'atmosphère, traversée comme à l'emporte-pièce; la comparaison avec la machine hydro-électrique d'Armstrong a été faite depuis longtemps. L. Palmieri, qui a étudié avec grand détail cette question, lors de l'éruption du Vésuve de 1872, a cherché à démontrer (1), à l'aide d'expériences, que la principale origine de manifestations électriques des nuages volcaniques est le plus souvent différente. D'après lui, la vapeur d'eau, pendant son ascension verticale et sa condensation, de même que les matériaux solides qui l'accompagnent, se charge d'électricité positive, mais ces derniers en retombant se chargent d'électricité de sens contraire. Il en résulte des différences considérables de potentiel, qui se traduisent par des décharges brusques, par des éclairs, surtout dans la partie moyenne de la colonne de vapeur, là où il y a conflit entre les bouffées ascendantes et les matériaux solides retombant sur place. M. Angot m'a fait remarquer qu'il y aurait peut-être lieu aussi de tenir compte de ce fait que les masses gazeuses et solides, sortant de l'intérieur du sol à un potentiel nul, se trouvent brusquement

(1) *Cronaca del Vesuvio* : Sommario della storia... del Vesuvio... seguita da estesa relazione de l'ultimo incendio del 1872 (*Ann. R. Osserv. meteorol. Vesuviano*, I, 1874, 77). L'auteur a constaté que les phénomènes électriques se manifestaient exclusivement dans les nuages chargés de cendres et jamais dans les colonnes blanches, uniquement formées par la vapeur d'eau. Une remarque analogue peut être faite au sujet de l'éruption de la Montagne Pelée; il faut noter que le sommet du volcan était fréquemment le siège d'orages accompagnés d'éclairs, mais ceux-ci n'avaient rien de volcanique; j'en ai subi plusieurs de ce genre sur les bords du cratère : les éclairs, presque rectilignes, touchant le sol, étaient effrayants et d'un blanc éblouissant.

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

transportées dans des couches élevées de l'atmo sphère, où le potentiel peut atteindre des dizaines de milliers de volts; il doit par suite en résulter des décharges brusques et violentes.

Le volcan de la Montagne Pelée n'a pas fait exception à la règle générale; les récits des témoins des premiers jours de l'éruption indiquent que la colonne de vapeur et de cendres, vue de Saint-Pierre, était sillonnée d'éclairs, mais ils ne font pas mention des particularités qui sont devenues caractéristiques des grands paroxysmes. Non seulement, en effet, ceux-ci ont été signalés par une quantité extraordinaire d'effluves électriques, présentant toutes les formes habituelles, mais il y a eu en outre production d'une catégorie spéciale d'éclairs, en forme d'*étoiles scintillantes*, que les observateurs américains ont désignés sous le nom de *star-lightnings* (M. Kennan), de *scintillating* (M. Hovey) ou de *coruscating* (M. Jaggar), *lightnings*. La concordance des descriptions qui m'en ont été données par de nombreux témoins ne laisse pas de doute sur la réalité de leur existence; la présence de ce genre d'éclairs dans les nuages, emportés à plus de 25 kilomètres du cratère, ne permet pas de s'arrêter à l'hypothèse que les observateurs aient eu devant les yeux quelques-uns de ces nombreux blocs de lave incandescente qui, lors des paroxysmes, étaient projetés à de grandes hauteurs, car ceux-ci retombaient toujours sur les flancs du volcan. Je n'ai malheureusement pas d'observations personnelles sur ce sujet, les phénomènes électriques auxquels j'ai assisté, bien que parfois intenses, n'ayant présenté rien de spécial.

Projections verticales. — M. Kennan a assisté de Vivé à l'éruption du 26 mai ; il a donné la description suivante des phénomènes électriques, qu'il a observés, non seulement au-dessus du cratère, mais encore dans le nuage s'éloignant de celui-ci [**112**, 113].

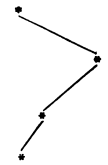


Fig. 222. — Les éclairs du 26 mai d'après M. Kennan.

The distinctive characteristics of this lightning [stellar lightning] were the shortness of the streak, the comparatively great size and brilliancy of the spark, or light-burst, at the end of the streak, and the single booming report that followed. Sometimes three or four great sparks, connected by fiery streaks, would flash out together in this way (fig. 222) and at other times the stars would burst so far back in the cloud that the streaks were invisible and there was only a circular irradiation of the vapor. If there was any storm lightning of the ordinary kind in the earlier stages of the eruption, it was so much less noticeable than the stellar lightning that it escaped my observation; and I am quite sure that there

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

was no rolling, reverberating thunder at all until near the close of the display, when reddish lightning-bolts began to dart down on the volcano from the developing storm-cloud over the crater. Before that time all, or nearly all, of the electric discharges had ended in stellar light-bursts, and all of the thunder had been made up of separate and distinct reports, like the thunder of a heavy and rapid cannonade. The general effect of the stellar lightning was that of a short, thin electric discharge striking and igniting a pocket of inflammable gas in the cloud of volcanic vapor.

Des phénomènes tout à fait semblables ont été observés par M. Heilprin, lors de l'éruption du 30 août, alors qu'il était réfugié à l'habitation Pécoul, près de Vivé [**90**, 227]. Voici, en effet, citée textuellement la description qu'il en donne :

The heavens were aglow with fire, electric flashes of blinding intensity traversing the recesses of black and purple clouds, and casting a lurid pallor over the darkness that shrouded the world. *Scintillating stars* burst forth like crackling fire-works, and serpent lines wound themselves in and out like travelling wave-crests.... The number of forms in which the illumination appeared was bewildering, and I can only recall a few the picture of which presented itself to my eyes with precision : short, straight, rod-like lines, spirals, *long-armed stars, and circles with star-arms hanging off from the border like so many tails.* In addition to these were the *scintillant stars* to which reference has already been made, and the blinding flashes of normal or zig-zag lightning. There were no peals of thunder, but a continuous roar swept through the heavens, mounting with crescendos and falling off with alternating, far-reaching diminuendos. Some pretend to have heard a feeble crackling, like that which is so often heard in association with an auroral display, but I am not sure that I could record this condition, which may easily have existed, among my own experiences. The flashes were bewilderingly numerous, and the singular forms interwoven with one another in such a way as to make localization difficult. The scintillant stars alone appeared to have a place of their own, nearer the border of the great cloud, and perhaps in the highest parts of it. Directly over the summit of Pelée there was little to be seen. Who is there to tell us what these peculiar flashes are? Are they electric, or are they the flashes of burning gases?.. It is certain that most of them are not connective discharges, for they run through, or are contained in individual clouds of small dimensions.

Ces phénomènes paraissent analogues, sinon identiques, à ceux qui ont été signalés par Pond et Smith (1) au cours de l'éruption du Mont Tarawera (10 juin 1886).

The vast cloud appears to have been highly charged with lightning, which was flashing and darting accross and through it ; sometimes shooting upwards in long curved streamers, and others following horizontal or downward directions, *the flashes frequently ending in balls of fire,* which as often burst into thousand of rocket-like stars.

M. Kennan [**112**, 115] a rappelé à ce sujet une observation du capitaine Watson, du navire anglais *Charles Bal*, qui, lors de l'éruption du Krakatau,

(1) *Transact. New Zealand Institute*, XIX, 1883, 562.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

vit au-dessus du volcan, dans la nuit du 27 août 1883, un « *continual roll of balls of white fire* », alors qu'il en était éloigné de 12 milles.

Peut-être est-ce aussi à ce même type d'éclairs qu'il y a lieu de rapporter ceux que Sir W. Hamilton (1) a observés pendant les éruptions du Vésuve de 1766 et 1767. « Besides the ligthning, wich perfectly resembled the common forked lightning [éclairs en zigzag], there were many meteors, like what are vulgarly called *falling stars* (2). »

Nuées ardentes. — Les observations faites par MM. Anderson et Flett sur la nuée du 9 juillet ont un grand intérêt, car elles permettent d'expliquer les phénomènes électriques dont celles du 8 et du 20 mai ont été le siège. Les savants anglais [**72**,495] ont vu dans cette nuée de rapides éclairs, si courts qu'ils semblaient parfois n'être que des points, et d'autres plus longs, formés de lignes ramifiées et crochues, qui serpentaient et scintillaient. Ils étaient parfois verdâtres, peut-être parce qu'ils étaient vus à travers une faible épaisseur de nuage, et quelquefois jaunâtres. Beaucoup d'entre eux semblaient être formés par une succession de points étincelants, plutôt que par un trait continu. Ces éclairs étaient fréquemment horizontaux ; d'autres partaient obliquement d'un lobe de la nuée à un autre. A la base de la nuée, à son contact avec la mer, on voyait une ligne de lueurs étincelantes changeant constamment, variant en proportions, mais ne disparaissant jamais. Cette vue a rappelé aux auteurs les récits des habitants de Saint-Vincent disant que la nuée du 7 mai était remplie de feu.

Le lieutenant de vaisseau Benoit d'Azy et le mécanicien principal du *Bruix*, M. Rosel, qui se trouvaient le 9 juillet, au moment de l'éruption, à l'anse du Céron (voir page 321), ont bien voulu me donner le récit de leurs observations ; j'en extrais les passages suivants. Je rappellerai que, d'après leur position, ils n'ont pu voir que la partie supérieure de la nuée dans son trajet dans la Rivière Blanche et la fin de son parcours sur la mer.

Dans le nuage noir, deux ou trois minutes après le début de l'éruption, nous observons de tous les côtés, mais plus nettement au zénith, des décharges électriques, *sortes de boules* de feu, qui roulent comme d'innombrables billes, trop violemment lancées sur un billard. Un

(1) W. Hamilton, *Observations on Mount Vesuvius, Mount Etna and others volcanos*, 1 vol. 18×12, p. 46. London, 1774.

(2) Pline le Jeune, dans sa description de l'éruption du Vésuve en l'an 79, signale que Misène, située à environ 28 kilomètres du volcan, fut couverte par un nuage épais au milieu duquel brillaient de nombreux éclairs : « *Ab altero latere nubes atra et horrenda igni spiritus tortis vibratisque discursibus rupta, in longas flammarum figuras dehiscebat ; fulgoribus illæ et similes et majores erant.* » (Voir p. 364.)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

crépitement de feu à volonté de mousqueterie intense et sec, mais non assourdissant, paraît provenir de cet essaim de lucioles géantes (M. Benoit d'Azy).

Le phénomène peut être assez exactement comparé à une succession ininterrompue de petites *langues de feu*, serpentant dans l'obscurité et toutes dirigées vers le Sud [la nuée se dirigeait vers le Sud-Ouest] et qui s'étendraient et se rallumeraient sans aucune interruption de l'effet d'ensemble, à une seconde d'intervalle, ou encore aux reflets incessants que répandraient de tous côtés une multitude de poissons dorés frétillant dans l'eau et se suivant dans la même direction (M. Rosel).

Le croquis de la nuée du 20 mai, dont il a été question page 314, représente ces mêmes éclairs en forme d'étoiles. Il n'est guère douteux, après ces diverses descriptions, qu'il ne faille attribuer au même phénomène le *feu* que certains observateurs prétendent avoir vu dans la nuée destructrice de Saint-Pierre. M. Mirville m'a rapporté le récit d'un habitant du Carbet, qui a vu la nuée du 30 août : il y a remarqué des éclairs en zigzag (verticaux).

Quant aux nuées ardentes, que nous avons observées de jour, elles ne présentaient pas de phénomènes électriques distincts, mais cela peut être dû aux conditions d'éclairage intense dans lesquelles beaucoup d'entre elles se sont produites; on sait, en effet, que fort souvent c'est à peine si l'on aperçoit les éclairs pendant les orages qui éclatent au milieu de la journée. Plus tard, dans le courant de l'année 1903, les nuées du 26 mars et des 9 et 17 septembre ont été signalées par un grand éclair unique, qui les a sillonnées de haut en bas, au milieu de leur course, tandis que, dans celles du 31 mai, on a constaté un grand nombre d'éclairs, sur la forme desquels il ne m'a pas été donné de renseignements ; ils devaient, par suite, être du type commun.

Observations faites de Fort-de-France. — Les nuages volcaniques qui, lors de paroxysmes, sont parvenus au-dessus de Fort-de-France, c'est-à-dire à 25 kilomètres du cratère, étaient, eux aussi, le siège d'importantes manifestations électriques qui ont été surtout intenses le 9 juillet et le 30 août. Les renseignements suivants m'ont été fournis par M. Mirville.

26 mai. — Dès son apparition, le nuage est sillonné de nombreux éclairs éblouissants qui le traversent en tous sens sans interruption ; beaucoup d'éclairs paraissent comme des *points lumineux* très vifs.

9 juillet. — Des milliers de *points lumineux*, très brillants, apparaissaient et disparaissaient sans cesse ; c'était un pétillement ininterrompu. Certains de ces *points* semblaient se déplacer rapidement en tous sens. On distinguait aussi des éclairs en zigzag très ramifiés, dont quelques-uns présentaient des aigrettes lumineuses; d'autres apparaissaient comme des effluves de toutes dimensions. La couleur de ces éclairs était en général de nuance violacée pâle, mais quelques-uns avaient une teinte rousse particulière. On entendait

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

un grondement continu, provenant du nuage, et on percevait nettement une odeur d'ozone.

30 août. — Le nuage volcanique apparait à l'horizon à 9 heures et s'avance rapidement sur la ville. Les phénomènes électriques ont été remarquables et beaucoup plus intenses que ceux produits par l'éruption du 9 juillet, tout en étant entièrement analogues. Les éclairs étaient plus vifs et plus nombreux. Les petits éclairs simultanés, scintillants et zigzagués, qui formaient une crépitation ininterrompue, étaient effacés de temps en temps par un effluve plus intense éclairant tout le nuage. L'arrière de ce dernier, s'allongeant en queue vers le cratère, était constamment illuminé. Ces phénomènes électriques se sont prolongés très longtemps; à minuit, quelques effluves étaient encore apparents; on percevait une odeur d'ozone assez nette. Jusqu'à 10 heures des grondements puissants n'ont cessé de se faire entendre.

Les récits des nombreux spectateurs de ces phénomènes que j'ai interrogés ne diffèrent en rien d'essentiel de celui de M. Mirville.

Action des phénomènes électriques. — Les phénomènes électriques, malgré leur intensité, ne semblent pas avoir joué un rôle appréciable dans la destruction, en dépit des récits merveilleux qui ont été faits à leur sujet (1). J'ai montré plus haut qu'il n'est pas possible de prouver qu'il y ait eu des électrocutions, ni à Saint-Pierre, ni au Morne-Rouge, bien qu'il n'y ait aucune impossibilité à ce qu'il s'en soit produit. Je n'ai trouvé de fulgurites, ni dans la ville, ni dans les bourgs détruits; les poteaux téléphoniques formés par des rails en fer, les grilles de fer, n'y présentaient pas trace de coups de foudre, les fils téléphoniques étaient intacts, partout où on les trouvait dans des endroits où ils avaient échappé à l'incendie.

Des troubles dans les communications téléphoniques ont très certainement accompagné toutes les éruptions, mais ils ont été toujours réduits à des interruptions localisées dans le voisinage du volcan et ne présentant pas de caractères spéciaux ; ils ont été de l'ordre de ceux qui à la Martinique — où le réseau est en très mauvais état — se produisent si souvent indépendamment de tout phénomène volcanique. Il m'a été impossible d'obtenir du service local du téléphone des renseignements précis sur les heures auxquelles se sont produites ces interruptions et sur leur durée exacte, mais

(1) Parmi les choses inexactes qui ont été publiées au sujet des phénomènes électriques, il y a lieu de signaler l'information d'après laquelle, à la suite de l'éruption du 9 juillet, tous les fils du téléphone de la Martinique auraient été brûlés. Ce qui paraît avoir donné naissance à cette légende est sans doute l'information suivante, que j'ai trouvée dans une note envoyée au Gouverneur : « Le bureau téléphonique de Fort-de-France depuis le matin éprouve des décharges électriques assez fortes; le fil reliant la Trinité au Lamentin a été enlevé, coupé et recuit sur un parcours de 2km,5 depuis l'habitation Brin d'Amour de la Trinité jusqu'à l'usine Bassignac ». Il faut remarquer que cette note a été passée à 10 h. 30 du matin, et que l'éruption n'a eu lieu qu'à 10 h. 20 du soir; la ligne téléphonique a fonctionné ensuite au delà et en deçà de l'interruption : celle-ci est donc due à un accident local.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

j'ai pu voir par les dates et les heures des messages adressés au Gouverneur, avant et après les paroxysmes auxquels je n'ai pas assisté, que les interruptions ont toujours été de courte durée et que les communications ont été rapidement rétablies; c'est ainsi, par exemple, que dans la soirée du 30 août 1902, peu d'heures avant la grande explosion, le téléphone fonctionnait encore dans le Nord de l'île et que la ligne était en partie réparée dès le lendemain soir.

M. Lodéon, commis à la recette de Fort-de-France, a remis au Gouverneur un rapport dans lequel il raconte que, le 8 mai, à 8 heures du matin, étant en communication avec Saint-Pierre, il a reçu une forte secousse électrique ; les connexions de l'appareil auraient été mises en mouvement et couvertes d'étincelles; c'est le seul fait précis que je puisse citer. J'ai constaté personnellement que dans les environs de Saint-Pierre, du côté du Carbet, la destruction de la ligne a été limitée au trajet de la nuée ardente.

Le 8 mai, au moment de la catastrophe, le bureau du câble de Fort-de-France était en communication avec Saint-Pierre ; voici une indication relevée dans la correspondance générale des chefs de poste de la Compagnie des câbles, que M. Jéramec a bien voulu me communiquer; je rappelle que ce câble a été rompu à l'atterrissement, à Saint-Pierre, au moment du choc de la nuée destructrice (page 95).

Le câble Martinique a été interrompu le 8 mai à 8 h. 25. Le relais a donné quelques rapides contacts, puis nous n'avons plus rien reçu. En même temps, les bobines des recorders de Paramaribo et de Puerto-Plata étaient collées par une aimantation extraordinaire qui diminua peu à peu et cessa au bout d'un quart d'heure (1).

Télégraphie sans fil. — Le lieutenant de vaisseau Benoit d'Azy nous a fourni quelques renseignements sur les observations faites par lui au cours des éruptions de mai et de juin sur les appareils de télégraphie sans

(1) Je signalerai ici une dernière observation, pour montrer d'ailleurs qu'elle n'a aucun rapport avec le volcanisme. Le 14 mai, au cours du relevage du câble Puerto-Plata (page 96), on a constaté jusqu'à midi 30, pour la résistance électrique du câble, une valeur différant de celle qui avait été obtenue le 5 mai, lors de la détermination du point de rupture ; à partir de midi 30, on a retrouvé la résistance initiale ; le 11 juin, une observation du même genre a été faite. De semblables modifications de résistance électrique s'observent fréquemment au cours du relevage des câbles rompus : elles peuvent provenir, soit de la rupture du conducteur intérieur du câble, soit d'un contact intermittent ; on comprend que, lorsqu'un câble est relevé, l'effort de traction porte parfois sur plusieurs kilomètres de longueur et peut amener des modifications dans le conducteur, surtout si celui-ci a été endommagé; ces modifications peuvent disparaître lorsque le câble a été remonté à bord.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

fil du *Bruix*. Pendant celles-ci, l'appareil fonctionnait d'une façon très active, enregistrant un trait presque continu, alors qu'au cours des orages ordinaires il donnait seulement une série de points isolés.

D'après les indications que m'a fournies le capitaine Ferrié, les appareils de télégraphie sans fil qu'il a installés à Beauséjour, près la Trinité, n'ont pas été influencés par les éruptions des nuées ardentes de décembre 1902. Les communications avec la Guadeloupe ont pu être établies et ont fonctionné au cours de l'hiver : aucun paroxysme ne s'est d'ailleurs produit depuis lors.

2° *Phénomènes magnétiques.*

En l'absence d'observatoire magnétique à la Martinique, il n'est pas possible de savoir si les grandes éruptions ont été accompagnées de perturbations magnétiques locales. Après l'enquête que j'ai faite auprès des commandants des navires de guerre et du *Pouyer-Quertier* en station à la Martinique, il est permis d'affirmer que les informations qui ont été publiées sur le prétendu affolement des compas de ces navires après le 8 mai ne reposent sur aucun fondement. La seule observation magnétique faite à la Martinique sur ce sujet est la suivante : M. Heilprin a signalé [**90**, 156] que, le 31 mai 1902, étant sur le bord du cratère, il a constaté une déviation vers l'Est de 30° à 40° de l'aiguille de sa boussole, déviation qui ne s'est pas reproduite le lendemain au cours d'une nouvelle ascension. Je n'ai rien observé de semblable pendant ma période d'observations.

Par contre, de nombreux observatoires magnétiques, situés en diverses régions du globe, ont enregistré le 8 mai, à une heure qui correspond à peu près (1) à celle de l'éruption, une perturbation magnétique très nette; des phénomènes analogues ont été signalés avec des coïncidences d'heure plus ou moins approchées, lors de divers autres paroxysmes. M. L. A. Bauer, directeur du *Department of International Researches in Terrestrial Magnetism of the Carnegie Institution*, ayant annoncé une publication prochaine sur cette question, il importe de l'attendre avant de discuter les relations plus ou moins certaines pouvant exister entre ces phénomènes magné-

(1) On a vu page 252 que l'heure exacte de la destruction de Saint-Pierre n'est pas 7 h. 50, mais 8 h. 2 (t. m.), et que l'explosion au cratère a dû se produire une fraction de minute plus tôt.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tiques et les éruptions des Antilles (1); je me contenterai de donner, à titre de document, les quelques indications suivantes.

Aux États-Unis, M. L. A. Bauer a indiqué (2) que la perturbation a commencé brusquement et simultanément aux deux stations de Cheltenham (Maryland) et de Baldwin (Kansas) à 7 h. 54 en temps moyen de Saint-Pierre; la composante horizontale a été l'élément principal affecté (1/350 de sa valeur), ainsi que la déclinaison (dix à quinze minutes). La perturbation s'est prolongée jusqu'au 10.

M. Th. Moureaux a résumé ainsi qu'il suit les principales constatations faites à ce sujet dans les observatoires français (3) :

La grande éruption de la Montagne Pelée, à la Martinique, s'est produite le 8 mai, à 7 h. 50, heure à laquelle se sont arrêtées plusieurs horloges publiques, et qui correspond à 12 h. 4, temps moyen de Paris. Le trouble particulier, que les tremblements de terre impriment fréquemment aux aimants des appareils de variations, ne se remarque pas sur nos courbes [à l'Observatoire de Val-Joyeux], mais une perturbation magnétique se produit brusquement à 12 h. 7 (temps moyen de Paris), et continue jusque vers 20 heures, affectant principalement la composante horizontale. Le 9, une nouvelle période d'agitation survient, et persiste de 13 h. 40 à 2 heures le 10; la déclinaison subit une grande diminution entre 20 h. 40 et 1 h. 40.

Ces perturbations ont été également observées à l'Observatoire de Lyon. Notre collègue, M. André, écrit : « Après une longue période de calme magnétique, des perturbations de faible amplitude se sont manifestées les 8 et 9 mai. Celle du 8 est surtout sensible à la composante horizontale; elle commence à 12 h. 5, temps moyen de Paris, et paraît se terminer à 19 h. 40. Celle du 9 est plus intense, affecte principalement la déclinaison, débute à 13 h. 40 et cesse le 10 à 2 heures; ensuite la situation magnétique redevient calme. Il n'y avait, à la surface du soleil, aucune tache à laquelle on puisse rattacher ces deux perturbations. Le 20, à 9 h. 27 environ, crochet unique, d'une demi-heure de durée, sur la courbe de la composante horizontale, qui diminue, puis reprend sa valeur normale. Ce crochet paraît en concordance avec l'heure, d'ailleurs probablement un peu approximative, indiquée par les journaux pour la seconde éruption de la Montagne Pelée; cependant, le 19, à 23 h. 35, on remarque un crochet analogue au précédent et de même intensité sur la courbe du même élément. Les variations de la déclinaison ne présentent rien de particulier; ce qui pourrait exister est masqué par l'influence de nos tramways. »

(1) Il n'a été cité jusqu'à présent aucune perturbation magnétique coïncidant avec les paroxysmes de l'Izalco et du Santa Maria en éruption en 1902 et 1903. M. Moureaux a bien voulu rechercher parmi les observations du Val-Joyeux les perturbations produites aux dates des éruptions de la Soufrière de Saint-Vincent; il n'a trouvé que les deux coïncidences suivantes :

7 mai, très faible agitation magnétique de 12 heures à 19 heures (7 h. 46 à 14 h. 46, t. m. à Saint-Vincent) [paroxysme à 14 heures].

22 mars 1903, faible perturbation magnétique, affectant plus particulièrement la déclinaison, de 21 h. 30 à 24 heures [l'éruption atteint son paroxysme dans la journée du 22].

(2) *Science*, New-York, XV, 1902, 873.

(3) *Ann. Soc. météor. France*, L, 1902 (122-123). Voir aussi *Comptes rendus*, CXXXIV, 1902, 1107. Les heures sont exprimées de 0 heure (minuit) à 24 heures.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Les courbes magnétiques relevées les 8 et 9 mai à Perpignan, par notre collègue M. le Dr Fines, montrent, dans l'ensemble, les mêmes particularités qu'à Lyon et au Val-Joyeux ; mais les troubles dus aux courants des tramways ne permettent plus guère de préciser le moment d'un phénomène déterminé.

M. Moureaux a bien voulu me donner en outre le résumé des observations qu'il a faites au Val-Joyeux les jours des autres paroxysmes de la Montagne Pelée ; je fais suivre ces indications de l'heure correspondante en temps moyen de la Montagne Pelée [longit. Ouest de Paris 4 h. 14′ (et 1″,5 qui a été négligée)] et de l'heure du paroxysme.

20 mai. — Très faible agitation magnétique toute la journée [éruption, 5 h.].

6 juin. — Très faible agitation magnétique de 14 h. à 19 h. (9 h. 46 à 14 h. 46 t. m. Montagne Pelée) [éruption, 10 h.].

9 juillet. — Vibration des aimants de 12 h. 15 à 21 h. 16 (8 h. 11 à 17 h. 2 t. m. Montagne Pelée) [éruption, 20 h. 20].

30 août. — Vibration des aimants de 16 h. 16 à 17 h. 16 (12 h. 2 à 13 h. 2) et de 22 h. 40 à 23 h. 30 (18 h. 26 à 19 h. 16 t. m. Montagne Pelée) [éruption, 20 h. 45].

Le 8 mai, M. Eginitis a constaté (1) à Athènes, à peu près à l'heure où les perturbations magnétiques étaient constatées à Paris (de 1 h. 35 à 9 h. 30 t. m. d'Athènes), une perturbation très sensible, affectant principalement la composante horizontale, un peu moins la déclinaison et extrêmement peu la composante verticale ; le séismographe de l'Observatoire n'a manifesté aucune agitation.

Par contre, M. de Moidrey (2) a fait à l'Observatoire de Zi-Ka-Wei (Chine), situé à 10′ près sur le méridien opposé à celui de la Martinique, des observations d'où il conclut à un mouvement séismique accompagnant des perturbations magnétiques ; voici du reste sa note citée textuellement :

[Le 8 mai], à 7 h. 58 (t. m. de la Martinique), après une longue période de calme magnétique, notre bifilaire indique un accroissement brusque de la composante horizontale, qui reste agitée pendant huit heures environ. De 12 h. 25 à 12 h. 35, la courbe de cet élément présente, sans doute possible, les caractères d'une agitation mécanique. Il était ici minuit ; à cette heure, en pleine campagne, aucune cause accidentelle ne peut influencer nos aimants. D'ailleurs, pendant le même temps, la courbe du grand baromètre enregistreur, habituellement très fine, a son épaisseur augmentée d'environ quatre fois ; il ne peut être question d'une onde atmosphérique, mais la colonne de mercure a agi en véritable séismographe ; à ce phénomène succède immédiatement un second accroissement assez brusque de la composante horizontale. Une troisième recrudescence, observée de

(1) *Comptes rendus*, CXXXIV, 1902 (1425).
(2) *Ibid.*, CXXXV, 1902 (322).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

15 h. 5 à 15 h. 15, est suivie d'un calme à peu près complet pendant plus de sept heures. On remarque alors une faible agitation, puis une nouvelle perturbation qui dure jusqu'au 9, vers 20 heures. Nous avons donc ici des faits de deux ordres distincts : une perturbation magnétique dont le début coïncide, comme à Paris et à Lyon, avec l'explosion de la Montagne Pelée, et un ébranlement du sol qui aurait mis quatre heures vingt-sept minutes à se propager jusqu'ici, à moins qu'il ne corresponde à un des chocs postérieurs.

§ II. — Mouvements de l'air.

1° *Ondes aériennes.*

Tous les paroxysmes de la Montagne Pelée, et les paroxysmes seulement, ont déterminé la production d'une onde aérienne dont le passage a été enregistré par tous les baromètres de Fort-de-France.

Pour la Martinique, j'ai eu à ma disposition les feuilles des enregistreurs du *Tage*, du *Suchet* et du *Jouffroy*, qui m'ont été communiquées par le Service hydrographique de la Marine, du *Pouyer-Quertier*, que je dois à l'obligeance du commandant Thirion, et enfin de ceux de l'Hôpital militaire de Fort-de-France, qu'ont bien voulu mettre à ma disposition MM. Mirville et Etchegarray. Tous les baromètres enregistreurs en service à la Martinique étaient de petit format; heureusement, la veille de l'éruption du 30 août, M. Mirville avait mis en marche un nouvel appareil, qui a fourni un tracé de plus grande dimension, permettant de décomposer très nettement l'action perturbatrice. Le petit baromètre qui avait servi aux observations précédentes était encore en fonctionnement; son tracé a été du même type que celui des éruptions précédentes et, le même jour, tous les appareils similaires correspondant aux navires de l'État ont fourni des tracés analogues. On peut donc raisonner sur ceux des éruptions précédentes comme sur celui dont il est question ici.

La figure 223 représente une amplification photographique de la feuille du grand baromètre pour le 30 août; on y voit que l'oscillation peut se décomposer de la façon suivante : elle a débuté par une montée subite, suivie par une chute non moins brusque et plus considérable, puis d'une remontée moins rapide qui dépasse la courbe normale, supposée prolongée, et atteint un maximum après lequel la courbe reprend lentement sa course régulière.

La dépression a une forme en V; dans les petits enregistreurs, l'angle très aigu formé par le V est empâté, de telle sorte que l'on ne distingue qu'un trait vertical, qui est celui que nous avons signalé, MM. Rollet de l'Isle,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Giraud et moi [**128**], d'après les indications de M. Mirville. Mais en étudiant avec la loupe les tracés originaux, il est généralement possible de distinguer dans la partie du trait qui est au-dessus de la courbe un échelon qui indique la première, puis la seconde hausse. Grâce à l'obligeance de Sir Strickland, Gouverneur des Iles sous le Vent (Leeward Islands), j'ai pu examiner en outre les feuilles d'enregistreur de M. Portier à Roseau (Dominique), dont une représentation a été publiée par MM. Anderson et Flett [**72**, 528]. La hausse qui précède la dépression n'y est pas toujours visible, mais cela tient d'une part à la trop petite dimension de l'enregistreur et d'une autre à la faible amplitude de la variation dans cette localité éloignée du volcan.

Fig. 223. — Courbe du grand baromètre de Fort-de-France pour le 30 août : l'original présente un léger arrêt à l'intersection de la ligne 763, qui n'est pas net dans cet agrandissement.

INDICATIONS FOURNIES PAR LES ENREGISTREURS	*Pouyer-Quertier.* (1)	FORT-DE-FRANCE.	ROSEAU.	FORT-DE-FRANCE.	ROSEAU.	FORT-DE-FRANCE.	ROSEAU.
Date et heure exacte de l'éruption	*8 mai* [$8^h,2$ *m.*].			*20 mai* [$5^h,20$ *m.*].		*26 mai* [8^h. *s.*].	
Heure de l'enregistreur..	$7^h,20$	$7^h,45$	$8^h,40$	$5^h,10$	$5^h,20$	$8^h,40$	$8^h,15$
1re hausse	$0^{mm},7$	$1^{mm},0$	»	$0^{mm},5$	»	$0^{mm},4$	$0^{mm},3$
Baisse	$0^{mm},6$	$3^{mm},1$	$0^{mm},1$	$2^{mm},7$	$0^{mm},2$	$1^{mm},1$	»
2e hausse	$0^{mm},8$	$1^{mm},1$	$0^{mm},4$	$0^{mm},7$	»	$0^{mm},8$	»
Amplitude totale	$1^{mm},4$	$4^{mm},2$	$0^{mm},5$	$3^{mm},4$	»	$1^{mm},9$	»
Durée de la perturbation.	50 min.	25 min.	20 min.	40 min.	»	30 min.	»
Date et heure exacte de l'éruption	(2) *6 juin* [*10 h. m.*].			*9 juillet* [8^h. *s.*].		*30 août* [$8^h,45$ *s.*].	
Heure de l'enregistreur..	$9^h,10$	10 h.	$11^h,50$	$7^h,45$	9 h.	$8^h,55$	$8^h,45$
1re hausse..	$0^{mm},7$	$0^{mm},3$	$0^{mm},0$	$0^{mm},0$	$0^{mm},0$	$0^{mm},4$	$0^{mm},3$
Baisse	$3^{mm},3$	$0^{mm},8$	$0^{mm},3$	$1^{mm},3$	$0^{mm},3$	$2^{mm},3$	$0^{mm},9$
2e hausse	$0^{mm},7$	$0^{mm},7$	$0^{mm},3$	$0^{mm},5$	$0^{mm},3$	$1^{mm},3$	$0^{mm},4$
Amplitude totale	$4^{mm},0$	$1^{mm},5$	$0^{mm},6$	$1^{mm},8$	$0^{mm},6$	$3^{mm},6$	$1^{mm},3$
Durée de la perturbation.	20 min.	60 min.	15 min.	40 min.	15 min.	60 min.	60 min.

Dans le tableau ci-dessus, je n'ai donné pour Fort-de-France que les valeurs fournies par les baromètres de la station météorologique, qui se trouvaient dans de meilleures conditions de stabilité que ceux des navires

(1) 13 kilomètres du cratère, au large de Saint-Pierre.
(2) 15 kilomètres du cratère, au large de Saint-Pierre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

en rade dont les diagrammes présentent entre eux des écarts numériques assez considérables. Les mesures ont été effectuées par M. Gaubert sur les diagrammes originaux, avec toute la précision que comporte une semblable opération, nécessairement entachée d'incertitude dues en particulier à l'épaisseur du trait de la courbe. Je rappellerai que les villes de Fort-de-France et de Roseau sont respectivement distantes de 25 et de 41 kilomètres du cratère. L'importance de la perturbation donne une bonne indication du degré de violence de l'éruption.

Ces dépressions sont peu de chose, si on les compare à l'onde aérienne qui a été déterminée par l'éruption du Krakatau et qui a fait plusieurs fois le tour de la terre. En effet, M. Verbeck a indiqué (1) pour la valeur de la perturbation au voisinage du Krakatau (différence entre le point le plus haut et le plus bas de la courbe) 50 millimètres ; à Tandjong-Priok, située à 160 kilomètres du volcan, 12 millimètres ; et à Singkawany, à 870 kilomètres, 8 millimètres. Sir Strachey, qui a discuté en détail (2) les observations faites dans un nombre considérable de stations météorologiques du monde entier, a montré que la première onde, en particulier, a eu une forme très caractéristique qui est comparable à celle discutée plus haut ; elle a débuté, en effet, par une augmentation plus ou moins marquée, au sommet de laquelle sont visibles deux ou trois petites oscillations, accompagnées par une profonde dépression, que suivit une remontée moins nette, et parfois d'autres oscillations de plus faible amplitude ; la durée de la perturbation a été d'environ deux heures. La moyenne des observations faites au cours de cette éruption fournit pour la vitesse de l'onde des valeurs variant de 9° 75 à 10° 5 par heure, soit de 301 à 311 mètres par seconde, c'est-à-dire un peu inférieures à celle du son. Si l'on admet que la vitesse de l'onde a été la même au cours de l'éruption de la Montagne Pelée, ces valeurs donneraient pour sa transmission du cratère à Fort-de-France (25 kilomètres) de 1 m. 26 s. à 1 m. 20 s. ; j'ai cherché à voir si des mesures, faites sur les feuilles des enregistreurs, permettraient de déterminer exactement l'heure des explosions au cratère ; malheureusement, l'heure exacte n'avait pas été repérée chaque jour sur ces feuilles, de façon à permettre l'appréciation des erreurs dues à un réglage imparfait, aux défauts des mouvements d'horlogerie des

(1) Krakatau, *Op. cit.*, 365.
(2) *Report of the Krakatoa Commitee of the Royal Society*, 1888 (57).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

enregistreurs ou à toute autre cause ; les nombres ainsi obtenus cités plus haut, de même que ceux qui n'ont pas été publiés, sont si différents, qu'ils ne peuvent être utilisés. On ne saurait trop appeler l'attention de tous ceux qui se servent de ces appareils enregistreurs sur la nécessité de ce repérage quotidien de l'heure.

L'examen du tableau donné plus haut conduit à des remarques intéressantes, qui auraient toutefois gagné en certitude à être appuyées sur un nombre plus grand d'observations. On voit que la perturbation ne s'est pas produite par ondes rigoureusement circulaires par rapport au cratère. La comparaison des dépressions enregistrées le 8 mai et le 30 août à Fort-de-France et à Roseau, par exemple, montre entre elles un défaut de proportionnalité remarquable ; il en est de même pour la comparaison de celles enregistrées le 8 mai et le 6 juin à Fort-de-France et à 13 ou 15 kilomètres du volcan à bord du *Pouyer-Quertier* ; il faut en conclure que l'onde a présenté des maximums d'amplitude, variables en direction d'une éruption à une autre (1). L'explication de ces maximums doit probablement être recherchée dans ce fait que, lors des paroxysmes, la grande explosion ne s'est pas faite verticalement, mais latéralement sur les flancs du dôme, avec une trajectoire oblique ; la direction moyenne de celle-ci était Sud-Ouest ; on comprend dès lors que l'amplitude de la perturbation barométrique ait été plus grande à Fort-de-France, située au Sud-Sud-Est du volcan, qu'à Roseau se trouvant au Nord-Nord-Ouest. Mais la direction de cette trajectoire a subi de petites variations suivant les éruptions ; ce sont sans doute elles qui expliquent le défaut de proportionnalité entre les dépressions produites dans deux stations différentes au cours d'éruptions distinctes. En ce qui concerne le 6 juin, il est à remarquer que le *Pouyer-Quertier* se trouvait sensiblement sur le prolongement de la trajectoire de la nuée et, par suite, il est logique qu'il ait enregistré une dépression notablement plus grande que celle notée dans les autres stations.

Il est regrettable que nous n'ayons qu'une seule série d'observations le long d'un même rayon mené à partir du cratère, car il est impossible de

(1) Il n'est pas possible de faire intervenir comme explication des causes locales, telles par exemple que des obstacles qui auraient fait réfléchir l'onde, car, sauf le 6 juin, c'est à Fort-de-France, qui est précisément séparée du volcan par les pitons du Carbet s'élevant à plus de 1 200 mètres d'altitude, qu'ont été enregistrées les plus grandes dépressions.

La mission anglaise n'a pas signalé de perturbations barométriques consécutives à l'éruption de Saint-Vincent.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

déterminer la loi du décroissement de l'intensité de la perturbation en fonction de la distance. Il est toutefois à peu près certain que dans aucun cas l'onde aérienne ne s'est fait sentir jusqu'à 100 kilomètres du cratère, car la mission anglaise qui a cité les observations faites à la Martinique et à la Dominique n'indique rien à Port-Castries, située à 90 kilomètres au Sud-Sud-Est de la Montagne Pelée ; dans la direction du Nord-Nord-Ouest, un service météorologique fonctionne à la Guadeloupe, au Camp Jacob, à environ 150 kilomètres de la Montagne Pelée : ses baromètres n'ont enregistré aucune perturbation au cours des éruptions.

En terminant, je ferai remarquer que dans la nuit du 8 au 9 août 1903 il s'est produit une coïncidence, qui n'a peut-être jamais été observée, celle du passage d'un cyclone sur un volcan en activité. Le baromètre a subi ce jour-là une baisse formidable, puisque la pression est tombée à Fort-de-France à $728^{mm},5$. Cet abaissement de pression — comme on pouvait s'y attendre d'ailleurs, mais il est intéressant de le constater — n'a pas eu d'influence sur l'activité du volcan ; aucune observation précise n'a pu, il est vrai, être faite au moment même du passage du cyclone, qui a rasé deux des bâtiments de l'Observatoire ; mais, dès que le capitaine Perney a pu sortir de la casemate dans laquelle tout le personnel avait dû se réfugier pour ne pas être emporté, il n'a rien constaté de spécial dans l'état du volcan ; aucune modification de l'aiguille, si sensible aux moindres explosions, ne s'était produite pendant la tourmente.

2° *Grondements*, *détonations*, *sifflements*.

Les divers types de manifestations éruptives de l'orifice central ont été accompagnés de la production d'ondes sonores parmi lesquelles je distinguerai successivement les grondements, les détonations et les sifflements.

Grondements. — Les grondements consistaient en bruits sourds et prolongés, parfois isolés, parfois répétés à courts intervalles ; lors des paroxysmes, ils étaient si rapprochés qu'ils paraissaient presque continus. L'allure saccadée qu'ils présentaient souvent est bien mise en évidence par la façon dont ils étaient définis dans les rapports de gendarmerie que j'ai consultés ; dans les premiers jours de mai, de Saint-Pierre et plus tard du Morne-Rouge, on les comparait « *aux soubresauts d'une marmite qui bout* » ; le 30 août, les malheureux gendarmes, qui devaient périr le

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

soir même au Morne-Rouge, ont signalé dans un téléphone adressé à Fort-de-France *de forts grondements interrompus, ressemblant à une suite de trains express entrant à toute vitesse dans une gare.*

Ces grondements étaient nettement perceptibles dans un rayon d'au moins 10 kilomètres du cratère. Pendant la période de mes observations et depuis lors, ils ont été très fréquemment entendus de l'Observatoire ; certains d'entre eux précédaient le départ des nuées ardentes et, dans ce cas, ils étaient causés, soit par de petites explosions, soit par des chutes de portions importantes du dôme (1), sans qu'il nous ait été possible de différencier ceux qui étaient dus à l'une ou l'autre de ces causes.

Détonations. — Les détonations étaient plus brèves, comparables à un coup de canon ; elles ne se produisaient pas d'une façon continue et n'étaient pas aussi répétées que les grondements qu'elles accompagnaient ; elles n'étaient fréquentes que dans les périodes de suractivité. Des détonations très violentes ont signalé le départ de la plupart des grandes nuées des paroxysmes (8 et 20 mai, 6 juin) ; le 26 août, c'est à la suite d'une très forte détonation que l'activité du volcan a subi un accroissement considérable. Par contre, M. Heilprin assure que la grande explosion du 30 août n'a pas été accompagnée de détonations particulièrement violentes [**90**, 306] ; cette affirmation est confirmée par le récit des témoins que j'ai interrogés et qui se trouvaient dans une autre partie de la montagne que le savant américain.

Pendant la période de suractivité d'août 1902 (à dater du 25), les mouvements de l'air ont été parfois si violents que, dans un rayon de 12 kilomètres à partir du cratère, tous les objets mobiles des maisons et même les murs de celles-ci entraient en vibrations ; ils paraissent avoir été maximums dans la nuit du 29 au 30. L'abbé Fruit (à Macouba) et l'abbé Altéroche (au Morne-Vert), qui m'ont fourni des détails circonstanciés sur ce phénomène, le distinguaient très nettement des oscillations dues au tremblement de terre ressenti le 24 du même mois, et son origine ne me paraît pas douteuse.

Sifflements. — Quant aux sifflements, ils étaient moins fréquents ; ils consistaient en un son strident et soutenu, mais de très courte durée et

(1) Voir page 150 pour les bruits (bruits de verre cassé) plus faibles dus à cette cause, qui ne pouvaient être perçus que des bords du cratère. Il n'est pas question ici, bien entendu, des grondements du tonnerre, fréquents au cours de l'éruption.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

étaient très nettement perceptibles de l'Observatoire, c'est-à-dire à 9 kilomètres du cratère. Tandis que tous les bruits précédents étaient occasionnés par des explosions, ceux-ci étaient probablement déterminés par la sortie violente, sous forte pression, de vapeur d'eau émise par une ouverture venant de se produire dans la carapace du dôme. En effet, le 3 septembre 1903, l'adjudant Guinoiseau a assisté des bords du cratère à la chute d'une portion importante de la nouvelle aiguille.

A ce moment même, a-t-il écrit sur son registre d'observations, un sifflement sinistre, pouvant être comparé à un nombre incalculable de générateurs sous pression, se faisait entendre, et aussitôt nous vîmes s'élever en volutes un très gros nuage noir et gris qui, en quelques minutes, couvrit entièrement la montagne.

Peut-être cependant s'agit-il d'un phénomène comparable à celui que M. Violle a récemment signalé (1) dans le tir des canons paragrêle.

Les sons constatés à grande distance et peu ou pas perçus à plus faible distance du volcan. — Tous les phénomènes qui viennent d'être décrits n'ont eu de retentissement à la Martinique qu'au voisinage immédiat du volcan. Lors des grands paroxysmes, aucun son n'est parvenu, d'une façon certaine, jusqu'à Fort-de-France ; les quelques *grondements* qui ont été signalés par divers observateurs n'ont été perçus qu'au moment où le nuage volcanique a été visible de la ville ; ils ont été comparés aux roulements d'un lointain orage et ils étaient dus peut-être au tonnerre ; dans tous les cas, s'ils étaient d'origine volcanique, ils étaient faibles. Le 8 mai, le *Pouyer-Quertier* se trouvait à 6 milles au large de Saint-Pierre ; M. Wildenstein m'a affirmé qu'aucune détonation ni aucun grondement n'avaient été entendus au moment de l'éruption ; il en a été de même le 20 mai et le 6 juin, où le navire était dans les mêmes parages.

Par contre, aux heures mêmes de ces paroxysmes, des *détonations* violentes ont été perçues au loin dans toutes les Petites Antilles ; on les a notamment signalées, les 8 et 20 mai et le 30 août, à la Dominique, à la Guadeloupe, à Antigoa, à Saint-Christophe et jusqu'à l'île Saint-Thomas, située à 300 milles au Nord-Nord-Ouest de la Montagne Pelée. Partout, la description en a été la même : *détonations* fortes, à intervalles répétés, ressemblant à des salves de canon de gros calibre. Ces sons se sont

(1) *Comptes rendus*, CXXXVII, 1903 (397-398).
(2) *Ibid.*, CXXXVIII, 1903.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

propagés dans toutes les directions, car ils ont été entendus distinctement dans le Sud, — à Port-of-Spain (la Trinidad) et (8 mai et 30 août) jusque dans le Vénézuéla, à 830 milles de la Martinique. Pour cette dernière région, M. E. H. Plumacher, consul des États-Unis à Maracaïbo (1), a donné la description suivante des terribles détonations qu'il a entendues :

I knew that if all of the cannons of Venezuela were fired together, they could not produce such sounds. It was not like cannonading with heavy sieguns ; it was neither thunder, nor the strange, unpleasant subterranean sound of convulsions of the earth ; it was as if immense explosions were *fired high up in the clouds*.

M. Heilprin [**90**, 307] a relaté une observation du même genre faite à Port-of-Spain, au sujet de sons qui paraissaient être réfléchis par les nuages.

Les détonations n'ont pas été moins violentes au cours de l'éruption du 7 mai à la Soufrière de Saint-Vincent ; elles ont en outre présenté quelques particularités intéressantes. Elles ont été perçues dans toute l'île ; à Kingstown, les sons étaient extraordinairement sourds ; on les a comparés à un mugissement prolongé et aussi à la détonation d'un énorme canon ; la plupart des observations rapportées par MM. Anderson et Flett [**72**, 401 et 412] portent l'indication de la continuité des détonations, qui n'étaient séparées par aucun intervalle, mais dont le son montait et descendait ; à certains moments il était distinctement plus sourd. Des *détonations* ont été entendues dans toutes les Petites Antilles et jusqu'à Saint-Thomas, de même qu'à la Barbade, mais dans ces îles, à l'inverse de ce qui a été constaté à Saint-Vincent même, elles ont été signalées comme intermittentes. Le maximum des détonations à la Soufrière s'est produit à 2 h. 30 ; c'est à peu près à ce moment que M. Mirville les a notées à Fort-de-France (2) (le son semblait provenir de l'Ouest) ; elles y ont été perçues toute la soirée. Le capitaine Rey les a signalées à la Guadeloupe, entre 11 h. 45 et 4 heures du soir ; les deux plus violentes y ont été entendues à 3 heures et 3 h. 15.

Toutes ces détonations, m'a-t-il écrit, pouvaient faire croire à un tir d'escadre, s'effectuant dans le Sud-Sud-Ouest ; aux Saintes, les deux détonations de 3 heures et

(1) *Monthly Weather Review*. Washington, XXX, 1902, 269.

(2) Ces détonations ont été entendues dans toute la Martinique et la direction d'où elles provenaient a été l'objet d'une forte surprise, car on les attribuait alors à l'éruption de la Montagne Pelée, la nouvelle de l'éruption de Saint-Vincent étant encore inconnue.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de 3 h. 15 pouvaient être comparées à un tir de pièce de 240 à 1 mille au Sud. Une particularité mérite d'être notée : les détonations avaient plus d'intensité sur le littoral que dans l'intérieur des terres ; tous les pêcheurs venant du canal de la Dominique prétendaient avoir entendu des détonations sortant de l'eau.

Les indications d'heures sont trop vagues en général pour pouvoir servir de démonstration à l'hypothèse d'une transmission de ces sons par l'air, mais elles semblent plutôt en rapport avec cette dernière qu'avec celle d'une propagation plus rapide par le sol. La réflexion des sons par les nuages, si elle est exacte, serait un argument à faire valoir en faveur de la transmission par les hautes régions de l'atmosphère. Le phénomène a été probablement plus compliqué encore ; car les observations du capitaine Rey semblent mettre en évidence aussi, dans le cas de l'éruption de la Soufrière de Saint-Vincent, la transmission du son par la mer.

Cette singularité de la transmission à une très grande distance de sons, non perçus à un petit nombre de kilomètres du volcan, n'est pas une chose nouvelle. Humboldt a signalé [**33**, t. II, p. 13] un fait analogue dans sa description de l'éruption de 1812 ; des détonations plus formidables que celles constatées à Saint-Vincent même, furent entendues alors à 800 milles du volcan, sur les bords du Rio Apure, affluent de l'Orénoque. Lors de l'éruption du mont Tarawera, les survivants du voisinage du volcan ont assuré n'avoir pas entendu les grandes détonations, qui étaient distinctes à Auckland, située à 120 milles (1). De même, lors de l'éruption du Krakatau (2), des détonations furent signalées dans un cercle tracé du Krakatau pour centre, avec un rayon de 30° (par conséquent jusqu'à 1 800 milles du cratère), mais en outre, dans la direction de l'Ouest (vers laquelle souffle l'alizé), elles ont été entendues jusqu'à l'île de Rodriguez, qui en est distante de 3000 milles. Or ce jour-là, à partir de 10 heures du matin, heure de la grande explosion, aucune détonation n'a plus été perçue dans les localités les plus rapprochées du volcan.

M. Verbeck et sir Strachey (3) ont attribué l'un et l'autre ce phénomène à la grande quantité de cendres projetées dans l'atmosphère, qui empêchaient la propagation des vibrations sonores, là où le nuage volca-

(1) Pond et Smith, *Trans. New Zealand Institute*, XIX, 1886, 851.
(2) Verbeck. — *Krakatau, Op. cit.*, 338.
(3) *Op. cit.*

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nique était très dense, tandis que les vibrations parvenues dans les hautes régions de l'atmosphère pouvaient s'y propager librement et particulièrement dans la direction de l'Ouest où les poussaient les vents alizés. Peut-être faut-il admettre une théorie semblable pour expliquer les phénomènes des Antilles, bien qu'elle soit en contradiction avec les observations faites par Tyndall sur la propagation du son dans l'atmosphère chargée de neige, de pluie ou de brouillard. On a vu que le 30 août des cendres ont été entraînées fort loin, dans l'une des directions où ces sons ont été perçus.

On pourrait à la rigueur admettre que le son ne s'est pas propagé jusqu'à Fort-de-France à cause de l'existence des pitons du Carbet qui auraient servi d'écran, mais cette explication ne peut plus être invoquée pour le *Pouyer-Quertier* qui se trouvait en mer à quelques milles du volcan.

§ III. — Phénomènes optiques anormaux de l'atmosphère.

Pendant la période d'activité du volcan, il s'est produit à la Martinique quelques-uns des phénomènes anormaux de l'atmosphère, qui ont été si remarqués après l'éruption du Krakatau et qui ont été attribués alors aux fines poussières volcaniques cheminant dans de très hautes régions. Des météorologistes de divers pays ont signalé à partir du mois de mai 1902, aux États-Unis, en Europe, et au delà, divers phénomènes qui, avec plus ou moins de raison, ont été rattachés à la même cause. J'indiquerai brièvement les observations faites à la Martinique, renvoyant à l'important ouvrage publié (1) à la suite de l'éruption de 1883, pour l'explication théorique et l'étude détaillée de ces différents phénomènes, qui ont été d'une façon générale moins intenses qu'à la suite de la célèbre éruption de 1883. Si ceux qui ont été constatés loin des Antilles sont bien dus à des poussières volcaniques projetées dans les hautes régions de l'atmosphère, il n'y a pas de raison pour les attribuer exclusivement aux éruptions que nous étudions ; celles de l'Izalco (Salvador) (septembre), de Santa-Maria (Guatémala) (octobre) et du Colima (Mexique) (février-mars 1903) peuvent être aussi bien mises en cause, quand les dates le permettent.

Couleurs anormales du soleil et de la lune. — M. Mirville a indiqué [**129**]

(1) The eruption of Krakatoa and subsequent phenomena. *Report of the Krakatoa Commitee of the Royal Society*, 1888, Part. IV, by MM. Rollo Russell and Douglas Archibald (151-463).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

que, le 6 juin, quand, vers 2 h. 30 du soir, le nuage volcanique, s'étendant sur Fort-de-France, a laissé percer les rayons du soleil, celui-ci est apparu avec une teinte d'un *bleu pâle* : la même remarque a été faite par le commandant Pivet (observations météorologiques du *Tage*) ; je n'ai observé moi-même rien d'analogue, mais, en novembre et en décembre 1902, alors que l'atmosphère était souvent obscurcie par des cendres fines, nous avons remarqué parfois que le soleil, au moment où il arrivait au voisinage de l'horizon, avait une couleur cuivrée ou d'un blanc verdâtre. Les jours où ces observations ont été faites, je n'ai rien remarqué d'anormal dans la couleur du soleil dans le milieu de la journée, mais je ne puis rien affirmer à cet égard, mon attention n'ayant pas été appelée sur ce sujet ; c'est récemment que j'ai eu connaissance des observations rapportées par M. Douglas Archibald et d'après lesquelles, lors de l'éruption du Krakatau, les jours où le soleil était bleu près du zénith, il devenait souvent vert ou jaune en approchant de l'horizon, et *vice versa*.

Par contre, le 16 octobre au soir, en revenant du Morne-Vert-Pré à Fort-de-France, j'ai vu la lune, au moment de son lever, d'une belle couleur *vert-amande*, sur un fond *lilas*. Cette couleur a persisté lorsque la nuit est venue et, pendant deux heures, nous avons eu ce spectacle singulier devant les yeux. Cette apparence était due au nuage de cendres produit par l'éruption de la nuit précédente à la Soufrière de Saint-Vincent, et qui a saupoudré le Sud de la Martinique d'une mince couche de poussière impalpable.

Couchers et levers de soleil anormaux ; lueurs crépusculaires. — Pendant tout notre séjour à la Martinique, les couchers de soleil ont été particulièrement remarquables et exceptionnels, d'après les gens du pays ; les lueurs crépusculaires qui les accompagnaient, et qui présentaient leur maximum d'éclat trente ou quarante minutes après la disparition de l'astre, se distinguaient particulièrement par le flamboiement des teintes rouges et oranges, avec parfois une teinte lilas dans la partie supérieure et verte dans la partie inférieure. MM. Mirville et Rosé en ont signalé d'analogues au début de l'éruption [**130**] et M. Heilprin [**90**, 303] en septembre 1902 ; ce dernier a cité quelques observations de couchers de soleil particulièrement remarquables dans les Antilles, les 11 et 14 mai à la Barbade, le 27 mai à Saint-Christophe, pendant le mois de mai à la Jamaïque ;

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

le 9 de ce même mois, l'état-major du navire la *Plata*, de la *Royal Mail*, a été témoin à 100 milles Ouest de Sainte-Lucie d'un coucher de soleil avec prédominance des teintes vertes ; le même auteur a noté encore des phénomènes analogues le 10 mai, sur la côte du Vénézuéla, les 22 et 23 juin à Los Angelos en Californie. Enfin, des lueurs crépusculaires remarquables ont été signalées en de nombreuses autres régions plus éloignées des Antilles (1) et comparées au point de vue de leur éclat à celles qui ont suivi l'éruption du Krakatau, mais avec cette différence, toutefois, qu'elles ont toujours été discontinues.

Les *levers de soleil* étaient moins souvent exceptionnels ; nous en avons vu cependant de particulièrement remarquables. Le soleil, se levant alors au-dessus de la Montagne Pelée couverte de nuages volcaniques, avait des flamboiements rouges extraordinaires, qui font comprendre dans une certaine mesure la panique produite le 20 mai à Fort-de-France quand, vers 5 h. 20 du matin, les habitants de cette ville virent planer sur eux le nuage de l'éruption, rougeoyant sous les rayons du soleil levant.

Cercle de Bishop. — Ce phénomène a été observé pour la première fois à Honolulu par M. S. E. Bishop, quelques jours après l'éruption du Krakatau ; il consiste en un cercle d'environ 45° de diamètre entourant le soleil, et présentant une partie centrale d'un blanc bleuté d'environ 21°, bordée par une couronne d'un rouge cuivré. Le cercle de Bishop est surtout visible de stations situées à haute altitude ; de la plaine il se réduit à un voile opalin qui blanchit l'azur du firmament au voisinage du soleil.

Le cercle de Bishop a été observé d'une façon continue pendant trois ans à partir de l'éruption du Krakatau ; il a réapparu après celles des Antilles, en même temps que les lueurs crépusculaires. M. S. E. Bishop l'a observé (2) le 31 juillet 1902 à Honolulu, M. Marchand à partir du 26 juillet 1902 de l'Observatoire du Pic du Midi de Bigorre (il est encore visible en 1904,

(1) Voici quelques indications à cet égard : Funchal (Madère), 6, 10 et 11 juin, 6-7, 12-16, 26-27 juillet, 1er-3 août 1902 (F.-W.-T. Krohn, *Nature*, 1902, 540) ; Slough (Angleterre), 22 juin (Herchell, *Nature*, 1902, 294) ; Pic du Midi de Bigorre, à partir du 31 juillet 1902 et depuis plusieurs fois chaque mois (Marchand, *Bul. soc. Ramond.* IX, 1904, 981) ; Paris, 28 octobre jusqu'au 18 novembre (Besson, *Ann. Soc. météor. France*, L, 1902, 220) ; Châteaudun, 21 septembre (Royer, *Id.*, 221) ; Nice, 27-30 octobre 1902 (Perrotin, *Comptes Rendus*, CXXXV, 1902, 724, 726) ; Bordeaux, 23 octobre-2 novembre 1902 (Esclangon, *Ibid.*, 846, 848) ; Athènes, 25 octobre (Eginitis, *Ibid.*, 1080-1081) ; Morges (Suisse), 1903 (Forel, *Ibid.*, CXXXVII, 1903, 380) ; Honolulu, 18 mai (Bishop, *Nature*, LXVI, 1902, 442) ; Zi-Ka-We, 15-16 septembre (de Moidrey, *Ann. Soc. météor. France*, L, 1902, 220), etc.

(2) *Nature*, LXVI, 1902 (442).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

mais avec une intensité moindre) (1), M. H. H. Clayton (2) en janvier 1903 de l'Observatoire de Blue Hill, M. Forel (3) à Fin-Haut (Valais) en août 1903 et depuis; de nombreux autres observateurs l'ont également signalé. Je ne crois pas qu'il ait été constaté à la Martinique.

M. Marchand a observé (1) du Pic du Midi une *anthélie* comparable à celle vue à la suite de l'éruption du Krakatau. Elle consistait en un anneau coloré en rose violet ou en rouge-cuivre, entourant la lune et ayant le même diamètre que le cercle de Bishop (janvier à mars 1903 en particulier).

§ IV. — Phénomènes météorologiques divers.

Le tableau suivant a été dressé à l'aide des bulletins publiés chaque mois dans le *Journal officiel* de la colonie par le pharmacien de l'hôpital militaire de Fort-de-France. On y voit la comparaison des moyennes annuelles les plus importantes de 1902 et de 1903, et de celles des dix dernières années, ainsi que la comparaison des moyennes pour les mois de mai à août (pendant lesquels se sont produits les grands paroxysmes de 1902), et des moyennes mensuelles correspondantes de 1899 à 1901 résultant des observations de M. Mirville, les seules que j'aie trouvées complètes dans les bulletins précités. Les années 1902-1903 présentent une température moyenne supérieure d'un peu plus de un demi-degré à celle des dix années précédentes.

En ce qui concerne les moyennes mensuelles de mai à août, l'augmentation est plus considérable que celle résultant des observations faites au Camp-Jacob (la Guadeloupe) pendant la même période : en mai et en août 1902, il y a même eu dans cette station une diminution sur les moyennes correspondantes des trois dernières années. Il sera intéressant de discuter ces résultats avec ceux obtenus pour les mêmes périodes dans les diverses stations météorologiques des Antilles et que je n'ai pas eu en mains.

La moyenne la plus variable est celle de la quantité de pluie ; à ce point

(1) *Bull. soc. Ramond.* IX, 1904 (100). M. Marchand a observé à partir du 27 mai 1902 une diminution notable de la radiation solaire qu'il attribue, comme les phénomènes dont il s'agit ici, aux fines poussières circulant dans les hautes régions de l'atmosphère ; d'abord discontinue, cette diminution est devenue persistante à partir de janvier 1903, puis s'est affaiblie de plus en plus à partir d'août.

(2) *Science*, New-York, XVII, 1903 (150-152).

(3) *Comptes Rendus*, CXXXVII, 1903 (380), et CXXXVIII, 1904 (688).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de vue, l'année 1902 a été au-dessous de la moyenne (2085mm,8 au lieu de 2269), mais la seconde année d'éruption a été en quelque sorte symétrique de la première (2515 mm.) ; la moyenne de la pluie tombée dans les deux années de l'éruption (2300 mm.) correspond en effet sensiblement avec celle des dix dernières années. Si l'on entre dans le détail (voir le tableau de la page 9), on voit qu'en 1902 le déficit porte en particu-

	MOYENNE des minima thermométriques.	MOYENNE des maxima thermométriques.	MOYENNE des températures extrêmes.	MOYENNE des pressions corrigées.	MOYENNE de l'humidité en centièmes.	NOMBRE des jours de pluie.	PLUIE en millimètres.
COMPARAISON DES MOYENNES ANNUELLES DES DIX DERNIÈRES ANNÉES ET DE CELLES DE 1902 ET 1903.							
1892-1901.....	22°,30	29°,50	25°,90	761,80	80,80	233	2269,0
1902.....	23°,00	30°,48	26°,77	761,76	78,50	227	2085,8
1903.....	22°,30	30°,70	26°,50	761,85	81,23	212	2515,0
COMPARAISON DES MOYENNES MENSUELLES DES TROIS DERNIÈRES ANNÉES ET DE CELLES DE 1902 ET 1903.							
Mai.							
1892-1901.....	»	»	»	»	»	»	242,32
1899-1901.....	23°,36	30°,39	26°,87	761,24	77,10	19	136,80
1902.....	24°,03	31°,38	27°,71	761,06	78,20	13	260,00
1903.....	23°,10	32°,20	27°,60	761,76	78,16	12	137,90
Juin.							
1892-1901.....	»	»	»	»	»	»	221,45
1899-1901.....	23°,70	29°,66	26°,68	762,35	83,20	23	198,40
1902.....	24°,32	30°,61	27°,47	761,85	81,00	25	308,60
1903.....	23°,30	31°,20	27°,35	762,34	81,29	20	136,50
Juillet.							
1892-1901.....	»	»	»	»	»	»	235,20
1899-1901.....	23°,90	29°,44	26°,71	761,48	83,60	26	214,40
1902.....	24°,25	30°,67	27°,46	762,81	79,10	29	296,60
1903.....	23°,30	30°,50	26°,90	763,19	84,21	22	269,10
Août.							
1892-1901.....	»	»	»	»	»	»	239,43
1899-1901.....	24°,50	29°,94	26°,99	761,48	83,10	23	232,80
1902.....	24°,24	31°,46	27°,85	761,75	78,90	22	215,80
1903.....	23°,30	31°,50	27°,40	761,36	81,42	25	462,90

lier sur les premiers mois qui ont précédé l'éruption, mais aussi sur ceux de la fin de l'année ; il n'y a d'accroissement que pour mai, juin, juillet et novembre ; cet accroissement n'est véritablement important que pour le mois de juin, et encore n'est-il pas très exceptionnel, puisque dans les dix années précédentes nous en trouvons deux dans lesquelles la quantité de pluie tombée en juin a été égale ou supérieure à celle dont il est question ici. Il ne semble pas d'ailleurs que cet accroissement soit lié au volcanisme ; les deux mois de plus grande activité en effet ont été celui de mai, dans

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

lequel l'accroissement sur la moyenne est infime, et le mois d'août, dans lequel au contraire il y a déficit sur celle-ci ; de même, en 1903, dans la période de suractivité d'août-septembre, nous voyons un énorme accroissement sur la moyenne en août, alors qu'en septembre, où l'activité a été maximum, cet accroissement n'est plus que de 34 mm. Ces données ont été prises à Fort-de-France ; il me paraît vraisemblable qu'à la Montagne Pelée même, la quantité d'eau tombée a été supérieure à la moyenne, bien que je n'aie pas le moyen de le démontrer ; les observations météorologiques du Morne des Cadets ne peuvent servir dans cette discussion, puisque nous n'avons aucun document antérieur à l'éruption.

Influence du passage des nuages volcaniques sur l'état hygrométrique de l'air. — Parmi les observations de MM. Mirville et Rosé [**131**], je relève quelques résultats concernant le passage des nuages volcaniques au-dessus de Fort-de-France. Le 8 mai, il est tombé sur la ville non seulement des cendres, mais des gouttelettes de boue : aussi, l'état hygrométrique est-il resté très élevé jusqu'à 10 heures du matin, alors que d'ordinaire la descente se fait vers 7 heures. Le 6 juin, le nuage a plané sur la ville de 10 h. 20 du matin à 4 heures du soir, sans laisser tomber de cendre ; l'état hygrométrique a été *augmenté* de 21 p. 100, en même temps que la température variait et s'abaissait de 2,8 (1).

Inversement, dans la nuit du 2 au 3 mai, lors de la première chute de cendres à Fort-de-France, l'état hygrométrique a été *abaissé* de 10 p. 100 et un phénomène du même ordre s'est reproduit le 20 mai.

Influence des éruptions sur le régime des vents et la nature des nuages. — Les mêmes auteurs ont signalé [**130**] des variations fréquentes du régime des vents en mai ; elles se sont prolongées plus tard.

L'état du ciel a également subi une influence notable, surtout au point de vue de la forme des nuages, beaucoup plus abondants que d'ordinaire ; les plus fréquents étaient les cumulus en couches épaisses, paraissant souvent converger vers le volcan ; parfois, au contraire, ils en divergeaient en se divisant en couches rayonnantes, après s'être montrés d'abord en masses compactes. Le soir, avec un ciel très clair et étoilé, certains cumulus, venant souvent de l'Est, masquaient les étoiles au zénith ; ils se couvraient

(1) Lors de l'éruption du Krakatau, la chute de la cendre a abaissé la température au loin du volcan (Verbeck, *Krakatau*, 78), mais près de l'île l'air était chaud et suffocant.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

rapidement de taches claires, déchiquetées sur les bords, puis disparaissaient au bout de quelques minutes. Ce phénomène n'avait pas été observé avant l'éruption. M. Mirville signale aussi la fréquence de cirro-cumulus, surtout le soir, de strato-cumulus et de cumulo-nimbus.

§ V. — Mouvements de la mer (1).

De petits mouvements de la mer ont accompagné tous les paroxysmes de la Montagne Pelée, sans exception. Ils ont été ressentis sur la côte Ouest de la Martinique, jusqu'à Fort-de-France, mais ne paraissent pas avoir été remarqués plus au Sud ; plusieurs d'entre eux ont été signalés sur la côte Est à la Trinité. Ces mouvements, dont l'amplitude décroissait à mesure que la distance du volcan était plus grande, ont débuté par un retrait de la mer ; ils ont consisté en cinq ou six ondulations successives d'une amplitude décroissante, séparées par un intervalle d'environ cinq minutes.

Voici les renseignements que j'ai pu recueillir sur chacun d'eux en particulier ; ils complètent ceux fournis dans notre premier rapport [**128**]. En l'absence de marégraphe (2), les indications d'heure et d'amplitude ne sont qu'approximatives ; il est à remarquer que l'onde a mis, suivant les cas, de dix à vingt minutes pour arriver jusqu'à Fort-de-France ; il n'est pas possible de préciser davantage, l'heure exacte du départ de la nuée de chaque paroxysme ne pouvant pas en général être donnée avec une approximation supérieure à cinq ou dix minutes.

8 mai. — Au moment du passage de la nuée dévastatrice sur Saint-Pierre, de grandes lames se sont produites dans la rade, les bâtiments au mouillage près de la côte ont talonné à plusieurs reprises ; tous ont été balayés ou coulés ; les embarcations amarrées au rivage ont été mises à sec. Tout naturellement, l'amplitude de ces vagues est inconnue, mais j'estime qu'elle a été supérieure à 3 mètres ; c'est à ces mouvements de la mer qu'il faut attribuer la faible quantité de cendres, signalée sur la place Bertin (3) par les premières personnes débarquées à Saint-Pierre (à 3 heures de l'après-midi). Au Carbet, les vagues ont eu une amplitude d'environ

(1) Pour les mouvements du sol, voir page 90.

(2) M. Rollet de l'Isle avait installé un de ces instruments dans la rade de Fort-de-France ; il s'est rapidement envasé et n'a rien enregistré le 9 juillet.

(3) C'est aussi certainement cette vague qui a apporté les cadavres habillés et non brûlés trouvés sur le rivage à côté d'autres carbonisés (page 296).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

2 mètres ; elles ont été ressenties dans tous les villages et bourgs de pêcheurs de la côte. A Fort-de-France, à 8 h. 20, la mer paraît s'être abaissée de 1 mètre à $1^{m},50$, puis être remontée de 40 centimètres au-dessus du niveau normal moyen (baisse barométrique = $3^{mm},1$). L'oscillation a été également ressentie à la Trinité.

20 mai. — Je n'ai aucun renseignement précis sur l'amplitude de la vague

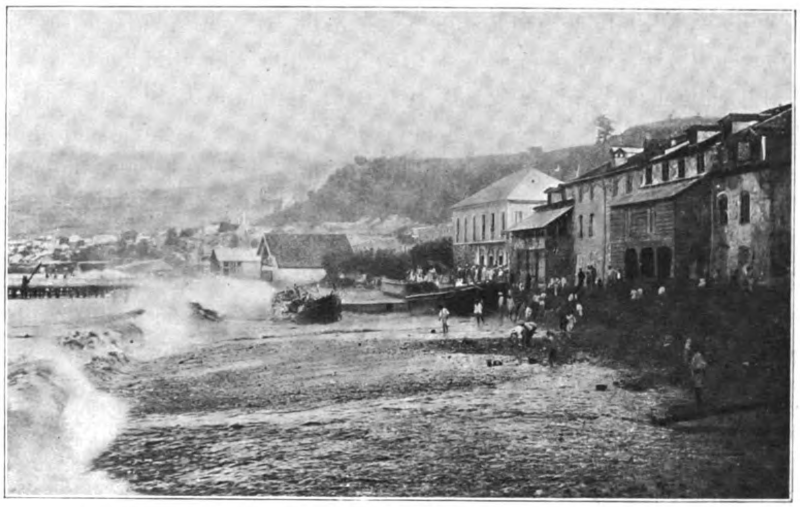


Fig. 224. — Le ras de marée du 5 mai sur la place Bertin, à Saint-Pierre (1).

à Saint-Pierre ; au Carbet, elle a dû être d'environ $3^{m},50$ (Rapport du commandant Dieulafé) ; la mer a pénétré dans les terres jusqu'à 50 mètres environ et a détruit une vingtaine de maisons à la Petite Anse ; nous avons vu des meubles et des matelas transportés par la lame jusqu'au pied de la falaise qui s'élève derrière la Grande Anse. Un bateau se trouvant à quelques milles du Carbet, au moment de l'arrivée à la mer de la nuée ardente sur ce bourg, n'a pas ressenti de mouvement de la mer. A Fort-de-France, l'effet produit a été identique à celui du 8 mai ; il en a été de même à la Trinité (baisse barométrique = $2^{mm},7$).

6 juin. — L'éruption a eu lieu à 10 heures du matin. A Fort-de-France,

(1) Je dois cette photographie à M. Fabre : le cliché a été fait par un jeune habitant de Saint-Pierre, qui, venu le 5 au soir à Fort-de-France, le lui avait donné à développer avant de retourner à Saint-Pierre où il a trouvé la mort le 8.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

la mer baisse de 1 mètre à 10 h. 20, de 0m,80 à 10 h. 25 et 10 h. 30, puis de 0m,70 à 10 h. 40, 45 et 50 d'après un rapport adressé au Ministre de la Marine par le commandant Dieulafé. Les feuilles d'observations météorologiques du *Suchet* (enseigne Legrand) portent l'indication de 12 oscillations entre 10 h. 23 et 11 h. 37, avec un intervalle de six minutes (baisse barométrique = 0mm,8).

9 juillet. — L'éruption a eu lieu à 8 h. 20 du soir. Un mouvement de la mer d'une amplitude de 0m,60 a été constaté de 8 h. 30 à 8 h. 50 à Fort-de-France (baisse barométrique = 1mm,3). La mission anglaise, qui se trouvait en mer au large du Carbet, ne l'a pas ressenti [**72**, 498].

30 août. — A Saint-Pierre, la lame a dû dépasser 3 mètres d'amplitude ; elle semble en effet, d'après les récits qui m'ont été faits par les gendarmes du Carbet, avoir balayé les ruines, jusqu'au voisinage de la cathédrale du Mouillage. Au Carbet, la lame a eu une amplitude certainement un peu moindre que le 20 mai ; elle a pénétré dans le bourg de Belle-Fontaine, où elle a démoli une maison. Elle m'a été signalée comme ayant monté à une centaine de mètres à l'intérieur du village de Case-Pilote, à 30 mètres dans celui de Schœlcher. A Fort-de-France, l'amplitude a été d'environ 1 mètre ; l'éruption a eu lieu à 8 h. 45, la vague a été signalée sur les feuilles météorologiques du *Suchet* à 9 h. 10 (trois oscillations 9 h. 10, 9 h. 17) (1) (baisse barométrique = 2mm,3). Même observation pour la Trinité.

En outre de ces mouvements de la mer, consécutifs aux paroxysmes et ressentis à une assez grande distance du cratère, il faut signaler celui qui s'est produit au moment de l'éruption du 5 mai ; les témoins racontent qu'alors la mer, à l'embouchure de la Rivière Blanche, a été refoulée au large. Un mouvement de la mer a été constaté jusqu'à Saint-Pierre où les oscillations décroissantes ont duré pendant un quart d'heure. Voici le récit du phénomène fait par un témoin, M. Sully (*les Antilles*, numéro du 7 mai) :

> A 1 heure moins un quart environ, attirés au littoral par les cris du peuple affolé, qui nous apprend que la mer se retire de son lit et menace la ville d'une submersion, nous nous rendons au rivage. La mer, en effet, quinze fois de suite venait, dans un phénoménal balancement, de se retirer du rivage à des distances de plus en plus rapprochées variant de 60 à 70 mètres, pour se reporter en avant sur le rivage, à peu près à égale distance de son niveau habituel.

(1) Les feuilles d'observations météorologiques indiquent 1m,50 (*Tage*), 1 mètre (*Jouffroy*), 60 à 70 centimètres (*Suchet*). La valeur moyenne paraît la plus rapprochée de la vérité ; c'est celle qui résulte des observations faites à terre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Ce mouvement de la mer a été signalé au Carbet ; on ne l'a pas ressenti dans la rade de Fort-de-France, mais M. Wildenstein, qui se trouvait à la guérite du câble, sous Bellevue (entre Fort-de-France et la pointe des Nègres), a constaté, à 1 h. 40, une oscillation d'une dizaine de centimètres, déterminant un retrait très distinct de la mer.

MM. Anderson et Flett, qui ont fait à Saint-Vincent une enquête sur ce sujet [**72**, 530], affirment qu'aucune oscillation de la mer n'y a été constatée à la suite de la grande éruption de la Soufrière ; en effet à Châteaubelair, située à 6 kilomètres du cratère, des baraques habitées sont placées au niveau de la haute mer, et elles eussent été certainement envahies, si celle-ci était montée quelque peu au-dessus de son niveau normal. Une vague a été cependant ressentie au loin, au moment où se faisaient entendre de violentes détonations, et elle ne peut être attribuée qu'à cette éruption. Elle a été signalée le 7 mai à Bequia, l'une des Grenadines, à la Barbade, où elle est parvenue à 3 h. 10 (amplitude de 75 centimètres), à Sainte-Lucie, à la Martinique. Dans cette île, nous avons des observations faites à Fort-de-France et à la Trinité. M. Mirville a constaté qu'entre 2 et 3 heures la rivière Madame montait et descendait, avec des intervalles d'environ cinq minutes ; l'amplitude du mouvement à l'embouchure a été d'environ $0^m,25$.

A la Trinité, la mer est montée au-dessus de ses limites ordinaires, puis est descendue en laissant à découvert les récifs du voisinage ; l'amplitude aurait été de $0^m,80$; l'oscillation s'est renouvelée trois fois en un peu plus d'une demi-heure (1) ; si cette observation a été exactement prise, elle ferait exception à toutes les autres, qui relatent un retrait de la mer au début du phénomène.

Le même mouvement a été constaté à la Guadeloupe et aux Saintes. Le capitaine Rey l'a observé dans cette dernière île vers 3 h. 10 ; la mer s'est abaissée de $0^m,40$, mettant à sec les canots de pêche venant d'accoster.

Il me reste maintenant à rechercher la cause de ces mouvements de la mer. L'éruption du Krakatau a été signalée, on le sait, par des phénomènes de ce genre, produits sur une échelle formidable. Dans la discussion des documents réunis sur ce sujet, le capitaine Warton (2) a établi qu'il s'est

(1) Cette observation a été fournie à M. Rollet de l'Isle par M. Bailly qui a constaté le même phénomène le 7 mai à 5 heures du soir.

(2) *Report of the Krakatoa Commitee*, 97.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

produit alors deux catégories de vagues, les unes très longues, à périodes supérieures à 1 heure, d'autres plus courtes, mais très hautes ; ce sont ces dernières qui, ayant atteint 30 mètres au voisinage du volcan, ont ravagé les côtes du détroit de la Sonde et de la côte Nord de Java, y faisant les 36 000 victimes (exactement 36 417) de l'éruption. Les premières ont été attribuées à des mouvements du fond de la mer ; les secondes, qui paraissent celles auxquelles nous devons comparer les nôtres, ont été attribuées à la chute dans la mer de l'énorme quantité de matériaux solides constituant la partie disparue de l'île, et peut-être aussi à des explosions sous-marines. MM. Anderson et Flett [**72**, 231] et M. Israël Russell [**137**] ont proposé une explication analogue pour le phénomène des Antilles en faisant intervenir comme cause le choc sur la surface de la mer des nuées ardentes, agissant par leur richesse en matériaux solides.

M. Rollet de l'Isle, qui a recueilli la plupart des renseignements exposés plus haut, m'a proposé une interprétation qui paraît plus justifiée; elle est basée sur la remarque suivante : les canons des tourelles de certains cuirassés ont leur bouche placée à quelques mètres au-dessus d'un pont, constitué souvent par une paroi métallique de quelques millimètres d'épaisseur (glacis) ; on a reconnu qu'il est dangereux de laisser des hommes sous ces ponts pendant le tir des pièces. La détente des gaz produit en effet un affaissement de la paroi métallique qui se transmet à l'air sous-jacent avec une intensité suffisante pour tuer des moutons qui y ont été placés dans certaines expériences, au cours desquelles on avait eu soin d'éviter tout contact entre la paroi métallique et ces animaux. Par analogie, on peut supposer que l'explosion, qui a déterminé la production des nuées des paroxysmes, a été accompagnée d'un phénomène du même ordre. Il en est résulté un affaissement de la surface de la mer au voisinage immédiat du volcan et par suite un retrait donnant naissance à une série d'*ondes d'oscillation* décroissantes qui se sont propagées au large. Dans cette hypothèse, les oscillations barométriques étudiées plus haut et les ras de marée seraient deux effets de la même cause, l'un se propageant par l'air et l'autre par l'eau, mais sans qu'en un point donné ils aient, l'un par rapport à l'autre, de relation de cause à effet.

Les mouvements de la mer constatés le 5 mai sont probablement plus compliqués. Peut-être faut-il admettre la superposition de deux phénomènes

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

distincts suivant que l'on considère ce qui s'est passé à l'embouchure de la Rivière Blanche et à Saint-Pierre. Les récits des témoins ne laissent aucun doute sur ce que la mer a été refoulée au large sous le choc du torrent boueux, mais, étant donnée la grande profondeur de la mer au voisinage de la côte, il est vraisemblable que l'*onde de translation* résultante n'a pas dû se propager fort loin et n'a pu par suite déterminer le ras de marée observé à Saint-Pierre. Celui-ci a dû consister en un mouvement d'oscillation identique à ceux étudiés plus haut; il a vraisemblablement la même origine (explosion au cratère qui, dans ce cas particulier, est celle ayant déterminé la production du torrent boueux). Les observations concernant l'heure du phénomène ne sont pas suffisamment précises pour qu'il soit possible de serrer la question de plus près.

Quant aux constatations faites à Saint-Vincent, elles sont trop incomplètes pour permettre de donner une explication suffisante de l'anomalie signalée plus haut.

Je ferai remarquer en terminant qu'il est une autre hypothèse qui vient immédiatement à l'esprit pour expliquer ces mouvements de la mer : c'est celle d'un mouvement du fond, d'un affaissement. Il n'est pas possible de la discuter avec fruit, puisqu'elle ne peut s'appuyer que sur l'existence du phénomène qu'il s'agit d'expliquer. On a vu en effet, page 92, que les sondages n'ont mis en évidence aucun changement de fonds : il est vrai que l'on peut objecter que les affaissements nécessaires pour déterminer la production d'une vague de 3 mètres au maximum ne doivent pas être très considérables et qu'ils sont de l'ordre de grandeur des incertitudes que présentent les sondages à grande profondeur. Mais, à cette objection, on peut répondre que les ruptures du câble de la Martinique, qui pourraient servir d'argument pour défendre cette hypothèse, n'ont été accompagnées d'aucun ras de marée (1).

(1) Ce phénomène des ras de marées n'a rien à voir avec les marées, dues à l'attraction luni-solaire. Je ferai remarquer, à ce propos, que la coïncidence des éruptions du 7 mai (Saint-Vincent) et du 8 mai avec la nouvelle lune, avait beaucoup frappé l'attention à la Martinique : M. Rollet de l'Isle a bien voulu me donner le tableau suivant dans lequel, en regard des dates des paroxysmes, sont indiquées celles des nouvelles (NL) et des pleines lunes (PL), ainsi que les coefficients (pris dans l'annuaire des marées) représentant des chiffres proportionnels à la force génératrice de la marée : ils ne correspondent pas exactement au jour en face duquel ils sont écrits, mais sont les plus forts de la syzygie correspondante. Plusieurs des coefficients supérieurs à 100 ont été suivis ou précédés, à un jour ou deux près, d'éruptions à la Martinique et à Saint-Vincent : ces coïncidences, sans doute fortuites, deviennent moins nombreuses si l'on considère en outre les éruptions qui se sont produites la même année dans l'Amérique centrale; il n'y a aucune raison pour admettre que l'attraction lunaire se fasse sentir sur le magma profond alimentant un volcan et pas sur celui d'un volcan voisin ; en ce qui concerne les éruptions des nuées ardentes de l'hiver 1902-1903, on peut, *en les choisissant bien*, trouver toutes les coïncidences désirées.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

DATES.	PLEINES OU NOUV. LUNES.	COEFFICIENTS.	PAROXYSMES.	DATES.	PLEINES OU NOUV. LUNES.	COEFFICIENTS.	PAROXYSMES.
1902. Mai 2		45	Montagne Pelée.	1902. Oct. 1	N. L.	(99)	
— — 3		52	Id.	— — 5		82	Izalco (Salvador).
— — 5		79	Id.	— — 15		80	Saint-Vincent.
— — 7	N. L.	101	Saint-Vincent.	— — 16		92	Id.
— — 8		107	Montagne Pelée.	— — 17	P. L.	(106)	
— — 10		102	Izalco (Salvador) (début).	— — 24		53	Ste-Maria (Guatemala).
				— — 25		53	Id.
— — 18		63	Saint-Vincent.	— — 31	(N. L.)	91	
— — 20		73	Montagne Pelée.	— Nov. 15	(P. L.)	107	
— — 22	P. L.	(80)		— — 30	(N. L.)	82	
— — 26		70	Montagne Pelée.	— Déc. 15	(P. L.)	106	
— Juin 6	N. L.	102	Montagne Pelée.	— — 16		106	Montagne Pelée (nuée ardente).
— — 21	P. L.	(77)					
— Juillet 5	N. L.	(103)		— — 29	N. L.	(79)	
— — 9		90	Montagne Pelée.	1903. Janv. 13	P. L.	(109)	
— — 20	P. L.	(84)		— — 28	N. L.	(86)	
— Août 3	N. L.	(104)		— Févr. 12	P. L.	(111)	
— — 19	P. L.	(94)		— — 20		36	Colima (Mexique).
— — 30		70	Montagne Pelée.	— — 27	N. L.	(95)	
— Sept. 2	N. L.	(104)		— Mars 13	P. L.	(109)	
— — 3		104	Saint-Vincent.	— — 22		32	Saint-Vincent.
— — 17	P. L.	(102)		— — 29	N. L.	(100)	

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

DEUXIÈME PARTIE

PÉTROGRAPHIE

CHAPITRE PREMIER

LES ROCHES DE L'ÉRUPTION ACTUELLE DE LA MONTAGNE PELÉE (1).

§ I. — Composition minéralogique et structure.

L'étude des roches de l'éruption actuelle a une très grande importance à un point de vue général; ces roches sont en effet constituées par une *andésite à hypersthène*, dont la *composition chimique* n'a pas changé depuis le début des phénomènes éruptifs, mais qui, suivant les conditions dans lesquelles le magma s'est consolidé et que j'ai cherché à préciser, a pris non seulement des caractères extérieurs variés, correspondant à des *structures différentes*, mais a présenté encore des variations de *composition minéralogique* fort importantes. Une partie de ces roches est en effet dépourvue de quartz, alors qu'une autre, au contraire, possède une pâte quartzeuse. C'est la première fois qu'au cours d'une éruption volcanique il est donné d'assister à la production de roches quartzifères.

Malgré ces différences, toutes les roches de l'éruption actuelle présentent

(1) J'ai étudié un nombre considérable d'échantillons des roches de l'éruption actuelle; ils proviennent tous de mes récoltes personnelles, à l'exception d'une série que le capitaine Perney a recueillie pour moi en janvier et en avril 1904 et des cendres des diverses éruptions auxquelles je n'ai pas assisté; je les dois à l'obligeance des personnes suivantes, que je tiens à remercier : Dr Pornain (2-3 mai, Saint-Pierre), M. Dumont (5 mai, sur le *Saint-Germain* en rade de Saint-Pierre), M. Flett (8 mai, sur le *Roddam*; 9 juillet, sur le bateau de la mission anglaise au large du Carbet), M. Mirville (8 mai, à Fort-de-France), M. Tissier, chef de cabinet du Ministre de la Marine (27 mai, recueillies par le commandant Le Bris sur le *Suchet*, au large de Grand-Rivière), MM. Wildenstein et Thirion (8 mai et 6 juin, sur le *Pouyer-Quertier*, au large de Saint-Pierre), Sir Strickland, Gouverneur des îles Sous-le-Vent (Leward Islands) (30 août, Dominique, Antigoa, Montserrat, Saint-Christophe), M. le gouverneur de la Loyère (30 août, Camp-Jacob à la Guadeloupe), le capitaine Rey (30 août, les Saintes).

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

la caractéristique commune de posséder une structure porphyrique, d'être très riches en phénocristaux, qui ne diffèrent, ni par leur nature, ni par leur abondance dans les divers types pétrographiques que je vais successivement considérer. Ceux-ci ne se distinguent les uns des autres que par la structure et par la composition minéralogique de la pâte qui enveloppe les phénocristaux ; ces derniers sont donc incontestablement de formation intratellurique et les conditions variées de consolidation que je vais discuter n'ont influé que sur une partie seulement des éléments de la roche. Je décrirai tout d'abord ces phénocristaux communs à tous les types, pour m'occuper ensuite des minéraux de la pâte en traitant des diverses structures qu'ils caractérisent.

1° *Les phénocristaux.*

Les phénocristaux sont constitués, par ordre d'importance, par les minéraux suivants : *plagioclases*, *hypersthène* et *titanomagnétite*, auxquels il faut ajouter : *olivine*, *augite*, *hornblende*, *ilménite*, *apatite*, qui ne jouent qu'un rôle subordonné et manquent fréquemment. Ils sont englobés soit dans un verre homogène, soit plus souvent dans une pâte, plus ou moins riche en verre, qui peut renfermer des microlites et des cristallites d'*hypersthène* et de *titanomagnétite*, des microlites de *plagioclases*, et enfin, dans certains types, du *quartz* et de la *tridymite*. Tous renferment fréquemment des inclusions vitreuses, avec ou sans bulles, qui sont parfois remarquablement belles et géométriquement orientées, notamment dans les plagioclases.

Les *plagioclases* ont en moyenne de 1 à 2 millimètres de plus grande dimension ; ils sont d'ordinaire aplatis suivant g^1, avec combinaison des macles de l'albite et de Carlsbad ; les faces les plus habituelles, en outre de g^1, sont p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), m ($1\bar{1}0$), t (110), g^2 (130) et $^3/_2 g$ ($1\bar{3}0$) ; le plus souvent, ces cristaux sont également développés suivant les axes a et c. L'examen microscopique fait voir qu'ils sont constamment zonés ; d'ordinaire leurs zones sont parfaitement distinctes, à bords rectilignes. L'ordre de basicité n'est pas toujours régulièrement croissant de la périphérie au centre, les types les plus basiques alternant fréquemment avec d'autres qui le sont moins. Les figures 1 et 4 de la planche XXVIII représentent des sections voisines de g^1 de semblables plagioclases zonés, maclés suivant la loi de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Carlsbad, les figures 2, 3 et 6 de la même planche, des sections voisines de la zone de symétrie qui ont été photographiées dans une position permettant de constater la coexistence des macles de l'albite et de Carlsbad. L'attaque naturelle par les acides des fumerolles (Pl. XXVIII, fig. 8 et 11) et celle faite dans le laboratoire mettent facilement en évidence ces variations de structure. Le feldspath prédominant est constitué par un labrador acide renfermant de 45 à 52 0/0 d'anorthite; des labradors-bytownites, atteignant de 58 à 63 0/0, forment des bandes minces, mais nettes dans beaucoup de cristaux; enfin la partie centrale, plus biréfringente et facilement attaquable par les acides, atteint de 92 à 95 0/0 d'anorthite; il y a souvent un saut brusque entre cette partie plus basique et celle qui l'avoisine (voir les figures 3 et 6 de la planche XXVIII). La densité des cristaux, brisés en petits fragments et isolés par les liqueurs denses, oscille entre 2,69 et 2,74. Voici, comme justification de ces déterminations, quelques mesures qui ont été faites sur des sections perpendiculaires à la zone de symétrie; les nombres donnés sont ceux des extinctions symétriques de la macle de l'albite dans les individus 1 et 1', maclés entre eux suivant la loi de Carlsbad (fig. 2, 3 et 4 de la planche XXVIII), le pourcentage d'anorthite correspond aux données fournies par les récentes épures de M. Michel-Lévy (1).

Pôle ± 15°.	Extérieur	22°	7°	60	°/₀.	An.
	Cœur	50°	14°	92	—	An.
Pôle ± 32°.	Bordure	29°	»	52	°/₀.	An.
	Pas de correspondance dans la macle de Carlsbad	»	11°	45	--	
	Bande intermédiaire (mince)	33°	15°	58	--	
	Cœur net	50°	26°	95	—	
Pôle ± 37°.	Extérieur	30°	13°,5	52	°/₀.	An.
	Cœur	46°	26°,5	95	—	
	Bande intermédiaire (mince)	38°	18°,5	63	—	
Pôle ± 55°.	Extérieur	32°	18°	51	°/₀.	An.
	Cœur	46°	29°	95	—	
Pôle ± 70°.	Extérieur	32°	21°	52	°/₀.	An.
	Cœur	40°	31°	93	—	

L'examen d'un grand nombre de sections perpendiculaires aux bissectrices

(1) *Étude sur la détermination des feldspaths* (Troisième fascicule, 1904).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

confirme ces résultats; il a fourni des nombres voisins de ceux établis par M. Fouqué (1).

	Sng	Tnp	
Extérieur.....	15 à 25°.	59 à 65°	(labrador).
Zone intermédiaire.	39°.	58°	(labrador-bytownite).
	Tng	Snp	
Cœur.....	48°.	55°	(anorthite).

L'*hypersthène* est l'élément ferrugineux caractéristique et prédominant; la proportion des grands cristaux isolables par les liqueurs denses ne dépasse pas 5 0/0. Ses cristaux n'ont guère plus de 1 millimètre suivant l'axe vertical et sont généralement plus petits; ils sont allongés suivant c, aplatis tantôt suivant h^1 (100) et tantôt suivant g^1 (010); ils sont généralement terminés par $b^{\frac{1}{2}}$ (111) ou par des faces de la zone $[h^1 : b^{\frac{1}{2}}]$; la mesure de l'écartement des axes optiques autour de la bissectrice aiguë *négative* (Na) a donné $2V = 58°$, d'où $2E = 113° 40'$, en admettant pour n_m la valeur 1,70, estimée à l'aide d'un liquide d'indice voisin. Le pléochroïsme ne présente rien de particulier : suivant n_g = vert pâle, n_m = jaune pâle et n_p = jaune rougeâtre.

L'analyse *a* a été faite par M. Arsandaux sur des cristaux isolés par l'acide fluorhydrique et soigneusement purifiés; leur densité est de 3,54. Elle montre que cet hypersthène, comme celui de quelques andésites d'autres régions et en particulier de celle du Krakatau (Retgers, *Zeitschr. f. Kryst.*, II, 418), est très ferrifère; il peut être comparé à l'amblystégite du lac de Laach (*c*, vom Rath, *Pogg. Ann.*, CXXXVIII, 1869, 533). Le rapport des oxydes est d'environ $(FeO + MnO) + Fe^2O^3 : (MgO + CaO) = 1,08 : 1,07$.

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MnO	MgO	CaO	
a.....	50,8	0,6	1,9	25,8	3,3	16,2	1,2	= 99,8.
b.....	52,30	6,10	»	27,20	»	13,60	2,20	= 101,90.
c.....	49,80	5,05	»	25,60	»	17,20	0,15	= 98,30.

Les cristaux d'hypersthène ne sont qu'assez rarement maclés; on y trouve cependant quelques macles en croix de deux ou trois individus suivant a^1 (101). Les groupements réguliers avec l'augite sont plus fréquents; ils se font suivant la loi ordinaire; la face h^1 de l'un est en coïncidence avec la face g^1 de l'autre; ils se produisent soit par accolement, soit par enveloppement, l'hypersthène occupant alors toujours le centre du groupement. Cette même particularité se retrouve dans les cas, assez rares, où l'hypersthène est associé avec la hornblende suivant la même loi.

(1) *Bull. Soc. franç. minér.*, XVIII, 1894, 607.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Le pyroxène monoclinique est peu abondant et manque souvent ; il exclue fréquemment l'olivine ; c'est une augite d'un brun verdâtre en lames minces, maclée suivant h^1, possédant des extinctions d'environ 40° dans g^1 et ne présentant pas de particularité remarquable.

La *hornblende* constitue de grands cristaux allongés suivant l'axe vertical, parfois maclés suivant h^1 ; ils sont généralement microscopiques et toujours rares. Dans quelques ségrégations, ils sont fort gros ; j'ai même recueilli un échantillon dans lequel ils atteignent 3 centimètres de longueur ; l'amphibole qui en a été extraite a été purifiée pour l'analyse donnée plus loin. La couleur et le pléochroïsme sont variables suivant les échantillons, ainsi que l'angle d'extinction et la biréfringence ; voici les propriétés des deux variétés extrêmes ; je montrerai plus loin que la dernière est le résultat d'une modification secondaire de la première.

n_g	Brun verdâtre.	Brun rouge.
n_m	Jaune verdâtre.	Brun jaune
n_p	Jaune.	Jaune clair.
	$(n_g > n_m > n_p)$.	
Extinction dans g^1 (010).	15°	2°

L'analyse suivante (*a*) a été faite par M. Pisani sur une matière purifiée, de densité de 3,24 ; l'eau ne part qu'au rouge vif ; je donne en *b* celle de la hornblende d'une enclave homœogène de Saint-Christophe (voir p. 581) par M. Fels [**195**], de densité de 3,17, et en *c* celle de la hornblende de l'andésite de Stenzelberg (Siebengebirge) par Rammelsberg (*Poggend. Ann.*, CIII., 1858, 454).

	SiO^2	TiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	H^2O	
a	44,25	1,74	12,80	6,90	5,85	n. d.	13,60	11,00	1,42	0,49	1,38	= 99,38.
b.....	43,26	0,29	13,15	2,27	10,50	«	15,06	12,11	3,49	0,57	0,21	= 100,91.
c.....	39,62	0,19	14,92	10,28	7,67	0,24	11,32	12,65	1,12	2,18	0,48	= 99,67.

Cette hornblende n'est jamais intacte ; elle est toujours entourée par une zone holocristalline plus ou moins large, essentiellement constituée par des microlites d'augite, de plagioclases basiques et d'un peu de magnétite grenue ou dendritique ; souvent la corrosion est plus considérable et alors cette zone périphérique, généralement à petits éléments, entoure un moule très largement cristallisé, constitué par les mêmes éléments, mais parmi lesquels les métasilicates sont groupés ophitiquement avec le plagioclase. Dans certains cas, il reste un peu de hornblende intacte, mais quelquefois aussi

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

le minéral primordial a entièrement disparu ; quand la forme extérieure de celui-ci est conservée, ce qui est assez fréquent, il est facile de se douter de sa nature; mais, dans le cas contraire, on rencontre au milieu de la roche des sortes d'yeux très cristallins ressemblant à des enclaves homœogènes et dont l'origine serait difficile à établir, si l'on n'avait étudié tous les passages possibles avec la hornblende non modifiée. La composition chimique donnée plus haut permet d'expliquer cette transformation, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir une modification chimique importante ; on peut en effet en déduire la composition minéralogique virtuelle (1) suivante :

Magnétite. 9,98	Feldspaths	Anorthite. 26,97	Pyroxènes	SiO^3Ca. 11,48	Peridot SiO^4Mg^2 11,34.
Ilménite.. 3,17		Albite 12,05		SiO^3Mg. 17,80	SiO^4Fe^2 1,84.
		Orthose... 2,78		SiO^3Fe.. 2,64	

Cette composition minéralogique calculée ne diffère de la composition décrite plus haut que par l'existence des orthosilicates; un apport de 2,5 0/0 de SiO^2 serait suffisant pour transformer celui-ci en un métasilicate; le verre acide englobant ces paramorphoses peut facilement fournir la silice déficiente.

Ces phénomènes de transformation sont d'origine profonde; ils se rencontrent en effet avec une égale fréquence dans l'andésite des bombes vitreuses refroidies brusquement et dans l'andésite à pâte quartzifère lentement cristallisée dans le dôme. Si donc ils ont continué à se produire dans celui-ci, ce qui est vraisemblable, ils étaient déjà en grande partie effectués au moment de l'arrivée au jour du magma. Ces transformations sont très différentes d'ailleurs, par leur haute cristallinité et leur complication minéralogique, de celles (augite et magnétite) qui s'observent dans les coulées de roches volcaniques renfermant de la hornblende de tant de localités et en particulier de quelques-unes de celles de la Martinique.

L'*olivine* est peut-être le minéral accessoire le plus abondant de la lave actuelle, mais il ne se trouve jamais qu'en très faible quantité. J'ai dit plus haut que d'ordinaire il n'accompagne pas l'augite; tous ses cristaux sont arrondis, mais ils présentent très fréquemment des traces des formes habi-

(1) Voir page 528 ce que j'entends par *composition minéralogique virtuelle* d'un magma : les considérations qui y sont développées peuvent s'appliquer aux minéraux pris individuellement.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tuelles à ce minéral. D'une façon presque constante, l'olivine est séparée de la pâte qui l'englobe par une mince zone de grains ou de microlites d'hypersthène, contre lesquels viennent parfois s'accoler ceux de feldspaths; ce phénomène de corrosion par le magma plus acide se retrouve dans plusieurs autres types de roches de la Martinique. Bien que l'association de l'olivine à l'hypersthène dans une andésite acide soit beaucoup moins rare qu'on ne le supposait il y a quelques années, elle mérite une mention spéciale par suite de sa fréquence dans les roches qui nous occupent.

Enfin, il me reste à dire quelques mots de la *titanomagnétite* et de l'*ilménite*. Le premier de ces minéraux prédomine de beaucoup sur le second; il forme des grains ou de petits octaèdres. En examinant à la loupe les parties noires, non magnétiques, extraites des minéraux lourds de la roche, j'y ai vu quelques cristaux nets du second, semblables à ceux que j'ai extraits du sable ferrifère de la plage du Carbet. Ce sont de petits rhomboèdres basés, ayant la forme classique de l'ilménite et présentant les faces p $(10\bar{1}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$ et peut-être $1/2e_3$ $(22\bar{4}3)$. Quant à l'apatite, elle est peu abondante et banale.

2° *La pâte, sa composition minéralogique et sa structure.* (*Les divers types d'andésite.*)

L'andésite actuelle présente deux groupes distincts de types structurels, les uns caractérisés par une pâte vitreuse, les autres par une pâte semi-cristalline et parfois même presque holocristalline.

Les types à pâte vitreuse. — Ces types, caractérisés par une pâte totalement ou presque totalement vitreuse, sont au nombre de deux: l'un que j'appellerai *obsidiennique* (type I), l'autre *ponceux* (type II), suivant que le verre est compact ou au contraire soufflé d'une quantité plus ou moins grande de cavités.

Le *type obsidiennique* offre des aspects fort divers; il ne constitue qu'assez rarement une obsidienne riche en grands cristaux, fragile, se brisant en fragments irréguliers, ce qui rend impossible la taille d'échantillons de collection. La cassure est vitreuse, la couleur verdâtre ou noirâtre, l'éclat un peu gras et éclatant; les variétés noires ont parfois une cassure un peu irrégulière. Ces diverses variétés ne forment guère de blocs de grande taille; il n'en est pas de même pour d'autres ayant une couleur plus claire,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

grise ou verdâtre, et dont la cassure est grumeleuse ; à première vue, elles ressemblent à des sanidinites, mais un examen à la loupe permet de voir qu'une partie des substances translucides de couleur claire, qui les constituent est formée par du verre; la nature de la cassure est due non à des cassures perlitiques, mais à l'existence de petites cavités, qui empêchent la production de surfaces continues sur une grande étendue. Les gros blocs de ces roches sont hétérogènes, formés par des bandes parallèles (Pl. XXIV, fig. 5) ou par des lits étirés et contournés (Pl. V, fig. 2), se distinguant les uns des autres soit par une couleur différente, soit par le passage de certains lits à un type ponceux. Ils renferment parfois des cavités, tapissées par un revêtement scoriacé brunâtre ou noir.

Cette dernière variété d'andésite vitreuse est beaucoup moins fragile que la précédente; elle est même souvent assez tenace, mais fréquemment ses blocs se brisent spontanément sur place sous l'influence du retrait ou sous le choc du marteau, donnant ainsi des fragments polyédriques, limités par des surfaces brillantes et vitreuses ; ils ressemblent alors à s'y méprendre à la première variété d'obsidienne, mais la fracture répétée de ces fragments finit par mettre en évidence leur texture grumeleuse. Ces surfaces vitreuses correspondent à des fissures de retrait (1), le long desquelles le refroidissement s'est effectué trop vite pour permettre aux gaz de se dégager lentement en produisant des soufflures.

Le *type ponceux* diffère des précédents par l'existence d'une grande quantité de cavités étirées plus ou moins globuleuses (Pl. XXV, fig. 2), pouvant atteindre plusieurs millimètres de plus grande dimension ; j'ai recueilli tous les intermédiaires possibles entre la variété du type vitreux décrite en dernier lieu et de véritables ponces, flottant à la surface de l'eau : toutes ces ponces plus ou moins parfaites sont blanches, elles ne sont que très exceptionnellement fibreuses. L'examen microscopique montre que dans les types vitreux, quel que soit leur aspect extérieur, les productions cristallines sont peu abondantes (Pl. XXV, fig. 1 et 3) ou même absentes; lorsqu'il existe des microlites ou des cristallites, ceux-ci sont constitués par de l'hypersthène ; c'est dans les obsidiennes à cassure granuleuse qu'ils sont le plus abondants, mais le plus petits.

(1) Le délit polyédrique dû au refroidissement se rencontre dans tous les types d'andésite ; la fig. 161 (page 379) en représente un exemple.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Le verre est d'ordinaire incolore en lames minces et parfaitement transparent : j'ai exceptionnellement recueilli quelques échantillons dans lesquels il est brunâtre. L'indice de réfraction du verre incolore, mesuré par la méthode de la réflexion totale (Na), est de 1,4888 ; sa densité voisine de 2,40. Il m'a paru intéressant de comparer l'indice et la densité de ce résidu vitreux avec ceux du verre résultant de la fusion totale de l'andésite, afin d'apprécier l'accroissement dû aux différences considérables de composition chimique; celle qui a une influence capitale à ce point de vue résulte du passage dans le verre de la totalité du fer des phénocristaux ; le verre noir homogène ainsi obtenu a un indice de 1,5364 et une densité de 2,50.

Dans un seul échantillon, dont le verre est dépourvu de cristallites et de microlites, j'ai constaté que les phénocristaux, et particulièrement ceux de feldspaths, sont entourés de gros sphérolites palmés feldspathiques (Pl. XXV, fig. 2), à allongement positif; ils englobent des cristallites pyroxéniques distribués plus ou moins parallèlement aux fibres. J'ai recueilli cet échantillon sur l'emplacement du lac des Palmistes et je ne puis affirmer qu'il appartienne à la lave actuelle, bien que cela me paraisse probable.

Dans toutes les roches à pâte vitreuse, compacte, les phénocristaux sont le plus souvent intacts; quelquefois cependant ils présentent des déformations mécaniques qui deviennent fréquentes dans les ponces : d'ordinaire les fragments d'un même cristal brisé sont peu distants les uns des autres et il paraît évident que ces traumatismes sont le résultat de la dilatation des bulles de gaz qui ont étiré le verre alors qu'il était très visqueux.

Les types à pâte dévitrifiée. — Les roches dont il s'agit ici se distinguent des précédentes par une structure microscopique finement cristalline ; elles sont d'un gris bleuâtre et parfois presque blanches, un peu âpres au toucher ; quelques variétés poreuses passent à des types semi-ponceux. Il est impossible de baser sur des caractères macroscopiques des distinctions systématiques parmi ces roches qui, cependant, offrent entre elles des différences capitales n'apparaissant qu'au microscope ; les unes en effet ont une pâte microlitique non quartzifère (type III) et d'autres une pâte riche en quartz (type IV).

Andésites microlitiques. — Dans ce *type III*, d'un gris noirâtre, la pâte renferme en plus ou moins grande abondance des microlites de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

importantes du magma ont été projetées à l'état visqueux, il m'a été impossible de trouver, même à proximité du cratère, de menus fragments de roches ou des cendres dont les formes puissent faire penser à une projection à l'état de consolidation incomplète (gouttelettes fondues par exemple). L'étude microscopique de ces matériaux de petite taille conduit à la même conclusion, car ils ne présentent aucune différence minéralogique ou structurelle avec les types de l'andésite connus sous forme de blocs, incontestablement projetés à l'état solide.

Au début de l'éruption, on a pu se demander si la plus grande partie des lapillis et des cendres ne provenait pas du substratum de la Montagne Pelée ; c'est l'opinion qui a été émise par M. Diller [**210**]. Le vieux sol a fourni évidemment une certaine quantité de matériaux projetés, mais la plus grande masse de ceux-ci est d'origine récente ; il est facile de le démontrer en comparant les lapillis et les cendres recueillis sur le *Pouyer-Quertier* et sur le *Roddam*, le 8 mai, avec ceux rejetés par les autres grands paroxysmes, et ceux des nuées ardentes que j'ai vu partir des parois du dôme et dont l'origine n'est par suite pas douteuse. Il eût été très intéressant de pouvoir, parmi les produits fournis par une même nuée, établir avec précision ce qui a été arraché à la masse du dôme et ce qui a été apporté des régions plus profondes et consolidé seulement au moment de la sortie. Cette distinction a, dans une certaine mesure, été possible dans quelques cas ; en effet, les premières nuées ardentes à l'éruption desquelles j'ai assisté en novembre ont surtout charrié des andésites du type III, très microlitiques et identiques à celles que, depuis octobre, je recueillais dans les produits des éboulements tranquilles du dôme ; il est donc évident qu'elles provenaient de la carapace de celui-ci. Lorsque plus tard les écroulements de blocs incandescents se sont multipliés, partant toujours du même point, qui était celui-là même d'où sortaient les nuées ardentes, j'ai vu prédominer au milieu des apports de celles-ci la variété du type I possédant une cassure grumeleuse ; elle est devenue de plus en plus abondante en décembre, alors que les nuées se succédaient à de courts intervalles. Il ne paraît donc guère douteux que ce type I, très vitreux, n'ait été essentiellement produit par la consolidation brusque de la matière fondue, amenée au jour par les poussées produisant les nuées ardentes.

La même démonstration peut être faite plus facilement encore pour les ponces ; je n'ai de certitude au sujet de leur production en grande quantité

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

que pour les nuées ardentes des 9 juillet, 30 août et 28 novembre 1902 ; j'ai montré dans l'étude des éruptions que leur distribution a été essentiellement limitée à la vallée de la Rivière Blanche. On ne peut pas admettre que cette ponce ait été produite par la pulvérisation d'une portion du magma, entraînée par une grande quantité de vapeur ; la forme anguleuse des énormes blocs qui ont été portés jusqu'à la mer rend évident que cette ponce a dû, au moment de l'ouverture provisoire qui lui a donné passage, former des masses continues très importantes dans le dôme, au voisinage de la surface. Sa structure est due à la lente libération des gaz du magma, quand celui-ci, poussé au dehors et soustrait ainsi à la forte pression qu'il subissait dans l'intérieur du dôme, s'est rapidement, mais non brusquement refroidi.

En moyenne, les lapillis des grands paroxysmes auxquels je n'ai pas assisté correspondent au type II de passage au type III ; ils sont constitués par une andésite à texture un peu poreuse, plus vitreuse que microlitique ; les différences présentées par les fragments extraits d'un même lot de lapillis sont de l'ordre de celles constatées dans les divers produits d'une même nuée ardente de ma période d'observation. Parmi les lapillis du 30 août tombés sur le Morne-Rouge, j'ai recueilli, en outre, des fragments tranchants du type vitreux (obsidiennique) dont de très gros blocs se trouvaient, en octobre, sur les bords du cratère. J'ai indiqué déjà que c'est parmi les produits de projection du 30 août, et en moins grande quantité dans ceux du 9 juillet, que j'ai rencontré (sur les bords du cratère) des fragments du type quartzifère, qui depuis le commencement de janvier 1904 prédomine dans la haute vallée de la Rivière Blanche au pied du grand éboulis (1).

Je n'insisterai pas sur les cendres fines, blanches ou grises au moment de leur chute suivant leur degré de ténuité et qui prenaient souvent une teinte rosée au bout de quelques jours d'exposition à l'air ; elles sont formées par de très menus fragments d'andésite ou de ses phénocristaux isolés ; les différences qu'elles présentent, suivant les localités ou les éruptions, tiennent essentiellement au triage mécanique qu'elles ont subi sous l'influence des causes diverses étudiées dans le chapitre IX.

Pour compléter ce qui concerne ces produits projetés, il me reste à

(1) Je n'ai tenu compte dans cette recherche que des lapillis recueillis par moi-même ou de ceux tombés sur les navires ; en effet, parmi les nombreux échantillons qui m'ont été obligeamment remis par diverses personnes, j'ai très fréquemment reconnu des fragments de roches anciennes de la localité où les cendres avaient été prélevées à la surface du sol.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

citer les enclaves homœogènes qui seront étudiées page 536 et à signaler quelles sont les roches anciennes recueillies au milieu des matériaux récents. Elles comprennent tous les types structurels d'andésite connus en place dans le massif de la Montagne Pelée et plus rarement des andési-labradorites (à énormes cristaux d'anorthite) et des dacites; les ponces anciennes, ainsi que les fragments de tuf ponceux, étaient particulièrement abondants. Ces roches, antérieures à l'éruption, renferment fréquemment des produits d'altération (calcite, bastite); il est souvent difficile de démontrer leur existence dans les cendres fines, sauf, cependant, dans celles du 2 au 3 mai qui étaient particulièrement riches en produits anciens altérés.

Les fragments du magma rejetés à l'état incomplètement consolidé (bombes).

Je réserve le nom de *bombes* à tous les blocs de roche qui ont été projetés à haute température et dont la surface est traversée par des fentes de retrait. J'ai réuni dans la planche XXIII des photographies d'un échantillon caractéristique de chacun des types que j'ai observés au cours de l'éruption actuelle. La faible fusibilité du magma et la température à laquelle ces blocs ont été projetés n'ont pas permis la production de bombes étirées comparables à celles des roches basiques. Les échantillons que j'ai étudiés montrent tous les intermédiaires entre les bombes résultant de la projection de portions encore pâteuses du magma et de blocs arrachés au dôme à une température inférieure à celle de la fusion du verre, quoique encore assez élevée. Les premières sont caractérisées par l'existence de *fentes en croûte de pain*, dont les deux lèvres sont plus ou moins ouvertes comme les feuillets d'un livre (Pl. XXIII, fig. 1, 2 et 5), alors que les secondes ne présentent que des fissures de retrait sans déversement à l'extérieur de leurs lèvres (fig. 3 de la même planche). Les dimensions de ces bombes sont extrêmement variables; j'en ai recueilli n'ayant que 5 ou 6 centimètres de diamètre, nous en avons vu de colossales mesurant plusieurs mètres cubes.

Bombes projetées à l'état entièrement pâteux. — Des bombes de ce type sont parfois anguleuses, mais plus souvent globuleuses (Pl. XXIII, fig. 1). Les fissures en croûte de pain sont nombreuses, distribuées dans tous les sens; elles mettent en lumière la structure ponceuse qui

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

apparaît nettement dans la cassure. L'extérieur de la bombe est caractérisé par l'andésite obsidiennique du type I, grise ou noirâtre, généralement très vitreuse, qui constitue une enveloppe d'une épaisseur de quelques centimètres, variable d'ailleurs avec les dimensions de la bombe; une coupe diamétrale montre que la couleur de cette croûte devient de plus en plus claire, à mesure que l'on se rapproche du centre, à mesure que sa structure de compacte devient ponceuse; le centre est constitué par de la ponce blanche. Il existe fréquemment dans les bombes de grande dimension des cavités plus ou moins spacieuses, parfois orientées parallèlement les unes aux autres.

Parmi les produits de l'éruption du 30 août, j'ai recueilli plusieurs petites bombes dont la croûte obsidiennique n'a que quelques millimètres d'épaisseur; elle est blanche comme le centre ponceux.

L'arrangement concentrique de ces bombes et la structure de leur écorce, différente de celle du centre, doivent être expliqués de la façon suivante (1): lorsqu'une portion du magma à très haute température est projetée dans l'atmosphère à l'état pâteux, elle se refroidit brusquement à sa périphérie, expulsant les gaz qu'elle contient; c'est ainsi que prend naissance la croûte obsidiennique; celle-ci, occupant un volume moindre que la matière fondue, se fissure par retrait; mais en même temps, le centre de la bombe se refroidissant plus lentement sous cette enveloppe protectrice, les gaz qu'elle renferme ne se dégagent que peu à peu; comme le verre en voie de consolidation est devenu plus pâteux, ces gaz déterminent ainsi la production de bulles plus ou moins grandes qui augmentent le volume de la bombe. Du conflit entre la contraction périphérique et la dilatation du centre, résulte la production des lèvres et ces déplacements des compartiments de la carapace qui sont si nets dans la figure 1 de la planche XXIII. L'examen microscopique fait voir d'ordinaire que les phénocristaux de la croûte, brusquement consolidée, sont intacts, alors que ceux de la partie ponceuse sont fréquemment brisés. Les conditions particulières de l'éruption, l'absence d'ouverture largement béante dans le dôme, ne permettent pas d'admettre que les bombes ponceuses à croûte obsidiennique soient constituées par des blocs ponceux projetés verticalement et refondus extérieurement après une retombée dans le cratère.

(1) Il faut noter que la teneur en matières volatiles de la ponce et de la croûte compacte est très faible et sensiblement égale dans les deux cas.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Il me reste à discuter un type curieux de bombe dont j'ai rencontré un fort beau spécimen dans la haute vallée de la Rivière Claire au commencement d'octobre; il présentait l'aspect extérieur de la figure 1 de la planche XXII et mesurait environ 1 mètre de diamètre; je n'ai pu par suite en prendre qu'une faible partie, dont une cassure est représentée par la figure 3 de la planche XXIII. Tandis que la croûte périphérique est constituée par une andésite vitreuse noirâtre, à facies obsidiennique, la masse de la bombe est formée par une ponce très légère, blanche, en fragments arrondis, brisés, disloqués sur place et réunis par une ponce grisâtre un peu moins poreuse. L'examen microscopique montre que cette dernière a la même composition que la ponce blanche, avec cette différence toutefois que tous les phénocristaux y sont brisés; c'est une brèche de friction tout à fait identique comme structure à celle qui est représentée par la figure 2 de la même planche et dont l'origine a été discutée page 156. La ponce qui constitue cette bombe est si fragile, elle s'écrase si facilement sous la moindre pression, qu'il semble difficile d'admettre qu'elle soit devenue bréchiforme sous l'influence des pressions énergiques déterminées par la friction de matériaux solides montant dans la cheminée du volcan ou en place dans le dôme. Il semble plus probable qu'elle s'est produite sous l'influence de la contraction due au refroidissement de la croûte périphérique, alors que sa température était encore suffisante pour permettre aux petits fragments écrasés de se souder les uns aux autres. L'analogie de structure macroscopique de cette brèche avec celle des météorites veinées est frappante.

Bombes projetées à l'état demi-consolidé. — Le plus grand nombre des bombes de l'éruption actuelle ont été projetées alors que la consolidation du magma était assez avancée déjà pour que l'explosion qui en a rejeté des portions sur les flancs du volcan ait pu les débiter en blocs anguleux; mais la roche ainsi expulsée renfermait encore une quantité de matière vitreuse non solidifiée suffisante pour que, par consolidation définitive, la roche ait pu se gercer de fentes en croûte de pain à surface ponceuse. On reconnaît dans ces bombes diverses particularités observées dans les blocs éboulés du dôme et notamment la structure rubanée, avec zones de couleur différente et parfois alternance de lits compacts obsidienniques et d'autres plus ou moins ponceux; les *fentes en croûte de pain* se produisent surtout dans ces lits ponceux, tel est particulièrement le cas des échantillons repré-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sentés par les figures 2 et 5 de la planche XXIII. Dans la figure 2, on voit une large fente qui sépare la bombe en deux parties, limitées à leur jonction par deux surfaces coniques en contact par leur sommet; des fentes de retrait secondaires s'irradient dans tous les sens à partir du point de contact : j'ai recueilli un bel échantillon du même genre, mesurant 30 centimètres de diamètre, mais dans lequel les deux surfaces coniques ne se touchent plus que sur quelques centimètres carrés; il en part un véritable étoilement de fissures profondes.

La bombe représentée par la figure 5 de la même planche a été aussi produite aux dépens d'un bloc de lave offrant des lits alternativement ponceux ou obsidienniques; en effet, les surfaces extérieures, supérieures et inférieures, sont ponceuses et très fendillées; un autre lit ponceux se trouve dans le tiers supérieur de l'échantillon et a donné naissance à une large fente en croûte de pain qui se retrouve au même niveau de l'autre côté de la bombe; la production de ces fentes a déterminé un renflement très marqué de la partie centrale. Cette hétérogénéité de structure est, du reste, exceptionnelle; la figure 6 représente le type le plus habituel, formé par un bloc de lave homogène.

La caractéristique de ce type de bombe réside dans l'absence d'un arrangement concentrique régulier; les variations de structure qu'il présente sont, en grande partie, antérieures à sa projection. Tandis que les bombes à structure concentrique, ayant passé brusquement de l'état pâteux à l'état solide, sont constituées exclusivement par l'andésite des types I et II, et sont par suite très vitreuses, les bombes anguleuses, arrachées au dôme à l'état demi-consolidé, au contraire, renferment parfois des microlites et évoluent alors nettement vers le type III : j'ai très exceptionnellement rencontré (éruptions du 9 juillet et du 30 août) des bombes de cette catégorie constituées exclusivement par de la ponce (Pl. XXIII, fig. 4).

Bombes projetées à l'état presque entièrement consolidé. — La figure 3 de la planche XXIII représente un exemple de cette catégorie de bombes. L'andésite peut appartenir à l'un quelconque des types, les fragments sont anguleux, les fentes de retrait sont peu nombreuses, nettes, sans déversement des lèvres; il est probable qu'en général ces bombes présentaient au moment de leur projection un reste de viscosité, qui les a empêché de tomber en morceaux par brusque refroidissement. L'échantillon repré-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

senté renferme une enclave brisée par la fente de retrait, comme cela a lieu si souvent dans les colonnes basaltiques contenant des fragments de roches étrangères. Des fentes de retrait du même genre se produisent dans des enclaves de grande taille, quelle que soit leur nature, quand elles ont été réchauffées au cours de leur arrachement ou de leur projection, puis refroidies brusquement ; tel est le cas, par exemple, de quelques blocs de roches anciennes et d'enclaves gabbroïques que j'ai recueillies dans les produits de projection de Saint-Vincent.

Toutes les caractéristiques qui viennent d'être exposées se rencontrent dans des bombes antérieures à l'éruption actuelle, fort abondantes dans les tufs anciens de la Montagne Pelée; celles du premier type y paraissent particulièrement nombreuses. Les rivières de Basse-Pointe et de la Falaise charrient pêle-mêle de ces bombes (1) récentes et anciennes, ne se distinguent les unes des autres que par leur fraîcheur plus ou moins grande. J'ai pu rapporter au Muséum l'une de ces dernières ne mesurant pas moins de 1 mètre de plus grande dimension.

Les bombes de la Montagne Pelée, et en particulier celles du premier type, sont tout à fait comparables à celles de divers volcans ayant fourni des laves plus ou moins acides et en particulier de ceux de Santorin (2) (andésite à hypersthène), de Vulcano (3) (rhyolite), et du Puy de Dôme (4) (dômite). Elles diffèrent essentiellement au contraire de celles de la lave plus basique de l'éruption actuelle de Saint-Vincent ; celles-ci sont noires, un peu scoriacées; elles paraissent parfois s'être légèrement aplaties au moment de leur chute et offrent alors sur place l'aspect d'une bouse de vache qui serait tombée au milieu des lapillis. Le volcan de Saint-Vincent a cependant fourni dans ses éruptions anciennes des bombes tout à fait

(1) La croûte de quelques-unes de ces bombes est un peu microlitique, alors que le centre, ponceux, est entièrement vitreux.

(2) Au cours d'un voyage que j'ai fait en 1896 à Santorin, j'ai rapporté une série nombreuse de ces bombes, identiques aux deux premiers types décrits plus haut. M. Fouqué, qui me servait de guide, m'a fait remarquer qu'elles étaient beaucoup moins abondantes que lors de son dernier voyage en 1875 ; elles sont très rapidement tombées en morceaux après l'éruption ; il en est déjà de même à la Montagne Pelée. — K. von Seebach (*Abhandl. K. Gesell. Wiss. Göttingen*, 1867) a décrit sommairement ces bombes de Santorin et signalé la structure rubanée de quelques-unes d'entre elles.

(3) M. Bergeat a figuré (*Abhandl. K. Bayer. Akad. Wiss.*, XX, 1899, I, pl. XXI et XXII) des bombes de ce volcan ; elles correspondent au type représenté par la figure 6 de ma planche XXIII.

(4) La collection du Muséum possède une bombe de dômite du sommet du Puy de Dôme, tout à fait semblable à la figure 1 de ma planche XXIII ; j'en ai trouvé d'analogues dans les tufs de projections trachytiques du voisinage du Puy de la Tache au Mont-Dore.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

identiques à celles de la Montagne Pelée ; nous en avons vu de colossales dans les tufs du rivage, entre les rivières de Roseau et de Wallibu.

§ III. — Composition chimique.

La composition chimique de l'andésite actuelle sera discutée plus loin dans le paragraphe consacré aux roches de la Martinique en général ; je la considérerai surtout ici au point de vue de ses variations au cours de l'éruption.

Les analyses suivantes, à l'exception de la première, ont été faites par M. Pisani, sur des échantillons correspondant aux divers types décrits plus haut et classés par ordre chronologique.

a. Ponce du 8 mai (type II) par M. Hillebrand [**215**].

b. Obsidienne des éruptions de mai (bords du cratère, le 29 juin) (type I).

c. Ponce du 9 juillet (type II).

d. Bombe craquelée du 30 août (type I).

e. Lapilli (Parnasse, 30 août) (type III).

f. et *g*. Andésite apportée par la nuée ardente du 25 janvier 1903 (*f*, zone scoriacée) ; *g*, zone vitreuse (types I et II).

h. Andésite apportée par la nuée du 16 décembre 1902 (type III).

i. Andésite quartzifère, janvier 1904 (type IV).

j. Moyenne des analyses *b* à *i* (1).

k. Verre extrait de l'obsidienne (*b*).

Je fais suivre le résultat des analyses des proportions moléculaires correspondant à chacune d'entre elles.

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.	*f*.	*g*.	*h*.	*i*.	*j*.	*k*
SiO^2..	61,07	61,65	62,45	63,10	62,55	60,60	61,45	61,25	62,90	61,88	72,40
TiO^2..	0,47	0,25	0,19	0,21	0,19	0,56	0,32	0,48	0,33	0,31	0,10
Al^2O^3.	17,55	18,64	18,05	18,05	18,75	18,63	18,61	18,50	18,20	18,30	15,90
Fe^2O^3.	2,13	2,20	2,02	2,37	2,40	1,77	2,02	1,72	1,28	1,97	1,05
FeO...	4,34	4,35	4,00	3,95	3,52	5,10	4,95	4,32	4,30	4,32	1,81
MgO..	2,26	3,08	2,58	2,48	2,84	2,76	2,58	2,87	2,52	2,71	0,63
CaO ..	6,30	6,08	5,81	5,96	6,52	6,52	6,60	6,35	6,76	6,32	1,69
Na^2O..	3,50	3,05	3,27	3,35	3,07	2,80	3,30	3,38	3,18	3,17	4,35
K^2O...	0,98	1,08	1,16	1,16	1,07	0,97	1,05	0,96	1,32	1,09	1,14
P^2O^5..	0,15	0,16	0,10	0,12	tr.	0,09	0,09	0,12	0,14	0,09	»
Perte..	1,50	0,12	0,43	0,25	»	0,25	0,12	0,20	0,15	0,19	0,62
	100,25	100,57	100,06	101,00	100,91	100,05	101,09	100,15	101,08	100,35	99,69

(1) Je donne comme indication l'analyse *a*, mais ne l'ai pas comprise dans la moyenne, la teneur élevée en eau faisant penser qu'il s'agit là d'un fragment de ponce ancienne.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*	*h.*	*i.*	*j* (moyenne).	*k* (verre).
SiO^2...	1,018	1,027	1,041	1,051	1,042	1,010	1,024	1,021	1,049	1,031	1,207
TiO^2..	0,006	0,003	0,003	0,003	0,003	0,008	0,004	0,005	0,004	0,004	0,001
Al^2O^3..	0,172	0,182	0 176	0,176	0,183	0,182	0,182	0,181	0,178	0,179	0,156
Fe^2O^3.	0,013	0,014	0,013	0,015	0,015	0,011	0,013	0,011	0,008	0,013	0,006
FeO...	0,060	0,060	0,056	0,055	0,049	0,071	0,068	0,060	0,060	0,060	0,025
MgO ..	0,056	0,077	0,044	0,062	0,071	0,069	0,064	0,071	0,063	0,068	0,016
CaO. .	0,113	0,109	0,104	0,106	0,116	0,116	0,118	0,114	0,121	0,113	0,030
Na^2O..	0,056	0,049	0,053	0,054	0,050	0,045	0,053	0,055	0,052	0,052	0,070
K^2O...	0,011	0,012	0,013	0,013	0,012	0,011	0,011	0,011	0,014	0,012	0,012
P^2O^5..	0,011	0,001	0,001	0,001	»	0,001	0,001	9,001	0,001	0,001	»

Il m'a paru intéressant de calculer la *composition minéralogique virtuelle* (1) correspondant à chacune de ces analyses; en voici le résultat :

		a.		*b.*		*c.*		*d.*	
Quartz.....		18,24		19,74		21,54		20,64	
Feldspaths.	Orthose...	6,12	64,65 / 82,89	6,67	61,82 / 83,09	7,23	63,08 / 86,27	7,23	64,16 / 85,31
	Albite.....	29,34		25,68		27,77		28,30	
	Anorthite .	29,19		29,47		28,08		28,63	
Al^2O^3.....		»		1,53		1,65		0,51	
Pyroxènes .	SiO^3Ca....	0,58	11,59 / 15,86	»	13,38 / 17,43	»	11,68 / 13,50	»	11,38 / 15,76
	SiO^3Mg. ..	5,60		7,70		4,40		6,20	
	SiO^3Fe....	5,41		5,68		5,28		5,18	
Minerais...	Magnétite..	3,02	3,93	3,25	3,71	3,02	3,48	3,48	3,94
	Ilménite...	0,91		0,46		0,46		0,46	
Apatite...		0,34		0,34		0,34		0,34	
H^2O.....		1,50		0,12		0,43		0,25	

		e.		*f.*		*g.*		*h.*	
Quartz.....		20,16		19,62		17,72		17,28	
Feldspaths.	Orthose...	6,67	65,12 / 86,19	6,12	61,11 / 82,06	6,12	65,86 / 83,87	6,12	65,80 / 83,49
	Albite.....	26,20		23,58		27,77		28,82	
	Anorthite .	32,25		31,41		31,97		30,86	
Al^2O^3.....		0,91		1,33		0,31		0,41	

(1) M. Michel-Lévy a basé ses diagrammes, destinés à représenter la composition chimique des roches (*Bull. Soc. géol. France*, XXV, 1897, 926), sur l'opposition des quantités de feldspath et d'éléments ferromagnésiens qu'on peut calculer en partant de l'analyse. Dans leur récente classification, les pétrographes américains en suivant cette voie ont établi une partie de leur nouveau système en considérant un certain nombre de minéraux hypothétiques (*standard minerals*) qu'il est particulièrement facile de calculer d'après les résultats de l'analyse, ces minéraux se rapprochant plus ou moins de ceux qui existent réellement dans la roche. Ils ont donné le nom de *standard mineral composition* ou *norm* à cette composition hypothétique; je la désigne en français sous celle de *composition minéralogique virtuelle*. Son intérêt, à mes yeux, ne consiste pas simplement dans un moyen facile de comparer des roches, elle a en effet un intérêt génétique; ces minéraux simples, auxquels il est nécessaire de faire appel, sont (à l'exception du quartz) parmi ceux qui se forment par fusion ignée suivie de recuit, aux dépens des minéraux, tels que les amphiboles, les micas, les grenats ne se produisant pas par ce mode de cristallisation. On voit donc que la *composition minéralogique virtuelle* d'une roche grenue, microgrenue ou microlitique renfermant ces minéraux, se rapprochera d'une façon plus ou moins exacte de la forme strictement volcanique de cette dernière. Cette expression de *composition minéralogique virtuelle* est par suite commode pour le développement des considérations que j'ai présentées à diverses reprises sur ce sujet et, en particulier, à l'occasion de l'étude des *ariégites* (*Bull. Congrès géol.*, 1900, et *Comptes rendus Congrès Sociétés savantes*, 1901).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

		e.			*f.*			*g.*			*h.*	
Pyroxènes.	SiO^3Ca....	»			»			»			»	
	SiO^3Mg....	7,10	11,19		6,90	13,76		6,40	13,13		7,10	12,91
	SiO^3Fe....	4,09		15,17	6,86		17,87	6,73		17,21	5,81		16,56
Minerais...	Magnétite..	3,48	3,94		2,55	3,77		3,02	3,63		2,55	3,21	
	Ilménite...	0,46			1,22			0,61			0,76		
Apatite.....		»			0,34			0,34			0,34		
H^2O.....			»			0,25			0,12			0,20

		i.			*j* (moyenne).			*k* (verre).		
Quartz.....		18,72			19,56			37,02		
Feldspaths.	Orthose...	7,78	66,17	84,89	6,67	64,50	84,21	6,67	51,69	93,20
	Albite.....	27,25			27,25			36,68		
	Anorthite.	31,14			30,58			8,34		
Al^2O^3.....		»			0,51			4,49		
Pyroxènes.	SiO^3Ca....	0,70			»			»		
	SiO^3Mg....	6,30	13,34		6,80	12,48		1,60	3,98	
	SiO^3Fe....	6,34		16,15	5,68		15,81	2,38		5,52
Minerais...	Magnétite..	1,86	2,47		2,02	2,63		1,39	1,54	
	Ilménite...	0,61			0,61			0,15		
Apatite.....		0,34			0,34			»		
H^2O.....			»			0,19			0,62	

Des calculs précédents, il résulte que l'andésite de l'éruption actuelle possède les paramètres magmatiques suivants, dans la notation de M. Michel-Lévy (1) : $x = 15{,}81$, $\Phi = 5{,}12$ (tonalitique), $r = 0{,}35$ (méso-sodique, à la limite du mégasodique), $C' = 0$ (mégaalumineux), $\Psi = 2{,}32$ (magnésien). Dans la classification des pétrographes américains (2), elle correspond au type *bandose*.

Les deux caractères chimiques sur lesquels j'insisterai pour l'instant consistent dans la teneur élevée en alumine, voisine de celle de la saturation, de telle sorte que de très petites variations fournissent un léger excès d'alumine non feldspathisable ou un petit défaut entraînant l'existence de chaux non feldspathisable; cette propriété explique la prédomi-

(1) *Bull. Carte géol. France*, XIV, n° 92, 1902-1903, et XV, n° 96, 1903-1904. $x = {}^0/_0$ des éléments ferromagnésiens, $\Phi = \frac{SiO^2 \text{ des éléments blancs}}{2K^2O + 3Na^2O}$, $r = \frac{K^2O}{Na^2O}$, $C' = \frac{\text{chaux non feldspathisable}}{x}$, $\Psi = \frac{FeO + Fe^2O^3}{MgO}$; ces rapports sont obtenus à l'aide des nombres fournis directement par l'analyse.

(2) Cross, Iddings, Pirsson et Washington. — *Quantitative classification of igneous rocks*, 1903. — 2e classe (dosalone) $\left(\frac{sal}{fem} = \frac{84{,}06}{15{,}96}\right)$, 1re subclasse (dosalane) $\left(\frac{Q.F}{C} = \frac{84{,}06}{0{,}51}\right)$, 4e ordre $\frac{Q}{F}$ (austrare) $= \frac{19{,}56}{64{,}50}$, 4e rang (Bandase) $\left(\frac{K^2O + Na^2O}{CaO} = \frac{52 + 12}{113}\right)$, 3e subrang (Bandose) $\left(\frac{K^2O}{Na^2O} = \frac{12}{52}\right)$; ces rapports sont obtenus à l'aide des poids moléculaires.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nance de l'hypersthène et la rareté de l'augite. La teneur élevée en alumine en même temps qu'en chaux explique également l'abondance des plagioclases très basiques, au milieu d'un magma renfermant une quantité aussi élevée de silice libre.

Le magma n'a pas présenté de modifications de composition chimique systématique depuis le début de l'éruption ; les petites différences existant entre la composition de l'obsidienne des éruptions de mai 1902 (*b*) et l'andésite à pâte quartzifère (*i*) de janvier 1904 sont du même ordre que celles observées dans deux échantillons détachés d'un même bloc (*f* et *g*).

De même, on voit qu'il n'existe aucune variation de composition chimique systématique en relation avec les variations de structure et de composition minéralogique de la pâte.

Comme on pouvait s'y attendre, le verre est beaucoup plus acide que la roche prise en bloc ; c'est lui qui renferme l'excès d'alumine et de silice. J'ai montré plus haut comment c'est cet excès de silice qui permet la facile production du quartz, dès que les conditions auxquelles est soumis le magma sont convenables.

La composition des cendres est assez variable en raison du classement par ordre de densité ou de dimensions, qui peut se produire suivant les conditions et le lieu de la chute ; il est en outre, dans le cas des cendres fines, difficile d'apprécier la quantité de matériaux anciens qui peuvent être mélangés aux produits récents. Les analyses suivantes ont été faites par M. Pisani, à l'exception de *b*, *c*, *d*; je donne pour chacune d'entre elles la date de la chute et celle de la récolte : les échantillons ont été purifiés par lavage de leurs sels solubles (p. 193) :

a. Nuit du 2 au 3 mai, Saint-Pierre.
b. 8 mai, par M. Hillebrand [**215**], à bord du *Roddam*.
c. 20 mai, *ibid.*, à bord du *Potomac*.
d. Saint-Pierre, recueillie le 5 juin, par M. Colonna [**208**].
e. 30 août (lac des Palmistes, recueillie le 15 octobre).
f. 30 août (église du Morne-Rouge, recueillie le 5 octobre).
g. 30 août (maison du Parnasse, recueillie le 5 octobre).
h. 30 août, recueillie, le 31, à Roseau (Dominique).
i. 30 août, recueillie, le 31, au Camp Jacob (Guadeloupe).
j. Nuée ardente du 25 janvier 1903, Rivière Blanche.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

enclaves à cordiérite l'importance de cette constatation. J'ai fait voir page 402 comment la chaux et l'alumine éliminées sont pendant longtemps restées en partie sur place, sous forme de sulfates solubles; l'analyse, de même que l'examen microscopique, montre la cause de la pauvreté en fer de ces sulfates solubles, une minime partie de la magnétite seulement a été attaquée et tout le fer contenu dans l'hypersthène a subsisté. La décomposition n'est pas toujours partielle; j'ai recueilli en effet à l'orifice d'une fumerolle éteinte, entre la Rivière Sèche et la Rivière Blanche, des échantillons d'andésite presque entièrement transformés en opale et renfermant quelques petits cristaux de pyrite (page 403).

Dans la collection recueillie à la suite de l'éruption de 1851, se trouvent des échantillons offrant des transformations analogues à celles qui viennent d'être passées en revue; elles sont probablement du même genre que celles qui s'effectuent actuellement à l'orifice des fumerolles du dôme. Non seulement les feldspaths ont disparu, mais les pyroxènes, eux aussi, ont été transformés sur place en opale fibreuse, monoréfringente; la preuve que ces roches ont bien été transformées par des fumerolles sulfhydriques est fournie par les cristaux de *natroalunite* qui les imprègnent parfois. A ce point de vue, les tufs décomposés sont particulièrement typiques; malgré la transformation complète de tous leurs éléments, on distingue encore très bien dans leurs plaques minces les particularités de la structure originelle des petits fragments pierreux qui les constituent; les rhomboèdres de natroalunite, voisins du cube par leur forme, se groupent de préférence autour de ces fragments auxquels ils constituent une ceinture régulière.

J'ai recueilli dans la Rivière Blanche un bloc à surface usée qui a été certainement arraché aux parois anciennes de la cuvette de l'Étang Sec; il est blanc, terne, et ressemble à un calcaire compact renfermant des enclaves noires; en réalité, c'est une andésite ancienne partiellement transformée en opale. Dans la partie moyenne, où l'altération est incomplète, la natroalunite forme une gaine régulière aux squelettes de feldspaths. En général, ce sulfate n'apparaît que dans les roches dont les plagioclases ont été complètement détruits; j'ai cependant trouvé une exception constituée par un échantillon dans lequel ses rhomboèdres sont disséminés au milieu des microlites de feldspaths encore en partie intacts, ils sont assez

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

gros pour qu'il ait été possible de déterminer en lumière convergente le signe optique, positif, de leur axe optique unique.

§ V. — Les enclaves homœogènes.

Mes études antérieures m'ont conduit à rechercher d'une façon spéciale parmi les produits de l'éruption actuelle les enclaves de tout genre qui pouvaient s'y rencontrer, et, comme dans toutes les régions volcaniques où cette recherche est faite d'une façon méthodique, j'ai recueilli de nombreux documents intéressants.

Depuis la publication de mon livre sur les enclaves des roches volcaniques (1), j'ai continué à rechercher, partout où j'ai pu le faire, des données sur cette question ; je suis ainsi amené aujourd'hui à compléter mes premières conclusions sur divers points de détail. Le tableau suivant représente la classification de l'ensemble des types d'enclaves que je crois nécessaire de distinguer pour pouvoir tirer tout le parti possible de ce genre de documents, si précieux pour la connaissance de l'évolution des magmas éruptifs ; je donne un exemple pour chacun d'entre eux. Cette classification est, on le voit, basée sur des considérations génétiques.

Je n'ai à m'occuper ici que d'enclaves homœogènes (2) ; chacun des trois groupes que j'y distingue peut à son tour être divisé en deux sous-groupes, dépendant non plus de l'origine, mais de la composition chimique et minéralogique ; les enclaves qui ont la même composition que la roche englobante constituent les types *homologues* (3) (andésite dans andésite, sanidinite dans trachyte), — celles qui ont une composition différente, qui est toujours plus basique, forment les types *antilogues*.

Je désigne sous le nom de *série des enclaves homœogènes d'une roche donnée* l'ensemble des divers types d'enclaves homœogènes que l'on trouve dans celle-ci ; leur groupement par ordre de basicité croissante

(1) *Les Enclaves des roches volcaniques*. Mâcon, Protat, 1893, p. 710 ; voir aussi *Bull. Soc. franç. minér.*, XXIV, 1901, 488.

(2) Je n'ai trouvé aucune enclave énallogène parmi les produits de l'éruption actuelle ; les quelques échantillons de ce type d'enclaves que j'ai examinés proviennent des tufs anciens de l'île (gabbro ouralitisé, schiste micacé, calcaire), ils n'ont qu'un intérêt géologique local (p. 4) et n'offrent aucune modification minéralogique. On verra plus loin qu'à Saint-Vincent, au contraire, les enclaves énallogènes sont très abondantes.

(3) J'abandonne le nom d'*enclaves homœogènes complètes* que j'ai employé autrefois pour désigner ce type (*Comptes Rendus*, CXXXIII, 1901, 1033), car il n'est pas suffisamment explicite.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

donne une idée des diverses formes que le magma, dont provient la roche à l'étude, est susceptible de prendre soit par endomorphisme, soit, par différenciations successives ou qu'il présente par suite d'une hétérogénéité originelle ; cette série constitue en quelque sorte l'arbre généalogique de la famille.

Je passerai successivement en revue les enclaves recueillies à la Montagne Pelée en considérant d'abord tous les types antilogues, puis les types homologues de chaque groupe, afin de pouvoir plus facilement comparer leur composition chimique, qui est indépendante de leur origine.

					ROCHES	
					ENCLAVÉE.	ENCLAVANTE.
Enclaves.	Formées aux dépens du même magma que la roche englobante	**Homœogènes.**	Consolidées dans les mêmes conditions = même structure.	**Synmorphes** (1).	Andésite microlitique.	Andésite microlitique.
			Consolidées sous forme de glaçons dans le magma englobant = structure voisine, mais non identique	**Plésiomorphes.**	Diabase à faciès lamprophyrique semi-cristalline	Andésite microlitique.
			Consolidées dans des conditions différentes = structure différente (enclave grenue dans roche microlitique)	**Allomorphes.**	Diorite	Andésite microlitique.
	Formées par des fragments étrangers au magma	**Énallogènes**			Calcaire	Andésite.
	Formées en profondeur par les éléments volatils ou transportables du magma	**Pneumatogènes**			Sanidinite à leucite	Leucotéphrite basique.
	Formées par réaction du magma ou de ses éléments volatils ou transportables sur un autre type d'enclave	**Polygènes.**	Formées par endomorphisme d'une portion du magma (en place ou charriées)	**Endopolygènes.**	Nodules à anorthite, pyroxène, wollastonite	Andésite de Santorin.
			Formées par exomorphisme d'une enclave quelconque	**Exopolygènes.**	Certaines sanidinites (transformation de trachytes)	Trachyte du Mont-Dore.

1) σύν, semblable ; πλησίος, voisin ; ἄλλος, différent ; μορφή, forme, à cause de la similitude, des analogies ou des différences de structure que ces enclaves présentent avec la roche englobante et qui dépendent des conditions semblables, analogues ou différentes, dans lesquelles se sont consolidées ces diverses portions du même magma.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

1° *Types antilogues.*

Groupe plésiomorphe. — L'une des particularités pétrographiques intéressantes de la lave de l'éruption actuelle réside dans l'extrême abondance d'enclaves qui peuvent être données comme type de ce groupe. Je les ai recueillies, enveloppées aussi bien dans les bombes des paroxysmes que dans les débris du dôme entraînés par les nuées ardentes. Elles varient fort de dimensions : parfois microscopiques, elles peuvent atteindre plusieurs décimètres cubes ; elles sont jaunes, d'un gris verdâtre ou presque noires, mais elles présentent toutes la caractéristique commune d'avoir une apparence assez cristalline, d'être à grains fins et miarolitiques, avec de nombreuses cavités bulleuses, dans lesquelles pointent des cristaux, fort petits mais très nets, de plagioclases, d'hypersthène, de hornblende, parfois de tridymite, plus rarement d'augite et de titanomagnétite ; les minéraux ferrugineux se distinguent à l'œil nu dans la masse de la roche, sous forme de longues aiguilles ou de grains brillants.

L'examen microscopique fait voir que la cristallinité est beaucoup moins grande qu'on ne pouvait le supposer par l'examen à l'œil nu ; il existe en effet beaucoup de verre incolore, grâce auquel tous les minéraux ont pu prendre des formes nettes. Suivant les échantillons, les plagioclases forment de grands cristaux enchevêtrés comme dans les diabases intersertales, c'est le cas le plus rare, ou bien ils se présentent dans deux générations, sous forme de phénocristaux aplatis ou raccourcis et de microlites enchevêtrés (Pl. XXV, fig. 6).

On peut distinguer parmi ces enclaves deux types principaux présentant d'ailleurs entre eux tous les passages possibles. Dans ceux de couleur claire (types diabasiques), les moins riches en minéraux ferrugineux, l'hypersthène existe presque seul en fait de métasilicate ; il constitue de grands cristaux à formes nettes et d'innombrables microlites filiformes ; mais, à mesure que l'on considère les roches de couleur de plus en plus foncée, on voit apparaître, puis prédominer des phénocristaux d'augite et de hornblende brune et en même temps se développer des microlites allongés ou des grains des mêmes minéraux, les microlites d'augite venant parfois s'orienter sur les grands cristaux d'hypersthène. Les types les plus foncés possèdent un

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

aspect lamprophyrique (1) très net. Quelques-unes de ces roches renferment de l'olivine en grands cristaux corrodés, entourés par la gaine non orientée d'hypersthène décrite plus haut dans la roche normale ; parfois aussi, l'olivine constitue de longues baguettes, englobant ophitiquement les feldspaths. Les microlites feldspathiques ont commencé à cristalliser avant la fin de la production des phénocristaux ; ils sont parfois englobés ophitiquement par l'hypersthène, par l'olivine, plus fréquemment par l'augite, plus souvent encore par la hornblende. Lorsque celle-ci est très abondante, ses grandes plages deviennent irrégulières et donnent à l'ensemble de la roche un cachet franchement ophitique.

Les phénocristaux sont d'ordinaire moins abondants que les microlites, mais il n'en est pas toujours ainsi ; dans quelques échantillons, la plus grande partie de la roche est formée par des phénocristaux de plagioclases, pressés les uns contre les autres, englobés en grand nombre, poecilitiquement plus qu'ophitiquement car ils ne sont pas aplatis, par des cristaux de hornblende qui peuvent atteindre 3 centimètres de plus grande dimension. J'ai observé quelques échantillons du même genre dépourvus de hornblende, mais renfermant au milieu du plagioclase de nombreuses aiguilles d'augite et d'hypersthène groupées à axes parallèles et constituant d'énormes cristaux squelettiformes. Malgré leur grande cristallinité, ces roches se distinguent bien des enclaves allomorphes qui, elles, ne renferment pas de verre et sont grenues.

Les propriétés des minéraux de ces enclaves ne différant pas de celles des espèces correspondantes de la roche normale, je n'y reviendrai pas ; seuls, les plagioclases méritent une mention. Ils sont le plus souvent zonés, le labrador domine, mais avec des alternances de zones de bytownite ; les microlites, parfois zonés aussi, ne descendent pas au-dessous de l'andésine et sont souvent constitués par du labrador assez basique ; tous ces feldspaths sont riches en inclusions vitreuses.

Ces enclaves sont remarquablement analogues à celles des andésites et des dacites de l'Archipel grec ; celles du type diabasique sont à comparer

(1) J'ai recueilli au Parnasse un lapilli du 30 août qui ne renferme, en fait de phénocristaux, que des plagioclases basiques et de l'olivine, entourés par une pâte semi-cristalline riche en longs microlites de hornblende brune et de plagioclases (andésine et labrador) ; je ne connais en place aucune roche de ce type ; il est assez vraisemblable que l'échantillon en question constitue une enclave plésiomorphe, soit de l'andésite actuelle, soit d'une andésite antérieure.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Les paramètres magmatiques sont les suivants :

	s	Φ	r	C'	Ψ			
Andésite actuelle.	15,81	5,2	0,35	0	2,32	Tonalitique,	mésosodique,	mégalumineux,	magnésien.
a.	20,03	6,4	0,46	0	2,05	—	—	—	—
b.	20,86	4,6	0,23	0	2,14	—	mégasodique,	—	—
c.	23,61	5,2	0,25	0,002	2,01		—	—	
d.	29,60	4,8	0,18	0,048	1,49	—	persodique.		—
e.	30,46	5,5	0,19	0,034	1,77	—	—		—

Dans la classification américaine, *a*, *b*, *c* sont à rapporter à la *bandose* (4e ordre), *d* et *e* à la *hessose*, c'est-à-dire au type du 5e ordre voisin de la *bandose*.

Ces diverses données montrent la parenté de ces enclaves avec la roche englobante plus leucocrate : *a*, *b*, *c* en sont seulement des variétés plus riches en éléments colorés, il y existe un excès d'alumine, comme dans l'andésite : dans *a* et *b*, les compositions minéralogique, virtuelle et réelle coïncident. Quant à *d* et *e*, elles sont plus différentes, et l'on verra plus loin, dans l'étude des roches volcaniques anciennes de l'île, quelles sont leurs véritables affinités. L'étude chimique vient donc justifier la distinction que j'ai établie plus haut entre ces enclaves plésiomorphes et allomorphes en me basant sur des considérations minéralogiques et structurelles pour arriver à l'explication de leur origine.

2° *Types homologues.*

Groupe allomorphe. — Ces enclaves possédant la même composition que la roche volcanique englobante ont, lorsqu'elles correspondent à des andésites très leucocrates, l'aspect de sanidinites ; ce sont elles auxquelles j'ai donné le nom général de *microtinites* (1), à cause de l'aspect vitreux (microtine) des plagioclases qui les constituent essentiellement ; dans notre cas particulier, elles correspondent à des *norites quartzifères*.

Norites quartzifères. — Un bloc de l'andésite quartzifère recueilli en avril 1904 renferme un fragment d'une enclave, qui devait être de grosse taille ; c'est une norite quartzifère leucocrate à grands éléments et à facies granitique ; elle est constituée par des plagioclases zonés (andésine et labra-

(1) *Comptes Rendus*, CXXX, 1900, 368.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dor), de l'hypersthène parfois cerclé d'augite et enfin par du quartz, avec une petite quantité de magnétite et de hornblende. Tous ces minéraux sont xénomorphes ; l'hypersthène est inclus dans les plagioclases ou les moule, le quartz est le dernier élément consolidé. Cette roche doit sans aucun doute être considérée comme la forme de profondeur de l'andésite. Elle a subi au cours de son englobement des modifications partielles ; les plagioclases ont fondu sur les bords ; ils présentent les divers types de recristallisation que l'on observe dans les roches granitiques enclavées dans des roches volcaniques ; des plagioclases néogènes sont généralement orientés sur les anciens. Là où le quartz était en contact avec un plagioclase, la fusion a été généralement plus étendue qu'ailleurs ; le feldspath néogène s'est orienté sur le grain de quartz, pour former des sphérolites à allongement négatif d'une *micropegmatite* excessivement fine : l'ensemble rappelle tout à fait les cristaux de quartz des rhyolites entourés de micropegmatite auréolée (Pl. XXVIII, fig. 10). Les cavités de cette enclave sont riches en belles lamelles de tridymite.

Parmi les produits de projection du 30 août, j'ai recueilli, sur le haut de la Petite Savane, une autre norite quartzifère leucocrate, différant par sa structure de la précédente. Les plagioclases en effet ont des formes nettes ; ils sont enchevêtrés et la roche présente la structure d'une *diabase* à gros éléments ; le quartz, au lieu de former de très grandes plages, constitue des grains ne dépassant guère $0^{mm},5$ de diamètre ; l'hypersthène est accompagné par de la biotite, en moyenne postérieure aux feldspaths. Cette roche passe très nettement aux micronorites qu'il me reste à étudier.

Micronorites. — Ce type d'enclaves a l'aspect d'une *sanidinite* d'un blanc gris, à structure miarolitique ; à la loupe, on y distingue, au milieu des feldspaths, de l'hypersthène d'un jaune verdâtre très allongé, quelques paillettes de biotite et des agrégats lamellaires d'hématite. La roche est traversée par des veinules très feldspathiques, au milieu desquelles les minéraux précédents s'isolent en cristaux, malheureusement trop petits pour pouvoir se prêter à des mesures ; l'hypersthène forme des rosettes régulières qui rappellent celles de l'idocrase du Pic d'Arbizon ; elles sont accompagnées de petits cristaux drusiques de *cordiérite* qui, par leur couleur et leur facies extérieur, ressemblent aux jolis cristaux d'apatite d'Ehrenfriedersdorf. Au microscope, la structure se montre intermédiaire

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

entre celle du dernier type de norite décrit plus haut et celle de l'andésite quartzifère (type IV). Les plagioclases, extrêmement zonés, à formes nettes, sont enchevêtrés, sans former d'ordinaire une trame continue; ils sont moulés par du quartz microgrenu à très gros éléments, mélangé à des paillettes de biotite, à de l'hypersthène et à de la cordiérite (Pl. XXVI, fig. 1). Quant à la cordiérite et à l'hypersthène en rosettes, ils me paraissent être d'origine secondaire, comme ceux des roches dont je vais m'occuper dans le paragraphe suivant.

Ces micronorites sont probablement le résultat d'une cristallisation effectuée dans des parties très profondes du dôme : j'ai, en effet, recueilli un grand nombre d'échantillons établissant, au point de vue structurel, tous les passages possibles entre elles et les andésites quartzifères du type IV. Je crois cependant devoir maintenir ces micronorites parmi les enclaves allomorphes, à cause de leur cristallinité souvent très grande et de l'abondance de la biotite qui, jusqu'à présent, n'a été rencontrée dans aucune des roches de l'éruption actuelle.

Groupe symmorphe. — Ces enclaves sont formées par des fragments du vieux sol (andésite à hypersthène du même type que celle de l'éruption actuelle), et par des portions déjà consolidées du dôme ; je ne m'arrêterai qu'à celles de ces dernières qui présentent des modifications.

Andésites cordiéritisées. — Ces andésites me paraissent avoir cristallisé dans le dôme et n'être pas des roches d'éruptions antérieures; je ne les ai trouvées que sous forme d'enclaves parmi les produits de l'éruption actuelle ; elles ne se distinguent en rien des andésites de l'éruption actuelle, si l'on met à part les transformations qui vont être étudiées ; elles ne contiennent aucun produit d'altération du genre de ceux qui sont si fréquents dans les andésites anciennes. Ces roches ont un facies extérieur très caractéristique ; elles sont d'un blanc laiteux, à aspect de porcelaine ; elles présentent des taches irrégulières, grises ou violacées suivant que c'est l'hypersthène ou la cordiérite qui y prédomine comme minéral néogène. L'étude d'un grand nombre de lames minces m'a permis de suivre quelques-uns des stades de la transformation de ces andésites, qui ont appartenu originellement aux types I, III ou IV ; des modifications du même ordre s'observent dans la micronorite décrite plus haut.

La pâte de toutes ces enclaves est riche en quartz ; mais, suivant les

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

échantillons, on reconnait dans celui-ci la forme qu'il présente dans les types quartzifères normaux, la structure de la pâte de la roche est alors uniforme, tandis que dans d'autres (enclaves appartenant originellement aux types I ou III) le quartz possède des formes irrégulières, parfois poecilitiques, qui varient beaucoup dans l'étendue d'une même préparation.

D'une façon générale, les cristaux d'hypersthène, d'olivine, d'augite ont disparu, mais leurs formes sont souvent encore distinctes ; dans les stades moins complets de la transformation, leur place est occupée par une substance amorphe, grisâtre, diffusant la lumière (Pl. XXVI, fig. 3), elle est parfois imprégnée de pyrite ou d'hématite ; le plus souvent, on y voit des cristaux nets de cordiérite et des aiguilles d'hypersthène, des grains de magnétite. Quand la transformation est plus avancée, cette matière amorphe a disparu, les agrégats d'hypersthène et de cordiérite sont à plus grands éléments, quelquefois mélangés avec du quartz (Pl. XXVI, fig. 2) ; enfin, il existe aussi des boutonnières plus ou moins largement cristallisées, dans lesquelles les mêmes minéraux se trouvent en plus gros individus. La cordiérite notamment s'y groupe parfois à axes parallèles, comme cela se voit fréquemment dans celle des gneiss à cordiérite ; il en résulte un pseudo-allongement dans une direction perpendiculaire à l'axe vertical que nous allons retrouver plus développée dans des enclaves similaires de Saint-Vincent. Cette cordiérite forme, dans bien des cas, des cristaux d'une netteté remarquable ; ils présentent toujours la macle suivant $m(110)$, dont la figure 13 de la planche XXVIII représente une section parallèle à la base. Le groupement est limité par les faces g^1, perpendiculairement auxquelles est disposée la trace du plan des axes optiques ; il existe toujours au centre un secteur hexagonal, dans lequel toutes ces orientations sont entremêlées ; sa biréfringence est très faible et le minéral paraît presque uniaxe (négatif). Ces macles ne sont pas toujours aussi régulières ; dans bien des cas, tous les secteurs chevauchent les uns sur les autres ; les sections basiques ressemblent alors à s'y méprendre à celles de la tridymite des enclaves plésiomorphes ; il est facile d'ailleurs de distinguer ces deux minéraux grâce à la réfringence et la biréfringence (appréciées en lumière convergente) plus grandes et le signe négatif de la bissectrice dans la cordiérite.

Enfin, il me reste à signaler dans certains échantillons la production de la cordiérite par corrosion des plagioclases ; ceux-ci sont comme

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

rongés et la cordiérite se développe au milieu d'eux en cristaux souvent très nets (Pl. XXVII, fig. 2); la connaissance d'une cordiérite calcique et non magnésienne, décrite par M. Bücking dans les enclaves des andésites des Célèbes (1), rend moins difficile à comprendre cette transformation de feldspaths en cordiérite, que j'ai constatée aussi dans les enclaves de Saint-Vincent. La densité de ces andésites cordiéritisées est en moyenne de 2,65.

Il est possible de montrer que ces transformations se sont effectuées à l'intérieur du dôme, mais ne se sont pas produites postérieurement à l'englobement des enclaves dans l'andésite qui les renferme actuellement; en effet, le contact avec celle-ci est absolument net; la roche enveloppante n'a subi aucune modification; les enclaves ne présentent aucune disposition régulière en relation avec leur forme, comme cela aurait eu lieu si la transformation s'était produite sur place. J'ai recueilli des brèches de friction, constituées par ces mêmes roches; la production de la cordiérite est postérieure à celle de la brèche ; en effet, la cordiérite n'est pas brisée, elle est développée aussi bien dans les fragments que dans le ciment. Grâce aux recristallisations dont ces brèches ont été le siège, on ne distingue souvent plus nettement au microscope leur structure clastique, qui n'est visible qu'à l'œil nu.

Altérations plus profondes. — Il me reste maintenant à décrire quelques échantillons fort singuliers qui, au mois d'octobre, étaient assez nombreux sur l'emplacement du lac des Palmistes, où ils avaient été projetés lors de l'éruption du 30 août. Ce sont des masses grises ou un peu violacées, âpres au toucher, fissurées dans tous les sens, au milieu desquelles se voient parfois des parties intactes semblables aux roches quartzifères de l'éruption actuelle; ces échantillons sont traversés par des veines (ayant jusqu'à 8 centimètres de diamètre, mais pouvant ne mesurer que quelques millimètres) d'une substance blanche, opaque, quelquefois veinée de noir ou de vert sombre qui offre la plus grande analogie d'aspect extérieur avec l'opale résinite. Ces veines siliceuses, très compactes au centre, sont poreuses sur leurs bords et passent insensiblement à la roche qui les renferme.

L'examen microscopique fait voir que la partie fissurée n'est autre

(1) *Bericht Senkenberg. Naturforsch.* Frankfurt a. M., 1900.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

chose que l'andésite cordiéritisée dans un état d'altération plus ou moins avancé. Quant à la pseudo-opale, on y reconnaît, en lumière naturelle, des silhouettes d'anciens phénocristaux de feldspaths et de métasilicates; quelquefois on distingue la trace d'une structure bréchiforme originelle, mais d'une façon plus générale tous les minéraux anciens ont disparu et ont été remplacés par de la cordiérite et du quartz dont les proportions mutuelles sont des plus variables. La cordiérite s'isole souvent en traînées, en nodules et elle prend des formes remarquablement nettes (Pl. XXVI, fig. 3), là où il existe un peu d'une matière ferrugineuse brunâtre (hématite ou substance amorphe trouble), qui souligne ses formes; elle est souvent plus allongée suivant l'axe vertical que dans les roches moins transformées. Quant au quartz, ses dimensions et ses formes sont très variables; le plus généralement, il constitue de petites plages irrégulières, rappelant celles du quartz des silex. Les moules des anciens phénocristaux ne sont pas toujours transformés en cordiérite; dans quelques échantillons, ils sont constitués par des sphérolites troubles d'un minéral à allongement positif, qu'il m'a été impossible d'isoler et que je n'ai pu déterminer avec précision; il fait penser à la *fibrolite*, malgré l'étrangeté du gisement, cette hypothèse n'est pas invraisemblable, étant donnée la richesse en alumine que décèlent les analyses données plus loin. Ainsi que l'on devait s'y attendre, la densité de ces roches est très variable et, suivant leur degré d'altération, oscille entre 2,65 (andésite cordiéritisée) et un minimum de 2,46 (pseudo-opale) indiquant l'abondance de matière amorphe.

Composition chimique et origine des enclaves homologues. — Quel est maintenant le mécanisme de la formation de cette cordiérite? Il ne peut être discuté qu'en prenant pour base les transformations chimiques subies par ces roches. Les analyses suivantes, faites par M. Pisani, représentent la composition chimique des principaux types qu'il est intéressant de comparer à celle de l'andésite de l'éruption actuelle; j'y ai joint les proportions moléculaires et la composition minéralogique virtuelle correspondante.

a. Micronorite.

b. Micronorite à cordiérite.

c. Andésite (type IV) cordiéritisée.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

d. Andésite poreuse cordiéritisée (plagioclases disparus) traversée par *f*.

e. Veine quartzeuse et cordiéritique dans *e*.

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.	*a'*.	*b'*.	*c'*.	*d'*.	*e'*.
SiO^2....	64,95	64,25	62,51	67,20	69,60	1,082	1,071	1,042	1,120	1,160
TiO^2....	0,33	0,32	0,38	0,68	0,56	0,007	0,007	0,009	0,016	0,014
Al^2O^3...	18,60	19,30	20,60	20,20	23,20	0,182	0,189	0,202	0,198	0,227
Fe^2O^3...	2,00	1,70	2,42	2,95	0,59	0,013	0,011	0,015	0,018	0,004
FeO....	3,96	3,64	4,55	4,32	1,30	0,055	0,050	0,063	0,060	0,018
MgO....	2,52	2,06	2,32	2,18	0,42	0,065	0,051	0,058	0,050	0,001
CaO. ..	4,67	4,20	4,55	tr.	0,18	0,084	0,075	0,080	»	0,004
Na^2O...	2,81	2,71	2,06	0,23	0,28	0,045	0,044	0,034	0,003	0,004
K^2O....	0,94	1,42	0,82	2,21	3,32	0,010	0,015	0,009	0,023	0,035
P^2O^5....	»	0,12	0,16	0,13	0,06	»	0,001	0,001	0,001	0,001
Perte au feu.	0,12	0,37	»	»	0,32					
	100,90	100,09	100,27	100,00	99,88					

		a.	*b*.	*c*.	*d*.
Quartz.....		29,04	29,40	31,98	53,04
Feldspaths.	Orthose...	5,56	8,34	5,00	19,79
	Albite	23,58	23,06	17,82	1,57
	Anorthite.	23,35	20,02	21,41	»
		52,49 — 85,92	51,42 — 86,74	44,23 — 84,57	14,36 — 84,94
Al^2O^3...		4,39	5,92	8,36	17,54
Pyroxènes.	SiO^3Mg . .	6,50	5,10	5,80	5,40
	SiO^3Fe....	4,62	4,22	5,15	3,43
		11,12	9,32	10,95	8,83
Minerais...	Magnétite.	3,02	2,53	3,48	4,18
	Ilménite. .	1,06	1,06	1,39	2,43
		4,08 — 15,20	3,61 — 13,27	4,87 — 16,16	6,61 — 15,78
Apatite...		»	0,34	0,34	0,34
H^2O. .		0,12	0,37	»	»

e.

Quartz...		55,92		
Feldspaths.	Orthose...	19,46		
	Albite	2,10	21,84	96,83
	Anorthite.	0,28		
Al^2O^3..		19,07		
Pyroxènes.	SiO^3Mg ...	0,10		
	SiO^3Fe....			
Minerais...	Magnétite.	0,93	3,06	3,50
	Ilménite. .	2,13		
Apatite.....		0,34		
H^2O.....		0,32		

La caractéristique chimique de ces roches à cordiérite, comparées à l'andésite actuelle, réside essentiellement dans l'accroissement de l'alumine non feldspathisable, dû beaucoup moins à une augmentation de la teneur en alumine qu'à la disparition progressive de la chaux, puis de la soude ; enfin la teneur en silice et en potasse s'accroît progressivement. On voit que le pourcentage des éléments blancs, sauf dans *e*, varie peu, mais que leur nature subit des modifications de plus en plus grandes, dues à la disparition progressive des plagioclases et à la libération consécutive de silice et d'alumine (1).

(1) J'ai calculé l'alumine sous forme de corindon dans ces compositions virtuelles, afin de permettre la comparaison avec celles données page 258 pour la composition minéralogique de l'andésite actuelle ; c'est cette alumine qui, combinée molécule à molécule avec FeO + MgO, constitue la cordiérite : l'abondance de l'hématite prouve qu'une partie du FeO comptée ici comme magnétite est combinée à la silice ; sous cette réserve, il y a coïncidence entre la composition calculée et la composition réelle.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

La proportion de magnésie varie peu, mais tombe brusquement lorsque disparaît l'hypersthène.

Quelques-unes de ces modifications sont remarquablement analogues à celles que j'ai signalées plus haut dans l'étude de l'action des fumerolles sulfhydriques, et c'est là sans doute une indication de l'origine des transformations que nous étudions ici ; il faut signaler cependant une différence : les andésites corrodées par les fumerolles perdent de l'alumine ; peut-être cette différence doit-elle être attribuée aux conditions dans lesquelles s'est effectuée l'attaque des roches constituant nos enclaves ; le sulfate d'alumine, très soluble, disparaît rapidement dans les roches altérées à la surface du sol constamment délavé par les pluies ; dans le cas d'une attaque en profondeur, il est possible que ce sel reste temporairement fixé dans la roche sous une forme insoluble, telle que l'alunite par exemple. Le départ de la chaux est bien lié à la destruction des plagioclases ; on voit en effet que cet élément a disparu dans les analyses *e* et *f*, faites sur des roches ne renfermant plus de feldspaths. Le grand excès de potasse de ces deux analyses est dû en partie à la concentration de cet alcali, presque exclusivement contenu dans le verre ; il semble cependant nécessaire d'admettre en outre un apport.

Dans l'hypothèse d'une attaque par des fumerolles profondes, on ne peut manquer d'être frappé de ce fait que, tandis que dans les roches corrodées à l'air libre la totalité des plagioclases a toujours disparu avant que l'hypersthène ait été altéré, dans ces enclaves, au contraire, l'hypersthène ancien n'existe plus, alors que les plagioclases sont encore intacts. Peut-être cette anomalie peut-elle être expliquée par une observation que j'ai relatée page 531 : dans les andésites chauffées naturellement ou artificiellement en milieu oxydant, tous les minéraux ferromagnésiens peuvent être détruits, sans que le reste de la roche ait eu à souffrir ; ces minéraux sont alors transformés en une masse noire, opaque, riche en magnétite et en produits colloïdes. On peut donc supposer que dans l'intervalle de deux paroxysmes les parois des fissures profondes du dôme, à haute température, ont été soumises à de semblables actions oxydantes, qui ont d'abord modifié les éléments ferrugineux ; les produits de cette première décomposition ont pu, grâce à leur structure amorphe, être ensuite attaqués par des fumerolles plus vite que les minéraux cristallisés même les plus sensibles à l'action

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de celles-ci. L'influence de ces fumerolles est rendue vraisemblable par l'abondance de l'hématite et de la pyrite dans ces enclaves, alors que ces minéraux manquent dans les roches normales.

La cordiérite et les autres minéraux néogènes ont dû se produire à haute température, dans les conditions qui président à la cristallisation du quartz qui les accompagne ; je ne pense pas en effet qu'elle soit due à une fusion purement ignée, résultant d'un nouvel afflux de magma fondu, par un mécanisme comparable à celui qui donne naissance à ce minéral dans les schistes fondus par les incendies des houillères [**228**] ou englobés par des roches volcaniques [**230**]. J'ai recuit en effet dans des conditions variées le verre résultant de la fusion de la roche attaquée par des fumerolles et dont l'analyse a été donnée page 534 : je n'ai obtenu que des microlites filiformes d'hypersthène et des cristallites incolores à symétrie cubique, peut-être constitués par de la cristobalite.

Quel que soit le mécanisme précis de la formation de ces roches à cordiérite, je crois avoir établi d'une façon indiscutable qu'elles ont été produites par voie secondaire aux dépens de la lave actuelle consolidée à l'intérieur même du dôme. On verra plus loin que j'ai trouvé à Saint-Vincent des roches analogues; il me semble bien vraisemblable qu'il faut interpréter de la même façon certaines de ces bombes, renfermant à la fois de la cordiérite et du quartz, qui sont rejetées par quelques volcans andésitiques du Japon et en particulier par l'Asama Yama.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE II

LES ROCHES VOLCANIQUES DE LA MARTINIQUE ANTÉRIEURES A L'ÉRUPTION ACTUELLE.

Les travaux concernant les roches anciennes de la Martinique sont peu nombreux, en 1814. Moreau de Jonnès a présenté sur ce sujet, à l'Académie des Sciences, un mémoire développé plus tard dans son *Histoire des Antilles françaises* [**12**]; il est intéressant de le relire, au point de vue de l'histoire de la pétrographie, car il montre l'importance du chemin parcouru depuis lors et l'impuissance des méthodes de détermination des roches, basées sur les seuls caractères minéralogiques macroscopiques. Dans une série où les facies extérieurs sont si variés pour une même composition minéralogique, alors que des roches minéralogiquement différentes présentent si souvent des caractères macroscopiques presque identiques, il n'est pas étonnant de voir la multiplicité des types établis par Moreau de Jonnès, utilisant la nomenclature de Bonnard (vakites, cornéennes, trappites, basanites, diorites, dolérites, trachytes, amphibolites, eurites, mélaphyres, porphyres, argilophyres, ponces, obsidiennes, rétinites, stigmites) qui souvent réunit des roches différentes et éloigne des types identiques. Néanmoins, cet essai est remarquable pour l'époque à laquelle il a été écrit, et démontre une connaissance très approfondie de la Martinique et de sa nature volcanique.

C'est en 1884 seulement qu'apparaît un nouveau mémoire sur la question, basé, celui-là, sur les méthodes nouvelles; il constitue la thèse inaugurale de M. J. Siemiradzky [**17**]. Ce savant a bien distingué les trois grands groupes minéralogiques de l'île, mais il donne une interprétation inexacte de deux d'entre eux; il caractérise en effet la constitution pétrographique de la Martinique par l'*absence d'andésites acides* et l'abondance des roches basiques et acides à anorthite; ses trois groupes sont ceux des *basaltes*, des *trachytes* et des *liparites*; il décrit les deux derniers comme riches en sanidine, les trachytes comme caractérisés par la présence de l'acmite, de l'arfved-

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sonite, parfois de l'épidote, minéraux qui, comme nous le verrons plus loin, n'y existent pas; il insiste sur une caractéristique chimique que présenteraient toutes ces roches, l'absence de la magnésie, alors qu'au contraire celle-ci est remarquablement abondante dans tous les types ; l'examen des analyses publiées montre que cette méprise tient à une erreur analytique systématique, la magnésie ayant été dosée comme alumine.

En 1890, j'ai donné une description sommaire [**197**] des roches recueillies jadis aux Antilles par Ch. Sainte-Claire Deville et j'ai montré qu'au point de vue pétrographique la Martinique est essentiellement caractérisée par l'*abondance des andésites et des labradorites à hypersthène*; en juin 1902, avant de partir pour ma mission, j'ai précisé les détails de cette première étude et donné quelques analyses chimiques [**98** et **99**]. Enfin, le mois suivant, M. Diller a publié [**191**] une description sommaire de plusieurs de ces mêmes roches rapportées par M. Heilprin.

Dans les pages qui suivent, je ne donnerai qu'une brève description minéralogique et chimique des roches que j'ai recueillies dans les diverses parties de l'île, sans insister sur leur rôle géologique (voir p. 22) (1); je crois avoir vu en place tous les types importants qui s'y rencontrent. En outre de mes documents personnels, j'ai eu à ma disposition, pour le Nord et le Centre de l'île, la collection de Ch. Sainte-Claire Deville et celle recueillie en 1851 par Leprieur. M. Giraud et M. Sapper, professeur à l'Université de Tübingen, m'ont communiqué quelques échantillons collectionnés par eux dans le Sud et le Sud-Ouest de l'île; M. Etchegarray et le sergent Lacombe m'en ont recueilli d'autres dans deux localités de la même région. Je tiens à les en remercier, ainsi que M. Bergeat, professeur à l'Université de Clausthal, qui, ayant commencé l'étude des roches recueillies aux Antilles par M. Sapper, a bien voulu cependant m'envoyer en communication les plaques minces qu'il en a fait faire.

Les roches volcaniques de la Martinique constituent une remarquable série pétrographique ; je les considérerai tout d'abord au point de vue minéralogique, pour discuter ensuite leurs caractères chimiques et la place qu'occupe parmi elles l'andésite de l'éruption actuelle.

(1) Je ne m'occuperai pas des tufs et des brèches qui accompagnent ces diverses roches volcaniques et jouent un rôle considérable dans la constitution géologique de l'île, leur étude minéralogique ne pouvant guère être séparée de leur étude stratigraphique que doit traiter M. Giraud.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Au point de vue minéralogique, il y a lieu de distinguer une série *dacito-andésitique*, caractérisée par l'abondance de l'hypersthène et par l'absence de l'augite sous forme microlitique, et une série *basaltique*, dépourvue d'hypersthène, mais riche en microlites d'augite. L'existence ou l'absence de *quartz*, sous forme de phénocristaux, permet en outre de diviser chacune de ces séries en deux groupes, qui sont, dans la première, celui des *dacites* et celui des *andésilabradorites*, dans la seconde, le groupe des *basaltes quartzifères* et celui des *labradorites* et *basaltes* normaux.

A la Martinique, de même que dans toutes les Antilles, les phénomènes d'altération des roches volcaniques anciennes, dus au climat tropical, sont très intenses et constituent un grand obstacle à l'étude géologique; ils paraissent donner naissance à des argiles plutôt qu'à de véritables latérites; je n'ai pas cependant étudié la question à ce point de vue.

Je signalerai un mode d'altération spécial, identique à celui qui a été signalé par M. H. Teall (1) à la surface des trachytes de l'îlot Clipperton dans le Pacifique; je l'ai observé à l'îlot de la Perle, dont les conglomérats andésitiques sont recouverts par une épaisse couche brune à structure concrétionnée, d'un phosphate d'alumine très analogue à la *redondite* de l'île Redonda (2) et à celui qui est exploité (à la surface des gneiss) à l'îlot du Connétable sur la côte de la Guyane. Dans tous ces gisements, ce minéral est le résultat de l'attaque de roches silicatées par les phosphates solubles [phosphate d'ammoniaque (Armand Gautier)]du guano laissé par les innombrables oiseaux auxquels ces îlots, dépourvus de végétation, servent de refuge. De même qu'à Clipperton, la redondite de la Perle imprègne peu à peu les roches volcaniques dont elle épigénise progressivement tous les minéraux (3). Le temps m'a manqué pour faire l'étude de ce gisement au point de vue de son utilisation possible : il est assez vraisemblable que le même minéral doit se trouver sur l'îlot du Diamant, sur le Pain de Sucre et les autres rochers dénudés des côtes de l'île que je n'ai pu explorer.

(1) *Quarterly J. geol. Soc. London*, LIV, 1898, 230-232.

(2) *Amer. J. of Sc.*, XLVII, 1869, 428.

(3) Une analyse faite par M. Arsandaux donne pour le phosphate de la Perle : P^2O^5 41,2, H^2O 24,5, $Al^2O^3 + Fe^2O^3$ [34,2], traces de CaO et d'alcalis; densité = 2,2.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ I. — Série dacito-andésitique.

1° *Dacites.*

Les dacites ont une grande importance géologique à la Martinique ; elles constituent en effet entièrement les pitons du Carbet ; la route de la Trace, sur plus de $7^{km},5$, ne quitte pas cette roche ; malheureusement, l'état des affleurements est tel, qu'il n'est guère possible de trouver des échantillons frais ailleurs que dans le lit des torrents ou sur les parois trop raides pour que la végétation ait pu s'y établir et qui, par suite, sont d'un accès difficile. Il est assez vraisembable que ces pitons sont des dômes démantelés, formés à la façon de celui de l'éruption actuelle ; nous allons en effet y retrouver les divers types de structure caractéristiques de l'andésite de celui-ci. L'îlot du Gros Ilet, dans la baie de Fort-de-France, celui du Diamant au Sud-Ouest de l'île, sont formés par la même roche qui existe aussi en blocs dans le conglomérat de Sainte-Luce, dans celui de la Perle et enfin dans le substratum de la Montagne Pelée, car j'en ai recueilli des blocs dans la Rivière Claire.

Toutes ces dacites possèdent la caractéristique commune d'être riches en phénocristaux de quartz ; ceux-ci peuvent atteindre 1 centimètre de diamètre, ils sont incolores, améthystes ou enfumés, souvent limpides, parfois d'un blanc opalescent. Ils sont presque toujours accompagnés de cristaux de hornblende, pouvant atteindre 2 centimètres de longueur et caractérisés par la prédominance dans la zone verticale des faces h^1 (100) et g^1 (010) ; ils sont très fréquemment altérés et leurs clivages sont alors imprégnés de limonite. Des lames de biotite, dont le diamètre dépasse parfois 1 centimètre, sont fréquentes aussi : au Gros Ilet, ce minéral existe même seul à l'exclusion de la hornblende et, inversement, quelques types du massif du Carbet paraissent ne pas contenir de mica. Le seul minéral exceptionnel que j'aie à signaler consiste dans le *grenat almandin*, d'un rouge foncé : ses grains, sans formes géométriques, atteignent $1^{cm},5$ de diamètre.

L'examen microscopique montre, en outre des minéraux qui viennent d'être énumérés, l'hypersthène, l'augite, la magnétite, l'apatite et enfin l'olivine ; la présence de ce dernier minéral dans une dacite riche en quartz

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

est à signaler et à rapprocher de l'observation similaire faite par M. Belowsky sur les dacites à amphibole et pyroxène du Derumbo dans la Cordillère occidentale de l'Équateur (1).

Au point de vue de la structure, il y a lieu de distinguer parmi ces dacites trois types, qui correspondent respectivement aux types I, III et IV de l'andésite actuelle de la Montagne Pelée. Le type I est vitreux ; le verre est incolore, parfois continu (Balata, rive gauche du ruisseau du Carbet, environs de Fonds Saint-Denis), quelquefois étiré (Sainte-Luce). Les roches de ce type ressemblent à quelques-unes des andésites à hornblende décrites plus loin. Le type III est microlitique ; ses microlites appartiennent en moyenne à l'andésine, mais peuvent monter jusqu'au labrador. Il se rencontre entre Balata et Colson et peut être particulièrement étudié au passage de l'Alma. Enfin, le type IV, qui paraît le plus abondant dans le massif du Carbet et qui constitue exclusivement les îlots du Diamant et du Gros Ilet, a une pâte quartzifère ; elle est quelquefois microgrenue ; le quartz y a les mêmes formes que dans l'andésite actuelle ; ses grains ou ses cristaux y sont plus ou moins gros suivant les échantillons et les localités.

Quelques mots maintenant sur les principaux minéraux de ces dacites. Les plagioclases sont extrêmement zonés et ne diffèrent pas de ceux de l'andésite actuelle. La hornblende est brune, quelquefois d'un brun rougeâtre et très biréf ingente par rubéfaction ; dans la dacite de l'îlot du Diamant, elle présente des phénomènes de résorption ferrugineuse extrêmement intenses. Dans quelques échantillons du Carbet, elle offre en outre cette transformation en augite et plagioclases basiques étudiée page 508. Le mica est une biotite, parfois uniaxe, mais avec des parties biaxes (2E= 40) avec plan parallèle à g^1 ; l'uniaxie est due à des groupements de lamelles suivant la loi habituelle. J'ai trouvé dans une dacite de l'Alma un grand cristal de biotite entièrement transformé en un agrégat ophitique de bytownite et d'hypersthène, au milieu duquel sont disposées des traînées de biotite et de magnétite orientées parallèlement à la trace du mica disparu. Lorsqu'on examine à l'œil nu les lames de biotite de ces dacites, on remarque sur leur périphérie une zone claire, un peu fibreuse, constituée par un mélange de plagioclases (souvent altérés en opale ou en

(1) *Die Gesteine des Equatorian West-Cordillere von Tulcan bis zu den Escaleras Bergen.* Berlin, 1892, 49.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tridymite) et d'un hypersthène, plus foncé que celui de la roche normale. Les types II et III de la dacite du Carbet sont gris ou d'un gris bleu, devenant rouges ou jaunes par altération, quelques variétés (au-dessous des Deux-Choux) sont d'un vert presque noir, grâce à la présence d'une grande quantité de paillettes verdies de biotite ; le même minéral intact abonde dans la pâte de la dacite du Gros Ilet. Le grenat de la dacite de cette dernière localité englobe des cristaux de labrador et il est cerclé par une zone du même minéral, offrant les caractères de celui qui entoure la cordiérite des andésilabradorites du Diamant.

Enfin, il me reste à m'occuper du quartz ; ce minéral renferme des inclusions vitreuses ; ses faces sont parfois planes à leur contact avec la pâte, mais il est le plus souvent corrodé et entouré par une couronne d'augite et de verre; la cassure de la roche montre fréquemment de petits nodules pyroxéniques occupant entièrement la place de cristaux de quartz disparus.

La densité de ces dacites ne diffère pas de celle des andésites ; suivant qu'elles sont vitreuses ou appartiennent au type quartzifère, cette densité oscille entre 2,58 et 2,68.

Brèches. — Les dacites sont accompagnées de brèches d'origine dynamique, tout à fait comparables à celles de l'éruption actuelle. On peut les voir en place sur la falaise qui domine la rive gauche du Carbet, vis-à-vis le point où la route de la Trace quitte cette rivière pour se diriger vers Fonds Saint-Denis. Cette brèche renferme parfois des fragments de dacites de structure différente. Enfin, dans le lit même de cette rivière, j'ai recueilli des échantillons compacts, verts ou noirs, qui ne sont autre chose que des dacites profondément écrasées ; il n'y existe plus aucun cristal intact et cependant la fraîcheur des débris est restée complète.

Enclaves. — Au gué de l'Alma, la dacite à pâte microlitique, renfermant de l'olivine, contient des enclaves homœogènes plésiomorphes, atteignant la grosseur de la tête ; elles sont à grands éléments, miarolitiques et riches en métasilicates. Le quartz bipyramidé y abonde, toujours entouré par une fine bordure de pyroxène vert foncé. La structure microscopique est porphyrique : des phénocristaux de bytownite-anorthite cerclés de labrador sont associés plus ou moins ophitiquement à de la hornblende et de l'augite. Des cristaux plus petits de labrador, généralement allongés, sont enche-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

vêtrés les uns dans les autres, puis associés à de la hornblende de plus petite taille. Ces feldspaths sont parfois accompagnés d'une troisième génération de plagioclases acides (andésine), en microlites filiformes. Le quartz présente des phénomènes de fusion très curieux sur ses bords; ceux-ci sont criblés de longues inclusions vitreuses, sinueuses, avec bulle, et quelquefois d'inclusions ferrugineuses aciculaires ; leurs contours sont souvent rectilignes et il semble, dans ce cas, qu'il y ait eu un commencement de recristallisation du quartz. Le plus souvent ce dernier est séparé de sa couronne d'augite par de grandes plages de tridymite, qui abonde d'ailleurs dans toutes les cavités de l'enclave. Enfin, la hornblende présente des phénomènes de résorption ferrugineuse plus intenses que dans la roche englobante. Au point de vue de la théorie, il est important de remarquer que, de même que la dacite englobante, ces enclaves basiques renferment, associés, du quartz et de l'olivine.

2° *Andésites et andésilabradorites.*

Andésites à hornblende et hypersthène. — Ces roches se trouvent surtout sous forme de blocs dans les conglomérats et les brèches andésitiques, mais elles constituent aussi des coulées et des filons dans la partie Nord-Ouest de la Montagne Pelée (Collection Ch. Sainte-Claire Deville), inaccessible pendant mon séjour à la Martinique, ainsi qu'aux environs des Anses d'Arlet (pointe Burgos) et au morne Diamant.

La caractéristique de ces andésites réside dans la présence de phénocristaux de hornblende, dont la longueur peut dépasser 1 centimètre ; elles sont le plus souvent poreuses, âpres au toucher, présentant un facies trachytique. J'y distingue trois types, parallèles de ceux qui ont été considérés dans les dacites et qui correspondent respectivement aux types I et III de l'andésite actuelle. L'examen microscopique montre, en outre de la hornblende et des plagioclases visibles à l'œil nu, de l'hypersthène, de la titanomagnétite et de l'ilménite. Le type I abonde dans les brèches ignées et les conglomérats de la côte Ouest, surtout au voisinage de l'Anse Thurin ; il constitue une roche blanche, se taillant facilement, qui était employée pour la construction à Saint-Pierre (pierres d'angle). La hornblende est verte et n'est pas résorbée. Le verre est incolore, très fluidal; les microlites d'andésine et les cristallites d'hypersthène y

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

sont peu abondants. Des échantillons provenant de l'anse Bourlet sont riches, en outre, en lamelles de tridymite et en éponges de quartz globulaire.

J'ai recueilli le type III, microlitique, dans les conglomérats de l'habitation Potiche, entre Macouba et Grand-Rivière; il se rencontre en place au morne Citron et à la ravine aux Écrevisses (Grand-Rivière), enfin dans le Sud-Ouest de l'île, au morne Diamant et à la pointe Burgos (près les Anses d'Arlet). Dans ces deux dernières localités, les roches sont plus souvent roses ou rouges que blanches, l'hypersthène est rare et parfois absent, la hornblende (accidentellement accompagnée de biotite) est souvent rubéfiée; une variété rose de ces andésites renferme quelques microlites amphiboliques : il existe à la pointe Burgos des types plus riches en hornblende que les autres et dans lesquels apparaissent çà et là quelques phénocristaux de quartz, entourés d'une zone de résorption (passage aux dacites).

Le type IV, quartzifère, abonde sous forme de blocs dans les conglomérats entre Macouba et Grand-Rivière, à la ravine Michel (Est de Macouba), dans la vallée du Précheur; enfin, d'après la collection Ch. Sainte-Claire Deville, c'est lui qui forme le Piton Pierreux (falaises à délit prismatique).

Dans ces divers types d'andésite, la hornblende semble avoir toujours appartenu originellement au type vert, avec extinction d'environ 15° dans g^1, mais le plus souvent elle est rubéfiée et s'éteint sous de plus petits angles. Parfois, elle est intacte (Potiche, morne Citron, pointe Burgos, morne Diamant), mais le plus souvent elle présente des stades variés de résorption, soit en magnétite, soit en un mélange de pyroxènes, de plagioclases et d'augite. Dans quelques échantillons du Piton Pierreux, la totalité de la hornblende a disparu, mais ses formes restent distinctes. Dans la roche du Diamant, la biotite est entourée par une gaine de hornblende, séparée de la pâte par une zone riche en magnétite. Les plagioclases atteignent parfois (pointe Burgos) plus de 1 centimètre de dimension et peuvent être isolés de la roche : ils se rapportent dans ce cas à deux types, l'un caractérisé par les faces p et g^1, avec $a^{1/2}$, m et t; l'autre, avec les mêmes faces et en plus a^1, est aplati suivant g^1, allongé suivant l'axe vertical et maclé suivant la loi de Carlsbad. De même que dans les andésites à hypersthène, ces plagioclases zonés peuvent atteindre la bytownite et ne sont jamais plus acides que l'andésine.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Les phénocristaux de toutes ces roches ont une tendance à se réunir, pour former de petites ségrégations, dans lesquelles les métasilicates cristallitiques sont englobés par les plagioclases.

Les types microlitiques possèdent la structure pilotaxitique ou hyalopilitique; les microlites filiformes sont formés par de l'andésine, accompagnée de cristallites d'hypersthène et généralement de beaucoup de tridymite. Dans les types quartzifères, le quartz offre la même structure et les mêmes particularités que dans la lave actuelle et, comme dans celle-ci, il est souvent accompagné d'une grande quantité de tridymite. Les roches du Piton Pierreux et de la rivière du Céron renferment, en outre, du quartz nettement secondaire, formant généralement des grains irréguliers, qui se sont peut-être développés aux dépens de tridymite. C'est à l'abondance de cette tridymite et de ce quartz secondaire, obturant tous les pores de la roche, que le quatrième type doit sa structure compacte, qui permet de le distinguer à l'œil nu des deux autres qui sont plus ou moins poreux.

Ces andésites renferment en abondance (Piton Pierreux, vallée du Céron, pointe Burgos) des enclaves homœogènes plésiomorphes riches en hornblende, avec, parfois, de grands cristaux porphyriques de ce minéral. A la pointe Burgos, il existe quelques cristaux de quartz bipyramidé en voie de résorption, qui donnent à ces enclaves une grande analogie avec celles des dacites; il est important de noter que le quartz sous la même forme existe parfois dans la roche englobante.

Andésites à hypersthène, andésilabradorites et labradorites à hypersthène et augite. — Les roches volcaniques que je désigne sous ces noms sont celles qui prédominent à la Martinique. Elles constituent à peu près exclusivement le massif de la Montagne Pelée, une portion importante de celui du Carbet, la plus grande partie de la pointe Sud-Ouest de l'île; on peut y distinguer deux groupes dont les extrêmes sont bien définis, mais entre lesquels il existe des passages si nombreux, qu'il n'est pas toujours facile d'établir entre eux une distinction minéralogique nette, que ne légitimeraient pas, d'ailleurs, leurs petites différences de composition chimique. Ces roches se trouvent en coulées, en dykes et surtout sous forme de conglomérats et de brèches. On peut y reconnaître des types correspondant à ceux qui ont été établis dans les roches de l'éruption actuelle; comme celles-ci, toutes sont d'ordinaire riches

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

en phénocristaux souvent plus petits que dans les types précédents.

Les formes vitreuses sont constituées soit par une andésite obsidiennique généralement noire, soit par des ponces que l'on rencontre particulièrement dans le groupe le plus acide ; ces ponces sont blanches, jaunies par altération, plus rarement noires. Les variétés microlitiques offrent deux aspects extérieurs très différents : la première est poreuse, âpre au toucher, blanche, grise ou rougeâtre ; la seconde a au contraire une pâte compacte, ordinairement de couleur foncée, noire (ou rougeâtre par altération), devenant blanche seulement quand la roche est silicifiée.

La densité maximum permet de séparer assez bien les termes de cette série, à cristallinité égale bien entendu ; d'après les déterminations faites par M. Arsandaux, celle des andésites oscille entre 2,56 (type vitreux) et 2,70 avec 2,67 comme moyenne du type microlitique le plus fréquent ; celle des andésilabradorites et des labradorites est de 2,73 à 2,78.

Les minéraux qui constituent ces roches étant les mêmes que ceux étudiés dans les andésites de l'éruption actuelle, je n'y reviendrai pas ici, me contentant de donner quelques détails sur les plagioclases, toujours zonés et parfois assez variables d'une localité à une autre.

Andésites à hypersthène. — Le groupe le plus acide est représenté par une andésite, dans laquelle le seul métasilicate est d'ordinaire l'hypersthène ; l'augite, quand elle existe, est très clairsemée ; l'olivine est plus fréquente (morne de Macouba, morne La Croix). Dans les plagioclases zonés, la partie dominante est un labrador de 52 à 58 0/0 d'anorthite, les bandes les plus basiques atteignent parfois une teneur de 87 à 95 0/0 d'anorthite (morne La Croix, Pointe des Nègres, rivière Mahaud), mais plus souvent oscillent entre 64 0/0 (morne de Macouba) et 85 0/0 ; enfin, parfois il existe une bordure extérieure descendant à 40 0/0 d'anorthite (morne La Croix).

Le type vitreux, obsidiennique, dont le verre est parfois brunâtre en lames minces, se rencontre assez abondamment dans les brèches de Macouba, de la rivière du Précheur (1). Les *ponces* sont identiques à celles de l'éruption actuelle ; ce sont elles qui forment ces vastes accumulations, recouvrant la surface du sol ancien de la Montagne Pelée et qui sont

(1) Un échantillon que j'ai recueilli dans la rivière du Précheur est riche en gros sphérolites feldspathiques troubles, à allongement positif, qui se trouvent uniquement autour des phénocristaux.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

mélangées par les phénomènes d'érosion aux produits de l'éruption actuelle ; les produits secondaires (calcite, hématite) y sont parfois assez abondants, mais non constants.

Dans les types microlitiques, la texture poreuse ou compacte n'est pas liée d'une façon nécessaire à une structure microscopique spéciale, bien que, cependant, les types poreux soient assez souvent très riches en verre (d'ordinaire incolore) et par suite pauvres en microlites, ils établissent le passage aux véritables ponces : c'est particulièrement le cas pour les blocs si nombreux qui se trouvent dans les tufs ou conglomérats de la Montagne Pelée et de la côte Ouest, entre Saint-Pierre et Fort-de-France, ainsi que dans les brèches ignées de la même région (en particulier à la pointe Bourlet, au Coffre à Mort et dans les falaises de la mi-vallée de la Rivière Blanche). Le dyke du morne La Croix, celui (ou coulée?) du morne de Macouba, etc., sont formés par une andésite qui a la même texture que les précédentes, mais est plus riche en microlites ; elle est grise ou rubéfiée, âpre au toucher ; des andésites identiques se trouvent dans les brèches du Coffre à Mort et dans celles des falaises de la Rivière Blanche.

Les types à pâte compacte, noire ou rougeâtre, possèdent, suivant l'état de leur cristallinité, une structure pilotaxitique ou hyalopilitique (coulées ou dykes du Parnasse, de la rive droite de la rivière Mahaud jusqu'au voisinage du Jardin Botanique, du morne d'Orange à Saint-Pierre, du Fonds Lahaye, des bains d'Absalon dans le massif du Carbet ; nombreux blocs des conglomérats et de la brèche andésitique). Ils sont caractérisés par des microlites filiformes à extinctions longitudinales, ou ne dépassant pas 15°, disséminés dans un verre plus ou moins abondant.

Enfin, il me reste à signaler un dernier type d'andésite qui paraît devoir être comparé au type IV de l'andésite actuelle, c'est-à-dire à celui dont la pâte est quartzifère et plus ou moins microgrenue ; je l'ai observé dans des échantillons du morne Bigot que je dois à l'obligeance de M. Giraud et du lieutenant Primet. La roche est blanche et ressemble extérieurement à l'andésite quartzeuse à hornblende et hypersthène du piton Pierreux.

Tous ces divers types andésitiques sont très fréquemment silicifiés ; on voit alors dans leur pâte se développer des éponges poecilitiques de quartz globulaire, parfois si abondantes qu'elles se touchent toutes, masquant les microlites qu'elles enveloppent et donnant à la roche

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

une structure holocristalline grenue (morne d'Orange, bains d'Absalon, Anses d'Arlets, conglomérats de Fort-de-France, du Fonds Bourlet, etc.). Dans un gisement déterminé, la quartzification n'est pas générale (morne d'Orange en particulier); elle n'influe en rien sur la composition chimique de la roche et résulte d'un phénomène nettement secondaire, permettant l'individualisation de cette silice libre du verre que mettent en évidence les analyses données plus loin. Ce quartz a très nettement cristallisé plus tard que celui de la lave de l'éruption actuelle; il ne possède pas la même structure. Dans tous les cas, la silicification s'est produite sans que les autres minéraux de la roche aient été altérés, à l'exception parfois de la magnétite, transformée en hématite; la roche est alors rouge, mais le plus souvent la quartzification de ces andésites a pour résultat de leur donner une couleur plus claire qu'à l'état normal.

Enclaves homœogènes. — Ces andésites renferment des enclaves homœogènes plésiomorphes, à comparer à celles de l'éruption actuelle; j'ai trouvé le type à hypersthène et augite dans les dykes des mornes La Croix et de Macouba et celui à hornblende dans la vallée du Carbet (rive gauche en amont du morne du Marin). Un échantillon provenant des environs de Grand-Rivière est presque holocristallin.

Andésilabradorites et labradorites. — Les types les mieux caractérisés de ces roches se distinguent parfois extérieurement des précédents par une plus grande cristallinité, les phénocristaux y étant souvent plus abondants, mais c'est là une distinction bien fragile, sur laquelle je n'insiste pas. L'examen microscopique montre que la basicité des plagioclases est d'ordinaire un peu plus grande que dans les andésites : le feldspath dominant est tantôt une bytownite (50 à 55 0/0 d'anorthite) et tantôt de l'anorthite (1) : ils présentent fréquemment une bordure moins basique ne descendant pas au-dessous du labrador à 53 0/0 d'anorthite; ces feldspaths sont quelquefois très purs, ne renfermant que quelques inclusions vitreuses à bulles; mais, dans d'autres cas, ils sont véritablement imprégnés d'inclusions vitreuses irrégulières de coloration brunâtre. L'augite, qui n'était qu'accessoire dans les types précédents, devient constante et souvent

(1) Les produits de l'éruption d'août (Rivière Blanche) renferment des blocs d'une labradorite ancienne que je ne connais pas en place et qui possède des phénocristaux d'anorthite de plus d'un centimètre; au premier abord, ils rappellent les cristaux de quartz des dacites et des basaltes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

même assez abondante ; ses cristaux, souvent maclés suivant h^1 (100), se groupent fréquemment (par englobement) avec l'hypersthène suivant la loi habituelle. Les microlites feldspathiques ne sont plus filiformes, ils sont moins allongés que dans les andésites, parfois même trapus, à sections presque rectangulaires ; leurs extinctions varient de 15 à 30° ; il n'est pas rare d'en rencontrer deux générations, les plus fins étant les plus acides ; dans les roches de passage avec le type précédent apparaissent en outre des microlites à extinctions longitudinales. Enfin, il me faut signaler dans certains cas des grains ou des microlites d'augite qui, dans quelques coulées exceptionnelles (coulée de Chateaubriand sous l'Observatoire du morne des Cadets, blocs du conglomérat de la petite ravine au-dessous d'Assier), deviennent assez abondants pour que la roche puisse être qualifiée d'*andésilabradorite augitique* ; ils établissent le passage à la série basaltique. La plupart des échantillons que j'ai étudiés correspondent au type III, microlitique, des roches précédentes. J'ai rencontré beaucoup moins d'échantillons de types scoriacés ou vitreux que parmi les andésites franches ; ils sont de couleur foncée (conglomérat de l'usine Saint-Jacques, Grand-Rivière) ; je ne connais pas l'équivalent du type IV des andésites.

Ces roches sont extrêmement abondantes dans les conglomérats de tout le massif de la Montagne Pelée (îlot de la Perle, Rivière Lamare, rivière du Céron, la Démarche, Grand-Rivière, Macouba, Petite Ravine près d'Assier, Usine Saint-Jacques). On les trouve en place au morne Balisier (dyke), au morne Codio (à côté du morne des Cadets), entre celui-ci et la mairie de Fonds Saint-Denis, au morne du Marin (Morne-Vert de la carte), dans la vallée du Céron (à mi-hauteur du Piton Pierreux) et dans le Sud de la Martinique, aux Trois Ilets et dans les îlots situés devant ce bourg.

Les analyses données plus loin montrent que ces andésilabradorites contiennent, elles aussi, une quantité notable de silice libre ; aussi n'est-il pas étonnant d'y rencontrer parfois le même genre de silicification par production de quartz globulaire, que dans les andésites (morne Balisier, îlots devant Trois Ilets, conglomérat de Macouba, Fonds Saint-Denis, etc.).

Enclaves homœogènes. — Les enclaves des andésilabradorites et labradorites sont les mêmes que celles des andésites.

Andésilabradorites à cordiérite. — Cette roche forme le Morne du Diamant (dyke ?), à la pointe Sud-Ouest de l'île. Au point de vue chimique,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

elle est presque identique au type moyen de nos andésilabradorites, mais son aspect extérieur est fort différent. Elle se distingue au premier abord par des phénocristaux de feldspaths atteignant jusqu'à 1 centimètre de longueur : les uns sont d'un gris sale, opaques, les autres d'un blanc très vif et transparents ; çà et là, se trouvent des grains de *cordiérite*, d'un bleu foncé, dépassant parfois 5 millimètres de diamètre ; ils sont toujours entourés par le feldspath blanc. La roche est grise, parfois rosée ou rouge par rubéfaction ; son aspect est très cristallin : les minéraux qui viennent d'être indiqués sont accompagnés de phénocristaux de métasilicates et parfois de quartz. La pâte ne présente pas de différences importantes avec celle des andésilabradorites normales ; la plus grande partie des microlites (assez fins) est à rapporter à l'andésine, avec un peu de labrador ; les microlites et les cristallites d'augite sont peu nombreux.

Tout l'intérêt de cette roche se concentre donc dans les phénocristaux, parmi lesquels l'étude microscopique permet de reconnaître : plagioclases, quartz, hypersthène, augite, hornblende, biotite, olivine, cordiérite. Il existe deux générations de plagioclases ; ceux de la première correspondent par leurs dimensions aux phénocristaux habituels des autres roches, ceux de l'autre sont formés par les gros cristaux dont il vient d'être question. Ces derniers sont criblés d'une telle quantité d'inclusions irrégulières de verre brunâtre (Pl. 5, fig. XXVIII) que leur densité tombe parfois à 2,54, bien qu'ils appartiennent à la bytownite-anorthite, et qu'ils fassent gelée aux acides. Les extinctions des macles combinées de l'albite et de Carlsbad indiquent une teneur de 78 à 90 0/0 d'anorthite avec souvent une fine bordure de labrador (54 à 57 0/0 d'anorthite) ; j'ai pu obtenir des vérifications précises en isolant une macle de Carlsbad et en faisant tailler des plaques suivant divers plans de la zone de symétrie. Le second type de phénocristaux a sensiblement la même composition, mais la bordure de labrador est d'ordinaire plus large. Quelques belles faces g^1 (p, m, t, a^1) ont donné des extinctions de — 33° au centre et — 22° à la périphérie, ce qui confirme la détermination donnée plus haut.

Quant aux autres minéraux, ils paraissent s'être trouvés très rapidement au cours de la cristallisation de la roche dans un état d'équilibre instable ; ils sont en effet presque toujours corrodés. Les gros cristaux bipyramidés de quartz présentent les mêmes particularités que dans le basalte de la pointe Burgos qui va être étudié plus loin. L'hypersthène est presque toujours

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cerclé d'augite : dans un échantillon rubéfié, j'ai observé la modification décrite page 532. L'olivine est cerclée d'une couronne de magnétite (parfois filiforme), en dehors de laquelle se développe une zone irrégulière de grains ou de baguettes d'hypersthène, beaucoup plus large que dans les roches de l'éruption actuelle; parfois même l'olivine est entièrement transformée. La biotite se trouve presque toujours au centre de petits nodules de labrador hérissés de cristaux nets; il en est de même pour la hornblende d'un brun rouge qui ne possède que très rarement une bordure de résorption noire. Quant aux grains de *cordiérite*, ils sont entourés d'une façon constante par une couronne de labrador ou de bytownite, à formes distinctes du côté de la roche (Pl. XXVII, fig. 3) qui englobe une grande quantité d'aiguilles dendriformes d'hypersthène et de grains de spinelle brun (Pl. 7, fig. XXVIII); ces deux minéraux forment parfois une zone continue, appliquée sur la cordiérite centrale; celle-ci renferme en abondance des inclusions vitreuses à bulle. La densité de cette cordiérite est de 2,60; en lames épaisses, son pléochroïsme est intense et normal, mais il n'est pas visible dans les lames minces qui sont incolores (1).

Nous nous trouvons ici en présence d'un cas indiscutable de cordiérite d'origine magmatique très profonde; il se comprend, étant connue la composition chimique de la roche, qui renferme un excès d'alumine en même temps qu'une assez importante quantité de magnésie, mais les conditions dans lesquelles la cordiérite, instable dans le magma, peut cristalliser, doivent être assez étroites, car ces mêmes particularités chimiques se retrouvent dans d'autres roches de la série qui sont dépourvues de cordiérite. Quant à la transformation de ce minéral en un mélange de plagioclases d'hypersthène et de spinelle, elle peut s'expliquer par la fixation de quelques-uns des éléments du magma.

$$\underset{\text{Cordiérite.}}{Si^{10}O^{37}Al^{8}(Mg,Fe)^{4}H^{2}} + \underbrace{\left[MgO + 2CaO + 0.5\,Na^{2}O + 0.5\,Al^{2}O^{3}\right]}_{\text{Empruntés au magma.}} = 3\underbrace{\left[SiO^{3}(Mg,Fe)\right]}_{\text{Hypersthène.}} + 2\underbrace{\left[Al^{2}O^{4}(Mg,Fe)\right]}_{\text{Spinelle.}}$$
$$+ \left[\underbrace{2(Si^{2}O^{8}Al^{2}Ca)}_{\text{Anorthite.}} + \underbrace{Si^{3}O^{8}AlNa}_{\text{Albite.}}\right] + H^{2}O.$$

Enclaves homœogènes. — L'andésilabradorite du Diamant renferme une grande quantité d'enclaves homœogènes plésiomorphes, essentielle-

(1) M. Schrœder van den Kolk a décrit (*Samml. geolog. Reichs. Mus. Leiden*, 1896, 70) d'intéressantes dacites à cordiérite (débris d'enclaves énallogènes?) provenant d'Ambon (Moluques); dans un échantillon provenant de Wawani, que mon savant collègue a bien voulu m'envoyer, un cristal de cordiérite est entouré d'une gaine de plagioclase et d'hypersthène analogue à celle décrite ici.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ment constituées par des plagioclases basiques, de l'augite et de l'hypersthène et parfois de la hornblende. Leur structure est diabasique (avec résidu de verre brun) et parfois en outre porphyrique, les phénocristaux sont dans ce cas constitués par de la bytownite riche en inclusions vitreuses; quant aux plagioclases de petite taille, ils présentent fréquemment des formes cristallitiques en cassette. Ces enclaves plésiomorphes sont généralement plus basiques que la roche qui les englobe; aucune d'entre elles ne contient de cordiérite; leurs cavités sont riches en cristaux de tridymite.

§ II. — **Série basaltique.**

1° *Labradorites augitiques et basaltes.*

Basaltes et labradorites à plagioclases. — Les roches les plus anciennes de la Martinique sont *augitiques*; on distingue parmi elles deux types passant du reste fréquemment l'un à l'autre. Le premier est formé par une roche noire, compacte, présentant peu ou pas de phénocristaux de feldspaths; la seconde, au contraire, moins foncée, brun jaune ou brun verdâtre, est essentiellement caractérisée par l'abondance des phénocristaux de plagioclases, dont les plus grandes dimensions atteignent fréquemment 5 millimètres. De bons exemples du premier type peuvent être recueillis sur la route du Lamentin à Fort-de-France, au Morne-Vert-Pré, dans le massif du Vauclin (coulées), dans un filon mince qui, dans la vallée du Céron, s'observe sur les flancs du Piton Pierreux. Quant au second, il se trouve au Gros-Morne, au Morne-Vert-Pré et dans leurs environs, à la Trinité, à la rivière du Galion, à la Savane des Pétrifications (coulées), au gué de la Rivière Lézard sur la route de Fort-de-France (dyke).

Les types compacts ne présentent pas à proprement parler de phénocristaux de feldspaths, mais plutôt deux catégories différentes de microlites; les uns, petits, appartiennent au labrador à 63 ou 65 0/0 d'anorthite, les autres, plus grands, de 72 à 78 0/0; quand il existe de véritables phénocristaux, ils sont plus basiques encore. Dans les roches porphyriques, les microlites sont toujours formés par du labrador (66 0/0 d'anorthite), tandis que les phénocristaux, généralement très limpides et relativement peu zonés quand on les compare à ceux des andésites, sont constitués par de la bytownite ou de l'anorthite [94 à 95 0/0 d'anorthite (Gros-Morne)].

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Lorsqu'ils sont zonés, leur bordure externe ne descend pas au-dessous du labrador à 74 0/0, sauf cependant un échantillon du gué de la Rivière Lézard dans lequel il existe un peu d'andésine basique à 47 0/0 d'anorthite.

Les roches qui nous occupent ne renferment guère en fait de phénocristaux que des plagioclases, l'olivine quelquefois transformée en bowlingite et surtout l'augite y étant peu abondantes ; les microlites de labrador sont généralement raccourcis et accompagnés d'une très grande quantité de grains d'augite. La cristallinité de ces roches est variable ; quelques-unes ont une pâte à éléments très fins, alors que d'autres, à gros grains, sont presque holocristallines. La densité moyenne du groupe est 2,82. Ces roches, suivant l'abondance plus ou moins grande de l'olivine, sont des *basaltes à anorthite* ou des *labradorites augitiques*. On remarquera que l'hypersthène manque ; le passage aux andésilabradorites se fait par des labradorites du genre de celles de Chateaubriand, dans lesquelles il existe à la fois des microlites d'augite et des phénocristaux d'hypersthène, mais ces roches intermédiaires sont beaucoup plus rapprochées des andésilabradorites que du groupe qui nous occupe ici, ainsi que le montre la composition chimique donnée plus loin. Dans quelques gisements, ces basaltes sont vacuolaires, très décomposés et riches en zéolites ; tel est le cas de ceux de la haute vallée du Galion, du Vauclin où la zéolite dominante est la *chabasie*, mais surtout du morne des Pétrifications où nous avons recueilli, M. Giraud et moi, de nombreux nodules de *mésotype* fibreuse, de la *heulandite*, de la *stilbite* et enfin la *calcédoine*, qui a depuis longtemps rendu célèbre ce gisement ; c'est dans les tufs altérés de ce basalte que se trouvent les bois silicifiés et les jaspes bien connus [**201**].

Basalte doléritique. — La roche la plus basique de la Martinique forme le sommet de l'îlot des Ramiers (Sud-Ouest de la baie de Fort-de-France) ; c'est un basalte gris, très cristallin, riche en cavités miarolitiques que tapissent de petits cristaux nets d'hypersthène et de plagioclases, recouverts par des globules concrétionnés de *hyalite* ; ceux-ci présentent souvent des phénomènes de biréfringence (croix noire de signe négatif). La densité moyenne de la roche est de 2,96. Ce basalte est holocristallin ; les phénocristaux sont constitués par de l'olivine, à contours d'ordinaire arrondis, ils sont rarement automorphes ; çà et là, ils englobent quelques îlots microlitiques. Ils sont distribués au milieu de microlites de plagioclases,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de grains d'augite et de magnétite (ce dernier minéral forme aussi des octaèdres dans l'olivine). Les microlites de plagioclases sont de deux tailles différentes : les plus grands, qui sont les plus abondants, appartiennent à l'anorthite ; l'un des axes optiques est presque dans la zone de symétrie ; la mesure des angles d'extinction des individus I et II (zone de symétrie) a fourni en particulier la combinaison des nombres tels que 50 et 30°, 40 et 34° qui correspondent à un plagioclase contenant 98 0/0 d'anorthite ; ils sont parfois frangés de feldspaths un peu moins basiques ; ceux-ci constituent les microlites de taille moyenne (82 à 95 0/0 d'anorthite).

L'hypersthène drusique ne dépasse guère $0^{mm},5$, mais ses formes sont très nettes [cristaux aplatis suivant g^1 (010), avec g^2 (130), m et faces de la zone $g^1xb^{1/2}$ [010 : 232 : 111] et parfois e^3 (013)]. Les plagioclases très zonés sont aplatis suivant g^1 et limités par p et a^1 [extinction de — 35° au centre (bytownite) et de — 10° (andésine) sur les bords] ; ils sont donc moins basiques que ceux qui constituent la roche.

Il est intéressant de constater l'extrême abondance de l'hypersthène dans les druses de ce basalte, qui ne renferme pas ce minéral comme élément normal ; c'est un fait analogue à celui que j'ai constaté (1) dans l'andésite à olivine de Besse (Mont-Dore), l'hypersthène y abonde dans les cavités, mais manque comme élément magmatique. Dans ces deux gisements, le pyroxène rhombique est un minéral de fumerolles immédiates, comparable au point de vue génétique aux minéraux des lithophyses des rhyolites ; il joue le même rôle que la fayalite dans ces dernières.

2° *Basalte à quartz.*

La pointe Burgos qui s'avance à l'extrémité Sud-Ouest de l'île, entre la Petite et la Grande Anse d'Arlets, est constituée par une roche fort curieuse recouvrant l'andésite à hornblende et sa brèche. C'est un basalte noir ou rouge, compact ou poreux, dans lequel on ne distingue guère à l'œil nu que des grains limpides de quartz, atteignant 4 millimètres de diamètre, uniformément distribués (2) et dans quelques échan-

(1) A. Lacroix, *Minéralogie de la France et de ses colonies*, I, 565.

(2) M. Etchagarray a bien voulu, sur ma demande, recueillir de nombreux échantillons de cette roche dans les diverses parties de la pointe Burgos ; ils démontrent l'égale répartition des phénocristaux de quartz dans ce gisement.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tillons, des grains de *cordiérite* englobés par du labrador, comme dans la roche du Diamant. L'examen microscopique y montre en outre des plagioclases, de l'augite (microlites et cristallites) et de l'olivine (phénocristaux). Les feldspaths (labrador) se présentent en grands microlites, plutôt qu'en phénocristaux ; ils sont accompagnés çà et là par des microlites de petite taille, à peine moins basiques. De nombreuses faces g^1 permettent de voir que ces cristaux ont la forme de lamelles limitées par les faces p et a^1. Il existe généralement, en plus ou moins grande quantité, du verre brun, renfermant des cristaux ou des ponctuations de magnétite. Le grand intérêt de cette roche réside dans le *quartz*, dont les cristaux arrondis sont riches en inclusions vitreuses à bulles ; ils sont presque toujours entourés par une couronne de cristaux d'augite engagés dans une substance incolore, qui résulte de la fusion du quartz et qui est parfois transformée en tridymite. De nombreux yeux d'augite tiennent la place de cristaux disparus.

Ce basalte a une grande importance théorique ; on sait, en effet, que M. Diller et M. Iddings (1) ont signalé l'existence de *quartzbasalts* dans diverses régions de l'Ouest américain, en Californie (Cinder Cone), au Nouveau Mexique (Tewan Mountain), dans l'Arizona (Santa Maria Basin), dans le Nevada (Eureka) et le Colorado (Elk Head Creek, environs de Crescent, White Head Peaks et Camel Mountain), et ont considéré leur quartz comme d'origine intratellurique. Cette cristallisation du quartz et de l'olivine dans un même magma fondu basique a paru alors si anormal que beaucoup de pétrographes se sont refusés à accepter cette théorie ; moi-même, en me basant sur l'abondance des enclaves de quartz simulant des phénocristaux dans certains basaltes d'Auvergne, j'ai été porté à considérer ce quartz des basaltes américains comme énallogène [**201**]. L'étude des roches des Antilles a modifié complètement mon opinion à cet égard ; les propriétés du quartz des basaltes de la pointe Burgos et ses associations minéralogiques sont identiques à celles des gisements américains ; peut-être même ses cristaux y sont-ils plus gros, sinon plus abondants. Comme dans ceux-ci, le basalte quartzifère de la Martinique est associé à des roches de nature variée pouvant à l'occasion renfermer des *phénocristaux de quartz*, et il ne saurait être ici question de débris d'enclaves. Je vais, du reste, revenir plus loin sur ce sujet.

(1) Diller, *Amer. J. of Sc.*, XXXIII, 1887, 45. — Iddings, *Ibid.*, XXXVI, 1888, 208.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ III. — Composition chimique et conclusions.

Les analyses suivantes, représentant la composition chimique des divers types pétrographiques décrits plus haut, ont été faites par M. Pisani.

a. Dacite (type III). Environs de Colson.
b. — (type I). Route de Fonds Saint-Denis.
c. Andésite à hornblende et hypersthène (type I). Anse Thurin.
d. — quartzifère (type IV). Piton Pierreux.
e. — (type III). Vallée aux Écrevisses.
f. Andésite à hypersthène (type III). Parnasse.
g. — — (type I). Le Précheur.
h. — — (type IV) (bombe ancienne). Rivière Claire.
i. — — poreuse (type III). Morne de Macouba.
j. — — — — Sommet du morne La Croix.
k. — — (ponce ancienne) (type II). Montagne Pelée.
l. — — poreuse (type IV). Rivière Blanche.
m. — — Éruption actuelle (moyenne).
n. Andésilabradorite (conglomérat). Carbet.
o. — — à quartz globulaire. Fonds Saint-Denis.
p. — — à cordiérite. Morne Diamant.
q. — — Vallée du Céron, sous le Piton Pierreux.
r. Andésilabradorite augitique à hypersthène. Chateaubriand.
s. Basalte à quartz. Pointe Burgos.
t. Labradorite augitique. Route du Lamentin.
u. Basalte à plagioclases. Entre le Marin et le Vauclin.
v. Basalte doléritique. Ilot des Ramiers.
y. Enclave plésiomorphe de la dacite. Gué de l'Alma.

Les tableaux ci-joints mettent en évidence le remarquable *air de famille* que toutes ces roches présentent au point de vue chimique et la continuité de la série pétrographique qu'elles constituent (voir les diagrammes de la page 603); elle ne comprend ni roches très acides (1), ni roches très basiques; la silice libre (calculée) n'y manque que rarement. Le paramètre Φ (en moyenne 4,7) les groupe dans la série tonalitique, avec des exceptions qui s'en écartent peu (granito-dioritique). Le magma est mégaalumineux

(1) La dacite du Gros Ilet, trop altérée pour avoir pu être analysée, contient cependant 67 % de SiO^2.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

	DACITES.		ANDÉSITES A HORNBLENDE ET HYPERSTHÈNE.			ANDÉSITES A HYPERSTHÈNE.								ANDÉSILABRADORITES A HYPERSTHÈNE ET AUGITE.					LABRADORITES AUGITIQUES ET BASALTES.				ENCLAVE de la dacite.
	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*	*h.*	*i.*	*j.*	*k.*	*l.*	*m* (*actuelle*).	*n.*	*o.*	*p.*	*q.*	*r.*	*s.*	*t.*	*u.*	*v.*	*y.*
SiO^2 ..	61,25	61,40	62,72	61,61	60,10	61,25	61,90	61,45	61,25	61,20	60,15	60,25	**61,88**	58,30	58,20	58,10	57,25	56,10	57,10	53,21	49,52	47,51	50,10
TiO^2 ..	0,19	0,33	0,42	0,37	0,54	0,33	0,35	0,32	0,47	0,46	0,39	0,37	**0,31**	0,49	0,52	0,64	0,43	0,43	0,52	1,69	1,55	0,71	0,89
Al^2O^3 ..	18,90	19,70	18,30	17,95	18,93	19,50	18,81	18,71	17,35	19,61	18,31	19,05	**18,30**	19,43	19,60	19,06	18,00	20,42	16,24	18,81	21,20	20,80	16,10
Fe^2O^3 .	2,12	1,35	1,41	3,35	4,15	2,40	1,82	2,30	3,42	2,35	2,79	1,35	**1,97**	4,40	3,12	3,37	2,17	1,90	2,45	5,15	4,21	4,30	4,50
FeO...	3,69	4,19	3,65	3,38	2,70	2,05	4,30	4,23	3,33	4,20	3,33	4,72	**4,32**	3,33	3,42	4,20	4,25	6,15	3,76	6,45	6,48	5,31	4,77
MgO ..	2,87	2,27	1,97	2,09	1,77	0,93	2,42	2,45	2,86	3,04	2,88	3,34	**2,71**	2,64	4,06	3,37	4,52	4,16	7,49	4,54	3,62	8,18	8,47
CaO...	6,78	4,80	6,11	4,91	6,94	5,82	6,92	6,07	4,67	6,01	5,75	6,85	**6,32**	7,46	6,97	7,84	7,68	7,50	9,65	5,85	8,46	10,70	11,70
Na^2O..	2,74	2,80	3,12	3,22	3,32	3,72	3,17	3,06	2,80	3,22	3,11	3,40	**3,17**	3,07	2,77	2,33	3,67	2,49	2,74	2,46	2,08	1,65	1,16
K^2O...	1,18	1,17	1,46	1,04	1,01	1,75	1,07	1,06	1,71	0,76	1,61	0,98	**1,09**	0,88	1,12	1,37	0,77	1,02	1,11	1,08	0,88	0,30	0,51
P^2O^5 ..	»	0,09	0,17	0,19	0,16	0,19	0,15	tr.	»	0,06	»	»	**0,09**	0,22	tr.	»	tr.	0,07	0,08	tr.	0,25	tr.	tr.
H^2O...	0,87	2,50	1,00	1,50	0,62	1,82	0,10	0,50	1,50	»	2,00	0,62	**0,19**	0,37	1,04	0,87	0,50	0,37	»	0,50	1,38	0,25	1,84
	100,59	100,56	100,33	99,71	99,96	99,76	101,00	100,15	99,36	100,91	100,32	100,93	**100,35**	100,57	100,82	101,15	99,24	100,61	100,92	99,54	99,63	99,71	100,04
SiO^2 ..	1,021	1,023	1,045	1,027	1,002	1,021	1,031	1,024	1,021	1,020	1,002	1,004	**1,031**	0,971	0,970	0,968	0,954	0,935	0,951	0,887	0,825	0,792	0,835
TiO^2 ..	0,003	0,004	0,005	0,005	0,006	0,004	0,004	0,003	0,006	0,005	0,005	0,004	**0,004**	0,006	0,006	0,008	0,005	0,005	0,011	0,021	0,019	0,009	0,011
Al^2O^3..	0,185	0,193	0,179	0,176	0,185	0,191	0,184	0,183	0,170	0,192	0,179	0,186	**0,179**	0,190	0,192	0,186	0,176	0,203	0,159	0,184	0,208	0,204	0,158
Fe^2O^3 .	0,013	0,008	0,009	0,021	0,026	0,015	0,011	0,014	0,021	0,014	0,018	0,008	**0,013**	0,028	0,019	0,021	0,014	0,012	0,015	0,032	0,026	0,027	0,028
FeO...	0,051	0,057	0,050	0,047	0,038	0,028	0,060	0,058	0,046	0,058	0,046	0,065	**0,060**	0,046	0,048	0,058	0,058	0,085	0,053	0,089	0,090	0,074	0,067
MgO ..	0,072	0,057	0,049	0,052	0,044	0,023	0,060	0,061	0,071	0,076	0,072	0,083	**0,068**	0,066	0,101	0,084	0,113	0,104	0,187	0,113	0,090	0,204	0,212
CaO ..	0,121	0,086	0,109	0,088	0,123	0,104	0,123	0,109	0,084	0,107	0,103	0,121	**0,113**	0,134	0,125	0,139	0,138	0,118	0,171	0,105	0,152	0,191	0,209
Na^2O..	0,044	0,045	0,050	0,052	0,053	0,060	0,052	0,050	0,045	0,052	0,050	0,055	**0,052**	0,050	0,044	0,037	0,060	0,040	0,044	0,040	0,034	0,026	0,019
K^2O...	0,013	0,013	0,016	0,011	0,011	0,018	0,012	0,012	0,018	0,009	0,017	0,011	**0,012**	0,010	0,011	0,015	0,009	0,011	0,012	0,012	0,010	0,003	0,005
P^2O^5 ..	»	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	»	»	0,001	»	»	**0,001**	0,001	»	»	»	0,001	0,001	»	0,001	»	»

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

	a.			*b.*			*c.*			*d.*		
Quartz	21,60			24,06			21,12			24,36		
Feldspaths. Orthose	7,23			7,23			8,90			6,12		
Albite	23,06	63,93	86,24	23,58	54,72	83,78	26,20	64,57	86,40	27,25	57,00	84,22
Anorthite	33,64			23,91			29,47			23,63		
Al^2O^3	0,71			5,00			0,71			2,86		
Pyroxènes. SiO^3Mg	7,20	10,50		5,70	11,64		4,90	9,65		5,20	7,97	
SiO^3Fe	3,30			5,94			4,75			2,77		
Minerais. Magnétite	3,02	3,48	13,98	1,86	2,47	14,45	1,16	2,53	12,52	0,76	5,63	13,94
Ilménite	0,46			0,61			1,37			4,87		
Apatite	»			0,34			0,34			0,34		
H^2O	0,87			2,50			1,00			1,50		

	e.			*f.*			*g.*			*h.*		
Quartz	19,68			18,90			18,12			19,92		
Feldspaths. Orthose	6,12			10,01			6,67			6,67		
Albite	27,77	67,25	87,03	31,44	70,08	90,00	27,25	67,28	85,40	26,20	63,17	84,31
Anorthite	33,36			28,63			33,36			30,30		
Al^2O^3	0,10			1,02			»			1,22		
Pyroxènes. SiO^3Mg	4,40	5,19		2,30	3,49		6,00	11,94		6,10	11,51	
SiO^3Fe	0,79			1,19			5,94			5,41		
Minerais. Magnétite	6,03	6,94	12,47	3,48	4,09	7,92	2,55	3,16	15,44	3,25	3,71	15,22
Ilménite	0,91			0,61			0,61			0,46		
Apatite	0,34			0,34			0,34			»		
H^2O	0,62			1,82			0,10			0,50		

	i.			*j.*			*k.*			*l.*		
Quartz	23,10			19,86			17,94			13,86		
Feldspaths. Orthose	10,01			5,00			9,45			6,12		
Albite	25,58	58,94	84,39	27,25	61,16	83,77	26,20	64,28	83,14	28,82	68,30	82,16
Anorthite	23,35			28,91			28,63			33,36		
Al^2O^3	2,35			2,75			0,92			»		
Pyroxènes. SiO^3Ca	»			»			»			0,12		
SiO^3Mg	7,10	9,61		7,60	12,75		7,20	10,24		8,30	15,42	
SiO^3Fe	2,51		15,39	5,15		17,10	3,04		14,94	7,00		17,89
Minerais. Magnétite	4,87	5,78		3,25	4,01		3,94	4,70		1,86	2,47	
Ilménite	0,91			0,76			0,76			0,61		
Apatite	»			0,34			»			»		
H^2O	1,50			»			2,00			0,62		

	n (1).			*o.*			*p.*			*q.*		
Quartz	16,32			16,56			16,20			8,58		
Feldspaths. Orthose	5,56			6,12			8,34			5,00		
Albite	26,20	67,90	84,22	23,06	63,93	81,71	19,39	64,98	81,18	31,41	66,19	74,77
Anorthite	36,14			34,75			37,25			29,75		
Al^2O^3	»			1,22			»			»		
Pyroxènes. SiO^3Ca	0,12			»			0,58			3,60		
SiO^3Mg	6,60	8,31		10,10	11,82		8,40	12,81		11,30	20,05	
SiO^3Fe	1,58		16,06	1,72		17,14	3,83		18,74	5,15		24,06
Minerais. Magnétite	6,50	7,41		4,41	5,32		4,87	5,93		3,25	4,01	
Ilménite	0,91			0,91			1,06			0,76		
Apatite	0,34			»			»			»		
H^2O	0,37			1,04			1,04			0,51		

(1) Pour *m*, voir page 527 (*j*); pour *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, *e'*, page 543.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

		r.			s.			t.			u.		
Quartz		11,70			7,80			12,96			7,68		
Feldspaths	Orthose	6,12	63,30	77,04	6,67	58,36	66,16	6,67	56,82	72,53	5,56	64,80	74,01
	Albite	20,96			23,06			20,96			17,82		
	Anorthite	36,42			28,63			29,19			41,42		
Al^2O^3		1,84			»			2,75			1,53		
Pyroxènes	SiO^3Ca	»	19,38	24,79	7,54	29,80	35,29	»	16,05	26,66	»	14,94	24,20
	SiO^3Mg	10,40			18,70			11,30			9,00		
	SiO^3Fe	8,98			3,56			4,75			5,94		
Minerais	Magnétite	3,25	5,07		3,48	5,15		7,42	10,61		6,03	8,92	
	Ilménite	1,82			1,67			3,19			2,89		
Apatite		0,34			0,34			»			0,34		
H^2O		0,37			»			0,50			1,38		

		v.			y.		
Quartz		0,60			6,48		
Feldspaths	Orthose	1,67	63,94	64,54	2,78	49,99	56,47
	Albite	13,62			9,96		
	Anorthite	48,65			37,25		
Pyroxènes	SiO^3Ca	1,86	27,28	34,91	8,70	33,60	41,77
	SiO^3Mg	20,40			21,20		
	SiO^3Fe	5,02			3,70		
Minerais	Magnétite	6,26	7,63		6,50	8,17	
	Ilménite	1,37			1,67		
H^2O		0,25			1,84		

		x.	SiO^2 totale.	SiO^2 libre.	An.	Φ.	r.	C'.	Ψ.	CLASSIFICATION AMÉRICAINE. — 2e classe (sauf deux exceptions.) 4e ordre.	5e ordre.
DACITES	a	13,98	61,25	21,60	53	5,2	0,43	0	0,88	Bandose.	
	b	14,45	61,40	24,06	44	5,1	0,42	0	1,14	Tonalose.	
ANDÉSITES A HORNBLENDE ET HYPERSTHÈNE.	c	12,52	62,72	24,12	45	4,7	0,47	0	1,20	Bandose.	
	d	13,94	61,61	24,36	41	4,8	0,47	0	3,22	—	
	e	12,47	60,10	19,68	50	4,7	0,30	0	3,87	—	
	f	7,92	61,25	18,90	41	4,0	0,48	0	4,77	*Yellowstonose* (1re classe).	
ANDÉSITES A HYPERSTHÈNE.	g	15,44	61,90	18,12	49	4,8	0,34	0	2,53	Bandose.	
	h	15,22	61,45	19,92	48	4,9	0,35	0	2,66	—	
	i	15,39	61,25	23,10	39	4,7	0,61	0	2,36	Tonalose.	
	j	17,10	61,20	19,86	47	4,8	0,24	0	2,15	Bandose.	
	k	14,94	60,15	17,94	44	4,4	0,52	0	2,13	—	
	l	17,89	60,25	13,86	49	4,3	0,29	0,03	1,81	—	
	m (act.)	**15,81**	**61,88**	**19,56**	**47**	**5,2**	**0,35**	**0**	**2,32**	—	
ANDÉSI-LABRADORITES.	n	16,06	58,30	16,32	53	4,8	0,29	0,03	2,98	—	
	o	17,14	58,20	16,56	54	4,9	0,40	0	1,61	—	
	p	18,74	58,10	16,20	53	5,2	0,59	0,01	2,25	—	
	q	24,06	57,25	8,58	43	3,7	0,21	0,07	1,42		Hessose.
	r	24,79	56,10	11,70	57	4,8	0,41	0	1,96	Bandose.	
Enclaves de l'andésite actuelle.	a'	**20,03**	**57,15**	**18,18**	**63**	**6,4**	**0,46**	**0**	**2,05**	—	
	b'	**20,86**	**55,42**	**11,52**	**57**	**4,6**	**0,25**	**0**	**2,14**	—	
	c'	**23,61**	**54,10**	**10,08**	**64**	**5,2**	**0,25**	**0,002**	**2,01**	—	
LABRADORITES ET BASALTES.	s	35,29	57,10	7,80	49	3,9	0,41	0,10	0,83		Hessose.
	t	26,66	53,21	12,96	51	4,6	0,44	0	2,55	Bandose.	
	u	24,20	49,52	7,68	64	5,2	0,42	0	2,95		—
	v	34,91	47,51	0,60	76	4,0	0,18	0,03	1,17		—
Enclaves allomorphes de la Montagne Pelée.	d	**29,60**	**47,15**	**3,18**	**77**	**4,8**	**0,18**	**0,05**	**1,49**		—
	e'	**30,46**	**46,60**	**0**	**75**	**5,5**	**0,19**	**0,03**	**1,77**		—
ENCL. DE DACITE.	y	41,77	50,10	6,48	75	6,9	0,44	0,12	10,9		*Auvergnose* (3e classe).
MOYENNE	avec enclaves.					4,7	0,39	0,01	2,22	Bandose.	
	sans —					4,9	0,37	0,02	2,12	—	

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

(C′ égal ou voisin de 0), et magnésien ($\Psi < 3$), sauf dans trois roches pauvres en métasilicates ; cette propriété se traduit par l'abondance de l'hypersthène. Quant au rapport r (mésosodique en moyenne), il oscille entre les valeurs des séries méso et mégasodique et exceptionnellement persodique.

Les rapports servant de base à la classification américaine (page 528, note 2) sont intéressants à signaler ; par la valeur de x, nos roches se rapportent à la 2ᵉ classe, sauf f (1re cl.) et y (3ᵉ cl.) ; grâce à l'abondance de la SiO^2 libre, la série dacito-andésitique appartient au 4ᵉ ordre, la série basaltique au 5ᵉ. La plupart de ces types se groupent dans le 4ᵉ rang et quelques-uns dans le 3ᵉ, à la limite du précédent. On a vu plus haut quelles sont les variations du rapport (r) des alcalis entre eux, qui détermine le subrang. La teneur en anorthite calculée est celle des plagioclases, rapportée à 100 ; on voit qu'à une exception près elle est supérieure à 40 $^0/_0$; c'est une vérification intéressante de la grande basicité observée dans les phénocristaux de toutes nos roches, même les plus siliceuses, le calcul tenant compte non seulement de ceux-ci, mais encore des microlites et du feldspath virtuel du verre qui sont plus acides.

L'andésite actuelle s'intercale sans particularité spéciale parmi les andésites à hypersthène anciennes, ses enclaves plésiomorphes sont les homologues des andésilabradorites et des labradorites à hypersthène ; ses enclaves allomorphes sont à comparer aux plus basiques des basaltes.

Au point de vue minéralogique, les roches de la série dacito-andésitique présentent des variations consistant dans l'existence ou l'absence du *quartz*, de l'*olivine*, de la *hornblende*, de la *cordiérite*, sans que des particularités chimiques spéciales permettent d'expliquer la production de ces minéraux dans la roche qui les renferme plutôt que dans ses voisines ; elle dépend donc exclusivement des conditions de la cristallisation qui ont permis l'association de minéraux tels que le quartz et l'olivine ou la production de cette dernière plutôt que de l'hypersthène dans un verre renfermant un grand excès de silice, comme cela se fût produit si le magma n'avait subi que l'action de la fusion purement ignée ; les dacites ne constituent donc ici qu'une *variété minéralogique d'andésite*, caractérisée par des phénocristaux de quartz ; la même observation s'applique aux basaltes à quartz, quand on les compare aux

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

basaltes normaux. M. Harker a expliqué (1) l'existence des phénocristaux de quartz dans les roches basiques en admettant que le magma d'où elles proviennent s'est différencié en parties de plus en plus basiques, superposées; le quartz aurait cristallisé dans la partie supérieure, la plus acide, et serait tombé sous l'influence de la gravité dans les zones inférieures, moins denses que lui. Un semblable mécanisme ne peut être invoqué ici; l'existence du quartz dans divers types de notre série, sa présence dans les enclaves homœogènes plésiomorphes des roches qui le renferment comme élément normal et l'évidence de la cristallisation sur place de celles-ci, entraînent nécessairement la même conclusion pour leur minéral caractéristique. Bien qu'il soit difficile d'apprécier quelles sont les conditions exigées pour la cristallisation du quartz dans ce milieu basique, je crois volontiers, avec M. Iddings, qu'il faut les chercher dans l'action de l'eau subsistant dans le magma tant que la pression est suffisante; cependant, l'assimilation faite par ce savant entre l'association du quartz et de l'olivine dans ces basaltes et du quartz et de la fayalite dans les lithophyses des rhyolites ne me paraît pas justifiée, dans le premier cas, la cristallisation s'étant effectuée au milieu d'un magma fondu, et dans le second dans une roche déjà solidifiée comme pour la tridymite étudiée plus haut. La résorption du quartz, de la hornblende, de la *cordiérite* montre l'instabilité de ces cristallisations intratelluriques, dès que la pression diminue.

L'étude géologique de l'île n'est pas assez avancée pour permettre d'établir définitivement la loi de l'évolution du magma qui a fourni toutes nos roches; nous savons toutefois déjà que les plus anciennes sont des basaltes qui alternent avec des andésites; puis celles-ci, associées aux andésilabradorites et aux dacites, sont devenues prédominantes. Bien qu'il existe dans le Nord quelques filons basiques et que l'âge des basaltes de la pointe Burgos et de l'îlot des Ramiers reste à déterminer, on voit que depuis une longue période géologique, dont les éruptions actuelles sont la continuation, l'évolution du magma se maintient dans une phase acide.

(1) *Geol. Magaz.*, IX, 1892, 485.

(2) Le type quartzbasalt ne correspond pas à un type fixe au point de vue chimique; parmi les roches américaines, les unes se rapportent à la *bandose*, les autres à l'*andose* ou à la *camptonose*, les nôtres à la *hessose*.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

CHAPITRE III

LES ROCHES VOLCANIQUES DES PETITES ANTILLES AUTRES QUE LA MARTINIQUE.

(La Province pétrographique des Petites Antilles.)

L'organisation, puis la direction du service d'observation du volcan ne m'ont pas permis de réaliser le projet que j'avais fait d'effectuer une tournée dans toutes les Antilles volcaniques. J'ai dû me limiter à Saint-Vincent et à la Guadeloupe (1) et encore, dans ces deux îles, n'ai-je étudié que le voisinage immédiat de leur Soufrière. J'ai eu cependant entre les mains quelques documents provenant des autres îles : c'est d'abord la collection de Ch. Sainte-Claire Deville, qui m'a fourni les matériaux des deux notes que j'ai publiées en 1890 [**197**, **198**] sur les roches de la Guadeloupe, de la Martinique, de Saba et de Saint-Eustache ; c'est ensuite la série des roches recueillies en 1903 par M. le professeur Sapper, qui a bien voulu me les communiquer en même temps que M. le professeur Bergeat m'en prêtait les préparations (1). Au moment où cette feuille allait être mise en pages, j'ai reçu du Musée d'histoire naturelle de New-York quinze échantillons recueillis par M. Hovey qui viennent compléter cette série.

Il ne saurait être question dans les quelques pages qui suivent de faire la pétrographie de ces îles ; je me propose seulement de donner une rapide description des principaux types de roches que j'ai entre les mains et qui sont suffisants déjà pour montrer les liens étroits qui, aux points de vue minéralogique et chimique, réunissent les produits des volcans de ces îles, dont l'ensemble constitue une remarquable province pétrographique : dans la description sommaire qui suit, j'ai rapproché autant que possible ces diverses roches des types similaires de la Martinique. Je ne m'occuperai ici que des îles de la zone interne de la chaîne des Antilles : les conclusions qu'on peut formuler sur leurs roches oligocènes et plus récentes paraissent pouvoir

(1) Ma collection de roches de la Guadeloupe s'est enrichie d'une série d'échantillons de l'Échelle, grâce à l'obligeance de M. le Gouverneur de la Loyère, du capitaine Noel et de M. Leboucher. Le R. Huckerby a complété ma collection de roches de Saint-Vincent pour quelques localités que je n'ai pas visitées.

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

s'étendre à celles, plus anciennes, qui se rencontrent dans quelques-unes d'entre elles (page 3), autant du moins que j'en puis juger par les quelques échantillons que j'ai examinés.

§ I. — Saba.

La roche qui constitue essentiellement cette île est une andésilabradorite, souvent assez riche en quartz pour pouvoir être considérée comme une dacite; j'en ai donné en 1890 une brève description [**198**]. C'est une roche de couleur claire, grise ou rougeâtre, contenant des phénocristaux de labrador-bytownite, de quartz et d'augite, accompagnés d'un peu d'hypersthène et surtout de hornblende brune; celle-ci est parfois résorbée en un mélange de magnétite et d'augite, dont les baguettes s'orientent pour former un squelette de grand cristal avec bords souvent continus; enfin, il existe des types à olivine. Les phénocristaux peuvent atteindre plusieurs millimètres de diamètre. Les couronnes d'augite microlitique entourant les cristaux très corrodés de quartz sont fréquentes. Beaucoup des échantillons que j'ai examinés sont rubéfiés et le pyroxène y prend alors, surtout sur ses bords, une belle couleur jaune d'or.

Enclaves. — Des *enclaves homœogènes* à facies diabasique ou lamprophyrique, miarolitiques ou à grands éléments et alors presque holocristallines, sont fréquentes et semblables à celles de la Martinique.

L'analyse suivante, faite par M. Pisani sur un échantillon provenant du cône, met en évidence l'analogie de composition chimique de cette roche avec la labradorite de la Soufrière de la Guadeloupe, qui ne renferme qu'accidentellement du quartz et aussi avec celles de la Martinique n'en contenant pas.

SiO^2.	TiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	P^2O^5.	H^2O.	
57,10	0,51	18,50	2,66	4,08	4,62	7,74	2,91	1,00	tr.	1,05	= 100,17
0,951	0,006	0,181	0,017	0,057	0,115	0,138	0,047	0,011			

Quartz			11,58							
Feldspaths.	Orthose	6,12		64,94	76,52	Pyroxènes.	SiO^3Ca	1,74	17,73	22,58
	Albite	24,63					SiO^3Mg	11,50		
	Anorthite	54,19					SiO^3Fe	4,49		
						Minerais	Magnétite	3,94	4,85	
							Ilménite	0,91		

$x = 22,58$, $\Phi = 4,4$, $r = 0,35$, $C' = 0,04$, $\Psi = 1,45$. Dans la classification américaine, cette roche se rapporte à la *bandose*.

J'ai décrit autrefois [**201**] des *enclaves énallogènes* de calcaires et de cornéennes calcaires provenant des tufs du cône; elles sont riches en

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

minéraux métamorphiques, parmi lesquels dominent le grossulaire, le pyroxène, offrant souvent la même couleur jaune d'or que celui de la lave rubéfiée. Ces enclaves, imprégnées de magnétite, d'hématite, de chessylite, sont certainement des roches de contact, à comparer à celles des tufs de Saint-Vincent.

§ II. — Saint-Eustache.

M. Molengraaff a donné [**37**, **38**] une description géologique de cette île. Il y distingue, comme roche dominante, une *andésite à augite* grise, traversée (Signal Hill) par des filons d'une *andésite à hornblende et augite*; et enfin une *andésite à hypersthène et augite* (blocs dans les tufs du cône principal). Enfin, il existe des ponces blanches à 70 $^0/_0$ de silice.

L'examen des roches de la collection de Ch. Sainte-Claire Deville, ainsi que de celles de M. Sapper et de M. Hovey, confirmé par les analyses partielles de M. Molengraaff, conduisent à rapporter ces roches au groupe des andésilabradorites et les ponces à des dacites. J'y ai observé les types suivants : 1° *labradorites à hypersthène et augite*, rappelant les diverses variétés de la Soufrière de la Guadeloupe (le cône), avec variétés augitiques à comparer à celle de Châteaubriant (Martinique); 2° *andésilabradorites à augite et hypersthène* (Tumble Down Hill Baai) et contenant parfois un peu d'olivine (Signal Hill); la roche de cette dernière localité renferme des éponges de quartz globulaire, et se rapproche d'un type fréquent à la Martinique ; 3° *dacite à hornblende*; la hornblende est en partie résorbée dans cette roche rubéfiée; l'augite jaune d'or se trouve surtout en grains, intermédiaires comme dimensions entre les microlites et les phénocristaux; les cristaux de quartz, que j'ai jadis signalés dans ces roches [**198**], sont parfois entourés d'une zone périphérique de baguettes d'augite. Tous les échantillons que j'ai examinés renferment de l'hypersthène, en plus ou moins grande quantité.

Enfin, M. Molengraaff a signalé, sous le nom d'*andésite à hornblende*, une roche constituant une bombe et qui, d'après sa description, me semble devoir être rapportée à mes enclaves homœogènes plésiomorphes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ III. — Saint-Christophe (Saint-Kitts).

Les roches du cratère du Mont Misery présentent une grande analogie avec celles de la Soufrière de la Guadeloupe; ce sont, en effet, des labradorites à augite et hypersthène un peu augitiques et renfermant parfois une petite quantité de quartz bipyramidé.

Les collections de M. Sapper et de M. Hovey renferment des échantillons provenant des Black Rocks; ils sont constitués par une labradorite différant de celle du Mont Misery en ce que l'hypersthène y est remplacé par de l'olivine; les microlites de plagioclases appartiennent au labrador; leurs formes sont rendues parfois fort nettes par la présence d'un verre brunâtre, renfermant des cristallites de magnétite.

Enclaves homœogènes. — M. Fels a récemment décrit [**195**] une bombe constituée par un agrégat drusique à grands éléments d'anorthite, de hornblende et d'hypersthène, avec magnétite et olivine, s'isolant en beaux cristaux dans les cavités. C'est là probablement une enclave allomorphe de la labradorite du Mont Misery, comparable à celles de la Guadeloupe et de Saint-Vincent, etc.

§ IV. — Névis.

Les échantillons du cône de Névis que j'ai examinés sont constitués par une *dacite à hornblende*, *hypersthène* et *augite*; les phénocristaux de plagioclases (labrador à bytownite) sont à la fois zonés et faculés, les microlites feldspathiques sont accompagnés de cristallites et de microlites d'hypersthène et d'augite. Le quartz est peu abondant en phénocristaux et ne présente pas de couronne périphérique. La hornblende est généralement entourée d'une gaine de résorption (augite, hypersthène, magnétite, plagioclases), à éléments fins. Un échantillon de la collection Sapper paraît être une ponce de la même roche; la hornblende y est d'un brun verdâtre; je n'ai pas vu de quartz dans l'unique plaque étudiée; les phénocristaux sont distribués dans un verre extrêmement bulleux, contenant des microlites filiformes d'andésine.

Ces dacites renferment des *enclaves* plésiomorphes du type amphibolique; elles sont dépourvues de phénocristaux de quartz.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ V. — Montserrat.

Les roches de Montserrat ne sont connues que par une courte note de Waller [**207**] qui a décrit une ponce renfermant des phénocristaux d'hypersthène, de hornblende et de plagioclases basiques. Les quelques échantillons recueillis par M. Sapper dans la partie centrale et méridionale de l'île montrent qu'il y existe des types variés. En voici les caractéristiques :

Dacites. — Un échantillon provenant de Chance Mountain est une dacite âpre au toucher, presque ponceuse, comparable au type I de la Martinique. De gros phénocristaux de quartz, de plagioclases zonés (labrador à labrador-bytownite), de hornblende et d'hypersthène sont enveloppés dans une pâte poreuse, ne renfermant que quelques microlites de plagioclases et d'hypersthène; la roche est très rubéfiée et sa hornblende d'un brun rouge foncé. Un second échantillon est comparable au type II des pitons du Carbet ; la roche a la même composition, mais les microlites feldspathiques (andésine) y sont abondants; ils sont accompagnés de quelques petits cristaux de quartz. Les phénocristaux de hornblende, groupés ophitiquement avec des plagioclases, sont en partie transformés en magnétite et en un mélange de baguettes d'augite et d'hypersthène; la transformation est complète dans quelques-uns d'entre eux.

Andésites. — Une andésite peut être comparée, au point de vue de la structure de la pâte, à certains échantillons du type IV de l'andésite de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée, mais l'augite et la hornblende qui accompagnent l'hypersthène y sont beaucoup plus abondants que dans celle-ci. Les phénocristaux de hornblende sont groupés ophitiquement avec le plagioclase et présentent divers stades de ces transformations en magnétite, augite, hypersthène et plagioclases, que j'ai décrits dans les andésites similaires de la Martinique.

Andésilabradorite. — Un échantillon, provenant de Chance Mountain, est constitué par une andésilabradorite, renfermant à peu près en égale quantité de l'augite et de l'hypersthène, accompagnés d'un peu de hornblende en voie de résorption ferrugineuse.

Basaltes. — Enfin, M. Sapper a recueilli dans une coulée récente de Sweeney's Well un basalte à feldspaths que je ne saurais distinguer de celui des environs de la Trinité, à la Martinique.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ VI. — Guadeloupe.

Je ne m'occupe ici que des roches volcaniques de la Guadeloupe proprement dite, n'ayant pas eu à ma disposition d'échantillons suffisants des tufs qui apparaissent sous les formations sédimentaires de la Grande Terre.

Mes récoltes ayant été limitées au massif de la Soufrière, je ne connais pas l'ordre de succession des éruptions qui ont fourni ces diverses roches, avec cette réserve toutefois que les labradorites de la Soufrière sont les plus récentes de l'île.

1° *Les roches volcaniques.*

Obsidiennes dacitiques. — Il existe à la Guadeloupe quelques roches très acides, formant des blocs dans des conglomérats de la vallée de la Rivière Vieux-Habitants, et de la rive droite de la rivière du Baillif. L'un de ceux que j'ai étudiés est constitué par une obsidienne noire, ne renfermant qu'une petite quantité de phénocristaux de plagioclases; au microscope, le verre, dont l'indice est de 1,4895 et la densité de 2,395, est incolore; il contient quelques cristallites et des sphérolites brunâtres monoréfringents. Les phénocristaux (hypersthène, labrador) sont si clairsemés, que la densité de la roche ne diffère pas sensiblement de celle du verre purifié.

L'obsidienne de la rivière du Baillif est identique, mais les phénocristaux y sont plus abondants et, dans le verre, on distingue quelques groupements cristallitiques palmés, appartenant peut-être à un feldspath non maclé. Enfin, je signalerai un échantillon provenant des environs de la rivière Saint-Thomas, près de Trianon; il a l'aspect d'une *pyroméride* à gros sphérolites creux; au microscope, on voit que ceux-ci sont pressés les uns contre les autres; leur signe d'allongement est positif; ils englobent quelques rares cristaux de labrador, contiennent des cristallites ferrugineux et sont imprégnés de tridymite.

Les analyses données plus loin montrent que ces roches, malgré l'absence de phénocristaux de quartz, doivent être considérées comme des dacites; elles sont très analogues, au point de vue chimique, au verre de l'andésite de la Montagne Pelée. Ch. Sainte-Claire Deville a donné une analyse de l'obsidienne des Vieux-Habitants [**203**]; il a indiqué déjà que cette roche,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

fortement chauffée, se boursoufle d'une façon considérable, en se transformant en ponce blanche légère.

Il existe aussi des roches dacitiques dans la rivière Madame, à l'extrémité Nord de l'île. Les échantillons étudiés proviennent du conglomérat des environs de l'habitation Vieux Fort. Ils sont blancs ou gris, très vitreux; l'examen microscopique montre de nombreuses cassures perlitiques dans leur verre, qui est tantôt homogène et tantôt criblé de petits cristallites ferrugineux. Les phénocristaux sont très nombreux et de même nature que dans les roches précédentes; je n'y ai pas vu de quartz, mais ce minéral se trouve en cristaux bipyramidés dans une roche de la même localité qui est une dacite à biotite et hypersthène, à structure microlitique; on verra par l'analyse *c* que le verre de cette perlite, à l'inverse de celui de l'obsidienne, est hydraté.

Andésites et andésilabradorites. — Ces andésites sont à rapprocher de celles de la Montagne Pelée; souvent âpres au toucher et grises, elles ont parfois une pâte compacte. Les plagioclases y appartiennent en moyenne au labrador et sont généralement zonés. L'hypersthène est presque toujours accompagné par de l'augite, maclée suivant h^1, mais les deux minéraux sont assez rarement groupés l'un sur l'autre. La pâte est microlitique, tantôt hyalopilitique, tantôt pilotaxitique; le plagioclase qui constitue ces microlites est l'andésine, quelquefois accompagnée par du labrador et plus rarement par des types plus acides. Ces roches renferment parfois en grande abondance (Montagne-à-Louis) des cristaux de tridymite. Les gisements dont j'ai étudié des échantillons sont les suivants, en allant du Sud au Nord: Pointe des Trois-Rivières, Ravine à Blondleau, morne Trianon, haute vallée Vieux-Habitants, cascade de la Rivière du Plessis, Anse à la Barque, environs de Bouillante, Montagne-à-Louis, Montagne-de-la-Belle-Hôtesse, la Grosse-Montagne, rivière Baille-Argent, entre Bas Vent et Gros Cap, environs de Sainte-Rose, etc.

Comme type exceptionnel, je signalerai l'andésite de la crête de Bel-Air, qui renferme des éponges de quartz globulaire; c'est le seul exemple que j'ai observé de ce type de silicification, si fréquent à la Martinique. De même, je n'ai rencontré (Pointe Madame) qu'un seul échantillon (rubéfié) d'andésite à hypersthène et à hornblende (résorbée); sa pâte est quartzifère et comparable à celle du type IV de l'andésite actuelle de la Montagne Pelée. Enfin, je

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

signalerai encore un bloc recueilli au pied de la cascade de la Rivière Noire, qui ne contient pas d'hypersthène, mais de la hornblende brune, en phénocristaux de petite taille et en très fins microlites.

Labradorites à hypersthène. — Ce type pétrographique est de beaucoup celui qui domine à la Guadeloupe ; il constitue en particulier le dôme de la Soufrière; j'en ai examiné des échantillons provenant des régions suivantes : Ravine à Blondleau, Grande-Anse, la Madeleine, Plateau du Palmiste, morne Houel, Matouba, Plateau du Gommier, Rivière Noire, rive droite du Galion, Gros-Morne, Trianon, Roc Fumé, Montagne Saint-Louis, haute rivière des Vieux-Habitants, rive droite de la rivière du Baillif, morne à Jean, îlot à Goyave, la Grosse-Montagne et rivière Baille-Argent, montagne de Deshayes (et en particulier Piton Vieux-Fort et Gros-Morne), Gros Cap, Montagne-de-la-Belle-Hôtesse, environs de Sainte-Rose, rivière Madame, Petit-Bourg, rivière Lézarde, etc.

Je prendrai pour exemple la labradorite de la Soufrière, qui représente le type moyen de ce groupe ; c'est une roche noire, d'aspect très varié, tantôt scoriacée et tantôt assez compacte ; les phénocristaux de plagioclases très abondants et assez zonés ou faculés oscillent du labrador à la bytownite (1); celle-ci ne constitue pas toujours le centre des cristaux. L'augite et l'hypersthène ne manquent jamais ; ils sont très fréquemment groupés suivant la loi habituelle, l'hypersthène occupant le centre.

L'olivine est très fréquente en individus arrondis, sur lesquels on voit parfois des faces nettes, contre lesquelles sont accolés des grains d'augite, d'hypersthène ou des microlites de plagioclases. Le quartz bipyramidé n'est jamais assez abondant pour que la roche puisse être considérée comme une dacite; quand il existe, il est d'ordinaire cerclé d'augite. Il a été pour la première fois signalé par Ch. Sainte-Claire Deville [**204**], qui l'a trouvé au milieu de feldspaths, isolés pour l'analyse. Dans le sable ocreux se formant par places sur le plateau de la Soufrière, par la décomposition de ses roches, on rencontre quelques cristaux extrêmement nets de quartz, présentant parfois des faces assez brillantes pour être mesurées.

J'ai étudié un très grand nombre d'échantillons de roches recueillies

(1) Ch. Sainte-Claire Deville a donné [**204**] l'analyse suivante des plagioclases extraits de cette roche : SiO^2, 54,25; Al^2O^3, 29,89; CaO, 11,12; MgO, 0,70; Na^2O, 3,63; K^2O, 0,33 = 99,92. Densité, 2,697 ; c'est la composition d'un labrador intermédiaire entre 1 : 1 et 3 : 4 (50 à 57 p. 100 d'An.).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dans diverses parties du dôme, espérant y trouver des variations minéralogiques ou structurelles, comparables à celles de l'andésite actuelle de la Montagne Pelée; je n'y ai rien rencontré de semblable. Ces roches sont toujours microlitiques et ne se distinguent les unes des autres que par une cristallinité plus ou moins grande. Les microlites feldspathiques appartiennent au labrador; ils sont souvent zonés extérieurement par de l'andésine ou même par un feldspath plus acide; leurs formes sont nettes, grâce à l'existence presque constante d'un verre brunâtre, dans lequel se trouve une quantité plus ou moins grande de microlites allongés ou cristallitiques d'augite. La proportion de magnétite est assez variable suivant les échantillons. C'est la même roche qui constitue le piton de Tarade, une partie du morne Mitan et du morne de l'Échelle : les microlites y sont en général plus petits.

Quant aux labradorites des autres localités, elles se distinguent parfois de la précédente par le développement de microlites plus acides qui conduisent aux andésites; l'olivine disparaît alors et l'augite devient moins abondante; par contre, dans d'autres types la proportion d'augite microlitique augmente, l'hypersthène diminue et la roche passe alors aux basaltes qui vont être étudiés plus loin. Il pourrait être intéressant d'établir des divisions dans ce groupe, si l'on faisait une étude géologique spéciale de la Guadeloupe, mais ce qui vient d'être dit suffit pour en donner une idée. La seule particularité exceptionnelle que j'aie rencontrée réside dans la présence du quartz dans la pâte de quelques échantillons provenant du sommet du morne de l'Échelle et de la partie Sud-Ouest du morne Mitan. A ce point de vue, il faut probablement les comparer au type IV de l'andésite de la Montagne Pelée; elles sont en effet remarquablement fraîches et je ne pense pas que le quartz y soit secondaire; elles ont une couleur blanche et une apparence plus cristalline.

Basaltes. — Comme les roches précédentes, les basaltes sont porphyriques; ils s'en distinguent essentiellement parce qu'ils sont augitiques, dépourvus d'hypersthène et riches en olivine (fréquemment transformée en bowlingite jaune foncé). Quelques-uns de ces basaltes offrent une remarquable analogie avec ceux du Sud de la Martinique, mais ils renferment généralement plus de magnétite. Les plagioclases n'y sont pas moins basiques; ils appartiennent en moyenne à la bytownite ou à l'anorthite, avec cerclage de labrador. Dans quelques types exceptionnels [Trois-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Pointes (1), Ravine à Blondleau, Pointe Vieux-Fort, Crête entre Houelmont et Vallée du Citronnier], grâce à l'existence d'une petite quantité de verre, les microlites de labrador prennent des formes rectangulaires extrêmement nettes, les microlites d'augite eux-mêmes sont automorphes et généralement allongés suivant l'axe vertical.

Ces basaltes se trouvent particulièrement à l'extrémité Sud de l'île : en outre des localités qui viennent d'être citées, ils existent au Houelmont et enfin plus au Nord, à la Pointe Malendure et aux environs de Petit-Bourg.

En terminant, il me reste à citer deux variétés intéressantes établissant des passages aux types de labradorites non augitiques : l'une, qui constitue le seuil de la première chute du Carbet (2), diffère du type normal en ce qu'elle renferme quelques phénocristaux d'hypersthène cerclés d'augite ; l'autre est une labradorite très augitique ne contenant que çà et là quelques rares individus d'olivine, d'augite ou d'hypersthène (morne Gourbeyre, morne Madéclair, Plateau du Gommier, rive droite rivière du Baillif).

2° *Enclaves homœogènes.*

Enclaves antilogues. — Les roches de la Soufrière et les tufs de diverses parties de l'île renferment des enclaves du groupe allomorphe présentant l'aspect de diorites ou de gabbros à aspect microtinique. Beaucoup de ces roches sont constituées par de grandes plages d'amphibole d'un vert brunâtre qui englobent poecilitiquement de l'anorthite grenue et de gros grains de titanomagnétite. Un autre type présente une structure singulière : les éléments colorés y sont distribués par traînées ; l'olivine constitue de grands cristaux, entourés par des agrégats cristallitiques ou dendritiques, mais à grands éléments, d'olivine, d'hypersthène, de hornblende verte, d'augite, mélangés à de la titanomagnétite et à du *spinelle* vert foncé ; ces minéraux sont englobés par de larges plages de feldspaths, mais, par analogie avec ce que j'ai vu si souvent dans les enclaves de

(1) C'est dans les cavités de cette roche que Ch. Sainte-Claire Deville a trouvé des concrétions très denses de *giobertite* [**205**] ; cet auteur a donné [**204**] l'analyse d'un basalte indiqué comme provenant du sommet du morne l'Échelle ; je n'ai pas retrouvé l'échantillon dans sa collection, sa description ne correspond à aucun des nombreux échantillons de cette montagne que j'ai étudiés.

(2) J'ai examiné un échantillon d'une véritable diabase à olivine à grands éléments, recueillie dans la rivière du Carbet ; elle constitue probablement une enclave homœogène de ces basaltes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Saint-Vincent, il me paraît vraisemblable que cette structure est due à des phénomènes de résorption magmatique (amphibole?). Lorsque les grains d'olivine sont voisins de gros cristaux du même minéral, ils s'orientent généralement sur lui. Un échantillon de la même roche provenant des tufs du Vieux-Fort (1) ne renferme pas de hornblende, mais contient beaucoup de pyroxène vert, riche en grains ou en octaèdres de spinelle; l'olivine est entièrement transformée en bowlingite jaune. Le plagioclase de toutes ces enclaves est de l'anorthite, riche en inclusions gazeuses. L'abondance du spinelle est à noter d'une façon spéciale et s'explique aisément dans les enclaves homœogènes d'une série pétrographique où se rencontrent des roches renfermant un excès d'alumine.

3° *Composition chimique.*

Les analyses suivantes ont été faites par M. Pisani sur un échantillon des principaux types de la Guadeloupe; je donne en outre la composition minéralogique virtuelle que l'on peut en déduire.

a. Obsidienne dacitique. Rivière des Vieux-Habitants.

b. Dacite sphérolitique, environs de la rivière Saint-Thomas.

c. Perlite. Rivière Madame, près habitation Vieux-Fort.

d. Andésilabradorite. Cascade de la Rivière Noire.

e. Labradorite à hypersthène, olivine et quartz. La Soufrière.

f. Basalte. Crête séparant la vallée de Houelmont de la rivière Grand Citronnier.

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.	*f*.	*a'*.	*b'*.	*c'*.	*d'*.	*e'*.	*f'*.
SiO^2.....	75,25	73,25	63,50	58,48	55,75	51,85	1,254	1,221	1,058	0,975	0,924	0,864
TiO^2.....	0,06	0,14	0,38	0,58	0,77	0,96	0,001	0,001	0,005	0,008	0,010	0,012
Al^2O^3.....	14,60	15,70	15,80	18,90	19,20	21,00	0,143	0,154	0,155	0,185	0,188	0,206
Fe^2O^3.....	0,54	0,25	1,91	4,03	3,20	3,95	0,003	0,001	0,012	0,025	0,020	0,024
FeO	1,60	1,90	3,22	4,00	4,77	5,07	0,022	0,026	0,044	0,056	0,067	0,070
MgO.....	0,51	0,51	2,32	3,10	4,48	3,14	0,013	0,013	0,050	0,077	0,112	0,078
CaO.....	1,06	0,92	5,31	6,70	7,47	9,68	0,020	0,016	0,095	0,120	0,134	0,173
Na^2O	4,28	3,38	3,07	2,84	2,18	2,60	0,069	0,055	0,050	0,045	0,035	0,042
K^2O	1,72	1,94	1,54	1,13	0,86	0,70	0,018	0,020	0,016	0,012	0,010	0,007
P^2O^5	»	»	0,05	0,05	0,07	0,06	»	»	0,0005	0,0005	0,001	0,001
H^2O.....	»	2,25	2,37	0,62	0,87	0,50						
	99,62	100,24	99,47	100,03	99,62	99,53						

(1) Les tufs du Vieux-Fort renferment aussi des enclaves énallogènes d'un gabbro quartzifère, micacé ouralitisé; j'ai examiné un échantillon d'une roche noire compacte provenant de la rivière du Carbet et dans laquelle se trouvent de petits cristaux de *cordiérite* engagés dans un verre noirâtre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

		a.			*b.*			*c.*		
Quartz		39,42			42,12			24,12		
Feldspaths	Orthose	10,01	51,72	94,81	11,12	44,39	92,88	8,90	59,84	83,96
	Albite	36,15			28,82			26,20		
	Anorthite	5,56			4,45			24,74		
Al^2O^3			3,67			6,43			»	
Pyroxènes	SiO^3Ca	»	4,20	5,03	»	4,60	4,98	0,58	9,14	12,85
	SiO^3Mg	1,30			1,30			5,00		
	SiO^3Fe	2,90			3,17			3,56		
Minerais	Magnétite	0,70	0,85		0,23	0,38		2,78	3,54	
	Ilménite	0,15			0,15			0,76		
Apatite			»			»			»	
H^2O				»			2,25			2,37

		d.			*e.*			*f.*		
Quartz		17,70			14,58			7,86		
Feldspaths	Orthose	6,67	63,33	81,95	5,56	60,32	76,12	3,89	69,45	77,31
	Albite	23,58			18,34			22,01		
	Anorthite	33,08			36,42			43,65		
Al^2O^3			0,92			1,22			»	
Pyroxènes	SiO^3Ca	»	10,74	17,93	»	16,08	22,58	1,51	13,80	21,53
	SiO^3Mg	7,70			11,20			7,80		
	SiO^3Fe	3,04			4,88			4,49		
Minerais	Magnétite	5,80	7,02		4,64	6,16		5,77	7,39	
	Anorthite	1,22			1,52			1,82		
Apatite			0,17			0,34			0,34	
H^2O				0,62			0,87			0,50

	x.	SiO^2 totale.	SiO^2 libre.	An.	Φ.	*r.*	C'.	Ψ.	
a	5,05	75,25	39,42	11	4,5	0,40	0	4,20	Lassenose (1re cl., 2e ordre, 2e rang, 4e subrang).
b	4,98	73,25	42,12	10	5,1	0,58	0	4,20	—
c	12,85	63,50	24,12	41	4,8	0,50	0,01	2,21	Tonalose.
d	17,93	58,48	17,70	52	4,8	0,40	0	2,62	Bandose.
e	22,58	55,75	14,58	60	4,5	0,40	0	1,74	—
f	21,53	51,85	7,86	63	4,8	0,27	0,03	2,94	Hessose.
Moyenne					4,7	0,42	0,006	2,99	

Les deux premières roches sont hololeucocrates et moins calciques que les autres types qui se rangent strictement dans la série des roches de la Martinique : leur ensemble constitue comme ces dernières une série *tonalitique*, *mésosodique*, *mégaalumineuse*, magnésienne.

§ VII. — Les Saintes.

La collection Ch. Sainte-Claire Deville renferme quelques échantillons des roches volcaniques du petit archipel constituant les Saintes. Ceux qui proviennent de l'île Cabrit, du Grand Ilet et de la Terre-d'en-Haut sont constitués par des andésites à hypersthène du type de celles de la Guadeloupe : une perlite, analogue à celle de la rivière Madame, provient d'une petite anse située au voisinage de la grande baie de Terre-d'en-Haut. Une roche analogue forme le sommet des Deux-Mamelles dans la même île,

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

son verre renferme une grande quantité de ponctuations ferrugineuses; il ne possède pas de cassures perlitiques, mais il est riche en éponges de quartz globulaire; j'ai observé ce minéral sous la même forme dans une andésite à hypersthène et augite du pied de cette montagne.

Enfin, de la Terre-d'en-Bas et de l'îlot du Paté, proviennent des échantillons d'une andésilabradorite à augite et hornblende (résorbée) renfermant parfois (le Paté) un peu de quartz bipyramidé : cette roche est à comparer à la dacite à hornblende de Saint-Eustache, mais le quartz y paraît moins abondant.

§ VIII. — Dominique.

Les quelques roches qu'ont bien voulu me remettre MM. Hovey et Sapper ne fournissent de renseignements que pour le voisinage de la Soufrière, mais elles sont intéressantes, car elles se rapportent à des types remarquablement identiques à ceux de l'île voisine.

Dacites. — A Laubat, se trouve une dacite semblable à celle du type III du Carbet ; la hornblende y présente les mêmes phénomènes de transformation que dans l'andésite du Piton Pierreux ; l'échantillon que j'ai examiné est très rubéfié et tous les minéraux ferromagnésiens de petite taille sont devenus opaques.

Andésites. — Dans la même localité, et dans les environs du Boiling Lake se trouvent des andésites à hypersthène du type III, à structure hyalopilitique. L'augite y est assez abondante ; elle existe en plus grande quantité encore dans les andésilabradorites du Fresh Water Lake ; de cette même localité provient aussi une andésite à rapporter au type IV, dont la pâte est rendue holocristalline par de petites éponges de quartz à structure poecilitique ; on peut les comparer, au point de vue de l'origine, au quartz de l'andésite de l'éruption actuelle ; elles sont accompagnées de plages de quartz limpide nettement secondaires ; cette roche peut donc à ce point de vue être rapprochée de celle du Piton Pierreux. L'origine secondaire du quartz me paraît aussi vraisemblable dans une roche très altérée, provenant des Sulphur Springs.

Basaltes. — Enfin, M. Sapper a recueilli aux environs de Rosalie une série de basaltes à feldspaths, riches en olivine et présentant des variations assez grandes dans les dimensions des microlites d'augite et de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

labrador et dans l'abondance relative de l'olivine et des plagioclases basiques. Ces roches sont à comparer à celles du Sud de la Martinique et, comme dans celles-ci, les plagioclases sont en moyenne moins zonés que dans les andésites.

§ IX. — Sainte-Lucie.

Je n'ai sur cette île que des documents insuffisants. Une vieille collection conservée au Muséum, et ne portant pas d'indications précises de localités, montre qu'il y existe des dacites, des andésites, des andésilabradorites et enfin des basaltes, c'est-à-dire tous les types existant à la Martinique.

J'ai examiné quelques échantillons recueillis par MM. Hovey et Sapper au Petit Piton et à la Soufrière; ils se rapportent tous à des *dacites*. Ceux du Petit Piton appartiennent au type IV (quartzifère) des dacites des pitons du Carbet, mais présentent cette particularité qu'ils ne renferment pas de hornblende, que la biotite ne s'y trouve qu'en très petits cristaux, alors qu'au contraire l'hypersthène y forme des phénocristaux volumineux. Un échantillon provenant de la Soufrière appartient au même type. La biotite y est remplacée par d'énormes cristaux de hornblende, englobant des plagioclases et présentant les mêmes phénomènes de transformation que l'andésite du Piton Pierreux.

Enfin, des roches provenant des Sulphur Springs sont très riches en hornblende et en hypersthène (phénocristaux et microlites) et contiennent parfois de la biotite offrant le même genre d'altération que l'amphibole; cette dacite est très rubéfiée; les microlites d'hypersthène sont transformés dans la variété β ou sont devenus opaques. La roche appartient au type vitreux un peu quartzifère; elle est dans certains échantillons très altérée par les fumerolles sulfhydriques qui ont en partie décomposé les plagioclases et développé dans la pâte des cristaux de natroalunite.

§ X. — Saint-Vincent.

1° *Les roches volcaniques.*

Les roches volcaniques de Saint-Vincent rentrent, elles aussi, dans la série pétrographique de la Martinique, mais les types dominant dans les deux îles ne sont pas les mêmes. A Saint-Vincent, ce sont les *andésilabradorites* et les *labradorites* qui paraissent jouer le rôle capital.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Andésites. — Les types les plus acides correspondent à des andésites à hypersthène et augite, relativement pauvres en pyroxènes ; les microlites feldspathiques sont filiformes et appartiennent à l'andésine ; les phénocristaux de plagioclases zonés oscillent de l'andésine à la bytownite, avec prédominance du labrador ; la structure est hyalopilitique. Ces andésites, âpres au toucher, grises ou rougeâtres, ont été recueillies en blocs au milieu des apports récents de la vallée de la Wallibu.

Andésilabradorites et labradorites à hypersthène et augite. — Ces roches constituent la plus grande partie des échantillons étudiés ; elles forment une série continue, allant des andésites précédentes à des basaltes. Les unes sont âpres au toucher, les autres compactes, très cristallines. Dans les termes les plus acides, des microlites d'andésine sont associés au labrador généralement moins allongé ; il existe toujours une petite quantité d'augite microlitique, mais irrégulièrement distribuée ; l'hypersthène est souvent cerclé d'augite, groupée régulièrement sur lui, mais quelquefois le pyroxène monoclinique lui forme une ceinture de petits grains différemment orientés. Les plagioclases, toujours très zonés, appartiennent en moyenne au labrador et au labrador-bytownite et vont parfois jusqu'à l'anorthite (1). Ce type pétrographique se trouve dans les vallées de Buccament, de Larikai, de Wallibu, de Baleine ; de nombreux blocs en ont été rejetés par l'éruption actuelle.

L'apparition de l'olivine (consécutive à une diminution de l'hypersthène), la disparition des microlites d'andésine et enfin l'abondance plus grande des microlites d'augite conduisent à des labradorites évoluant très nettement vers les basaltes : les phénocristaux de plagioclases y vont parfois jusqu'à l'anorthite. Ces passages ne se font pas toujours d'une façon aussi régulière et il existe des roches dans lesquelles on trouve à la fois beaucoup d'olivine et d'hypersthène ; celui-ci est alors le plus souvent groupé avec l'augite ; enfin, j'ai parfois observé des traces de hornblende résorbée, mais en général ce minéral est rare dans les roches que j'ai examinées.

Les principaux gisements dont j'ai étudié les roches sont les vallées de Buccament, de Larikai, Morne-Ronde, la base du Morne Garu,

(1) Dans un échantillon de la vallée de Larikai, une très bonne section à double macle a fourni (pôle 56°), pour le centre les nombres 44° et 28° (92 % d'anorthite) et pour la bordure extérieure 21° et 36° (59 % d'anorthite).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Kingstown Point. Dans quelques échantillons (vallée de Larikai et blocs contenus dans les cendres de l'éruption actuelle), la tridymite en lamelles d'un blanc laiteux abonde ; elle est parfois accompagnée de petits octaèdres de cristobalite.

Basaltes. — Enfin, la disparition de l'hypersthène, l'abondance plus grande de l'augite microlitique (Richmond Point) conduit à de véritables basaltes très basiques, dont la roche du Chateaubelair Point peut être considérée comme le type ; elle est comparable, au point de vue minéralogique, au basalte de l'îlot des Ramiers à la Martinique, mais ne contient pas de cristaux drusiques d'hypersthène.

Roches de l'éruption actuelle. — Les produits rejetés par l'éruption actuelle renferment une énorme quantité de débris anciens appartenant à tous les types qui viennent d'être passés en revue. Les cendres noires, un peu scoriacées, et les bombes non craquelées (1) dont la forme atteste une projection à l'état incomplètement solidifié, et qui par suite doivent être considérées comme fournies par le magma en voie d'ascension, appartiennent au type d'andésilabradorite à augite et hypersthène décrit plus haut (2) ; il y existe assez fréquemment de l'olivine. La cristallinité de ces différentes roches est fort variable ; les types vitreux y sont fréquents.

2° *Les enclaves.*

Enclaves énallogènes. — Les cendres de l'éruption actuelle renferment une quantité considérable d'enclaves de cornéennes, les unes compactes, les autres à gros éléments, blanches, grises, brunes ou vertes ; elles sont souvent rubanées. On peut y distinguer deux types différents. L'un est constitué par des roches très cristallines, blanches ou légèrement verdâtres, dans lesquelles des grains de quartz sont visibles à l'œil nu : ce sont d'anciens grès calcaires, dont les minéraux métamorphiques sont un pyroxène légèrement vert en lames minces et de l'anorthite ; celle-ci forme par places de véritables cristaux porphyriques. Le second type est représenté par des cornéennes vertes, constituées par de l'*anorthite*, de la *wollastonite* et

(1) Voir page 526 la description de ces bombes.

(2) Les phénocristaux de plagioclases zonés appartiennent en moyenne au labrador à 59 à 63 % d'anorthite ; les parties les plus basiques atteignent 75 %, et la bordure acide tombe à 50.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

un *pyroxène*, tantôt incolore, tantôt vert foncé et pléochroïque dont les grains sont fréquemment englobés poecilitiquement par le feldspath ; enfin des variétés brunes sont riches en hornblende. On rencontre parmi ces roches des nodules à grands éléments d'anorthite et surtout de wollastonite rappelant ceux de la Somma. Je noterai en terminant que dans quelques cornéennes amphiboliques et pyroxéniques, le plagioclase basique s'allonge et la roche prend alors un aspect lamprophyrique qui serait déroutant, si le pyroxène ne conservait pas ses formes arrondies et si ces variétés pétrographiques n'étaient associées sous forme de traînées aux autres types métamorphiques ; à cet égard, les roches qui nous occupent peuvent être comparées aux schistes micacés et amphiboliques à facies de pseudo-lamprophyres que j'ai décrits (1) parmi les roches de contact des syénites néphéliniques de Madagascar.

Toutes ces cornéennes ne sont autre chose que des sédiments (crétacés ou tertiaires?) métamorphisés du substratum profond, inaccessible à l'observation en place ; elles sont associées à des blocs de quartz (filonien), de silex dans lesquels je n'ai observé aucune transformation minéralogique.

Enclaves homœogènes. — La Soufrière de Saint-Vincent mérite de devenir classique par l'extraordinaire abondance des enclaves homœogènes allomorphes (antilogues), qui se trouvent d'ailleurs aussi bien dans les tufs anciens que dans les produits de projection de l'éruption actuelle (2).

Enclaves allomorphes. — Ces enclaves forment parfois des blocs de plusieurs milliers de kilogrammes et l'on trouve tous les intermédiaires entre eux et les débris de leurs cristaux qui abondaient dans les projections de quelques paroxysmes et en particulier de celui du 16 octobre 1902 (fragments transparents d'anorthite ayant parfois les reflets de la pierre de lune). Ces enclaves sont libres ou englobées par des bombes scoriacées ; elles sont beaucoup plus variées que celles de la Montagne Pelée, elles en diffèrent essentiellement par la très grande rareté et généralement l'absence de l'hypersthène, par l'extrême abondance du péridot [type très ferrifère à bissectrice aiguë négative et parfois macle suivant m (110)]. Ces enclaves sont essentiellement constituées par de la bytownite ou de l'anorthite, non zonées,

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 4e série, I, 1902, 60.

(2) C'est une de ces enclaves que j'ai décrite en 1893 [**201**, 476], avec une indication inexacte de gisement (Trinidad). MM. Anderson et Flett ont signalé déjà ces enclaves dans leur rapport préliminaire [**71**, 431].

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

à facies microtinique ; le feldspath est accompagné de péridot, d'augite (rarement d'hypersthène), enfin de hornblende et parfois de titanomagnétite.

Quand on étudie des échantillons isolés, on peut y distinguer trois types principaux : 1° des *troctolites* blanches passant à des *anorthosites*, qui ressembleraient à des calcaires cristallins, si leurs feldspaths n'étaient pas aussi vitreux ; 2° des *diorites à hornblende basaltique* ; 3° des *gabbros à péridot*. Il existe entre tous ces types des passages minéralogiques par introduction de hornblende dans les troctolites et les gabbros, de pyroxène et de péridot dans les diorites. La complication augmente si l'on tient compte des proportions relatives des éléments blancs et ferromagnésiens qui déterminent la production de types leucocrates, mésocrates, mélanocrates et presque holomélanocrates pour les gabbros et les norites. Enfin, au point de vue structurel, on trouve tous les passages possibles entre des types très finement grenus et d'autres pegmatoïdes à très grands éléments. Les plagioclases sont d'ordinaire grenus, mais, quand ils sont englobés poecilitiquement par de grands cristaux d'augite et surtout de hornblende, ils prennent des formes géométriques. Les inclusions vitreuses et parfois gazeuses sont souvent assez abondantes.

Lorsqu'on examine une série nombreuse de ces enclaves et surtout quand on considère sur place leurs blocs de très grandes dimensions, on constate qu'en réalité tous ces types ne sont que des facies de variation d'un même magma ; le type moyen paraît être le gabbro à olivine. A cet égard, les blocs de couleur claire et à grains fins sont particulièrement significatifs ; ils sont tout à fait à comparer aux gabbros rubanés des Hébrides (1). Les traînées blanches y sont plus ou moins riches en péridot ; dans leurs lits parallèles ou enchevêtrés, apparaissent progressivement les métasilicates qui vont parfois se concentrant jusqu'à former des lits presque entièrement amphiboliques.

Je n'insiste pas davantage sur ces roches, dont je me propose de publier une étude spéciale ; je me contenterai de faire remarquer qu'elles sont incontestablement en relations intimes avec le magma qui a fourni les roches de la Soufrière, mais elles manifestent une hétérogénéité étrange, dont les divers termes ne correspondent à aucune des roches d'épanche-

(1) A. Geikie and J.-J.-H. Teall, *Quarterly J. geol Soc. London*, L, 1894, 652.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ment connues à Saint-Vincent. Il me semble assez vraisemblable que l'origine de cette hétérogénéité doit être recherchée non pas dans des phénomènes de différenciation en vase clos du magma, mais dans le voisinage des cornéennes calcaires décrites plus haut. Si cette hypothèse d'endomorphisme était justifiée, ces enclaves devraient être considérées comme *endopolygènes* et non comme *homœogènes*. Dans tous les cas, il est évident qu'elles ont formé des masses en place dans la profondeur ; en effet elles ne présentent pas de structure zonaire à emboîtement périphérique ; j'ai observé en outre dans quelques blocs de grande taille de véritables filons, sans relation de composition minéralogique ni de structure avec la roche traversée, et j'ai recueilli des débris de filons à structure zonée régulière, de diorites entre autres, qui sont grenus dans la partie centrale et renferment sur leurs bords de longues baguettes de hornblende, implantées normalement aux salbandes; ces échantillons rappellent d'une façon remarquable la structure des filons de granite à riebeckite de Madagascar.

Phénomènes de corrosion. — Ces enclaves allomorphes présentent les divers phénomènes de fusion partielle et de recristallisation que j'ai étudiés dans les enclaves similaires de la Montagne Pelée. A cet égard, je signalerai en particulier des échantillons amphiboliques, dans lesquels, toute la hornblende ayant fondu, les cristaux d'anorthite à formes nettes simulent des phénocristaux pressés les uns contre les autres au milieu d'une matière scoriacée noire peu abondante.

Enclaves synomorphes. — J'ai recueilli sur les bords du cratère plusieurs enclaves à *cordiérite* présentant un très vif intérêt à cause surtout de leur analogie avec les roches similaires de la Montagne Pelée ; elles correspondent à deux types différents. Les unes sont violettes, compactes, présentent des plans parallèles de lamellisation ; l'examen microscopique montre qu'elles sont constituées par une brèche renfermant des débris de phénocristaux de plagioclases basiques, quelques rares squelettes d'un minéral ferromagnésien disparu, constitués par de la magnétite et de petites baguettes d'hypersthène. Ces phénocristaux sont réunis par un mélange holocristallin de microlites de plagioclases, de cristaux de cordiérite et de petits grains ou d'aiguilles irrégulières d'hypersthène et de magnétite. La *cordiérite* est souvent xénomorphe; quand elle prend des formes nettes, elle est aplatie suivant la base, de telle sorte que ses sections transversales

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ont l'aspect de microlites feldspathiques (pl. XXVI, fig. 5), mais avec signe positif d'allongement et pléochroïsme dans les teintes violet pâle (maximum parallèle à cet allongement apparent) ; elle se forme souvent par corrosion au milieu du plagioclase ; enfin il me reste à signaler quelques paillettes de biotite. Cette roche est, à n'en pas douter, l'homologue des enclaves à cordiérite de la Montagne Pelée décrites page 546 : sa densité est 2,77.

Le second type est représenté par une bombe craquelée de la grosseur du poing que j'ai recueillie sur le bord du cratère ; elle est blanche, avec taches violettes. L'examen microscopique fait voir qu'elle est essentiellement constituée par un mélange de grains de quartz et de petites plages de *cordiérite* entourant des phénocristaux du même minéral (pl. XXVI, fig. 4) ; il existe en outre des grains d'hypersthène vert foncé. Cette cordiérite est d'une couleur plus foncée que celle la roche précédente ; son pléochroïsme est intense ; elle renferme en abondance des inclusions gazeuses et des inclusions vitreuses, ainsi que des aiguilles d'hypersthène ; elle est riche en outre en ponctuations ferrugineuses. On remarque dans cette roche des moules de grands cristaux détruits, en partie remplis par un mélange de cordiérite et d'hypersthène ; enfin, çà et là apparaissent de petits îlots de verre incolore ou brunâtre. Sans doute faut-il voir dans cette roche l'équivalent des roches à quartz et cordiérite de la Martinique (p. 548), dont elle possède la faible densité (2,46 à 2,48), mais dont elle se distingue par la dimension relativement grande de la cordiérite, dont les cristaux peuvent atteindre 1 millimètre de plus grande dimension.

Ce type de roche à cordiérite offre une analogie plus grande encore avec les bombes d'Asama Yama, dont la cordiérite a été jadis étudiée par von Lasaulx. M. B. Kotô les considère comme des grès métamorphiques ; d'après quelques échantillons que j'ai pu examiner grâce à l'obligeance de M. Hussak et de M. Berwerth, il me semble possible de les expliquer par le même mécanisme que les roches étudiées ici. Quelques-uns d'entre eux, en effet, renferment des phénocristaux de plagioclases, tout à fait semblables à ceux de la roche englobante ; dans l'hypothèse d'un grès métamorphique, il faudrait admettre que ceux-ci sont d'origine secondaire, or ils paraissent antérieurs à la cordiérite et au quartz de la pâte. Un des échantillons que j'ai étudiés renferme, en outre, des sphérolites d'un minéral fibreux à allongement positif rappelant celui que j'ai assimilé avec

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

doute à la sillimanite dans les enclaves à cordiérite de la Montagne Pelée.

3° *Composition chimique.*

Voici quelques analyses des produits de l'éruption actuelle de roches volcaniques anciennes et d'enclaves ; je les fais suivre de la composition minéralogique virtuelle correspondante. Les variations de composition des cendres paraissent, en partie, résulter des distances différentes du cratère où elles ont été recueillies (classement mécanique).

a. Éruption actuelle. — Bombe vitreuse, par M. Pisani.

b. — Cendres recueillies au Langley Park, par M. Hillebrand (*in* Schmelck).

c. — — par M. Steiger (*in* Hillebrand [**215**]).

d. — recueillies à la Barbade, par M. Pollard (*in* Flett [**212**]).

e. — recueillies sur le *Coya* à 250 milles W.-S.-W. de Saint-Vincent, par M. Steiger (*in* Hillebrand [**215**]).

f. — *Id.*, par M. Schmelck [**223**].

g. Labradorite à hypersthène de la vieille Somma de la Soufrière, analyse faite par M. Pisani, ainsi que les deux suivants, et *k* et *l*.

h. Basalte de la pointe de Châteaubelair.

i. Enclave dioritique de Châteaubelair.

j. Enclave troctolitique, par M. Arsandaux.

k. Enclave synmorphe d'andésite à cordiérite.

l. Bombe quartzeuse à cordiérite.

	Éruption actuelle.									
	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*	*h.*	*i.*	*j.*
SiO^2 . .	56,71	55,08	55,64	52,81	57,62	57,75	53,51	48,71	47,15	45,0
TiO^2 . . .	0,77	0,80	0,98	0,95	0,87	0,70	1,06	1,08	0,90	0,3
Al^2O^3 . . .	18,80	18,00	18,21	18,79	19,76	17,70	18,90	18,40	22,30	32,5
Fe^2O^3 . . .	3,12	2,46	3,63	3,28	3,43	2,84	3,37	3,70	2,22	0,2
FeO.	5,35	4,57	4,83	4,58	3,90	2,73	5,70	5,33	6,93	3,0
MgO	3,62	3,34	3,48	5,19	1,82	3,51	4,38	10,30	5,15	0,7
CaO.	8,06	7,74	8,10	9,58	6,25	8,11	9,15	10,11	12,30	17,1
Na^2O. . . .	3,65	3,45	3,55	3,23	3,79	5,03	3,13	2,34	1,81	0,8
K^2O.	0,77	0,65	0,58	0,60	0,71	0,94	0,51	0,43	0,35	0,2
P^2O^5	0,08	0,17	0,11	0,15	0,17	tr.	»	0,06	0,19	»
H^2O.	0,11	2,05	0,74	0,37	0,90	1,00	0,12	0,25	1,00	»
	100,95	99,67 (1)	100,15 (2)	100,35 (3)	100,08 (4)	100,31	99,79	100,71	100,20	100,8

(1) Y compris 0,24 SO^3 ; 0,21 MnO ; 0,91 Fe^7S^8.
(2) Y compris 0,19 MnO ; 0,03 BaO ; 0,04 S.
(3) Y compris 0,28 MnO ; 0,07 (Co, Ni)O ; 0,33 SO^3 ; 0,14 Cl.
(4) Y compris 0,11 S ; 0,08 MnO ; [0,29 SO^3 ; 0,20 CaO ; 0,08 NaO^2 solubles].

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

	k.	*l.*	*a'.*	*g'.*	*h'.*	*i'.*	*j'.*	*k'.*
SiO^2....	60,31	71,60	0,945	0,892	0,812	0,786	0,750	1,005
TiO^2....	1,18	0,13	0,010	0,014	0,014	0,011	0,004	0,015
Al^2O^3...	23,20	18,90	0,183	0,185	0,180	0,219	0,319	0,227
Fe^2O^3...	0,89	0,46	0,019	0,021	0,023	0,014	0,001	0,006
FeO....	4,20	1,86	0,074	0,079	0,074	0,096	0,050	0,058
MgO....	3,42	1,95	0,090	0,109	0,257	0,129	0,017	0,085
CaO....	5,58	2,38	0,145	0,163	0,180	0,220	0,305	0,100
Na^2O...	2,12	1,57	0,058	0,050	0,037	0,029	0,013	0,034
K^2O....	0,62	0,96	0,009	0,005	0,004	0,003	0,002	0,006
P^2O^5...	0,12	»	0,001	»	0,001	0,001	»	0,001
H^2O...	0,12	0,25	»	»	»	»	»	»
	101,76	100,06						

		a.			*g.*			*k.*	
Quartz.....		9,00			6,96			26,94	
Feldspaths.	Orthose....	5,00	67,64	76,64	2,78	65,12	72,08	3,34	84,25
	Albite.....	30,39			26,20			17,82	48,13
	Anorthite..	32,15			34,14			26,97	
Al^2O^3.....								9,18	
Pyroxènes.	SiO^3Ca.....	3,02	17,98	24,23	3,83	20,54	27,54	»	13,38	17,39
	SiO^3Mg....	9,00			10,90			8,50		
	SiO^3Fe.....	5,94			5,81			4,88		
Minerais...	Magnétite..	4,41	5,93		4,87	7,00		1,39	3,67	
	Ilménite...	1,52			2,13			2,28		
Apatite.....			0,34					0,34	
H^2O.....				0,11			0,12		0,12

		a.			*i.*			*j.*	
Feldspaths.	Orthose....	2,22		60,25	1,67		68,86	1,11	92,43
	Albite.....	19,39			15,20			6,81	
	Anorthite..	38,64			51,99			84,51	
Peridot....	SiO^4Mg^2....	5,39	6,51		0,49	1,81		0,70	1,11	
	SiO^4Fe^2....	1,12			1,32			0,41		
Pyroxènes.	SiO^3Ca. ...	4,41	25,84	39,82	3,48	23,51	30,58	0,12	6,04	7,99
	SiO^3Mg....	18,00			11,65			1,30		
	SiO^3Fe.....	3,43			8,38			4,62		
Minerais...	Magnétite..	5,34	7,47		3,25	4,92		0,23	0,84	
	Ilménite...	2,13			1,67			0,61		
Apatite.....				»		0,34				»
H^2O.....				0,25			1,00			»

	x.	SiO^2 totale.	SiO^2 libre.	An.	Φ	*r.*	C'.	Ψ.	
a.....	24,23	56,71	9,00	48	3,7	0,21	0,06	2,34	Hessose.
g.....	27,54	53,51	6,96	52	4,0	0,16	0,07	2,08	—
h. ...	39,82	48,71	»	64	3,9	0,18	0,05	0,86	Auvergnose (2e classe).
i.....	30,58	47,15	»	75	5,5	0,19	0,05	1,77	Hessose.
j.....	7,99	45,00	»	91	13,0	0,25	0,007	5,43	X [1re cl., 5e ordre, 5e rang (canadase), subrang présodique].
Moyenne de *a*, *g*, *h*.					3,9	0,18	0,06	1,76	Granito-dioritique, persodique, mésoalumineux, magnésien.

On voit par ces résultats l'identité chimique de la lave actuelle et d'un des types d'andésilabradorites de la Martinique (*q*, p. 575), à rapporter à la *hessose*, mais à la limite de la *bandose* : elle est moins riche en silice

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

libre que les labradorites de la Soufrière de la Guadeloupe, aussi le quartz n'y apparaît-il pas en phénocristaux. L'analogie minéralogique, signalée entre les basaltes de l'îlot des Ramiers et ceux de Châteaubelair, n'est pas moins grande au point de vue chimique, bien que, par suite de leur situation près d'une limite (37,5 d'éléments ferromagnésiens), ces deux roches portent deux noms différents dans la classification chimico-minéralogique.

Quant aux deux enclaves allomorphes, on voit l'énorme prédominance des minéraux calciques ; j'ai indiqué plus haut quelle en est sans doute la cause : la roche *j* est une véritable *anorthosite à anorthite*.

§ XI. — Grenade.

Les roches de Grenade ont fait en 1896 l'objet d'un mémoire de M. Harrison [**195** *bis*] qui a signalé et analysé toute une série de roches désignées par lui sous les noms de *hornblende-andésite*, *hornblende-pyroxene-andesite* (*a*), *augite-enstatite-andesite* (*b*) (surtout en blocs dans conglomérats), *augite-andesite* (*c*) et enfin *olivine-basalte* (*d*).

	SiO^2.	TiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	P^2O^5.	H^2O.	
a.....	62,74	»	13,67	3,39	4,35	0,42	1,74	6,01	4,25	1,23	0,18	2,02	= 100,00
b.....	56,51	0,19	14,07	4,04	4,65	tr.	3,95	8,44	5,32	0,79	0,23	1,51	= 99,70
c.....	46,15	0,36	13,25	1,29	8,54	0,22	7,82	13,89	3,77	0,93	0,15	2,01	= 100,37
d.....	42,83	0,05	10,92	4,33	8,52	0,12	14,02	13,20	3,24	0,64	0,39	1,80	= 100,36

Ces analyses ont été discutées par M. Washington; l'andésite *a* se rapporte à la *tonalose* et rentre, par suite, dans la série des roches des îles précédentes; *b* n'en est pas très éloignée (2ᵉ classe, 5ᵉ ordre, 2ᵉ rang, 5ᵉ subrang, X), mais il n'en est pas de même pour les autres roches; en effet, le calcul (1) range *c* dans la 3ᵉ classe, 8ᵉ ordre, 2ᵉ rang, 5ᵉ subrang (X) et *d* dans la 4ᵉ classe, 1ᵉʳ ordre, 1ᵉʳ rang, 2ᵉ subrang (X), de la classification américaine : ces roches sont caractérisées par de la néphéline et de la leucite virtuelles. Je me contente de signaler le fait, n'ayant pu étudier moi-même que deux roches de cette île (collection de M. Sapper). La première est une *andési-labradorite* (type à rapporter à *a*), riche en plagioclases basiques zonés

(1)

	c.		*d*.	
Orthose..	1,1		»	
Anorthite..	7,5	38,5	13,1	31,0
Leucite...	3,5		3,1	
Néphéline..	26,4		14,8	

	c.		*d*.	
Pyroxène..	49,9	58,2	41,7	68,0
Olivine....	7,2		20,0	
Minerais...	1,2		6,3	

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

(labrador à bytownite) et en augite (*b*); ce dernier minéral s'y trouve en phénocristaux et en grains, mais la roche ne peut être considérée comme augitique (entre Saint-Georges et Victoria). La seconde provient de Sauteurs; c'est un *basalte* à grands microlites qui, à l'inverse de ce que j'ai observé dans les roches similaires des Antilles, ne contient en fait de phénocristaux que de l'augite (structure en sablier) et de l'olivine; la pâte renferme un peu de biotite. Cette roche est très basique et peut être comparée aux basaltes porphyroïdes du Massif Central de la France; il semble peu probable qu'elle soit identique à celle dont l'analyse est donnée en *d*. L'étude détaillée de la pétrographie de cette île serait à souhaiter, car ces roches basiques sont aberrantes dans la série pétrographique très continue des Petites Antilles.

§ XII. — La province pétrographique des Petites Antilles.

Les données exposées dans ce chapitre, encore qu'incomplètes, mettent cependant en évidence la parenté des roches volcaniques des Petites Antilles, sous la réserve de celles de Grenade auxquelles je viens de faire allusion. Les types dominants dans cette province pétrographique constituent une *série dacito-andésitique*, comprenant des dacites, des andésites, des andésilabradorites et des labradorites, dont la teneur en éléments ferro-magnésiens oscille en moyenne entre 12 et 37 0/0; les types plus pauvres ou plus riches en éléments colorés sont des exceptions, ces derniers font partie d'une série basaltique, prolongation de la précédente.

Les caractères minéralogiques essentiels consistent : — dans l'absence d'orthose et de feldspathides, — dans l'abondance de phénocristaux de plagioclases zonés, allant jusqu'à l'anorthite, ne descendant pas au-dessous de l'andésine, quelle que soit la teneur en silice de la roche considérée, — dans la fréquence et souvent la prédominance de l'hypersthène parmi les minéraux colorés, — enfin, dans les variations nombreuses de composition minéralogique, résidant en particulier dans l'apparition de quartz, d'olivine, de hornblende en phénocristaux, parfois de quartz dans la pâte, *sans qu'elles aient de retentissement sur la composition chimique de la roche qui les présente*. Les roches à quartz bipyramidé sont particulièrement à signaler; elles vont depuis des types de roches acides de couleur claire (dacites)

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

jusqu'à d'autres plus basiques, à facies basaltique, à comparer au *quartzbasalt* de l'Ouest américain : les types à quartz bipyramidé de Saba, de Saint-Eustache, de la Guadeloupe, viennent à cet égard compléter la série des roches observées à la Martinique.

Au point de vue chimique, dans la classification de M. Michel Lévy, la composition moyenne des roches de la Martinique et de la Guadeloupe correspond à un magma *tonalitique*, *mésosodique*, *mégaalumineux* et *magnésien* : les écarts constatés dans les roches considérées individuellement se produisent dans une seule direction (granitodioritique, mégaalumineux, ferromagnésien, mésosodique ou persodique).

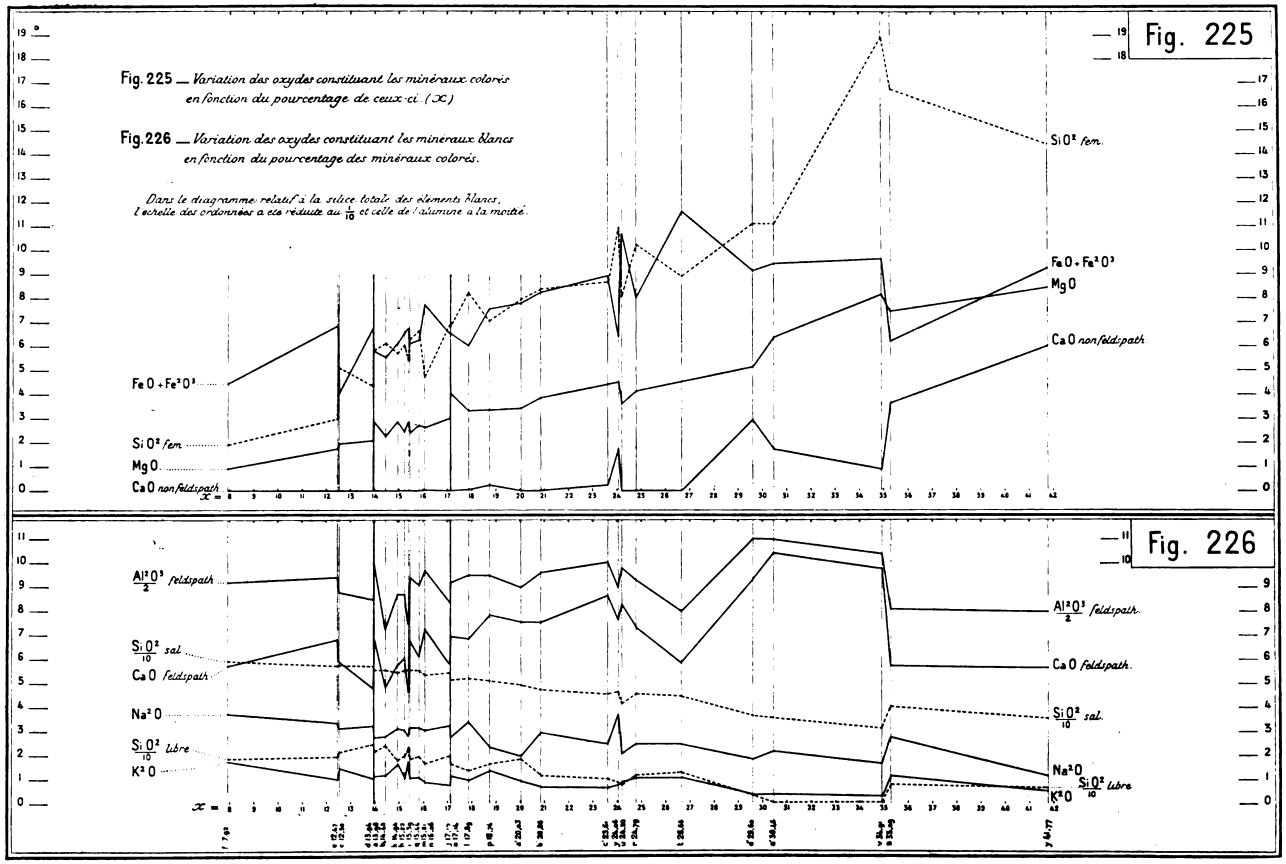
	Φ	r	C'	W				
Martinique (moyenne).	4,7	0,39	0,01	2,22	Tonalitique, mésosodique, mégaalumineux, magnésien.			
Guadeloupe —	4,7	0,42	0,006	2,99	—	—	—	—
Saba	4,4	0,35	0,04	1,45	—	mégasodique (lim. mésosod.),	—	—
St-Vincent (moyenne).	3,9	0,18	0,06	1,76	Granitodioritique,	persodique (lim. mésosod.),	— (lim. mégaalum.),	—

On voit par ce tableau que les roches de Saba se rapprochent beaucoup des précédentes, la moyenne de celles de Saint-Vincent s'en écarte davantage, mais il ne faut pas oublier que le nombre des analyses pour cette île n'est que de trois et qu'elles comprennent seulement des types à comparer aux plus basiques de ceux de la Martinique, qui s'en rapprochent plus que de la moyenne générale comprenant l'ensemble des roches de l'île.

Les figures 225 et 226 représentent les variations des oxydes entrant dans la constitution des minéraux blancs et colorés des roches de la Martinique, en fonction du pourcentage des éléments colorés (méthode Michel Lévy). Les données des analyses des roches de Saint-Vincent et de la Guadeloupe s'intercalent dans ces diagrammes sans y introduire de perturbations graves; j'ai pensé cependant qu'il était préférable de m'en tenir aux roches d'une même île. J'ai fait figurer le diagramme de la silice libre à côté de celui de la silice totale des éléments blancs; on voit combien il suit étroitement celui des alcalis et en particulier celui de la potasse; comme lui, il se rapproche d'une droite. Le diagramme de l'alumine feldspathisable suit naturellement celui de la chaux feldspathisable, surtout quand les alcalis diminuent. Afin de ne pas compliquer les figures, je n'ai pas tracé le diagramme de l'alumine libre; il serait extrêmement irrégulier

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google



Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dans les types acides, pour atteindre définitivement zéro aux alentours de 26 p. 0/0 d'éléments ferro-magnésiens.

La nouvelle classification américaine est commode pour mettre en évidence la parenté de ces roches. Presque toutes renferment de la silice en excès; à l'exception de deux obsidiennes de la Guadeloupe, le rapport $\frac{\text{silice libre}}{\text{feldspaths}} < 0{,}6$ les groupe dans le quatrième ordre ou dans le cinquième, quand la silice libre se rapproche de 0. Le rapport $\frac{K^2O}{Na^2O}$ est compris dans les mêmes limites; il en est de même du rapport $\frac{K^2O + Na^2O}{CaO}$, sauf dans le cas des deux obsidiennes de la Guadeloupe; aussi les roches de la série dacito-andésitique, si variées au point de vue minéralogique, rentrent-elles presque toutes dans le type chimique *bandose*, celles de la série basaltique dans le type voisin *hessose*; quant aux types aberrants, ils appartiennent aux espèces les plus rapprochées.

Quel que soit le point de vue auquel on se place, la parenté de toutes les roches qui nous occupent est donc évidente; on ne peut douter qu'elles ne proviennent originellement d'un même magma, constituant des réservoirs distincts pour chaque centre volcanique; il serait du plus haut intérêt d'étudier pour chacun d'entre eux le détail de l'évolution de ce magma, car, si nous savons qu'elle a conduit aux mêmes types pétrographiques, nous ignorons, sauf pour la Martinique, l'ordre dans lequel ces derniers se sont produits. On peut seulement constater que les volcans de la Guadeloupe et de Saint-Vincent sont depuis longtemps dans une phase plus basique que la Montagne Pelée : leurs produits correspondent, ceux de la Soufrière de la Guadeloupe au type basique des labradorites à hypersthène anciennes de la Martinique (*bandose*), alors que ceux de Saint-Vincent sont à comparer, au point de vue chimique, aux moins basiques des *hessoses* de l'île voisine.

Les analogies qui viennent d'être signalées se poursuivent dans la nature des enclaves homœogènes antilogues rencontrées dans la plupart d'entre ces roches (Saba, Guadeloupe, Saint-Christophe, Martinique, Saint-Vincent); il est bon de rappeler aussi l'identité de transformations chimiques conduisant à la production de la cordiérite dans les enclaves synmorphes de la Montagne Pelée et de la Soufrière de Saint-Vincent. Enfin, les enclaves

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

énallogènes de Saba et de Saint-Vincent montrent qu'en profondeur les assises calcaires secondaires ou tertiaires ont subi, sous l'influence du magma éruptif ou de ses émanations, des modifications métamorphiques du même ordre et des plus intenses.

Par beaucoup de caractères, les roches volcaniques des Petites Antilles se rapprochent de celles qui abondent sur toute la longueur de l'axe volcanique de l'Amérique, des Andes à l'Ouest américain. L'analogie est surtout remarquable avec les roches de l'Équateur et du Sud de la Colombie, étudiées aux points de vue minéralogique et chimique par M. Küch; celles-ci, de même que les nôtres, sont plus limitées au point de vue de la basicité que celles du reste de ce grand axe volcanique; elles ne renferment, en effet, aucun de ces types très basiques ou très acides, si abondants (1), au contraire, dans les séries pétrographiques de l'Amérique centrale (2), du Mexique et surtout de l'Ouest américain. Malgré ces analogies générales, la série pétrographique des Antilles possède des caractères distinctifs bien nets, mis en évidence par le tableau de la page suivante qui indique la place systématique de celles des roches de la série dacito-andésitique, généralement à hypersthène, du continent américain et des Antilles qui ont été analysées (3); j'ai distingué par des caractères gras les types dominants aux Antilles et en italiques ceux qui ne s'y trouvent qu'accidentellement. I, II et III représentent la classe, — * indique les types prédominants sur le continent américain.

C'est par le caractère qui fixe le rang, c'est-à-dire par l'abondance de la chaux *feldspathisable* par rapport aux alcalis, que nos roches à hypersthène se distinguent de celles des gisements américains, dans lesquels le type bandose ne paraît exister que comme exception [quartzbasalt de Lassen Peak et andésite à hypersthène de Suppan's Mountain (Californie)]. En dehors de l'Amérique, il est représenté par les andésites à hypersthène du Bandai-San (Japon), d'où a été tiré son nom, — par les andésites de Great Ayton et de Castle Rock (Angleterre), — par la lave de Vulcano (1888), — par les dacites à hypersthène de San Pedro (Cap de Gates) et enfin par

(1) Iddings, The volcanic rocks of the Andes (*J. of. geol.* Chicago, I, 164).

(2) L'andésite à hornblende rejetée en 1902 par le volcan de Santa Maria, au Guatemala, est, d'après les analyses publiées par M. Bergeat (*Centralblatt*, 1903, p. 291), à rapporter à la lassenose.

(3) H. S. Washington, *Chem. analyses of ign. rocks publish. from 1884 to 1900*. Washington, 1903.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

les enclaves homœogènes plésiomorphes des dacites de Méthana et d'Egine, qui, elles, sont à rapporter à la tonalose, à la yellowstonose et à la dacose. Les plus basiques des roches de Santorin (labradorites à olivine) se rapportent aussi au même type, mais les andésites à hypersthène sont tout autres (lassenose, yellowstonose, toscanose, etc.); dans cette série, $\Phi = 3{,}2$ à $4{,}8$, avec $3{,}8$ pour moyenne, $\Psi = 4$ (ferrique).

		3e ORDRE.	4e ORDRE.	5e ORDRE.
	Q / F	$> 0{,}6$	$< 0{,}6 > 0{,}142$	$< 0{,}142$
2e RANG.	$\frac{K^2O + Na^2O}{CaO} < 7 > 1{,}566$			
	4e SUBRANG (dosodique). $\frac{K^2O}{Na^2O} < 0{,}6 > 0{,}142$	I. *Alsbachose* (Guadeloupe).	I. Lassenose *. II. Dacose.	
	5e SUBRANG (persodique). $\frac{K^2O}{Na^2O} < 0{,}142$			II. X (Grenade).
3e RANG.	$\frac{K^2O + Na^2O}{CaO} < 1{,}566 > 0{,}6$			
	4e SUBRANG (dosodique). $\frac{K^2O}{Na^2O} < 0{,}6 > 0{,}142$		I. *Yellowstonose* (Martinique). II. *Tonalose* * (Martinique, Guadeloupe, Grenade) (1).	II. Andose *.
	5e SUBRANG (persodique). $\frac{K^2O}{Na^2O} < 0{,}142$		II. Placerose.	
4e RANG.	$\frac{K^2O + Na^2O}{CaO} < 0{,}6 > 0{,}142$			
	3e SUBRANG (présodique). $\frac{K^2O}{Na^2O} < 0{,}6$		II. **BANDOSE** (Martinique, Guadeloupe, Saba).	II. **HESSOSE** (Saint-Vincent, Martinique). III. *Auvergnose* (Martinique, enclaves de Saint-Vincent).
5e RANG.	$\frac{K^2O + Na^2O}{CaO} < 0{,}142$			I. *Canadose* (Saint-Vincent, enclaves).

Quant au type hessose, il est beaucoup plus répandu; ses variétés les plus riches en silice sont connues en Californie sous forme d'andésites à hypersthène ou d'enclaves plésiomorphes dans des dacites; le plus souvent il constitue des basaltes ou des gabbros.

(1) C'est ce type auquel conduit la moyenne d'un nombre considérable d'analyses de roches éruptives des États-Unis (Clarke, *in* Washington, *Op. cit.*).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

TROISIÈME PARTIE

LES PRODUITS DE L'INCENDIE DE SAINT-PIERRE

Quand, à la fin de juin 1902, nous avons débarqué pour la première fois à Saint-Pierre, un spectacle poignant et inoubliable s'est offert à nos yeux. De la cité, peu de semaines auparavant florissante et pleine d'activité, il ne restait que quelques pans de murs, surgissant — lugubres au milieu d'un silence de mort — d'un amoncellement de matériaux de construction et de cendres, d'où émergeaient à chaque pas des restes humains et des débris de toute sorte, lamentables témoins d'une vie intense arrêtée d'une façon foudroyante.

Peu à peu, nous avons vu ces ruines se déblayer sous l'action des pluies tropicales et sous la pioche de ceux qui cherchaient à sauver quelques épaves du désastre des leurs. Au cours des nombreuses visites que j'y ai faites, je me suis demandé s'il ne serait pas possible de tirer de cette effroyable misère quelques enseignements utiles sur les phénomènes qui se sont produits silencieusement sous le linceul de cendres de la ville morte. J'ai porté mon attention sur tout ce qui a été exhumé devant moi, quelle qu'en fût la nature, et, parmi beaucoup de choses sans intérêt scientifique, j'ai recueilli un petit nombre de documents, dont l'étude constitue cette dernière partie de mon livre; quelques-uns d'entre eux méritent d'une façon spéciale de retenir l'attention; peut-être eussent-ils été plus nombreux, s'il m'avait été possible de suivre pendant plus longtemps les fouilles, qui ont été surtout actives après mon départ.

Je tiens dès à présent à bien spécifier que tous les phénomènes dus à des actions calorifiques et dont les résultats vont être exposés plus loin n'ont qu'un rapport occasionnel avec l'éruption actuelle, sur laquelle ils ne nous apprennent rien. C'est elle, en effet, qui les a rendus possibles en

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

renversant et en incendiant la ville, en couchant des milliers de cadavres sous ses ruines ; mais, ceci fait, les phénomènes que je vais étudier, à l'exception de ceux qui concernent les dépouilles humaines ensevelies dans les cendres, se sont produits par des procédés ne différant en rien de ceux mis en œuvre par des incendies allumés par les causes les plus éloignées de celle qui nous occupe.

C'est à cause de la nature des matériaux de construction de la ville détruite que l'étude des produits de l'incendie présente une importance scientifique toute particulière. Saint-Pierre en effet était entièrement construite avec des roches volcaniques, des andésites, analogues ou identiques à celles émises actuellement par la Montagne Pelée. Sous l'action de la très haute température produite localement par l'incendie et grâce à des conditions spécialement favorables, certains murs ont fondu ; les roches volcaniques qui les constituaient ont été ainsi replacées pendant quelques heures, quelques jours, parfois même quelques semaines, dans un état physique semblable à celui qu'elles possédaient au moment de l'éruption qui les a jadis mises en place, semblable à celui que possède le magma actuel au moment où il arrive au jour pour former le dôme. Ainsi le phénomène qui a anéanti tant d'existences humaines a contribué à faire *revivre* pendant un temps plus ou moins court ces roches fournies par d'antiques éruptions volcaniques.

Le produit de la fusion de ces roches s'est refroidi avec des vitesses inégales suivant les circonstances locales ; il s'est trouvé parfois en contact avec des matériaux de nature variée, modifiés eux-mêmes par la chaleur ; il a réagi sur eux, et c'est ainsi qu'ont pris naissance des roches et des minéraux nouveaux, grâce à de véritables opérations synthétiques, réalisées avec une ampleur qui laisse bien loin derrière elle toutes les expériences que nous pouvons entreprendre dans nos laboratoires. L'étude de ces transformations minéralogiques éclaire quelques particularités de l'histoire des roches éruptives en général et nous ramène ainsi, par un chemin détourné, au volcanisme et à l'évolution des magmas naturels.

§ I. — Les cadavres.

Les conditions tout à fait exceptionnelles dans lesquelles les malheureuses victimes de Saint-Pierre ont été ensevelies sous la cendre ou sous les

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ruines fumantes de leur ville, rendaient intéressante, au point de vue biologique, la recherche des transformations qui ont été subies par leurs cadavres.

Je laisserai de côté tous ceux qui ont été soumis aux conditions banales de la décomposition cadavérique ordinaire, c'est-à-dire tous ceux qui n'ont pas été maintenus après la mort à une température supérieure à la normale. Sous l'influence du climat chaud et humide, la putréfaction s'est effectuée avec une très grande rapidité aux dépens de tous les corps restés à la surface du sol ou ensevelis à son voisinage, sous les débris d'habitations entre lesquels l'air pouvait circuler facilement. C'est ainsi, par exemple, qu'à la fin de juin les squelettes que nous avons trouvés, dans un chemin creux du Morne d'Orange (fig. 124), reposant sur des branchages, étaient complètement dépouillés de matière organique et blanchis, comme s'ils étaient restés exposés à l'air depuis de longues années. Cette rapidité de la décomposition a bien été favorisée par l'action des pluies alternant avec un soleil brûlant, car les cadavres rencontrés au mois de novembre dans une sorte de caveau (page 297), recouverts par quelques centimètres de cendres seulement et par suite soustraits à l'action des intempéries, avaient entièrement conservé leur forme ; les liquides de la décomposition ne s'étaient point écoulés au dehors. Quant aux corps trouvés dans les cabanons de l'asile d'aliénés (fig. 136), ils avaient subi une sorte de momification par dessiccation.

Je considérerai successivement le cas des cadavres qui ont été ensevelis sous les cendres brûlantes, puis je m'occuperai de ceux qui ont été soumis à la température plus élevée des maisons incendiées, sans cependant avoir été complètement carbonisés.

C'est dans le quartier du Fort et au voisinage de la Roxelane que mon attention a été attirée par des paquets de fibres jaunes, ayant l'aspect du tabac d'Orient, qu'au mois de mars 1903 charriaient encore en abondance les ruisselets creusés par les pluies dans les cendres. Leur véritable nature m'est apparue un jour de décembre 1902, où, au cours d'un orage, plusieurs cadavres ont été mis à découvert sous mes yeux : j'ai constaté alors que ces fibres, d'apparence végétale, n'étaient autres que des *fibres musculaires*, dont j'ai cherché à étudier le mode d'isolement.

L'examen microscopique de coupes longitudinales ou transversales montre que ces fibres musculaires sont seulement dissociées par suite de

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

la disparition totale du tissu conjonctif interfibrillaire, mais qu'elles ont conservé leurs stries parfaitement distinctes; mon ami, le Dr Latteux, qui a bien voulu m'en faire de nombreuses préparations, n'a pu, en utilisant les colorants habituels, mettre en évidence aucun noyau du sarcolemme. J'ai prié M. le Dr Phisalix de faire quelques cultures à l'aide de mes échantillons; au bout de vingt-quatre heures, ils rendent le bouillon trouble et verdâtre, y développant une odeur de putréfaction; plusieurs espèces microbiennes non sporulées (pathogènes pour le cobaye) s'y développent (microbes de la putréfaction). Ces diverses données permettent de discuter les conditions auxquelles ont été soumis les cadavres d'où proviennent ces fibres.

La conservation de la structure histologique des fibres musculaires dans la décomposition cadavérique est un fait nouveau, car, dans les conditions normales, la striation de ces fibres disparaît très rapidement; cette particularité est certainement due aux conditions si spéciales dans lesquelles se sont trouvés les cadavres une fois recouverts par la cendre, qui a gardé sa haute température pendant quelque temps, après sa chute. L'état de ces fibres musculaires est comparable à celui que l'on obtient en dissociant à l'aiguille de la viande cuite à l'étouffée. Les cadavres ensevelis dans la cendre chaude (1) ont dû subir une cuisson de ce genre; le tissu d'union des fibres musculaires a été détruit, sans que cependant la température ait été suffisante pour déterminer la mort des microbes intestinaux : ceux-ci ont bientôt envahi le cadavre et produit sa putréfaction. Mais, d'autre part, l'abondance des pluies n'a pas permis une décomposition lente sur place dans les cendres perméables refroidies, les produits solubles au fur et à mesure de leur formation ont dû être rapidement entraînés. De nombreux cadavres ont été peu à peu mis à découvert; les phénomènes d'érosion qui se sont exercés à leurs dépens, comme à ceux du sol voisin, en ont facilement arraché les faisceaux de fibres musculaires; une fois détachées du cadavre et dissociées par un lavage intensif, celles-ci ont pu être charriées au loin, puis elles se sont desséchées et racornies au contact de l'air; elles ont ainsi échappé à la décomposition qui les eût atteintes si elles étaient restées en place sur les cadavres.

Les corps imparfaitement carbonisés, enfouis sous les déblais des maisons incendiées, m'ont fourni des observations analogues. Dans les ruines d'une

(1) Voir p. 279 pour la discussion sur la température probable de ces cendres.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

maison de la rue Victor-Hugo, j'ai trouvé, en février 1903, un bloc cohérent, constitué par des cendres, des gravats, des débris de vaisselle, du charbon d'origine organique enveloppant un membre inférieur humain recouvert de linges roussis. Le col du fémur était carbonisé, mais, à quelques centimètres plus loin, les muscles desséchés formaient des masses fibreuses, rigides. Leur examen histologique, après montage dans la celloïdine, a fourni les mêmes résultats que celui des fibres dissociées, avec cette différence toutefois que les stries en sont encore mieux conservées et que les fibres ont gardé leurs relations mutuelles, les champs de Cohnheim sont nettement distincts dans les sections microscopiques transversales ; de plus, la coloration à l'hématoxyline met çà et là en évidence des noyaux du sarcolemme ; localement enfin quelques capillaires ont subsisté ; quant au tissu conjonctif, dans ce cas encore, il a disparu. Les cultures sur bouillon ont fourni des bacilles très mobiles, non pathogènes, du genre *B. subtilis* ; par suite de la température élevée à laquelle ont été portés ces débris, à l'inverse du cas précédent, les microbes peu résistants du tube digestif ont donc été détruits et la putréfaction n'a pas pu accomplir son œuvre destructrice.

Enfin, quand la température a été suffisante, les tissus ont pris feu et ont été, ainsi que les os, carbonisés en totalité ou en partie (voir p. 293).

§ II. — Les objets combustibles divers.

Les restes d'objets combustibles de tout genre (bois, tissus, papier, produits d'alimentation, d'industrie, etc.) (1) plus ou moins carbonisés abondaient dans les ruines, mais en général ils ne m'ont pas fourni d'observations intéressantes, sauf en ce qui concerne l'action réductrice qu'ils ont parfois exercée sur les silicates fondus. Je me contenterai donc de citer les quelques faits suivants.

Les bijoux retirés des coffres-forts étaient uniformément recouverts d'un enduit, parfois très mince et alors transparent, dans d'autres cas plus épais, opaque et brillant, de produits résineux, dus à la combustion des écrins ou des papiers qui les accompagnaient (2).

(1) M. Trillard m'a remis un fragment de registre carbonisé, englobé dans un charbon bulleux, léger et éclatant, translucide sous une faible épaisseur, qui provient certainement de la combustion de sucre.

(2) Le caveau de la Banque est resté intact après le 8 mai ; on en a retiré non seulement l'encaisse métallique, mais encore les objets d'or et d'argent mis en dépôt. Les bijoux étaient renfermés dans

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

J'ai trouvé de nombreux cristaux de gypse [$m(110)$, $a_3(\bar{2}11)$, $g^1(010)$] entre les feuilles minces du charbon résultant de la carbonisation de la reliure d'un registre de commerce. Ce gypse provient de la dissolution par la pluie, suivie d'une cristallisation, de sulfate de chaux existant dans le carton, car ce minéral ne se rencontrait dans aucun des produits voisins.

J'ai recueilli dans les déblais d'une épicerie du quartier du Fort des boîtes de conserves non ouvertes mais oxydées, dont tout le liquide avait disparu. Les légumes : petits pois, asperges, truffes, etc., ont subi une diminution de volume considérable qui semble être une conséquence de ce mode de chauffage en vase clos en présence de la vapeur d'eau, car des pruneaux trouvés dans les mêmes ruines, et qui ont été carbonisés à l'air libre, étaient agglomérés sans contraction considérable ; ils sont seulement devenus durs, noirs, à cassure vitreuse. L'examen microscopique montre que leur structure histologique a complètement disparu ; ils sont constitués par un produit amorphe dur ; cette transformation s'est effectuée à une température inférieure à 180°, puisque la soudure des boîtes a persisté au moins en partie. Le liquide a dû disparaître peu à peu par des fissures trop petites pour permettre la rentrée de l'eau pluviale dans les boîtes. Peut-être l'action de la cendre chaude est-elle à invoquer ici plutôt que celle de l'incendie.

Enfin, en terminant, je signalerai, dans les ruines des usines à sucre et des rhummeries, l'existence de scories, qui, elles, ne doivent pas être attribuées à l'action de l'incendie ; elles résultent de la fusion des cendres de *bagasses* (résidu du pressurage de la canne à sucre) servant au chauffage : ces scories se forment en effet dans les foyers de toutes les usines de la Martinique. Je m'en occuperai plus loin en étudiant les produits silicatés.

§ III. — Les métaux.

Les métaux précieux. — Les monnaies et autres objets d'or et d'argent trouvés dans les ruines étaient couverts de cette patine noire d'oxyde de cuivre, qui se produit lorsqu'on chauffe au rouge les alliages cuprifères

des boîtes en carton, en bois ou en métal, mal fermées, au fond desquelles se trouvait une étiquette. M. Alizard, directeur de la Banque, m'a remis quelques-unes de celles-ci : au contact du bijou, le papier n'a subi aucune modification, alors que sur les parties découvertes il est teinté en gris par du noir de fumée. Ces étiquettes portent donc en blanc la représentation exacte de l'objet qui reposait sur elles.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de ces métaux au contact de l'air : parfois l'oxyde a été réduit et la pièce possède une coloration rouge. Des pièces d'argent ou de bronze ont été rencontrées, soudées les unes aux autres, mais sans véritable fusion.

M. Trillard, receveur des domaines, m'a remis quelques pièces d'argent ayant subi une modification plus profonde ; elles sont gondolées, leur volume a été considérablement accru par la production de grosses bulles de gaz ayant parfois crevé à l'extérieur ; très fréquemment ces bulles se sont produites par gonflement des lettres, effigies ou ornements en relief. La production de ces bulles est vraisemblablement due à la dilatation, sous l'influence de la chaleur, de gaz occlus dans le métal au moment de la frappe. Je dois à l'obligeance de M. Beaudu, directeur par interim de la Banque, une plaque métallique formée par l'agglomération de pièces de 1 franc : à la partie inférieure, qui reposait sur le sol (1), la forme des pièces est encore reconnaissable, mais la surface exposée à l'air est constituée par une masse scoriacée, superficiellement noire, hérissée de pointements cristallins, qui rappelle celle produite par le *rochage* de l'argent fin, mais qui doit sans doute être attribuée à une autre cause, ce phénomène ne se produisant pas avec l'argent impur, comme l'est l'alliage monétaire.

Le cuivre. — Tandis que tous les objets de cuivre (fils de téléphone, etc.) rencontrés à l'extérieur des habitations ou dans des maisons non incendiées étaient intacts, ceux qui ont été soumis à l'action de l'incendie étaient couverts d'un enduit ou d'une croûte cristalline [$a^1(111)$] de *cuprite*, d'un rouge rubis ; les feuilles de cuivre enveloppées dans les produits fondus sont souvent entièrement transformées en cuprite ; celle-ci est parfois recouverte extérieurement par de l'oxyde noir ; enfin j'ai trouvé aussi des gouttes translucides de cuprite ayant cristallisé après fusion. On verra (page 636) que dans les scories la cuprite forme parfois des cristaux nets ou des aiguilles englobées par les silicates et possédant la structure réticulée de la *chalcotrichite*. Le cuivre plus ou moins pur se trouve aussi parfois non oxydé, formant de petits lingots dans les roches fondues.

L'étain et le plomb. — Je n'ai constaté aucune altération de l'étain des

(1) Le coffre-fort de la caisse du service courant a été réduit à une carcasse informe, qui a été projetée au milieu de la chambre où il se trouvait ; son contenu s'est répandu au dehors ; la plupart des pièces d'argent et d'or ont fondu, le lingot dont il s'agit ici en provient ; quant aux pièces de 1 franc et de 0 fr. 50, constituées par un alliage de cuivre et de nickel (15 %), en usage à la Martinique, elles étaient noircies, mais non fondues.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

objets fondus que j'ai rencontrés (1) toujours accompagnés de charbon de bois. De même, le plomb en général était intact; cependant, au contact de l'air, il a été parfois transformé en *litharge* lamelleuse.

Le zinc. — Les objets de zinc étaient nombreux dans la ville détruite. A la surface des ruines, dans les parties chauffées au contact de l'air, ce métal s'est transformé en oxyde pulvérulent et plus rarement en cristaux microscopiques jaunes, transparents; dans les parties profondes des ruines, comme le milieu était réducteur, le zinc n'a pas pu brûler, il a coulé, s'est moulé sur les objets voisins, a été parfois englobé dans les scories, puis a cristallisé en masses en quelque sorte marmoréennes, dont on peut extraire des lames de clivage, ayant jusqu'à 3 centimètres de côté.

Cette large cristallisation par recuit est éminemment caractéristique de ce métal et permet de le distinguer immédiatement du plomb et de l'étain. Elle a été particulièrement mise en évidence par des clous en zinc, provenant de la maison Duplan [**227**]. Ces clous, employés pour la construction des bateaux, ont la tête plate et une tige quadrangulaire, mesurant 3 centimètres de longueur; ils remplissaient un tonneau, où ils étaient accidentellement mélangés avec du plomb de chasse, qui est devenu un indicateur de température. A l'état neuf, ces clous ont une surface lisse et se tordent assez facilement; leur cassure très compacte montre que leur structure est à peine cristalline. Ceux retirés des ruines sont ternes, rugueux et souvent recouverts d'une croûte d'oxyde qui les soude les uns aux autres. Leur structure est fort différente, suivant la position qu'ils occupaient dans le tonneau et, par suite, suivant qu'ils ont été plus ou moins chauffés par la combustion de celui-ci et par le rayonnement du milieu dans lequel ils se trouvaient lors de l'incendie. Les clous du milieu du tonneau sont devenus aigres; ils ne se tordent plus, mais se brisent sous le choc du marteau; leur cassure est fibro-lamellaire; la zone de fibrosité est plus ou moins régulièrement perpendiculaire à deux des

(1) J'ai trouvé quelques produits chimiques. Le *chromate de plomb*, utilisé par les femmes pour orner de jaune leurs madras (en créole, cette opération s'appelle *calender* les madras), est parfois transformé en ce chromate basique rouge, facile à obtenir par calcination du chromate jaune. Des boules de *bleu*, employées pour le blanchissage, se sont creusées de fissures de retrait, sans avoir subi de transformations profondes sous l'action de la chaleur. J'ai rencontré aussi un sac de *sel*, transformé en une masse à grands éléments, criblée de vacuoles. J'avais cru tout d'abord que ce chlorure de sodium avait fondu; l'examen microscopique de lames de clivage a montré qu'il est riche en inclusions liquides à bulles; il s'est donc seulement aggloméré par suite d'une recristallisation succédant à une dissolution partielle postérieure à l'incendie.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

côtés de la tige. Les grains de plomb qui les accompagnent sont intacts, ou bien sont devenus polyédriques à leur contact mutuel; plusieurs d'entre eux sont réunis parfois pour former un globule ovoïde; la température à laquelle le milieu a été soumis a donc dû osciller au voisinage de 325° C., qui est celle de fusion du plomb.

Les clous de la périphérie du tonneau sont très fragiles, une faible traction exercée sur eux détermine la production d'un clivage brillant; un même clou est toujours constitué par un seul cristal de zinc, celui-ci ayant d'ailleurs une orientation quelconque par rapport à l'axe de la pièce. Quelques-uns d'entre eux, tout en ayant conservé, en gros, leur forme normale, sont réduits à une carapace extrêmement mince, à orientation uniforme; l'intérieur de la pièce est évidé : cette carapace peut être intacte ou affaissée. Ces particularités de structure peuvent être aisément reproduites en chauffant ces clous holocristallins à une température voisine de 433° C. (fusion du zinc); la production de la carapace qui maintient leur forme est due à l'existence de la mince couche infusible d'oxyde qui les recouvre. Ces observations mettent en évidence d'une façon élégante l'influence, bien connue déjà, du recuit sur la cristallisation du zinc.

Dans la maison Duplan, de nombreux objets de *laiton* ont été fondus et le produit résultant a été englobé dans les silicates sous forme de grenailles ou de lingots : des liquations et aussi la distillation partielle de zinc ont donné, d'une part, du zinc (clivable) et du cuivre purs et, d'une autre, divers alliages distincts de celui ayant servi de point de départ (alliage jaune d'or à 20 $^0/_0$ de zinc et zinc cuprifère à cassure grenue, mais non clivable). C'est aux dépens du métal mis en liberté par ces opérations que sont formés les cristaux de zincite, de willémite et de gahnite étudiés page 635 (1).

Dans les mêmes ruines, j'ai recueilli des blocs d'oxyde de zinc compact, très dur, creusé de cavités que tapissent de très petits cristaux de zincite : cet oxyde paraît résulter plutôt de l'agglomération du *blanc de zinc*, que de la combustion sur place du métal.

Le fer. — Les objets en fer, fonte, acier ont été rarement fondus, mais ils ont été maintenus à une haute température en présence des gaz et de

(1) J'ai recueilli sur l'emplacement de l'église du Centre un petit lingot métallique non oxydé résultant de la fusion partielle de la cloche représentée par la figure 123; il présentait une grande hétérogénéité, indiquant un phénomène de liquation.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

la vapeur d'eau produits par la combustion ; ils ont subi la transformation habituelle en oxyde magnétique. Dans la maison Duplan, notamment, une très grande quantité d'objets en fer : chaînes, serrures, paquets de clous, instruments et outils de toute sorte, ont ainsi, sans perdre leur forme, été oxydés et soudés les uns aux autres ; ils présentent tous les stades possibles entre une modification partielle et une transformation complète. La structure des parties oxydées est très cristalline, fibro-lamellaire, avec disposition des fibres normale à la surface extérieure.

Ces constatations sont importantes, car c'est grâce à cette transformation préalable que le fer a pu être dissous par l'andésite fondue et déterminer les phénomènes endomorphes qui vont être étudiés plus loin. Les objets transformés en oxyde magnétique, une fois englobés par les silicates, ont été parfois portés à une température suffisante pour les fondre (1250° C.) : ils se sont transformés ensuite par cristallisation en magnétite grenue, qui offre la plus grande analogie avec certains minerais naturels ; de petits octaèdres à faces nettes ou cristallitiques se rencontrent çà et là dans leurs cavités. A l'œil nu, cette magnétite grenue paraît homogène ; mais, en traitant par le sulfate de cuivre une surface polie, il est possible de mettre en évidence une petite quantité de fer métallique. On verra plus loin que la magnétite, bien cristallisée ou seulement cristallitique, abonde dans tous les types de scories ferrugineuses comme élément microscopique.

Il était intéressant de rechercher quelles modifications le fer non oxydé a pu subir dans un semblable milieu ; j'ai soumis à l'examen de M. Osmond, le savant métallographe, deux échantillons que j'ai recueillis à cet effet dans les scories silicatées étudiées plus loin. Le premier est un fragment d'un instrument de très grande taille en fonte grise truitée, ayant une épaisseur de 4 centimètres ; il était enveloppé dans la roche à pyroxène (p. 632). Il n'a pas fondu et possède à sa partie centrale une structure normale, c'est-à-dire des noyaux de *perlite* [mélange eutectique de *cémentite* (Fe^3C) et de *ferrite* (Fe)] et des lamelles ou mouches de graphite, enveloppés de fonte blanche. Quand on examine l'échantillon, en se rapprochant de l'extérieur, on voit que la teneur en carbone passe de 3,80 $^0/_0$ environ à 0,40 $^0/_0$ (d'après l'estimation des proportions relatives de ferrite et de perlite). De plus, fait important qui paraît n'avoir pas encore été observé, le graphite, qui formait dans la fonte un réseau plus ou moins continu, est remplacé

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

par un mélange de magnétite et de silicates. L'action oxydante a donc d'abord brûlé le graphite et ouvert ainsi le chemin à la scorification qui a ensuite gagné de proche en proche.

Le second échantillon est le résultat de la cristallisation d'un lingot formé par la fusion complète d'objets de nature indéterminée ; c'est une masse spongieuse, comparable à l'acier doux de coulée, malléable à froid. Elle est formée par des cristaux à clivages cubiques, peu cohérents, entre lesquels il reste à peine un peu de cémentite et de la troïlite ; c'est en définitive du fer presque entièrement décarburé. On sait que la température de fusion du fer pur est de 1600° ; on peut affirmer que ce lingot a été porté à une température supérieure, car il est englobé dans le produit de la fusion presque complète d'une brique quartzeuse (fusion du quartz = 1775° C.).

§ IV. — Le calcaire.

J'étudierai plus loin les modifications subies par le mortier ; elles ne présentent d'intérêt qu'en raison de la présence des silicates mélangés à la chaux.

Dans les ruines du Morne-Rouge, j'ai recueilli une plaque de marbre blanc (marbre de toilette) qui, malgré une calcination intense suivie d'exposition à l'air, avait conservé sa forme. L'examen microscopique montre que ce marbre est fendillé, divisé ainsi en alvéoles (correspondant aux cristaux originels de calcite), par l'extérieur desquels la dissociation a gagné de proche en proche, sans avoir été toujours totale. La partie décomposée a été transformée en chaux, trouble et monoréfringente. Par suite d'un séjour de 35 jours à l'air humide (ces échantillons ont été recueillis le 5 octobre à la surface du sol, sur l'emplacement de la maison détruite représenté par la figure 152), la chaux s'est en partie recarbonatée ; elle a été transformée ainsi en petits grains de calcite à orientation quelconque.

Les mêmes modifications, mais sans recarbonatation, s'observent dans un camée et dans une petite plaque d'onyx calcaire faisant partie de bijoux provenant de Saint-Pierre.

Perles fines. — Parmi les débris de bijoux que m'a communiqués M. Trillard, se trouvaient quelques petites perles fines : les unes, qui avaient été soumises à une température peu élevée, étaient seulement ternies et irisées ; d'autres, noircies et fendillées, avaient été soumises à une plus haute

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

température. Une dernière était même absolument blanchie, par suite d'une calcination plus complète ; la structure concentrique originelle était fort nette ; l'échantillon s'est réduit en poussière sous la pression du doigt en donnant une poudre cristalline, formée non par de l'aragonite (perle normale), mais par de la calcite ; c'est la transformation habituelle de l'aragonite quand elle est chauffée à une température suffisante. Ces divers échantillons étaient constitués par des perles fines ordinaires (*Margarita margaritifera* L.). M. Thierry m'a communiqué aussi une de ces perles de lambis (*Strombus gigas* L.), qui sont pêchées et appréciées à la Martinique ; elle présente le même genre d'altération que les précédentes (noircissement et fendillement).

§ V. — Les matériaux silicatés autres que les roches employées pour la construction.

1° *Les pierres précieuses.*

Je n'ai observé aucune modification dans le très petit nombre de pierres précieuses provenant de bijoux que j'ai eu l'occasion de voir et qui d'ailleurs, en général, n'ont pas été soumises à une très haute température. J'ai examiné un grenat almandin taillé, englobé dans du verre fondu ; il est seulement craquelé. M. le Dr Artières m'a remis un lingot formé par la fusion d'une broche d'argent doré à laquelle sont soudées trois pièces de 5 centimes en partie intactes ; de petits diamants (roses) sont englobés dans la matière fondue, sans avoir subi aucune altération.

2° *Le verre et le cristal.*

Des objets de verre existaient en quantité considérable dans les ruines ; ils consistaient surtout en bouteilles ou en verrerie de table, l'usage des vitres étant exceptionnel à la Martinique.

Phénomènes de fusion. — Dans la plupart des cas, la température à laquelle ces objets ont été portés a été suffisante pour les ramollir, et le refroidissement assez rapide pour empêcher une cristallisation par recuit (1). Sous l'action de la pesanteur, ces objets se sont affaissés et ont

(1) Il en est de même pour les nombreux objets de tôle et de fonte émaillées, qui abondaient dans les ruines. L'émail était fondu, boursouflé, parfois adhérent à des cendres, mais je n'y ai observé aucun phénomène de recristallisation qu'*a priori* je pensais y trouver à cause du borax qui entre dans la composition de l'émail. L'or de la dorure d'une petite boite de cuivre émaillé a formé des globules fondus au milieu d'un verre bleuâtre.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

pris des aspects très divers. C'est par centaines que les verres et bouteilles, à formes étranges, ont été exportés comme souvenirs du volcan, bien qu'ils ne fournissent aucun renseignement sur la température de la nuée destructrice ; ils ne constituent que des curiosités (1), je ne m'y arrêterai donc pas.

Phénomènes de réduction. — La plupart des objets de verre ont été chauffés dans une atmosphère réductrice, surtout ceux se trouvant dans les magasins de verrerie où ils étaient emballés dans des caisses de bois et enveloppés dans de la paille ; aussi le verre ordinaire a-t-il souvent pris ces couleurs jaunes, grises ou noires, que les verriers désignent sous le nom de *couleurs de cémentation* et que l'on sait obtenir en chauffant le verre au rouge sombre dans du charbon de bois.

Le cristal était en général recouvert d'une couche noire, à éclat métallique, de plomb réduit, parfois assez épaisse pour le rendre opaque. Cette réduction s'est souvent produite à une température inférieure à celle du ramollissement de cette matière (lustre de la cathédrale du Mouillage).

Le verre bleu coloré au cuivre (verre de lunettes, fioles de pharmacie, petits vases) a subi une modification du même genre ; il est recouvert alors d'une couche rouge éclatante et parfois irisée de cuivre réduit.

Des phénomènes d'irisation ont été aussi observés à la surface de fragments de verre ; ils sont le résultat d'une altération chimique (élimination des alcalis), postérieure au chauffage et produite sous l'action de l'humidité (2).

Phénomènes de recristallisation. — Beaucoup de ces objets ont été non seulement fondus, mais encore maintenus à haute température pendant un temps suffisamment long pour cristalliser par recuit, en totalité ou en partie.

Dans la maison Duplan, des piles de vitres ont été soudées les unes aux autres par la chaleur ; dans quelques-unes, on voyait à l'une des extrémités les vitres simplement soudées et ondulées à la suite d'un commencement de ramollissement, alors qu'à l'autre leur forme n'était plus

(1) Dans les déblais d'une boutique d'horloger, nous avons recueilli des paquets de verres de montre soudés et déformés par un commencement de fusion. Malgré la température à laquelle ils ont été soumis, l'étiquette, collée sur le côté convexe, n'était pas carbonisée : cette préservation doit être attribuée à l'absence d'air due à l'adhérence de ces verres les uns contre les autres.

(2) *Pierres et perles fausses.* — La plupart des bijoux examinés portaient des pierres ou des perles fausses. Elles étaient soit fondues en un globule irrégulier, soit arrondies avec conservation des facettes ; suivant qu'elles étaient constituées par du verre ou par du strass, elles présentaient les particularités signalées plus haut dans les objets de verre ou de cristal, sans que dans aucune d'entre elles j'aie observé de recristallisation. De fausses turquoises présentaient les phénomènes de réduction que je viens de signaler dans le verre cuprifère.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

reconnaissable ; elles formaient alors une masse blanche fibreuse opaque, remplie de bulles ; on peut suivre sur la figure 3 de la planche XXX les stades intermédiaires entre ces deux extrêmes. D'autres blocs de vitres sont entièrement transformés ; ils sont extrêmement gondolés ou contournés et se sont moulés sur les déblais voisins ; néanmoins, l'individualité des vitres est restée distincte.

Dans tous les cas, la cristallisation commence par les bords de la vitre : les fibres implantées normalement à ceux-ci arrivent parfois à se rejoindre ; dans certains cas, les deux séries de fibres sont réunies par une zone centrale dans laquelle les cristaux sont diversement orientés et de nature différente. Deux minéraux se produisent dans ces conditions, soit seuls, soit associés, la wollastonite et une substance que je vais décrire plus loin. La wollastonite forme des cristaux remarquablement nets, dont il est possible de déterminer les formes à travers le verre qui les englobe ; ce sont des lames, très aplaties suivant p (001), limitées par des faces p, g^1, $o^{1/2}$ (101), $a^{3/2}$ ($\bar{2}03$) ; ces deux dernières formes, qui font entre elles un angle d'environ 100°, sont facilement mesurables dans les sections transversales des cristaux (Pl. XXVIII, fig. 14) ; on peut constater que ces dernières sont parallèles au plan des axes optiques et que l'extinction s'y fait à 33° de p, dans l'angle $po^{1/2}$; toutes les propriétés optiques sont celles de la wollastonite normale. Il est intéressant de remarquer parmi ces produits de dévitrification du verre l'absence complète du métasilicate, hexagonal et optiquement positif, dimorphe de la wollastonite, qui est celui que l'on rencontre le plus souvent dans les produits cristallisés des verreries (1). La production de l'un ou l'autre de ces silicates dépend de la température à laquelle s'effectue le recuit ; l'exemple étudié ici montre que la wollastonite se forme à la température la plus basse possible, puisque les vitres qui la renferment sont souvent à peine déformées. La wollastonite est toujours localisée au voisinage des surfaces extérieures, ses cristaux sont noyés dans du verre (la composition normale du verre à vitre comprend 25 0/0 de wollastonite virtuelle, le reste étant essentiellement constitué par du silicate de soude).

Dans les vitres devenues entièrement fibreuses, la partie centrale est oc-

(1) M. Fouqué a cependant étudié (*Comptes Rendus*, CIX, 1889, 5) une coulée de verre de 180 000 kilogrammes, produite par un accident d'usine et n'ayant pas moins de 0m,30 de largeur : les bords, refroidis brusquement, étaient plus ou moins complètement dévitrifiés en wollastonite monoclinique qui, d'après les échantillons que j'ai étudiés, présente les mêmes formes que celle décrite ici.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

cupée par le second minéral. Celui-ci est fibreux (Pl. XXVII, fig. 6), disposé parfois (fig. 5 de la même planche) en pinceaux plus ou moins réguliers. Ce minéral a une biréfringence maximum un peu inférieure à celle de la wollastonite et, à l'inverse de celle-ci, comprise dans un plan de la zone de fibrosité; dans celle-ci l'extinction est longitudinale, de signe positif. Les sections transversales des pinceaux sont constituées par des groupements à axes parallèles de petites baguettes allongées suivant la trace du plan des axes optiques et perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive, autour de laquelle les axes optiques sont assez peu écartés. Ce minéral, comme la wollastonite, est facilement décomposé par les acides, mais la solution est non seulement riche en chaux, mais encore en soude ; il ne correspond à aucun produit actuellement connu. Comme il paraît résulter de la recristallisation presque totale du verre, sa composition doit se rapprocher de la formule $3SiO^2$ (CaO,Na^2O). J'ai recueilli de nombreux échantillons dans lesquels il existe parfois seul à l'exclusion de la wollastonite.

Ces vitres n'ont pas toujours conservé leur forme; souvent elles ont coulé au loin dans les déblais et se sont transformées en une sorte d'écume bulleuse, légère, translucide, parfois colorée en bleu par de l'oxyde de cuivre dissous : le seul minéral qui s'y soit produit est la wollastonite, dont les cristaux apparaissent parfois isolés dans des druses : j'étudierai page 633 les phénomènes d'endomorphisme produits par l'action de ce verre sur les gravats et la cendre.

J'ai recueilli soit à Saint-Pierre, soit au Morne-Rouge, des bouteilles plus ou moins complètement transformées en un produit à fibres très serrées, ayant la même composition que ceux qui viennent d'être décrits, mais qu'il est souvent difficile d'étudier d'une façon précise à cause de l'enchevêtrement des fibres. La collection de géologie du Muséum possède une bouteille présentant ce même genre de modification et provenant de l'incendie de la Pointe-à-Pitre (Guadeloupe), consécutif au grand tremblement de terre de 1843.

3° *La faïence et la porcelaine.*

Les objets de faïence et de porcelaine que j'ai examinés n'ont pas subi l'action d'une très haute température ; ils ont été seulement calcinés, mais ils présentent parfois des modifications superficielles qui méritent d'être

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

signalées. Un grand nombre d'assiettes, emballées avec de la paille (dans un magasin), ont pris, sous l'influence des phénomènes réducteurs, des colorations extrêmement brillantes et irisées, roses, noires, etc., comparables à celles, dites *par cémentation*, du verre. La paille qui les enveloppait, transformée en cendre, les a localement protégées, laissant son empreinte en blanc sur le fond coloré irrégulièrement. Il en est résulté des effets artistiques fort curieux, rappelant les effets que l'on cherche à obtenir dans la fabrication de certains verres et grès à la mode actuellement.

Divers objets de vaisselle, dont la couverte renfermait du plomb, ont pris une coloration noire à reflet métallique parfois irisée, analogue à celle signalée plus haut dans le cristal.

4° *Les briques et les tuiles.*

Dans les dépôts de briques et de tuiles de la rue Bord de mer, j'ai rencontré une grande quantité de ces produits qui ont été fondus, soit seuls, soit à la suite de leur englobement dans la lave secondaire dont il sera question plus loin. La fusion des briques a été suffisante parfois pour donner des masses bulleuses d'un jaune foncé, à surface cordée et comme vernissée ; cette fusion a été rendue possible par leur richesse en chaux. L'examen microscopique montre, dans certains cas, des grains de quartz encore intacts, englobés dans une matière colloïde trouble, renfermant en abondance des aiguilles, fréquemment cristallitiques, d'augite jaune clair. Dans les parties cordées, le quartz a entièrement disparu et la roche est constituée par un feutrage de pyroxène monoclinique. J'ai reproduit expérimentalement ces divers types de structure en fondant et en recuisant d'une façon convenable des fragments d'une brique intacte trouvée dans le voisinage des échantillons précédents.

Ces transformations sont analogues à celles que présentent des *briques anglaises* (1), servant au nettoyage des couteaux, que j'ai recueillies à moitié fondues dans les ruines de la maison Duplan. La pâte qui les constitue à l'état intact est plus riche en grains de quartz que les briques de la Martinique ; le pyroxène néogène y forme des aiguilles plus petites : des modifications identiques ont été facilement reproduites dans le laboratoire.

(1) Ces briques, de forme rectangulaire, connues dans le commerce sous le nom de *Bath brick*, du nom de leur inventeur, sont faites à l'aide du limon argilocalcaire et quartzeux de l'embouchure de la rivière Parret, près de Bridgewater (Somerset).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Briques exclusivement siliceuses ou grès. — Dans les ruines de la maison Duplan, j'ai trouvé un bloc de fer lamelleux (page 617) recouvert par un produit résultant de la fusion presque complète d'une brique exclusivement siliceuse ou d'un grès. Cet échantillon est d'un blanc jaunâtre, à aspect vitreux; on y distingue au microscope, au milieu d'un verre incolore, des grains de quartz arrondis par fusion et une grande quantité de tridymite néogène en cristaux cristallitiques qui viennent parfois se grouper autour des grains de quartz anciens et simulent ainsi le *quartz auréolé* des rhyolites. L'indice de réfraction de ce mélange de verre (densité = 2,40) et de tridymite est de 1,46 (Na), voisin par suite de l'indice médian de ce minéral.

La figure 4 de la planche XXVII représente une lame mince de cette roche curieuse, qui rappelle à certains égards les briques siliceuses transformées en tridymite des verreries ou des hauts fourneaux, mais dans lesquelles cependant la tridymite possède une structure différente (1).

§ VI. — Les andésites ayant servi de matériaux de construction.

1° *Phénomènes de simple fusion et de recristallisation.*

La ville était bâtie en pierre; ses matériaux de construction provenaient pour la plupart des conglomérats andésitiques du voisinage et étaient recueillis surtout dans la Roxelane et la rivière des Pères; ils étaient par suite essentiellement constitués par des andésites à hypersthène.

Dans quelques maisons, les matières combustibles se sont trouvées en quantité suffisante pour déterminer la fusion plus ou moins complète des murs ; j'ai particulièrement étudié à ce point de vue la maison Duplan (rue Victor-Hugo) entièrement renversée et le dépôt de charbon Caminade-Dupouy (Extrême-Sud de la ville), dont les murs étaient en partie restés debout. Le plus souvent, les pierres ont été seulement ramollies et n'ont pas perdu leur forme (c'étaient en général des galets roulés, Pl. XXX, fig. 1), mais parfois elles se sont soudées les unes aux autres ; dans certains cas, enfin, elles ont été liquéfiées, et se sont écoulées dans les décombres, donnant naissance à de véritables laves continues. Ce cas a été réalisé en particulier dans les magasins de briques et de tuiles de la rue Bord de mer ;

(1) A. Lacroix, *Minéralogie de la France et de ses colonies*, III, 1902.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

une lave bulleuse y a pris naissance, englobant une grande quantité de fragments d'andésite incomplètement fondus (Pl. XXX, fig. 2), de bois (Pl. XXX, fig. 4), de briques ; elle est tombée en cascades du haut du mur auquel étaient adossés les magasins de bois du Figuier (fig. 229). Ces derniers ont été entièrement dévorés par l'incendie; sur leur emplacement (fig. 227 et 228), j'ai trouvé le sol recouvert par une lave à surface stalactiforme (Pl. XXX, fig. 5) présentant à l'extrémité de la pente, du côté de la mer,

Fig. 227. — L'emplacement des magasins de bois du Figuier; il ne subsiste de ceux-ci que des restes de poteaux carbonisés visibles au premier plan. Le sol de toute la partie comprise entre le mur de soutènement de la rue Bord de mer (reliant la rue Dauphine à la rue Bouillé) et la mer est transformé en une lave secondaire. (Au fond, le quartier du Mouillage.)

une structure cordée; c'est là une véritable coulée volcanique en miniature, renfermant en abondance des enclaves de bois carbonisé; elle a été déterminée par la fusion du sol des magasins, recouvert au cours de l'incendie par une énorme quantité de charbon de bois incandescent. Ce phénomène de fusion de roches s'est produit par un procédé tout à fait analogue à celui qu'ont dû employer les peuplades préhistoriques pour la construction des *forts vitrifiés*, bien connus des archéologues et dont les matériaux m'ont fourni [**230**] des observations du même ordre que celles dont je vais m'occuper.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

En général, l'action de la chaleur a été suffisante pour ramollir ou mettre en mouvement la pâte microlitique ou vitreuse de l'andésite; le plus souvent, les phénocristaux sont restés intacts ou tout au moins n'ont été qu'en partie fondus. Cette andésite incomplètement fondue s'est donc trouvée replacée dans le même état physique que celle de l'éruption actuelle au moment de son émission : la température maximum à laquelle elle a été soumise n'a pu dépasser 1210° C., c'est-à-dire celle de la fusion du

Fig. 228. — Le champ de lave secondaire du Figuier; les maisons en ruines de la rue Bord de mer sont celles dans lesquelles ont été trouvées les laves secondaires englobant des briques fondues. (Photographie faite de la cale du Figuier; au fond, le quartier du Fort.)

labrador; le verre en voie de ramollissement s'est chargé de bulles, avant même que les microlites aient fondu. Dans un stade plus avancé, ceux-ci ont disparu; la roche ressemble alors au type I de la lave actuelle; les phénocristaux anciens sont noyés dans un verre, généralement brunâtre. Les phénomènes de recristallisation sont assez divers; ils ont conduit aux diverses variétés microlitiques de la roche normale. L'andésite de la coulée du Figuier a subi une plus haute température encore, tous ses métasilicates ont fondu, ainsi qu'une partie des plagioclases anciens. Les restes de ceux-ci ont servi de centre d'attraction à un plagioclase cristallitique plus acide

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dont la figure 12 de la planche XXVIII représente un bon exemple. Ces cristaux sont entourés par une pâte à tendance sphérolitique, formée par un mélange intime de plagioclases acides et de cristallites de pyroxène. L'analyse donnée page 627 montre que le fer est presque entièrement passé à l'état de protoxyde sous l'influence réductrice du charbon de bois englobé; aussi la roche est-elle devenue blanche ou d'un gris clair, la

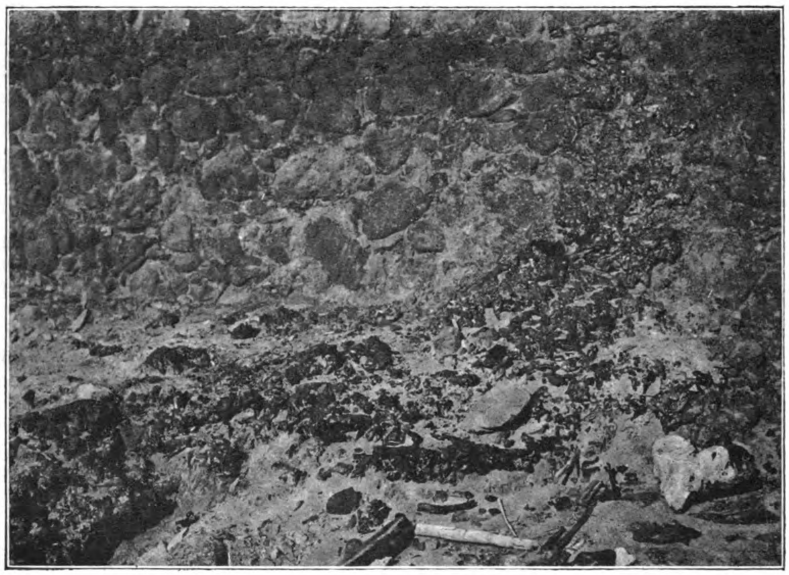


Fig. 229. — La lave secondaire des maisons de la rue Bord de mer tombant en cascades du mur de soutènement visible sur les figures précédentes et descendant vers la mer.

magnétite est rare ou absente, le fer étant presque entièrement combiné à la silice sous forme de pyroxène.

Quand, dans ces roches partiellement fondues et recristallisées, les phénocristaux d'augite et de labrador ont fondu sans qu'il y ait eu mouvement, il se produit par recristallisation, non pas des cristaux de grande taille semblables aux cristaux détruits, mais une association microlitique de minéraux différents (plagioclases basiques, augite, parfois hypersthène et olivine) qui forment, au milieu du verre acide, de petits nodules ayant la composition et la structure d'un basalte ou simulant une enclave homœogène. Cette sorte de différenciation à rebours peut être comparée

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

aux agrégats des mêmes minéraux formés par la transformation de la hornblende de l'andésite actuelle (page 508) et fournit peut-être l'explication de cas douteux d'enclaves microscopiques de roches volcaniques. J'ai observé déjà [**229**] des phénomènes analogues dans des gabbros des *forts vitrifiés* des Côtes-du-Nord partiellement fondus et recristallisés.

2° *Phénomènes d'endomorphisme.*

Je n'ai jusqu'à présent considéré que le cas où l'andésite fondue a recristallisé sans avoir subi l'action chimique d'aucune substance ; il n'en est pas toujours ainsi ; aussi ai-je cherché à recueillir le plus possible d'échantillons montrant en contact l'andésite fondue avec les produits les plus divers (1).

Dans cette vaste expérience synthétique, les conditions sont bien déterminées ; la recristallisation ne peut être que l'œuvre d'un recuit suivant une fusion purement ignée, s'exerçant soit à la surface du sol, soit sous une couverture de quelques mètres seulement de déblais et par suite à la pression normale. On sera frappé de la facilité avec laquelle l'andésite fondue s'endomorphise dans ces conditions ; on va voir comment une partie seulement de la roche, sa pâte, peut se transformer radicalement par ce procédé, sans que les phénocristaux aient subi de changement. Il me paraît inutile de souligner l'importance théorique de ces constatations qui confirment les conclusions auxquelles m'a conduit l'étude des contacts de granite et de calcaire des Pyrénées (2) et les considérations sur le rôle de l'endomorphisme dans l'évolution des magmas éruptifs, sur lesquelles, à de nombreuses reprises, nous avons, M. Michel-Lévy et moi, appelé l'attention des pétrographes.

Quelques mots tout d'abord sur la topographie des deux *gisements* que j'ai spécialement étudiés. L'un est constitué par le dépôt de charbon Cami-

(1) L'andésite du Figuier a subi aussi des modifications chimiques qui, d'après l'analyse suivante, doivent être dues à l'imprégnation du vieux sol fondu par l'eau de mer et aussi, dans une certaine mesure, à la dissolution de tuiles provenant de la toiture des magasins incendiés.

SiO^2	TiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O
57,25	0,38	21,20	1,70	5,95	3,25	6,07	4,52	1,29 = 100,71

Les différences présentées avec les roches normales à proportion de silice analogue consistent dans l'augmentation de la teneur en soude et en alumine et dans la réduction d'une partie du Fe^2O^3.

(2) *Bull. carte géol. France*, X, 1898, n° 64, et XI, 1900, n° 71.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

nade-Dupouy. Ce petit bâtiment, dont les murs étaient construits avec des galets d'andésite, était rasé à environ 1^{m},50 du sol (30, sur le plan de la fig. 91). D'une petite fenêtre, pendaient après l'incendie des stalactites noires (Pl. XXX, fig. 6) d'une lave très fusible et très cristalline, résultant de la fusion des moellons avec le mortier qui les cimentait. Quand nous avons quitté la Martinique pour la première fois, le 1er août 1902, le charbon brûlait encore et donnait pendant la nuit des lueurs visibles du large.

Le second *gisement* est représenté par les ruines de la maison de commerce Duplan (rue Victor-Hugo), qui a été rasée au niveau du sol; la figure 230 représente l'état dans lequel nous l'avons trouvée en fin de juin 1902; on voyait alors se dresser, sortant des décombres, des gerbes de barres de fer; les travaux de déblaiement effectués à partir d'octobre 1902 ont permis de constater, sous les déblais superficiels, la présence d'une énorme masse continue de silicates cimentant les objets métalliques les plus divers. Ces silicates résultaient de la fusion des murs d'andésite et des objets métalliques oxydés, fusion rendue possible par la grande quantité de matériaux combustibles, bois, tissus, papiers, goudron, etc., que contenait ce bâtiment. Le problème à résoudre présente donc ici son maximum de complexité; il peut être éclairé par les observations faites sur des cas plus simples.

Fig. 230. — Les ruines de la maison Duplan en fin juin 1902, avant le déblaiement. Des amas de barres de fer surgissent des décombres; elles étaient en contact à leur partie inférieure avec les matériaux fondus silicatés.

Le mortier, son action sur l'andésite. — Le mortier utilisé dans les constructions de Saint-Pierre était fabriqué avec de la chaux, provenant de la calcination de polypiers, et de sable de mer, formé lui-même par la désagrégation des roches volcaniques du voisinage et de leurs tufs (petits fragments d'andésite et de ses minéraux isolés). Le produit de la fusion de ce mortier revient donc en somme à celui d'un mélange de chaux et d'andésite, avec, cependant, addition d'une plus ou moins grande quantité

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

des minéraux lourds de cette roche et en particulier de l'hypersthène et de la titanomagnétite ; ce fait mérite d'être noté dès à présent, car il explique l'absence de la wollastonite comme produit néogène et au contraire l'abondante production d'un pyroxène monoclinique (calcique et ferreux), consécutive à la disparition plus ou moins totale de tous les minerais; une réduction préalable a facilité la dissolution de ceux-ci dans le verre.

Une lame mince, taillée dans les laves très fusibles, stalactiformes du magasin de charbon, montre qu'elles sont à peu près holocristallines ; on y reconnaît une grande quantité de phénocristaux brisés (labrador, hypersthène) qui sont des restes du sable ; ils sont englobés par une pâte, constituée par des plagioclases (labrador et bytownite en gros microlites), par de l'augite, enfin parfois par de petits grains d'olivine (Pl. XXIX, fig. 4). La roche est donc un basalte renfermant une quantité anormale de phénocristaux, plus ou moins corrodés ou modifiés et riches en inclusions vitreuses secondaires. L'hypersthène rhombique est en partie transformé en sa forme triclinique (action de la chaleur); il est souvent en outre corrodé sur ses bords par de l'augite grenue, sans orientation géométrique définie ; dans d'autres cas, ce dernier minéral, finement maclé, entoure et imprègne l'hypersthène en s'orientant géométriquement sur lui. Cette augite néogène est d'ordinaire brunâtre, mais dans certains échantillons elle est d'un violet foncé et pléochroïque (*titanaugite*), ce qui démontre très nettement le rôle joué par la titanomagnétite ancienne dans le phénomène en question.

Lorsqu'on étudie une série d'échantillons, on constate de grandes variations dans les proportions relatives des éléments blancs et des éléments colorés, ainsi que dans la cristallinité de la roche qui conserve toujours une structure microlitique. A mesure que l'on se rapproche de l'andésite, on voit la basicité diminuer, les minéraux anciens prédominer de plus en plus sur les produits endomorphes ; le développement de l'augite dans la pâte de l'andésite n'affecte en rien la forme des phénocristaux anciens (Pl. XXX, fig. 3). Cette *basaltification* de l'andésite s'effectue souvent d'une façon irrégulière, sous forme de veinules qui pénètrent, comme par corrosion, dans sa masse. Dans les ruines de la maison Duplan, j'ai recueilli quelques échantillons dont toute la pâte a été remplacée par de très longues baguettes, enchevêtrées ou groupées autour d'un centre, d'un pyroxène presque inco-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

lore, verdissant sur les bords et associé à une très petite quantité de wollastonite. Ces produits modifiés ont sans doute la même origine que les précédents, bien qu'il soit possible qu'un peu de verre leur ait été incorporé (voir plus loin).

Action du fer. — Le fer, oxydé par son chauffage au milieu des gaz de la combustion, a réagi d'une façon énergique sur l'andésite à une température voisine de celle du ramollissement de sa matière vitreuse. La caractéristique de

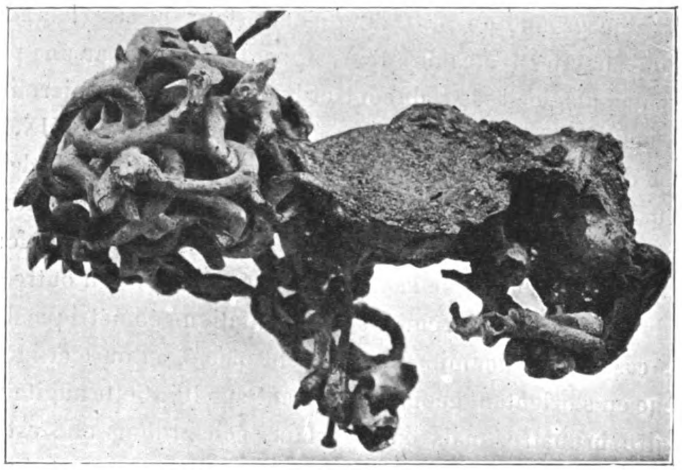


Fig. 231. — Galet d'andésite ayant fondu et coulé à la surface d'une chaine de fer superficiellement transformée en magnétite. (Réduction de moitié.)

cette transformation réside essentiellement dans la production de fayalite (1). Dans le premier stade d'attaque de la roche, les phénocristaux restent intacts ; j'ai recueilli des échantillons dans lesquels le labrador ancien fait saillie dans des cavités, à côté de cristaux de fayalite formés aux dépens du verre ; puis, de proche en proche, ce minéral accompagné de magnétite se développe entre les phénocristaux restés intacts ; des microlites de plagioclases basiques se produisent en même temps.

De grandes variations existent dans la structure de cette pâte néogène, formant parfois des nodules ou des veinules (Pl. XXX, fig. 1) dans les roches

(1) Une addition d'environ 55 % de FeO dans le verre résultant de la fusion de l'andésite dont la composition est donnée page 529 (moyenne) est nécessaire pour saturer la silice libre et pour déterminer la production du péridot à l'exclusion de l'hypersthène : le plagioclase moyen recristallisé est du labrador.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

intactes; la fayalite peut être cristallitique ou se présenter en microlites raccourcis; elle est, dans tous les cas, en partie postérieure aux plagioclases qu'elle englobe ophitiquement ou autour desquels se groupent ses cristallites. Les roches ainsi produites renferment donc des phénocristaux normaux de l'andésite, noyés dans une pâte, que l'on peut comparer à celle d'un basalte, dans lequel l'augite serait complètement remplacée par du péridot ferrifère. Ce stade d'endomorphisme se trouve dans les blocs imparfaitement transformés. Quand la température a été assez élevée et quand les proportions d'oxyde de fer dissous sont suffisantes, la lave néogène s'est mise en mouvement et a coulé. Les phénocristaux anciens de plagioclases disparaissent alors peu à peu, puis c'est le tour de l'hypersthène ; celui-ci se présente çà et là en cristaux corrodés, entourés par une gaine de cristaux fort petits de fayalite qui rappelle d'une façon frappante l'auréole d'hypersthène cerclant l'olivine de l'andésite de l'éruption actuelle. Les réactions qui déterminent ces deux types de transformation sont, en quelque sorte, inverses l'une de l'autre; elles sont représentées par les équations suivantes :

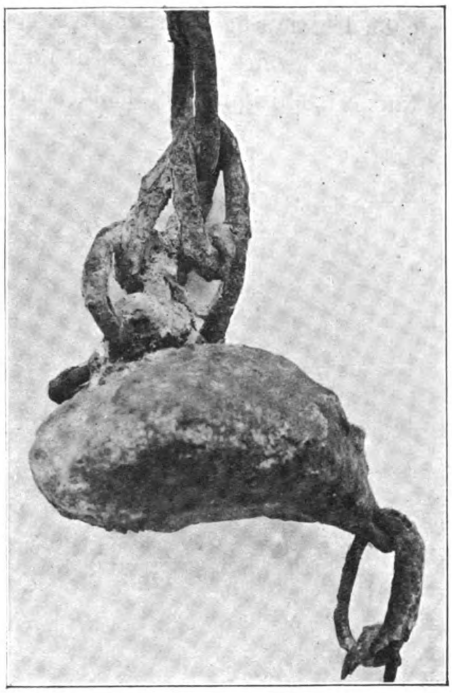


Fig. 232. — Galet d'andésite déformé par un ramollissement partiel et soudé à une chaîne de fer oxydé, par l'intermédiaire d'une zone plus fluide, riche en fayalite. (Réduction de moitié environ.)

$$\underset{\text{Olivine.}}{SiO^4(Mg,Fe)^2} + \underset{\substack{\text{Excès de}\\ \text{silice du magma.}}}{SiO^2} = 2\,\underset{\text{Hypersthène.}}{[SiO^3(Mg,Fe)]}$$

$$\underset{\text{Hypersthène.}}{SiO^3(Mg,Fe)} + FeO = \underset{\text{Fayalite.}}{SiO^4(Fe,Mg)Fe}$$

Ces laves très fluides se sont produites quand la proportion d'oxyde de fer dissoute était très considérable : le minéral qui y domine est la fayalite

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

toujours plus ou moins calcique et magnésienne, associée à de la magnétite en octaèdres nets ou en cristallites; ce péridot se présente soit en cristaux nets ayant les formes habituelles de l'olivine des basaltes (1), soit en grands cristaux cristallitiques, semblables à ceux des scories de hauts fourneaux. Dans les deux cas, ils sont enveloppés par une matière à cristallinité parfois très vague, mais dans laquelle on peut fréquemment distinguer une seconde génération de fayalite, accompagnant des plagioclases basiques.

Fig. 233. — Lave péridotique et un peu feldspathique ayant coulé sur une chaîne de fer oxydé. (Réduction de moitié environ.)

Enfin, cette partie non péridotique est très réduite dans les produits stalactiformes ayant coulé sur des chaînes de fer (fig. 233), et qui est essentiellement constituée par de la magnétite englobée par de la fayalite et quelquefois par de la matière vitreuse. C'est dans ces laves très riches en péridot que j'ai rencontré les nodules de magnétite grenue dont il a été question page 616.

Action du fer et du mortier. — Le produit de la fusion du mortier et son mélange avec celui de la fusion de l'andésite ancienne et des cendres récentes ont dissout le fer oxydé; les minéraux formés dans ces conditions sont ceux qui ont été étudiés dans le paragraphe consacré à l'action du mortier seul, mais avec prédominance des types riches en fer; le pyroxène y est plus abondant, il est d'un vert plus ou moins foncé, très allongé suivant l'axe

(1) C'est le cas d'une lave très cristalline, dans laquelle j'ai trouvé de gros rivets de cuivre, superficiellement transformés en cuprite, dont quelques octaèdres sont associés à ceux de magnétite au voisinage des objets métalliques. D'une façon générale, la fayalite calcique des roches étudiées ici est colorée en jaune et légèrement pléochroïque.

n_g = presque incolore, n_m = jaune clair n_p = jaune pâle, $n_m > n_p > n_g$.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

vertical ; on voit en outre apparaître de la fayalite et de la mélilite.

Au niveau du plancher du magasin de la maison Duplan, j'ai trouvé une masse silicatée d'un vert noir, miarolitique, englobant de gros objets de fonte intacts et des débris d'andésite et de mortier qui ne laissent pas de doute sur son origine. Cette scorie est presque entièrement constituée par un pyroxène, à la fois calcaire, ferrique et ferreux, se rapprochant de la *babingtonite* (1) ; allongé suivant l'axe vertical, il est triclinique, très pléochroïque (n_g = vert d'herbe foncé, n_m = jaune, n_p = vert plus clair), et parfois aussi sphérolitique (Pl. XXIX, fig. 6). Il est accompagné de beaucoup de magnétite et çà et là de nodules de pyrrhotite. Cette roche essentiellement pyroxénique est séparée de l'andésite non endomorphisée par une zone mixte, riche en microlites de bytownite.

Cette association de babingtonite et de plagioclases se complique souvent par l'apparition de microlites d'une mélilite (uniaxe négative) à biréfringence un peu plus grande que celle des feldspaths et *a fortiori* que celle de la mélilite exclusivement calcique des fours à chaux (2) ; c'est à cette dernière au contraire qu'il faut comparer celle d'une scorie noire, réunissant des *pipes en terre*, recueillies dans les ruines de la maison Caminade. Ces pipes se trouvaient dans une caisse remplie par de la bale d'avoine, qui a brûlé après avoir été ensevelie sous des cendres et des gravats ; la scorie résulte de la fusion partielle de ceux-ci avec des clous, dont les restes sont encore visibles. Les pipes (fabrication de Saint-Omer), constituées par une argile réfractaire, riche en quartz, n'ont subi aucune modification, leur surface est seulement vernissée. L'examen microscopique montre dans la scorie des débris de plagioclases et d'hypersthène anciens, enveloppés par des cristaux de mélilite, de fayalite et de magnétite néogènes (Pl. XXIX, fig. 5).

Action du verre sur l'andésite (3) *et sur le mortier.* — Au voisinage des

(1) J'ai obtenu un minéral identique en fondant et en recuisant un mélange ayant la composition théorique de la babingtonite.

(2) J'ai trouvé cette même association de mélilite et d'un pyroxène voisin de la babingtonite dans un bloc de magnétite provenant de l'incendie du château de Saint-Cloud en 1871. Cet échantillon fait partie de la collection géologique du Muséum et m'a été communiqué par M. Stanislas Meunier. La mélilite est le silicate dominant, elle est accompagnée d'un peu de wollastonite ; dans les cavités, la magnétite a cristallisé en octaèdres de 3 millimètres.

(3) Les foyers des usines à sucre et des rhummeries de la Martinique, employant comme chauffage les *bagasses* (page 612), contiennent des scories produites par la fusion des cendres ; celles-ci ont la

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

piles de verre à vitre dont il a été question page 619, du verre fondu a coulé dans les interstices des décombres, englobant des gravats et recouvrant des moellons. En se solidifiant, ce verre a formé une sorte d'écume très bulleuse dont la cristallinité est visible à l'œil nu; il ne contient que de la wollastonite, noyée dans un verre incolore ou teint en bleu par de l'oxyde de cuivre.

A la surface des blocs d'andésite, le mélange des deux produits fondus ne s'est effectué que sur une faible épaisseur; la wollastonite développée normalement dans le verre est alors implantée sur la ligne de contact. Les minéraux et les menus fragments d'andésite du mortier, au contraire, se sont dissous dans le verre et ont déterminé la production d'une nouvelle quantité de wollastonite, de mélilite ; quand la proportion de magnétite réduite et dissoute a été suffisante ou qu'un objet de fer était voisin, il s'est formé des pyroxènes pléochroïques d'un jaune d'or ou verts; ils sont plus ou moins riches en soude et en sesquioxyde de fer, ainsi qu'en témoignent leurs propriétés optiques, qui sont celles de l'augite œgyrinique ou de l'œgyrine (acmite). Ces diverses espèces minérales sont associées en proportion variable, tantôt elles sont enveloppées dans le verre endomorphisé, tantôt elles sont développées dans la pâte même des petits fragments d'andésite du mortier dont les phénocristaux sont alors restés intacts.

Les lames minces, taillées dans un fragment de ce verre riche en débris volcaniques métamorphisés, montrent des cristaux de wollastonite, entourant de petites surfaces remplies, les unes par un mélange de mélilite et de wollastonite avec ou sans pyroxène, les autres par de véritables roches microlitiques néogènes, dans lesquelles le pyroxène est associé aux plagioclases et parfois à la mélilite sodique. Les fragments de phénocristaux anciens sont souvent très abondants. Je citerai enfin quelques cas dans lesquels tous les débris de minéraux et de roches sont entourés par un buisson d'aiguilles pyroxéniques.

composition suivante, d'après Ph. Boname (*Culture de la canne à sucre à la Guadeloupe*) : 1000 parties de bagasses sèches contiennent 16,6 de matières minérales et 2,2 d'azote.

SiO^2	CaO	MgO	Na^2O	K^2O	Fe^2O^3	P^2O^5	SO^3	Cl.
6,42	8,20	0,60	1,09	7,03	1,84	4,96	3,52	0,34.

J'ai constaté que ce verre est généralement colloïde, sa densité est de 2,38 à 2,39 et son indice de réfraction de 1,49 (Na); il englobe des débris du sol et par suite de roches volcaniques andésitiques. J'ai observé dans celles-ci quelques phénomènes de fusion rappelant les faits du même ordre constatés dans les produits de l'incendie; dans des échantillons de l'usine de Meillac à Assier, j'ai en outre rencontré du pyroxène monoclinique et des lamelles de tridymite néogènes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Il est intéressant de voir se produire ainsi l'association de pyroxène sodique et de wollastonite par l'introduction des éléments ferrugineux d'une andésite dans un verre alcalin et calcique ; c'est un phénomène inverse de celui qui a été réalisé dans la phonolite d'Oberbergen (Kaiserstuhl) où de la wollastonite s'est formée dans la roche éruptive aux dépens d'enclaves de calcaire, elles-mêmes transformées en wollastonite [**230**, 266].

Action du zinc. — J'ai indiqué plus haut que certaines des roches fondues renfermaient des lingots ou des grenailles de zinc provenant de la fusion d'objets formés par ce métal ou résultant de la liquation ou de la distillation de laiton. Le milieu a été parfois assez riche en oxygène pour permettre au zinc de brûler ; l'oxyde a alors cristallisé sous forme de *zincite*, ou s'est en partie silicaté sous celle de *willémite*. Ce dernier minéral est toujours accompagné par des octaèdres de diverses variétés du spinelle zincifère (gahnite) : automolite [Al^2O^4Zn] d'un bleu violacé, *Kreittonite* [Al^2O^4 (Zn, Fe)] d'un vert plus ou moins foncé, passant à des types opaques, probablement constitués par une *franklinite* uniquement ferrifère [Fe^2O^4Zn]. La willémite constitue de très nombreux prismes hexagonaux, atteignant 1 millimètre suivant l'axe vertical ; ils sont optiquement positifs.

Ces divers minéraux zincifères se rencontrent en quantité plus ou moins grande dans le verre résultant de la fusion de l'andésite seule, dans des scories très péridotiques (fayalite zincifère analogue à la *rœpperite*) et enfin dans des scories pyroxéniques contenant en outre de la mélilite : le spinelle, puis la willémite en sont les minéraux les plus anciens ; quelquefois cependant ils se forment autour d'agrégats de prismes jaunes d'or de zincite, qu'ils séparent de la gangue silicatée.

Pour n'être pas sans précédents, la formation de ces minéraux zincifères dans des scories n'est pas un fait commun. La gahnite a été observée déjà sur les briques des fours à zinc, où elle accompagne la willémite (1), et dans une scorie à fayalite de Freiberg (2), enfin la willémite a été rencontrée dans une scorie zincifère, cuprifère et plombifère de Wellersdorf (3).

Il est frappant de voir que dans toutes les roches étudiées plus haut et dans lesquelles l'alumine est fournie par l'andésite, il ne se produit des *spinelles*

(1) Schulze et Stelzner, *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1881, I, 120.
(2) Stelzner, *Ibid.*, 1882, I.
(3) *Ueber die Mineralbilbung in Silicatschmelzlösungen*. Kristiania, 1903, 86.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

que lorsqu'il existe de l'oxyde de zinc : ce fait, qui est une conséquence du peu de solubilité de l'aluminate de zinc dans les magmas fondus, a déjà été remarqué par M. Vogt, dans sa discussion (1) de la scorie de Freiberg que je viens de citer ; elle ne renferme que 4,3 0/0 d'alumine. Dans aucun cas, je n'ai observé de spinelle de magnésie, quelle que soit la teneur en alumine.

Quant à la *willémite*, il n'est pas étonnant de la voir se former dans de semblables conditions : on sait, en effet, que sa facile production par adjonction d'oxyde de zinc à un verre fusible est actuellement utilisée pour l'ornementation de la porcelaine.

Action du cuivre. — En m'occupant du cuivre, j'ai signalé déjà l'existence de la cuprite (Cu^2O) en octaèdres plus ou moins cristallitiques ou en aiguilles (chalcotrichite) dans le verre et dans des scories à fayalite. Le cuivre a parfois aussi donné par oxydation du CuO, qui s'est dissous dans le verre en le colorant en bleu plus ou moins intense.

Conclusions. — Ces observations comportent une conclusion générale : la production des minéraux métamorphiques est essentiellement due à la saturation de la silice libre de l'andésite, saturation qui s'est effectuée dès que la roche a été ramollie et mise en contact avec des substances (chaux, oxydes de fer, de zinc) susceptibles de se combiner avec elle. Les produits néogènes résultant de cette réaction se sont parfois ajoutés à ceux des minéraux anciens subsistant encore, mais, quand la roche a été entièrement fondue, la quantité de matières étrangères dissoute a été souvent assez grande pour rendre impossible la recristallisation des minéraux normaux de l'andésite; il s'est réalisé alors des combinaisons minéralogiques absolument différentes de celles qui avaient servi de point de départ. La facilité avec laquelle tous ces phénomènes se sont produits à une température qui a rarement atteint celle de la fusion du fer (1600°), qui est restée souvent au-dessous de celle de la fonte grise (environ 1200°), est un enseignement précieux pour la discussion des phénomènes endomorphes des magmas éruptifs naturels.

(1) Vogt, *Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineralbild. in Schmelzmassen.* Kristiania, 1892, 236.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

APPENDICE

Dans l'historique chronologique de l'éruption donné page 34, j'ai annoncé un appendice devant comprendre la liste complète, jour par jour, de toutes les observations recueillies depuis le début de l'éruption. Mon livre au cours de son impression d'une part, et d'une autre le Journal de l'Observatoire, ont pris des proportions telles que je dois renoncer à publier les documents que j'ai en mains et dont la publication n'aurait d'intérêt qu'à condition d'être faite *in extenso*. Tous les faits importants ont d'ailleurs été exposés en détail dans les divers chapitres de cet ouvrage et leur ordre chronologique pourra être facilement reconstitué par le lecteur en prenant pour base l'exposé de la page 34.

Je donnerai cependant le relevé des observations de deux jours, choisis dans les périodes de suractivité de décembre 1902 et de septembre 1903 ; cette citation permettra de se rendre compte du genre d'observations que j'ai institué à notre Observatoire et du soin avec lequel le capitaine Perney a noté, depuis octobre 1902, les moindres manifestations du volcan.

19 décembre 1902. — Montagne couverte pendant toute la nuit et pendant la matinée. 9 heures matin, vapeurs s'élèvent derrière Petite Savane ; 10 h. 10, forts grondements, montagne cachée ; 10 h. 30, poussée assez dense s'élevant à 2300 mètres ;

Midi, elle s'accentue et monte à 5000 mètres ; 2 heures soir, pluie, toutes les fumerolles des vallées entrent en activité (Rivière Blanche, Rivière Claire, rivière des Pères), mais rien aux embouchures ; 2 h. 5, deux fumerolles très fortes, basse vallée Rivière Blanche ; 2 h. 20, fumerolle extrêmement dense dans la vallée de la Rivière Claire [explosion secondaire boueuse] ; 2 h. 25, cette fumerolle augmente d'intensité, ses vapeurs s'élèvent à 400 mètres et se calment à 2 h. 30 ; 2 h. 32, elle reprend avec une faible intensité, 2 h. 45, réapparition de la fumerolle de 2 h. 5. La fumerolle de la Roxelane signalée le 15 décembre entre en activité ; 3 heures, une éclaircie permet d'apercevoir une fumerolle assez forte au delà du Coffre à Mort ; 3 h. 5 à 3 h. 24, forte pluie ; 3 h. 25, forte fumerolle persistante à l'embouchure de la rivière des Pères ; 3 h. 30, fumerolle à l'embouchure de la Rivière Sèche, les fumerolles de 2 h. 5 et de 2 h. 20 rentrent en activité ; 3 h. 45, petite poussée rousse au dôme au-dessus de la Petite Savane ; 3 h. 50, les fumerolles ne fonctionnent plus, mais le cratère donne de fortes vapeurs ; 4 heures, fumerolles à l'embouchure de la Rivière Sèche

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

et au delà du Coffre à Mort, celles-ci durent jusqu'à 4 h. 15 ; 4 h. 20, panache blanc au cratère s'élevant à 2 500 mètres ; 4 h. 21, nouvelle explosion à la fumerolle de la Rivière Claire s'éle-

Fig. 234 (1). — Le dôme le 28 janvier 1904.

vant à 3 ou 400 mètres ; 4 h. 30, petite poussée rousse sur le bord gauche de l'aiguille et le long du talus d'éboulis près du Petit-Bonhomme ; 5 heures, fumerolle à l'embouchure de la

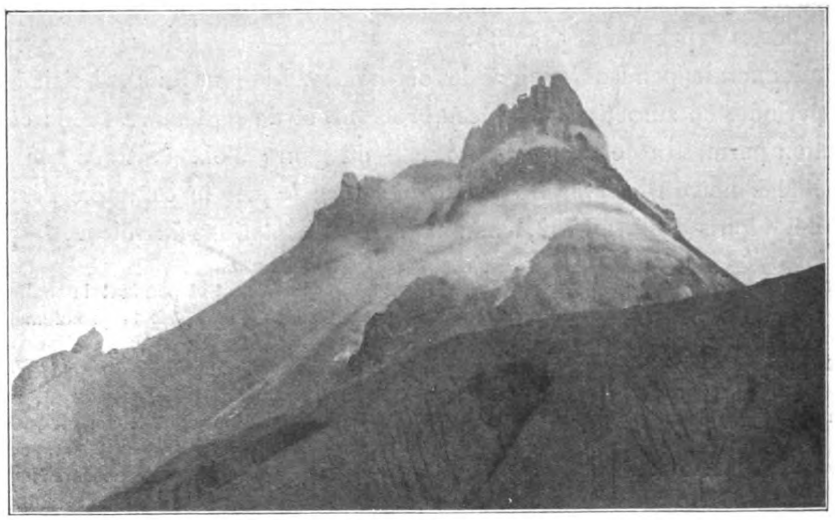


Fig. 235. — Le dôme le 27 juin 1904.

Rivière Sèche jusqu'à 5 h. 5; 5 h. 15, fumerolle à l'embouchure de la Rivière Blanche; 5 h. 18, *nuée ardente* s'élevant à 3 200 mètres, descend rapidement (2 m. 30) jusqu'à mi-

(1) Ces cinq derniers clichés ont été ramenés à la même échelle que ceux des pages 140 à 142.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

vallée de la Rivière Blanche, s'arrête brusquement, puis repart plus faible et plus lente sans aller jusqu'à la mer, se dissipe très lentement au N.-O.; 5 h. 29, petite poussée rousse au

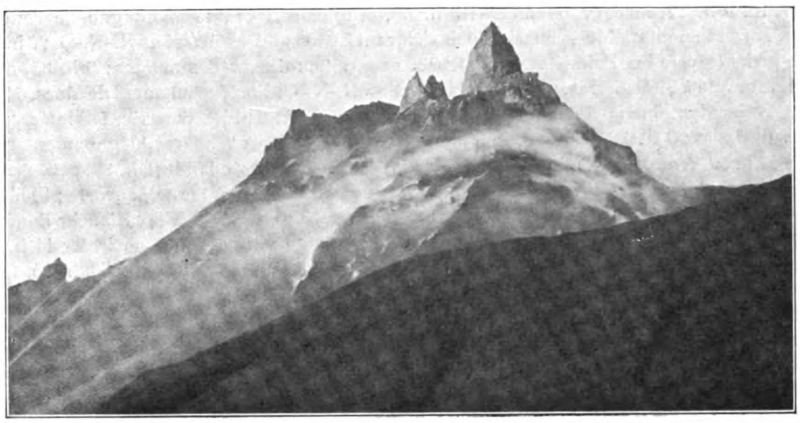


Fig. 236. — Le dôme, le 23 août 1904 : l'aiguille a la forme polyédrique de celle photographiée le 8 novembre 1902 (Pl. V, fig. 3).

bas de l'échancrure. La nuit venue, les nuages qui cachent le dôme sont souvent illuminés; nombreux écroulements de blocs incandescents.

Altitude du sommet de l'aiguille *pendant toute la journée* : 1495 mètres.

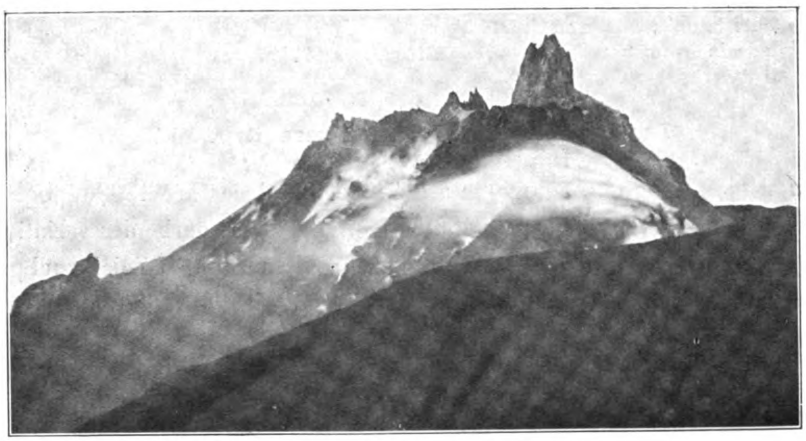


Fig. 237. — Le dôme le 19 septembre 1904.

23 décembre 1903. — **Minuit** 13, écroulement de blocs incandescents et grondements; 23, 24, 28, 32, 35 (très forts); 45, 48, 50, 55, 1 h. 15, forts grondements; nuée ardente épaisse à droite du dôme, se diffuse au N.-E., probablement sur Palmistes; 1 h. 25, forte lueur, incandescence complète du sommet, forts grondements, éboulement de gros blocs; 1 h. 34, fort panache de vapeur; écroulement et grondements à 1 h. 40, 1 h. 45, 2 heures (forte lueur);

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

2 h. 20, 25, 27, 30, 32, 39, 42, 49, 52, 3 h. 10, 3 h. 20, 22, 30, 35, lueurs, grondements; 3 h. 44 à 3 h. 50, forts grondements et écroulement de blocs; 4 heures à 4 h. 25, lueurs; 4 h. 28, bruit sourd, grondements, écroulement de blocs; 4 h. 35, 4 h. 50, 5 h. 7, forte lueur à 5 h. 15, 5 h. 22, forts grondements; 5 h. 40, orage au N-O., la montagne se couvre; 6 h. 20, grondements faibles, panache épais s'élevant à 2000 mètres chassé au N.-N.-O.; 6 h. 25, nuée ardente vers les Palmistes, peu élevée, apparait au-dessus des nuages; 6 h. 35, nuée ardente monte à 2000 mètres, ne descend pas, va au N.-N.-O. Fort écroulement de blocs, dégagement abondant de vapeurs blanches dans le cratère (Est); 6 h. 50, poussée, faible écroulement de blocs; 6 h. 52, poussée, faible écroulement de blocs; 7 heures, dégagement roux faible; 7 h. 59, grondements, écroulement de blocs; 8 h. 20, poussée faible; 8 h. 26, petit écroulement; 8 h. 30, orage à l'Est; 10 h. 1, 10 h. 21, grondements, montagne couverte; 10 h. 22, 33, 40, écroulements de blocs; 11 h. 10, fumerolles dans basse vallée Rivière Blanche donnent quelques bouffées; 11 h. 30, grondements assez forts, petite nuée ardente verticale; 11 h. 35, forts grondements, fort écroulement, nuée ardente montant à 1800 mètres; 11 h. 45, forte pluie durant jusqu'à 1 heure; 11 h. 49, fort écroulement.

Midi, vapeur dans la haute vallée Rivière Blanche, orage au N.-N.-O.; 12 h. 36, 40, 44, 57, poussées; 1 h. 7, nuée ardente peu élevée, monte lentement et peu; 1 h. 35 et 1 h. 37, poussée de vapeur; 2 h. 58, écroulement de blocs; 3 h. 15, poussée; 3 h. 50, forts grondements, nuée ardente verticale 2000 mètres, fort écroulement; 4 h. 2, poussée, écroulement; 4 h. 15, fumerolle très faible dans basse vallée Rivière Blanche; 4 h. 22, grondements, montagne couverte; 4 h. 40, forts grondements très prolongés, nuée ardente parait au-dessus des nuages à 2000 mètres; 5 h. 5, grondements; 5 h. 30, la montagne se découvre, faible dégagement de vapeur; 5 h. 49, poussée assez forte, faible écroulement; 5 h. 53, bouffée dense à droite, monte peu, ne descend pas; 5 h. 57, grondements, montagne couverte; le panache augmente; 6 h. 22, traînée lumineuse au bord gauche de la base de l'aiguille; 6 h. 45, 50, grondements; 7 h. 20, faible lueur sur le dôme; 7 h. 27, 38, 45, 54, 8 h. 25, 8 h. 48, écroulement de blocs; 9 h, 3, 5, 11 h. 35, 55, grondements. Montagne couverte toute la nuit; éclairs au N.-O.

Altitude du sommet de l'aiguille; *matin* 1442, *soir* 1445 mètres.

Les manifestations volcaniques de 1904.

Mon historique chronologique a été arrêté en décembre 1903, époque à laquelle a commencé l'impression de ce livre, et la courbe des variations du dôme (page 130) au 30 novembre de la même année. Voici quelques renseignements complémentaires sur ce qui s'est passé entre cette époque et la fin d'octobre 1904.

Les phénomènes éruptifs se sont maintenus sous la même forme, mais très atténuée; sauf le 12 décembre, il ne s'est plus produit de nuées ardentes. Les phénomènes d'incandescence du sommet du dôme, les écroulements de blocs ont continué par intermittence; les observations ont été d'ailleurs rendues très difficiles par l'état atmosphérique, la montagne étant restée couverte pendant de longues périodes. Le bourgeonnement du dôme a été le phénomène le plus important; il s'est effectué toujours par le

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

même mécanisme : alternatives de lente extrusion, puis de démolition, mais le tableau suivant des mesures faites par le capitaine Perney montre que les variations d'altitude de son point culminant ont été peu considérables.

Décembre 1903.	mètres.	*Février.*	mètres.		mètres.		mètres.		mètres.		mètres.
	mètres.			21.....	1452	12.....	1479	15.. .. .	1460	21, 22, 27.	1466
1.	1444			23	1455	20 et 28.	1477	21.....	1466	29.....	1465
2.....	1434	8, 12, 25.	1430	24.....	1458			23	1468	30.....	1463
4, 7.....	1436			*Mai.*		*Juillet.*		28.	1471		1460
10..	1436-1433	*Mars.*									
11..	1431-1428			1.	1455	1.....	1477	*Septembre.*		*Octobre.*	
12,17,21.	1428	7 et 15...	1433	2	1458	7	1466				
26.....	1425	18.....	1436	10.. ...	1460	15... ..	1458			3 et 9...	1460
		29.....	1440	12.....	1463	26.... .	1463	1..	1474	10.	1452
1904				20-23...	1466	31... ..	1468	3.....	1477	16.....	1455
Janvier.		*Avril.*		25.....	1468			6, 8 et 9.	1479	18, 20.. .	1458
								10, 13, 14,		23.....	1460
1 et 3....	1423	1.... ..	1440	*Juin.*		*Août.*		17.....	1474	25, 26, 27,	
5 et 7....	1425	3	1443					18... . .	1477	28.....	1455
8.....	1428	11.. . ..	1444	7.....	1474	8.. ...	1455	19..... .	1465	30, 31....	1458
19,26,27.	1430	16.....	1449	10.....	1477	12... ..	1458				

Les figures 234 à 237 représentent quatre photographies faites de l'Observatoire par le capitaine Perney avec le téléobjectif; il est intéressant de

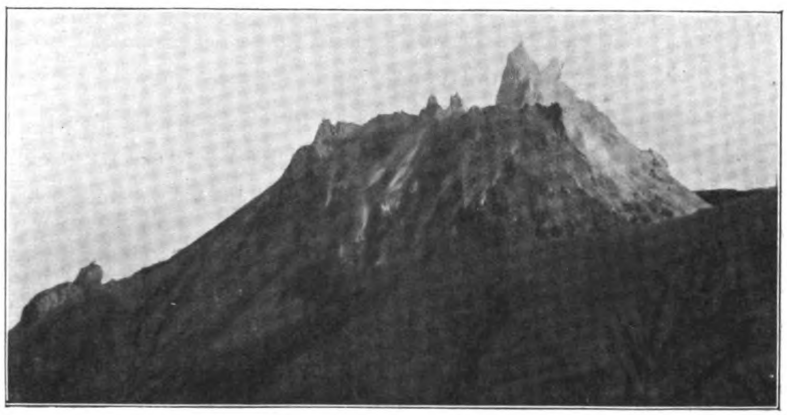


Fig. 238. — Le dôme le 20 octobre 1904.

les comparer avec la figure 52 de la page 142 qui montre l'état du dôme le 23 octobre 1903 : on peut ainsi constater la localisation des phénomènes de bourgeonnement et d'extrusion au sommet du dôme et l'absence de changements dans le reste de sa masse. Le trait caractéristique de la figure 236 consiste dans la production d'une aiguille à forme polyédrique

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

qui, en petit, ressemble d'une façon frappante à celle de novembre 1902 dans la première phase de son existence (comparer à la figure 3 de la planche V). On voit, par la figure 237, que cette forme polyédrique ne s'est pas maintenue pendant longtemps; le 29 septembre, en effet, après un long repos, une petite augmentation d'activité, avec production d'un panache de vapeurs atteignant 2500 m., s'est manifestée; puis, le 30, plusieurs éboulements se sont produits au sommet de l'aiguille. A cette même époque, quelques fumerolles ont été aperçues à l'embouchure de la Rivière Sèche; elles n'ont pas persisté.

Au moment du tirage de cette feuille, le capitaine Perney me signale que, depuis le commencement d'octobre, des points lumineux sont visibles à nouveau au sommet du dôme : une petite nuée ardente s'est même dirigée sur le flanc Est du volcan. L'activité n'est pas beaucoup plus grande que les semaines précédentes, mais son siège se déplace peu à peu vers l'Est et le Nord-Est. La figure 238 montre la position de l'aiguille en voie d'ascension à la fin d'octobre; il semble qu'elle résulte d'une réouverture des fissures par lesquelles l'accroissement se faisait deux ans auparavant, avant la formation de la première aiguille. Comme conséquence de ce déplacement progressif de l'activité, depuis près de deux mois, les produits des éboulements de l'aiguille ne se déversent plus, comme jusqu'alors, dans la Rivière Blanche, mais dans la rainure du cratère qui se comble rapidement du côté du morne La Croix. Si une nouvelle période d'activité se produit dans l'avenir avec persistance de cette direction, il est à craindre que des nuées ardentes ne viennent à se déverser sur les flancs Est et Nord-Est de la montagne, au delà de la zone jusqu'alors épargnée.

Phénomènes magnétiques de 1902. — Le mémoire de M. L.-A. Bauer, annoncé page 479, a été communiqué au récent Congrès international de Géographie de Washington. Je trouve à son sujet les renseignements suivants dans le compte rendu de ce congrès publié par M. H. Cordier dans le numéro d'octobre de la *Géographie* (p. 231) : La perturbation magnétique du 8 mai a été enregistrée aux observatoires de Sitka (Alaska) et des îles Havaï. M. Bauer annonce en outre qu'il a sur ce sujet des renseignements provenant d'une douzaine d'observatoires. Le 20 mai, celui de Cheltenham a enregistré un léger trouble magnétique de 5 h. 2′ à 5 h. 11′, avec maximum à 5 h. 7′; un autre un peu plus faible a été constaté le 21 mai, de 0 h. 53′ à 1 h. 5′.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

J'ai cherché à préciser d'une façon aussi nette que possible les grands traits et les détails de l'éruption de la Montagne Pelée, les circonstances qui ont accompagné la destruction de Saint-Pierre et enfin les causes de ce drame, l'un des plus poignants qu'ait à enregistrer l'histoire : je ne reviendrai pas ici sur ces questions, mais, en terminant ce livre, il me paraît utile de montrer qu'à d'autres titres cette éruption restera mémorable entre toutes et de résumer en quelques lignes les points principaux sur lesquels son étude a accru notre connaissance du volcanisme, *considéré à un point de vue général*. Si, en effet, les faits observés ne nous apportent pas de données nouvelles sur la cause première de celui-ci, du moins éclairent-ils quelques questions importantes de son histoire.

I. — Le mécanisme de la production des *dômes*, que constituent surtout les roches peu fusibles (rhyolites, trachytes, andésites, phonolites) de tant de régions, était resté jusqu'à présent fort obscur, aucune observation directe n'ayant encore permis de suivre d'une façon complète les divers stades d'édification de ce genre de montagne volcanique. Nous savons maintenant, par un exemple topique, comment se produit un semblable dôme. Le magma fondu, en arrivant par une fissure jusqu'à la surface du sol, y forme un amas, vite entouré d'une carapace solide, qui protège contre un trop rapide refroidissement la partie centrale encore pâteuse. Cette carapace se fissure sous l'influence de la contraction due à sa solidification progressive et à la persistance de la poussée interne qui, par intermittence, fait baver par ses fentes une nouvelle quantité de matière fondue. Ainsi s'accroît en hauteur et en largeur un *amas rocheux continu*, hérissé d'aspérités, limité par des parois abruptes qui se dressent au milieu de talus

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

d'éboulis, alimentés par un incessant émiettement superficiel ; les matériaux de projection des paroxysmes ne jouent qu'un rôle infime et souvent presque nul dans la constitution d'un semblable dôme.

Le dôme ainsi construit n'est creusé d'aucune ouverture béante, permanente, d'aucun cratère, mais les explosions paroxysmales y déterminent des ouvertures provisoires, rapidement obturées. Quand la carapace est devenue assez résistante pour ne plus pouvoir se prêter à un accroissement dans tous les sens, l'action de la poussée peut se localiser en des points limités et donner lieu alors à l'*extrusion* de masses rocheuses *solides*, sortant comme d'une filière, et produisant une aiguille qui peut atteindre plusieurs centaines de mètres de hauteur, comme celle dont j'ai vu la naissance et dont, pendant plusieurs mois, j'ai suivi jour par jour l'évolution mouvementée. Au cours d'une même éruption, le point où se concentre la poussée peut se déplacer, fournissant ainsi des aiguilles successives, de forme, de dimensions, de position variées, n'ayant souvent qu'une existence éphémère, car des écroulements continuels tendent sans relâche à les modifier ou à les détruire. Ce mécanisme, tout à fait inconnu jusqu'alors, que j'ai été le premier à décrire et à expliquer, donnera sans doute la clé de la genèse de bien des singularités de structure des dômes de régions volcaniques où l'activité ne se manifeste plus. La photographie a été d'un puissant secours pour l'étude de ces phénomènes et j'espère que la vue des épreuves publiées plus haut fera tomber les quelques critiques qui ont été faites à ma théorie, à la suite de mes publications préliminaires.

II. — Ces conditions spéciales de la mise en place du magma de la Montagne Pelée et la composition chimique de celui-ci, riche en silice libre, rendaient particulièrement importante l'étude minutieuse de tous les produits rejetés par l'éruption en cours.

Au point de vue chimique, de nombreuses analyses ont montré qu'ils n'ont présenté que quelques variations de peu d'importance, sans relation systématique avec le temps et sans retentissement sur la composition minéralogique.

Au point de vue minéralogique, le magma fondu est arrivé au jour avec une très grande quantité de phénocristaux tout formés. La pâte seule a été influencée par les conditions du refroidissement ; non seulement sa structure, mais encore sa composition minéralogique ont varié dans des limites

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

plus étendues que celles observées dans les produits de la plupart des éruptions volcaniques. En effet, tandis que toutes les roches consolidées au cours de leur projection ou refroidies dans la carapace du dôme possèdent une pâte vitreuse ou plus ou moins microlitique et ne contiennent que des plagioclases, de l'hypersthène et de la magnétite, celles provenant d'une consolidation *effectuée à l'intérieur du dôme* et mises à notre portée, soit par des explosions paroxysmales, soit par les écroulements de l'aiguille *pendant les périodes de très lente extrusion*, ont une pâte riche en cristaux de quartz. C'est la première fois qu'au cours d'une éruption volcanique on a pu assister à la production d'une roche à pâte quartzeuse. Il est particulièrement suggestif de constater que la cristallisation du quartz, qui paraît impossible par fusion purement ignée à la pression normale, et qui nécessite l'intervention de la vapeur d'eau sous pression, a pu se produire fort près de la surface, à l'intérieur d'un dôme en voie d'accroissement, dont la carapace, certainement peu épaisse, a été suffisante cependant pour réaliser des conditions pour lesquelles on était *a priori* tenté de supposer la nécessité d'une grande profondeur. A peine est-il besoin d'insister sur l'importance capitale de cette constatation au point de vue de l'histoire de la genèse si énigmatique des roches quartzifères en général et du granite en particulier. La découverte, parmi les produits des projections paroxysmales, d'enclaves d'andésite quartzeuse riche en cordiérite, la comparaison de leur composition chimique avec celle des roches attaquées par les fumerolles, ont contribué à fournir un aperçu des phénomènes complexes qui se produisent à l'abri de toute observation directe sous la carapace d'un dôme en voie d'édification.

J'ai pu préciser en outre les conditions qui président à la cristallisation de la tridymite et qui impliquent le maintien, longtemps prolongé à haute température, des roches déjà consolidées, au milieu desquelles ce minéral se produit.

III. — L'étude minéralogique et chimique des roches de l'éruption actuelle m'a conduit à celle des roches volcaniques anciennes de la Martinique, dont l'ensemble constitue une série remarquablement ordonnée, variant plus au point de vue minéralogique qu'au point de vue chimique, et caractérisant nettement une *province pétrographique*, à laquelle se rattachent toutes les autres îles volcaniques des Petites Antilles. Par sa richesse

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

en dacites, en andésites et en labradorites à hypersthène, cette province offre une grande analogie avec celles qui sont connues sur toute l'étendue de l'axe volcanique du continent américain, dans les Andes, l'Amérique centrale, le Mexique et l'Ouest des États-Unis, mais elle présente cependant des caractéristiques chimiques spéciales que j'ai cherché à mettre en lumière.

Les roches volcaniques des Petites Antilles formant une même série pétrographique, il n'est guère douteux qu'elles ne dérivent toutes d'un même magma profond, mais les divers types qu'elles constituent ne se trouvent pas tous réunis dans les mêmes îles et n'y jouent pas, en tout cas, partout un rôle d'égale importance. La démonstration est surtout frappante par la comparaison de la Martinique et de Saint-Vincent; les roches qu'émet actuellement le volcan de la Soufrière, par exemple, ont leur équivalent à la Martinique, non pas dans les laves les plus récentes, antérieures à l'éruption actuelle, ni dans celles que fournit aujourd'hui la Montagne Pelée, mais dans des types beaucoup plus anciens. On peut donc assurer que ces divers centres volcaniques sont alimentés par des réservoirs qui, pour avoir eu une commune origine, n'en sont pas moins depuis longtemps tout à fait distincts. Les observations géologiques faites à Saint-Vincent sont trop incomplètes encore pour qu'il soit possible de discuter avec fruit la question de savoir si l'évolution magmatique s'y est effectuée ou non dans le même ordre qu'à la Martinique; mais on peut, par contre, affirmer que cette évolution n'est pas arrivée actuellement au même stade. Le magma qui a édifié la Montagne Pelée tout entière est depuis longtemps dans une phase acide, alors que celui de la Soufrière de Saint-Vincent se maintient dans une phase relativement basique. Au cours de la période éruptive de 1902-1903, les plus importants des paroxysmes des deux centres éruptifs voisins ont été presque concordants; il est donc logique de penser qu'ils ont été déterminés par une même cause profonde, que la situation des Petites Antilles sur le bord de l'effondrement de la mer caraïbe peut faire supposer d'ordre tectonique (1), mais les différences chimiques qui viennent d'être rappelées

(1) Il est intéressant de remarquer à ce point de vue que la bordure occidentale de la mer des Antilles a été également en 1902-1903 le siège de phénomènes éruptifs violents (Izalco (Salvador), 10 mai, 28-29 septembre 1902; Santa-Maria (Guatémala), 24-25 octobre 1902; Masaya (Nicaragua), 10 janvier 1903; Colima (Mexique), février 1903).

Les éruptions volcaniques des Antilles n'ont pas été accompagnées de tremblements de terre

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

ne permettent pas d'imaginer entre les deux volcans une relation plus intime : les faits ont montré d'ailleurs que, si cette coïncidence s'est parfois réalisée, elle n'est pas nécessaire.

IV. — Les éruptions récentes des Antilles ont permis pour la première fois l'étude scientifique d'un phénomène nouveau pour les géologues, celui des *nuées ardentes*, qui en a été l'agent destructeur. La théorie à laquelle je me suis arrêté pour expliquer ces nuées ardentes consiste à les regarder comme le résultat d'une explosion partant des flancs du dôme à la Montagne Pelée, du fond du cratère béant à Saint-Vincent. Cette explosion fournit une masse énorme de vapeur d'eau et de gaz, se détendant rapidement à son arrivée dans l'atmosphère, entraînant une quantité considérable de matériaux solides de toute taille. Au lieu d'être toujours lancées verticalement comme les projections habituelles, les nuées roulent avec une grande vitesse sur les pentes de la montagne. Dans le cas des faibles éruptions, la gravité a une influence prédominante sur leur marche; lors des grands paroxysmes, elles sont animées d'un mouvement plus rapide, dû à l'action cumulée de la projection initiale et de la gravité agissant dans le même sens. A la Montagne Pelée, la position de l'orifice de sortie a eu une influence prépondérante sur leur direction.

Ces nuées, douées, au moment de leur départ, d'une haute température, qui s'atténue peu à peu, ont une puissance mécanique et calorifique considérable, permettant d'expliquer l'anéantissement complet d'une grande ville et de ses habitants, ainsi que la persistance des effets destructeurs à 10 kilomètres de leur point d'origine.

V. — Les nuées ardentes ont accumulé pendant un temps très court et sur une surface limitée une masse énorme de matériaux solides dont la haute température a pu être conservée pendant fort longtemps. Leur refroidissement, spontané ou activé par l'action des pluies tropicales, a déterminé des phénomènes secondaires variés, observés pour la première fois, au moins avec cette ampleur, dans des éruptions volcaniques; ils ont une grande importance théorique. C'est ainsi, par exemple, que

notables; elles ont fourni ainsi une nouvelle preuve de l'indépendance *immédiate* des grands phénomènes de la volcanicité et de la séismicité. Depuis longtemps Humboldt a noté que les phénomènes éruptifs anciens des Antilles ont été accompagnés ou suivis de tremblements de terre lointains sur le pourtour de la mer des Antilles; je ferai remarquer, sans vouloir en tirer de conclusions, que de violents tremblements de terre ont dévasté le Guatémala le 18 avril et le 23 septembre 1902, ainsi que le 12 janvier 1903.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

dans le premier cas ont pris naissance des *fumerolles sans racines*, ordonnées suivant leur température, comme les fumerolles d'origine profonde, et fournissant par suite une preuve très nette de ce fait, que les produits volatils ou transportables, caractéristiques des émanations volcaniques, n'accompagnent pas seulement le magma en voie d'émission, mais font partie intégrante du magma lui-même (1).

Ces fumerolles d'origine secondaire constituent un phénomène tranquille et lent, mais l'action brusque d'une masse considérable d'eau pluviale sur les matériaux chauds a déterminé aussi des phénomènes (explosions, torrents boueux) assez violents pour avoir fait croire, dans certains cas, à l'existence de centres d'éruption plus ou moins éloignés du centre réel, qui, à la Martinique comme à Saint-Vincent, est resté unique.

VI. — Les accumulations de matériaux transportés par les nuées ardentes ne sont pas seulement intéressantes au point de vue des phénomènes secondaires auxquels elles ont donné naissance ; elles constituent un nouveau type de dépôts, auquel il faudra songer désormais dans l'étude des régions volcaniques. Je ne reviendrai pas sur leurs caractères que j'ai établis plus haut; je ferai remarquer seulement qu'à l'inverse des dépôts d'origine aqueuse, au moins à la Martinique, ils ne sont pas localisés dans les vallées, mais recouvrent les pentes du volcan sans aucun respect de sa topographie. La vue des blocs ayant de nombreuses centaines de mètres cubes, restant isolés sur le plateau incliné qui sépare les rivières Blanche et Sèche, à plusieurs kilomètres du dôme dont ils sont séparés par une vallée, eût sans doute suggéré sur leur transport en cette place des idées bien différentes de la réalité à un géologue qui les aurait observés sans avoir eu connaissance des faits exposés dans ce livre.

VII. — La discussion de quelques-uns des phénomènes étudiés ici conduit à cette conclusion que parfois les conditions dans lesquelles se produit une éruption ont plus d'importance sur la nature de ses manifestations que la composition chimique du magma ; quand, en effet, on compare ce qui s'est passé en 1902 et en 1903 à la Montagne Pelée et à la Soufrière de Saint-Vincent, on constate que, dans ces deux volcans de basicité différente, le plus basique n'a présenté que des phénomènes explosifs,

(1) Il est intéressant de rappeler à cet égard les recherches de M. Armand Gautier sur les gaz inclus dans les roches éruptives [**163, 164**].

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

tandis que le plus acide a fourni en outre l'amas de lave qui constitue le dôme. Si celui-ci a été édifié, cela ne tient pas tant à la composition du magma qu'aux conditions physiques de la venue au jour de ce dernier qui s'est effectuée d'une façon lente, mais en petite quantité ; elles ont permis un refroidissement assez rapide, ce qui a permis à la matière épanchée d'acquérir une grande viscosité. D'autre part, les produits gazeux ne se sont dégagés en abondance que par intermittence, de telle sorte que le magma, retenu au voisinage de l'ouverture de sortie par son peu de fluidité, a pu s'y consolider en masse continue. La proposition qui vient d'être énoncée trouve sa démonstration à la Montagne Pelée même ; la plus grande partie du cône ancien de celle-ci est en effet constituée par des tufs et des brèches de même nature que la lave actuelle ; ils ont été accumulés par des éruptions purement explosives, dans lesquelles les produits gazeux ont dû accompagner l'émission de la lave en plus grande quantité peut-être que dans l'éruption en cours, mais, en tout cas, d'une façon continue qui n'a pas permis à la matière fondue de se maintenir, là où elle se consolidait. Enfin, non loin de la Montagne Pelée, on rencontre aussi de véritables coulées, dues à l'émission, sans doute rapide et à très haute température, de la même lave ; grâce à une fluidité plus grande que dans les cas précédents, les gaz ont pu se dégager librement au lieu d'avoir à dépenser leur force vive pour rompre une carapace consolidée, constamment renouvelée. Inversement, on peut s'attendre à rencontrer des dômes analogues à celui dont j'ai étudié le développement, constitués par des roches provenant de magmas basiques, bien que par leurs propriétés physiques ceux-ci doivent se prêter moins bien à une consolidation sous cette forme qu'un magma acide.

La considération des nuées ardentes conduit à une conclusion du même genre, puisque nous avons vu celles-ci se manifester aussi bien à Saint-Vincent qu'à la Martinique, malgré les différences de composition chimique des magmas de ces deux volcans. Elles non plus ne sont donc pas liées à un magma de composition déterminée, et le fait est encore plus frappant si l'on tient compte du phénomène, vraisemblablement identique, observé jadis aux Açores et qui a accompagné la sortie d'un basalte.

VIII. — Les conditions climatériques spéciales des pays tropicaux agissant sur les épais amas de cendres meubles, accumulés par les projections

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

de tout genre, ont entraîné l'évolution extrêmement rapide, et fort instructive à suivre en détail, de phénomènes d'érosion, comparables à ceux qui, dans les régions à climat tempéré, telles que les nôtres, sont le plus souvent l'œuvre d'un grand nombre d'années ou même de siècles et ne peuvent par suite d'ordinaire être étudiés que dans un petit nombre de leurs stades successifs. De même, le mécanisme de la formation de conglomérats et de divers dépôts produits sous l'action de l'eau a pu être précisé et comparé à celui des dépôts édifiés à sec par les nuées ardentes.

Enfin, les vents constants (alizés) ont joué dans la distribution dyssymétrique des cendres fines un rôle qui mérite d'être rappelé.

IX. — L'incendie de Saint-Pierre, allumé par l'éruption du 8 mai, n'eût fourni aucun document scientifique intéressant l'histoire des roches éruptives, si la ville n'avait été construite avec des roches volcaniques. Sous l'influence d'une température particulièrement élevée, due non au volcan, qui n'a été que la cause déterminante de l'incendie, mais à l'accumulation de matériaux combustibles et à certaines circonstances locales, des murs ont pu fondre en totalité ou en partie ; le produit de la fusion de quelques-uns d'entre eux s'est trouvé en contact avec des matériaux de composition chimique variée et les a dissous ; les conditions du refroidissement ont permis parfois de longs recuits. De toutes ces particularités, il est résulté des cristallisations, des phénomènes d'endomorphisme variés, dont l'étude est pleine d'enseignements pour la connaissance des magmas naturels et la façon dont ils peuvent se comporter au cours de leur mise en place au contact de roches préexistantes, chimiquement différentes.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHES I à XX.

Principaux phénomènes de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.

PLANCHES XXI et XXII.

Explosions boueuses de la Soufrière de Saint-Vincent.

PLANCHE XXIII (1).

Bombes de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.

Fig. 1. — Bombe à centre ponceux à fentes en croûte de pain (Réduct. au 1/5) (p. 522).
Fig. 2. — Bombe avec fentes en croûte de pain et fissure perpendiculaire (Réduct. à 1/2) (p. 525).
Fig. 3. — Bloc projeté à l'état solide renfermant une enclave (Réduct. à 1/2) (p. 525).
Fig. 4. — Bombe entièrement ponceuse (Grand. natur.) (p. 525).
Fig. 5. — Bombe projetée à l'état demi-consolidé (Réduct. à 1/2) (p. 525).
Fig. 6. — Bombe du type le plus commun. La plus petite bombe trouvée a été placée à côté du gros échantillon (Réduct. au 1/4) (p. 525).

PLANCHE XXIV.

Échantillons de l'andésite de l'éruption actuelle.

Fig. 1. — Cannelures produites par choc à la surface d'un bloc charrié par une nuée ardente (Gross. 3 d.) (p. 217).
Fig. 2. — Brèche de friction (Grand. natur.) (p. 514).
Fig. 3. — Brèche de friction d'une bombe ponceuse ; à gauche et en bas, on voit l'écorce vitreuse (Réduct. au 1/3) (p. 514 et 524).
Fig. 4. — Brèche de friction à fragments orientés (Grand. natur.) (p. 514).
Fig. 5. — Andésite vitreuse rubanée type I (nuée ardente du 16 décembre 1902) (Grand. natur.) (p. 510).

(1) Les photographies des planches XXIII, XXIV, XXVIII et XXX ont été faites par M. Monpillard d'après mes échantillons ; les planches XXV, XXVI et XXIX ont été dessinées par M. Jacquemin.

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

PLANCHE XXV.

Structure microscopique des andésites de l'éruption actuelle. (F, plagioclases; H, hypersthène; O, olivine, magnétite opaque.) (*Lumière polarisée.*)

Fig. 1. — Type I vitreux (p. 510).
Fig. 2. — Type I avec sphérolites feldspathiques (p. 511).
Fig. 3. — Type ponceux (p. 510).
Fig. 4. — Type III microlitique (variété à grands microlites) (p. 511).
Fig. 5. — Brèche de friction, lame mince de la pâte de la roche représentée par la figure 2 de la planche XXIV (p. 514).
Fig. 6. — Enclave homœogène synmorphe, à structure enchevêtrée (facies microlitique).

PLANCHE XXVI.

Structure microscopique des enclaves homœogènes. [F, plagioclases; H, hypersthène; C, cordiérite; O, olivine. Quartz (sans notation).] (*Lumière polarisée.*)

Fig. 1. — Micronorite à cordiérite (p. 546).
Fig. 2. — Andésite quartzifère à cordiérite (p. 547).
Fig. 3. — Type à facies de quartz résinite; les moules des phénocristaux sont transformés en substance colloïde (p. 549).
Fig. 4. — Enclave à quartz et cordiérite (Saint-Vincent) (p. 597).
Fig. 5. — Andésilabradorite à cordiérite (Saint-Vincent) (p. 597).
Fig. 6. — Diorite à olivine (enclave allomorphe). La hornblende a fondu, elle est remplacée par une association chondritique d'hypersthène et d'olivine (p. 542).

PLANCHE XXVII.

Structure microscopique de diverses roches et produits artificiels. (*Lumière polarisée.*)

Fig. 1 et 2. — Andésite quartzifère (type IV) de l'éruption actuelle (Gross. 100 d.) (p. 512).
Fig. 3. — Cordiérite entourée par une couronne d'anorthite englobant de l'hypersthène et du spinelle (voir fig. 7, pl. XXVIII) (Gross. 30 d.) (p. 567).
Fig. 4. — Brique siliceuse fondue (Saint-Pierre). Verre contenant tridymite cristallitique qui forme une auréole autour d'un grain ancien de quartz (Gross. 100 d.) (p. 623).
Fig. 5 et 6. — Verre dévitrifié (section perpendiculaire à l'aplatissement d'une vitre) (Saint-Pierre); minéral nouveau (fig. 5); dans la figure 6, le même minéral occupe le haut de la figure : dans la partie inférieure, correspondant au bord de la vitre, des cristaux de wollastonite sont disséminés dans le verre (Gross. 30 d.) (p. 621).

PLANCHE XXVIII.

Détails de la structure microscopique de diverses roches. (*Lumière polarisée.*)

Fig. 1 et 4. — Plagioclases zonés (macle de Carlsbad), section voisine de g^1, un cristal d'hypersthène dans la figure 1. Andésite actuelle (Gross. 45 d.) (p. 502).
Fig. 2, 3, 6. — Plagioclases zonés, section perpendiculaire à g^1 (macles de l'albite et de Carlsbad). Andésite actuelle (Gross. 45 d., fig. 5 et 6; 60 d., fig. 2) (p. 502).
Fig. 5. — Inclusions vitreuses sans bulle dans anorthite. Andésilabradorite du Diamant (Gross. 60 d.) (lumière naturelle) (p. 566).
Fig. 7. — Cordiérite entourée par une couronne d'anorthite englobant des cristallites d'hy-

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

persthène et de spinelle (Gross. à 80 d. d'une partie de la figure 3 de la planche XXVII) (lumière naturelle) (p. 567).

Fig. 8 et 11. — Plagioclases dont les zones basiques ont été attaquées par fumerolles sulfhydriques de la Rivière Falaise. Ponce actuelle (Gross. 30 d.) (p. 533).

Fig. 9. — Cristaux bipyramidés de quartz de la pâte de l'andésite de l'éruption actuelle (Gross. 150 d.) (p. 512).

Fig. 10. — Quartz entouré de micropegmatite récente. Enclave de norite quartzifère dans l'andésite type IV de l'éruption actuelle (Gross. 60 d.) (p. 545).

Fig. 12. — Plagioclases anciens entourés de plagioclases recristallisés. Andésite fondue par l'incendie de Saint-Pierre (Gross. 45 d.) (p. 626).

Fig. 13. — Section *p* (001) d'une macle de cordiérite. Enclave synmorphe de l'andésite actuelle (Gross. 200 d.) (p. 547).

Fig. 14. — Section parallèle à l'aplatissement d'une vitre recuite de l'incendie de Saint-Pierre; section g^1 (010) de wollastonite (Gross. 100 d.) (p. 620).

PLANCHE XXIX.

Structure microscopique des andésites, constituant les murs de Saint-Pierre, fondues par l'incendie et endomorphisées. (*Lumière polarisée.*) (Gross. 60 d.)

Fig. 1. — Veine basique (plagioclases et fayalite) traversant andésite à hypersthène (p. 630).

Fig. 2. — Andésite endomorphisée, en bas (p. 629) par dissolution de mortier (plagioclases basiques et augite), en haut par dissolution d'oxyde de fer (babingtonite) (p. 633).

Fig. 3 et 4. — Andésite (fig. 3) dont les phénocristaux [plagioclases (F) et hypersthène (H)] sont intacts ou corrodés, mais dont la pâte a été entièrement transformée en un mélange de microlites d'augite et de plagioclases. La figure 4 représente le produit de la fusion partielle et de la recristallisation du mortier; l'hypersthène est en voie de transformation en augite (p. 629).

Fig. 5. — Scorie entourant des pipes. Le plagioclase (F) et l'hypersthène (H) (se transformant en augite) proviennent des gravats et de cendres; ils sont englobés dans du verre renfermant des cristaux rectangulaires de mélilite, des cristallites de fayalite et de magnétite (p. 633).

Fig. 6. — Olivine (bordée d'hypersthène néogène) et plagioclases anciens, enveloppés dans un mélange de babingtonite sphérolitique et de magnétite (p. 633).

PLANCHE XXX.

Produits de l'incendie de Saint-Pierre.

Fig. 1. — Fragment de mur de la maison Duplan : *a*. galet d'andésite intact; *b*. zone fondue (mélange de l'andésite et du mortier); *d*. objet de fer oxydé et recouvert d'une couche silicatée; *c*. partie de *b* endomorphisée par dissolution d'oxyde de fer (p. 623).

Fig. 2. — Galet d'andésite (*a*) en voie de fusion englobé par la lave secondaire (*b*) de la rue Bord de Mer (p. 624).

Fig. 3. — Pile de vitres simplement soudées en *a*; en partie fondues et cristallisées en *b*; complètement fondues et cristallisées en *d* (p. 620).

Fig. 4. — Lave secondaire de la rue Bord de Mer, produite par fusion d'un mur (*b*), englobant des fragments de charbon de bois (*c*); la surface libre (*a*) est stalactiforme (p. 624).

Fig. 5. — Surface stalactiforme de la coulée du Figuier (*a*) avec englobement de charbon de bois (*c*) (p. 624).

Fig. 6. — Lave basaltique stalactiforme (*c*) résultant de l'endomorphisme de l'andésite par le mortier (*a* et *b*). Cette stalactite pendait à une ouverture du dépôt de charbon Caminade-Dupouy (p. 628).

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

ERRATA

Par une transposition qu'excuseront ceux de mes lecteurs n'habitant pas sous les tropiques, j'ai désigné souvent par abréviation la période comprise entre novembre 1902 et mars 1903 sous la rubrique incorrecte *hiver 1902-1903*.

Dans les descriptions des chapitres II et III de la 2e partie, j'ai parfois omis de signaler l'apatite qui se rencontre dans toutes les roches étudiées en quantité très faible et qui ne présente aucune particularité intéressante.

Page 20,	ligne 10, en remontant,	*au lieu de* : 730	*lire* : 1020
—	— 11, —	— 700	1000
— 120,	— 2 de la légende de la figure,	1559	1579
— 184,	ligne 6, en remontant	»	38° à 75° comme maximum.
— 196,	dans le titre § I,	octobre 1902	novembre 1902.
— 373,	ligne 9,	inverse	directe.
— 384,	— 3,	inverse	directe.
— 484,	— 15 et 16	maximums	maximum.
— 504,	— 14, en remontant	tous renferment	tous, à l'exception des deux derniers, renferment.
— 513,	— 13,	2,47	2,40.
— 544,	— 14,	Il y existe	Dans *a* et *b*, il existe.
— 547,	— 4,	appréciées	appréciée
— 554,	— 2,	, en 1814. M.	. En 1814, M.
— 564,	— 7, —	50 à 55°	75° à 85°.

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 1

BIBLIOGRAPHIE

§ I. — **Géographie et géologie des îles volcaniques des Antilles** XI

A. — Martinique XI
B. — Iles volcaniques autres que la Martinique XII

§ II. — **Les éruptions de la Montagne Pelée, des Soufrières de Saint-Vincent, de la Guadeloupe et de la Dominique** XIV

1° Les éruptions anciennes de la Montagne Pelée XIV
2° Les éruptions anciennes de la Soufrière de Saint-Vincent XIV
3° Les éruptions anciennes de la Soufrière de la Guadeloupe XIV
4° L'éruption de la Soufrière de la Dominique XIV
5° Les éruptions actuelles de la Montagne Pelée et de la Soufrière de Saint-Vincent XV

§ III. — **Pétrographie** XX

1° Mémoires sur les roches volcaniques produites par les éruptions anciennes es Antilles XX
2° Mémoires sur les produits des éruptions actuelles de la Montagne Pelée et de Saint-Vincent XX
3° Les produits de l'incendie de Saint-Pierre et les roches fondues accidentellement XXI
4° Publications parues ou consultées pendant l'impression XXII

PREMIÈRE PARTIE

PHYSIQUE TERRESTRE ET GÉOLOGIE.

CHAPITRE PREMIER

§ I. — **Les Antilles** 1
§ II. — **La Martinique** 6

1° Esquisse géographique 6
2° La Montagne Pelée 14
3° Esquisse géologique 22

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Massif du Carbet 24
Massif du Sud-Ouest 24
Massif de la Montagne Pelée 24

§ III. — **Les éruptions de la Montagne Pelée** 26

1° Les éruptions anciennes 26

Éruption de 1792 28
Éruption de 1851 31

2° L'éruption actuelle 34

§ IV. — **Saint-Vincent et ses éruptions** 43

1° Les éruptions anciennes 46
2° L'éruption actuelle 48

§ V. — **La Soufrière de la Guadeloupe et ses éruptions anciennes** 56
§ VI. — **La Soufrière de la Dominique et son éruption ancienne** 71

CHAPITRE II

PHÉNOMÈNES INTÉRESSANT LE RELIEF DU SOL OU DU FOND DES MERS. TREMBLEMENTS DE TERRE.

§ I. — **Le centre unique d'éruption** 75
§ II. — **Les soi-disant cratères inférieurs** 83
§ III. — **Y a-t-il eu des fissures en dehors de la caldeira de l'Étang Sec ?** 84
§ IV. — **Absence de mouvements d'exhaussement ou d'affaissement sur la terre ferme. Modifications topographiques** 88
§ V. — **Tremblements de terre** 90
§ VI. — **Phénomènes sous-marins** 92

1° Absence de variations du fond de la mer 92
2° Les ruptures de câbles 93

CHAPITRE III

LE DÔME.

§ I. — **L'évolution du dôme** 110

Les débuts de sa formation 110
Le dôme d'octobre 1902 à mars 1903 116
La masse du dôme 118
L'aiguille 121

§ II. — **Mécanisme de la formation du dôme** 132

Accroissement par injection 135
Accroissement par extrusion, formation de l'aiguille 138

§ III. — **La structure du dôme** 151

Brèches ignées 156
Brèches de friction 156

§ IV. — **Généralisation des observations précédentes** 158

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

CHAPITRE IV

DÉGAGEMENTS DE PRODUITS VOLATILS.

LES PHÉNOMÈNES CENTRAUX (DANS LE CRATÈRE).

§ I. — **Les poussées verticales** 163
Éruptions paroxysmales 164
Périodes de moindre activité 166
§ II. — **Les nuées ardentes** 169
§ III. — **Les éruptions boueuses** 171
Éruption boueuse de Saint-Vincent 176
§ IV. — **Les fumerolles** 182
1° Les fumerolles antérieurement à l'éruption actuelle et au début de celle-ci .. 182
Fumerolles de la Rivière Claire postérieurement à l'éruption de 1851 ... 182
Fumerolles de l'Étang Sec 183
Fumerolles actuelles de la Soufrière de la Guadeloupe 184
Altération des roches volcaniques sous l'influence des fumerolles 188
Les produits d'altération des anciennes fumerolles de la Montagne Pelée .. 190
2° Les fumerolles du dôme 191
Y a-t-il eu production de flammes dans le cratère ? 194
LES PHÉNOMÈNES PÉRIPHÉRIQUES DANS LES VALLÉES 195

CHAPITRE V

LES NUÉES ARDENTES DE LA FIN DE 1902 ET CELLES DE 1903.

§ I. — **Les nuées ardentes de novembre 1902 à mars 1903** 196
1° Aspect, sortie et marche des nuées 196
2° Direction 201
3° Vitesse 202
4° Composition 203
5° Température 212
Élévation de la température de l'eau de la mer 216
6° Actions mécaniques 216
7° Actions physiologiques 217
§ II. — **Les nuées ardentes de mi-mars à décembre 1903** 219

CHAPITRE VI

L'ÉRUPTION DU 8 MAI ET LA DESTRUCTION DE SAINT-PIERRE.

§ I. — **La région dévastée et ses différentes zones** 222
Saint-Pierre avant l'éruption 227
§ II. — **Les récits des témoins de l'éruption** 231
Zone externe et région limitrophe 233
Zone maritime 240
Conclusions à tirer des récits des témoins 248
Vent précédant la nuée 250
Vent de retour 251

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ III. — **Les actions mécaniques**..... 253
1° Influence de la topographie sur l'intensité de la dévastation..... 254
2° Direction de la poussée..... 257
3° Transport de matériaux solides dans la ville de Saint-Pierre..... 263
4° Intensité et vitesse de la poussée..... 265

§ IV. — **Les actions calorifiques**..... 270
1° Zone maritime..... 271
2° Zone centrale..... 274
3° Zone externe..... 280

§ V. — **Les actions physiologiques**..... 281
1° Zone externe..... 281
Phénomènes de brûlures et d'asphyxie..... 282
Les morts..... 286
2° Zone maritime..... 289
Influence des actions mécaniques..... 289
Phénomènes de brûlures et d'asphyxie..... 290
3° Zone centrale..... 291
Importance du rôle joué par les actions mécaniques..... 291
Phénomènes de brûlures et d'asphyxie..... 293
Les survivants..... 299
Le nombre des victimes..... 303

§ VI. — **Les matériaux de l'éruption**..... 309

CHAPITRE VII

LES ÉRUPTIONS PAROXYSMALES POSTÉRIEURES A CELLE DU 8 MAI 1902.

§ I. — **Éruption du 20 mai**..... 312
§ II. — **Éruption du 26 mai**..... 317
§ III. — **Éruption du 6 juin**..... 319
§ IV. — **Éruption du 9 juillet**..... 320
§ V. — **Éruption du 30 août**..... 324
1° Les préliminaires de l'éruption..... 324
2° L'éruption..... 326
3° Étendue de la zone dévastée..... 329
4° Les produits de l'éruption..... 331
5° Les actions mécaniques..... 334
6° Les actions calorifiques..... 339
7° Les actions physiologiques..... 344
8° Conclusions..... 348

CHAPITRE VIII

LES NUÉES ARDENTES EN GÉNÉRAL.

§ I. — **Théorie des nuées ardentes**..... 350
Composition et structure d'une nuée..... 350
Influence de la gravité..... 353

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Nécessité d'une explosion initiale..... 354
Insuffisance d'une explosion sans intervention de l'action de la pesanteur. 356
Cas particulier de la destruction du Morne-Rouge et de l'Ajoupa-Bouillon..... 359

§ II. — **Les nuées ardentes de Saint-Vincent**..... 360
§ III. — **Phénomènes à comparer en tout ou partie aux nuées ardentes des volcans des Antilles**..... 363

1° Les nuées ardentes de San Jorge (Açores)..... 364
2° Les avalanches de pierres des volcans andésitiques du Japon et de Java.... 366

CHAPITRE IX

LES APPORTS SOLIDES APRÈS LEUR DÉPART DU DÔME; LES PHÉNOMÈNES SECONDAIRES PRODUITS PAR EUX OU A LEURS DÉPENS.

§ I. — **Les apports solides**..... 369

1° Leur nature et leur origine..... 369
2° Distribution dans l'espace des matériaux projetés..... 372
3° Les dépôts formés par les produits de projection..... 375

§ II. — **Les phénomènes secondaires produits aux dépens des apports de l'éruption, considérés particulièrement au point de vue chimique**..... 389

1° Les émanations tranquilles (fumerolles)..... 389
2° Fumerolles à température supérieure à 500° C..... 391
3° Fumerolles à température voisine de 400° C..... 396
4° Fumerolles à température inférieure à 400° C. et souvent voisine de 100° C.... 400
5° Les sources thermales..... 406
6° Conglomérat salifère..... 408

§ III. — **Les phénomènes produits aux dépens des apports de l'éruption, considérés plus particulièrement au point de vue mécanique**..... 410

1° Le ruissellement superficiel sur les pentes..... 411
2° Les phénomènes violents dans les vallées remplies de matériaux chauds. Explosions secondaires et torrents boueux..... 421
3° Les torrents boueux en dehors des vallées précédentes..... 435

Origine des crues boueuses..... 443
Torrents boueux dans les Alpes..... 447

§ IV. — **Les dépôts des torrents boueux**..... 452

Les cannelures des berges et des blocs..... 458
Composition minéralogique des conglomérats boueux..... 459

§ V. — **L'action combinée des torrents boueux et de la vague sur la topographie des côtes**..... 463

1° Érosion, en particulier aux embouchures des rivières..... 463
2° Atterrissements sur la côte Nord et Nord-Est..... 466

§ VI. — **La sédimentation au fond de la mer**..... 468
§ VII. — **L'action du vent sur les dépôts dus aux apports de l'éruption**..... 469

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

CHAPITRE X

PHÉNOMÈNES ACCESSOIRES DIVERS.

§ I. — **Phénomènes électriques et magnétiques** 471
1° Phénomènes d'électricité atmosphérique 471
Télégraphie sans fil 477
2° Phénomènes magnétiques 478
§ II. — **Mouvements de l'air** 481
1° Ondes aériennes 481
2° Grondements, détonations, sifflements 485
§ III. — **Phénomènes optiques anormaux de l'atmosphère** 490
Couleurs anormales du soleil et de la lune 490
Couchers et levers de soleil anormaux, lueurs crépusculaires 491
Cercle de Bishop 492
§ IV. — **Phénomènes météorologiques divers** 493
§ V. — **Mouvements de la mer** 496

DEUXIÈME PARTIE

PÉTROGRAPHIE.

CHAPITRE PREMIER

LES ROCHES DE L'ÉRUPTION ACTUELLE DE LA MONTAGNE PELÉE.

§ I. — **Composition minéralogique et structure** 503
1° Les phénocristaux 504
2° La pâte, sa structure (les divers types d'andésite) 509
§ II. — **Influence des conditions de la consolidation du magma sur la production de l'un ou l'autre des types d'andésite** 515
1° Les matériaux du dôme 515
2° Les matériaux projetés 519
§ III. — **Composition chimique** 527
§ IV. — **Altérations subies par l'andésite au cours de l'éruption** 531
§ V. — **Les enclaves homœogènes** 536
1° Types antilogues 538
Groupe plésiomorphe 538
Groupe allomorphe 540
Composition chimique des enclaves antilogues 543
2° Types homologues 544
Groupe allomorphe 544
Groupe synmorphe 546
Composition chimique et origine des enclaves homologues 549

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

CHAPITRE II

LES ROCHES VOLCANIQUES DE LA MARTINIQUE ANTÉRIEURES A L'ÉRUPTION ACTUELLE.

§ I. — **Série dacito-andésitique** 556
1° Dacites 556
2° Andésites et andésilabradorites 559

§ II. — **Série basaltique** 568
1° Labradorites augitiques et basaltes 568
2° Basalte à quartz 570

§ III. — **Composition chimique et conclusions** 572

CHAPITRE III

LES ROCHES VOLCANIQUES DES PETITES ANTILLES AUTRES QUE LA MARTINIQUE.

(La province pétrographique des Petites Antilles)

§ I. — **Saba** 579
§ II. — **Saint-Eustache** 580
§ III. — **Saint-Christophe (Saint-Kitts)** 581
§ IV. — **Névis** 581
§ V. — **Montserrat** 582
§ VI. — **Guadeloupe** 583
1° Les roches volcaniques 583
2° Les enclaves homœogènes 587
3° Composition chimique 588

§ VII. — **Les Saintes** 589
§ VIII. — **La Dominique** 590
§ IX. — **Sainte-Lucie** 591
§ X. — **Saint-Vincent** 591
1° Les roches volcaniques 591
2° Les enclaves 593
Les enclaves énallogènes 593
Les enclaves homœogènes 594
3° Composition chimique 598

§ XI. — **Grenade** 600
§ XII. — **La province pétrographique des Petites Antilles** 601

TROISIÈME PARTIE

LES PRODUITS DE L'INCENDIE DE SAINT-PIERRE.

---

§ I. — **Les cadavres** 608
§ II. — **Les objets combustibles divers** 611

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

§ III. — **Les métaux** 612

Les métaux précieux 612
Le cuivre 613
L'étain et le plomb 613
Le zinc 614
Le fer 615

§ IV. — **Le calcaire** 617

Les perles fines 617

§ V. — **Les matériaux silicatés autres que les roches employées pour la construction.** 618

1° Les pierres précieuses 618
2° Le verre et le cristal 618
3° La faïence et la porcelaine 621
4° Les briques et les tuiles 622

§ VI. — **Les andésites ayant servi de matériaux de construction** 623

1° Phénomènes de simple fusion et de recristallisation 623
2° Phénomènes d'endomorphisme 627

Le mortier, son action sur l'andésite 628
Action du fer 630
Action du fer et du mortier 632
Action du verre sur l'andésite et sur le mortier 633
Action du zinc 635
Action du cuivre 636
Conclusions 636

APPENDICE 637
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS 643
EXPLICATION DES PLANCHES 651
TABLE DES MATIÈRES 655

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

10194-04. — CORBEIL. IMPRIMERIE ÉD. CRÉTÉ.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

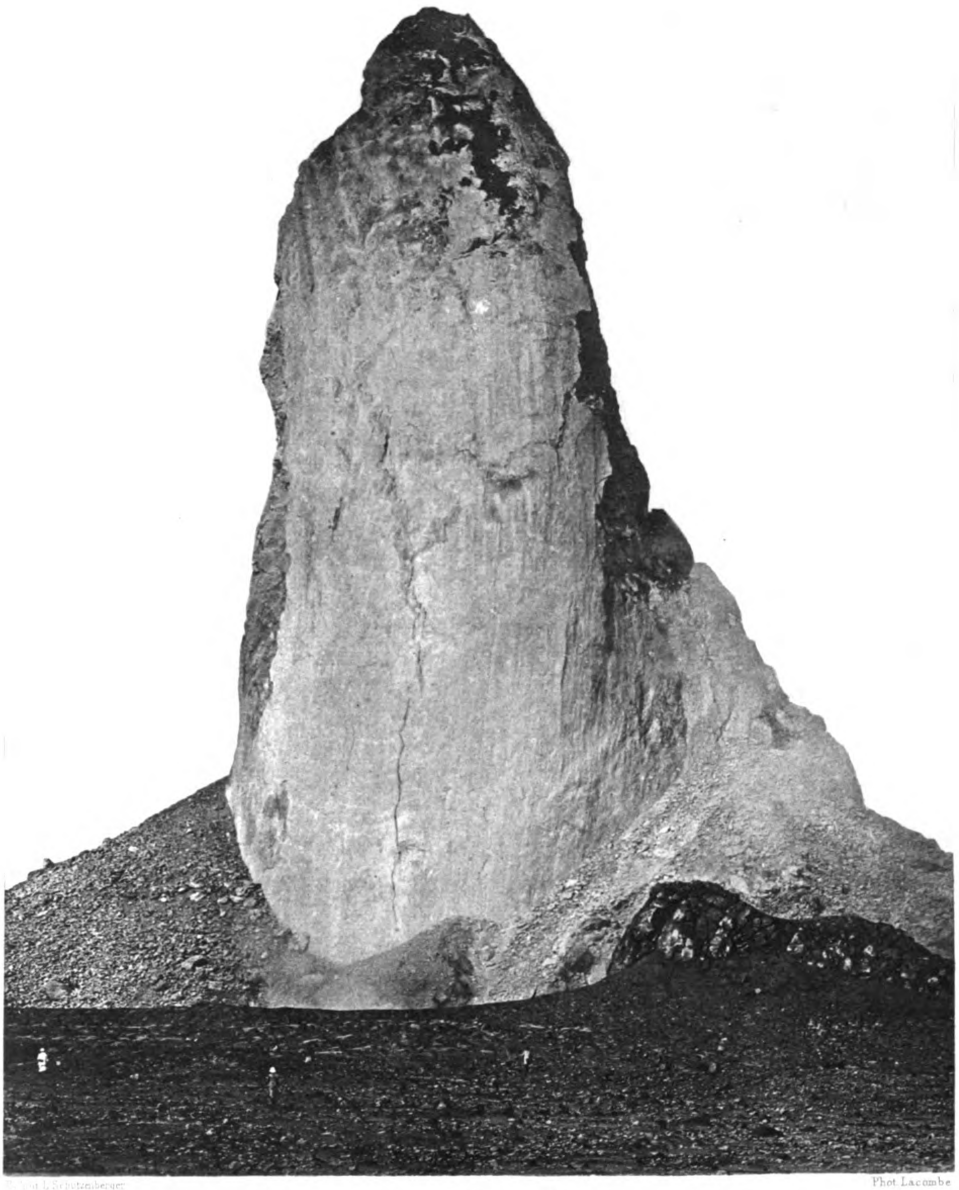
Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN



Phot. Lacombe

L'aiguille terminale

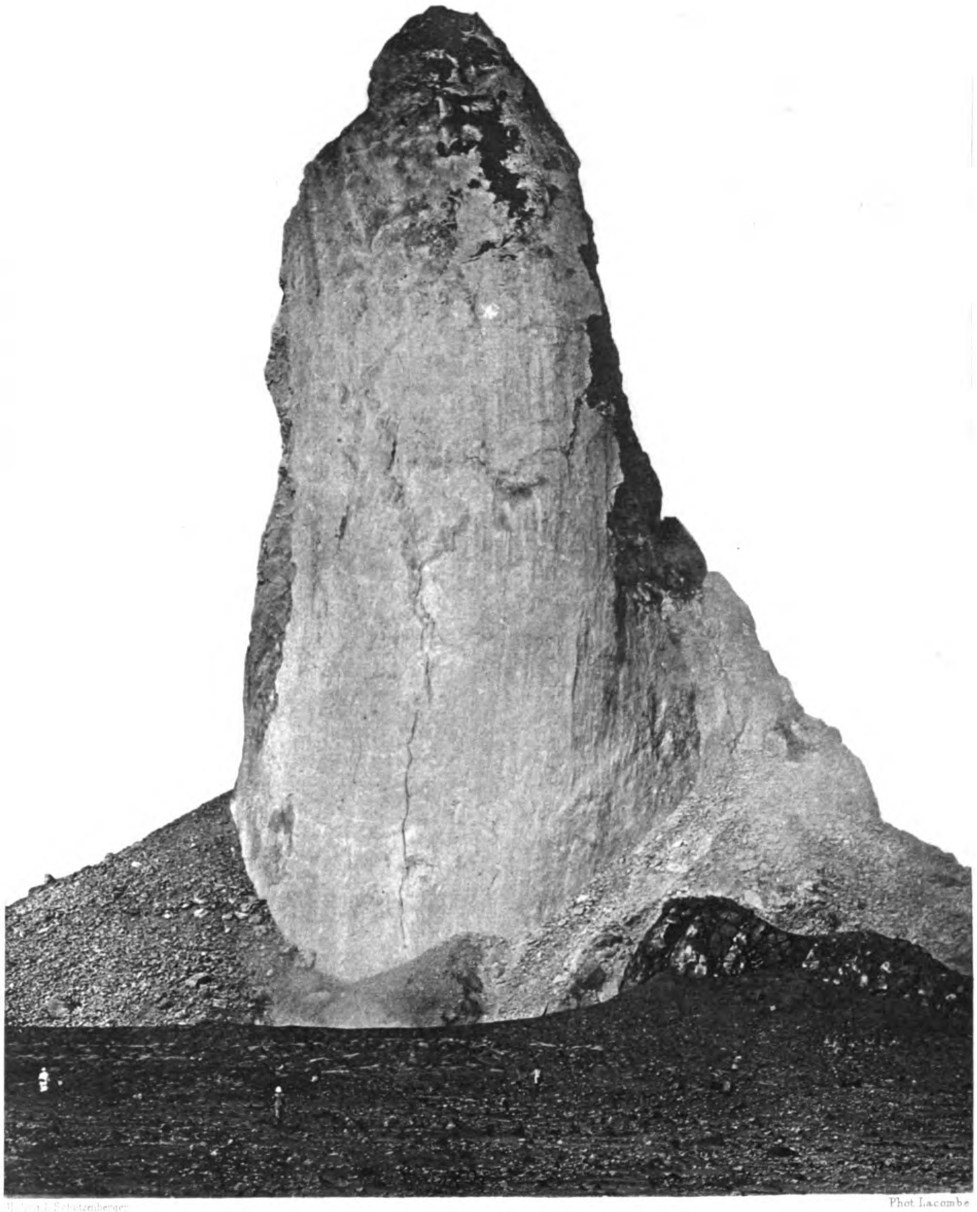
Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN



Phot. Lacombe

L'aiguille terminale

[illegible] du sommet du dôme récent le 3 Novembre 1902

[illegible] de l'emplacement [illegible] du lac des Palmistes

[illegible] au premier plan [illegible]

[illegible]

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google
Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Heliog. L.Schutzenberger Phot. A.Lacroix

La montagne Pelée et son dôme

Vue prise de la place Bertin à St Pierre (Mars 1903)

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

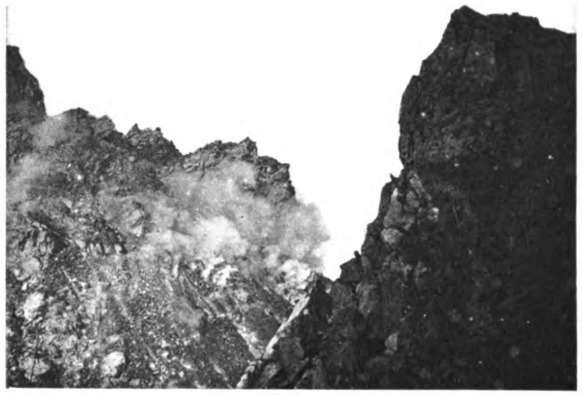


Fig. 1

Fig. 2

Héliog. L. Schutzenberger Fig. 3

Fig. 4 Phot. A. Lacroix

Le cratère et la base du dôme

Fig. 1. Côte Est (à droite le Morne La Croix). Fig. 2. Les bords du cratère (au fond, le Morne La Croix). Fig. 3. Côte Sud. Fig. 4. Côte Nord.

Octobre 1902.

[illegible]

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Heliog. L. Schutzenberger Phot. A. Lacroix

Le cratère et la base du dôme
(Côté Sud)
(8 Mars 1903)
Masson & Cie Editeurs

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Fig.1

Fig.2

Hebog L.Schutzenberger Fig.3

Fig.4 Phot.A.Lacroix

Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

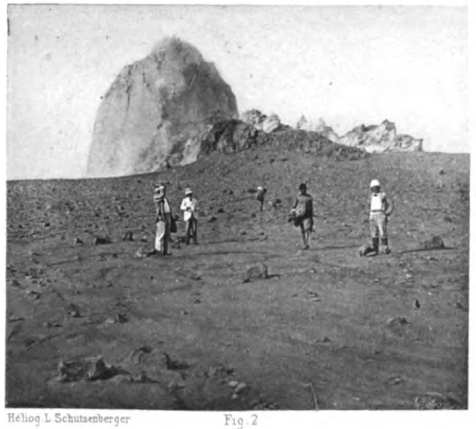
Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Fig. 1



Héliog. L. Schutzenberger Fig. 2

Fig. 3 Phot. A. Lacroix et Lacombe

Le Morne La Croix et a l'arriere plan le dôme en voie d'ascension

Photographie faite de l'emplacement de l'ancien lac des Palmistes le 15 Octobre (Fig 1) le 8 Novembre 1902 (Fig 2) et le 15 Mars 1903 (Fig 3)

Masson & Cie Editeurs

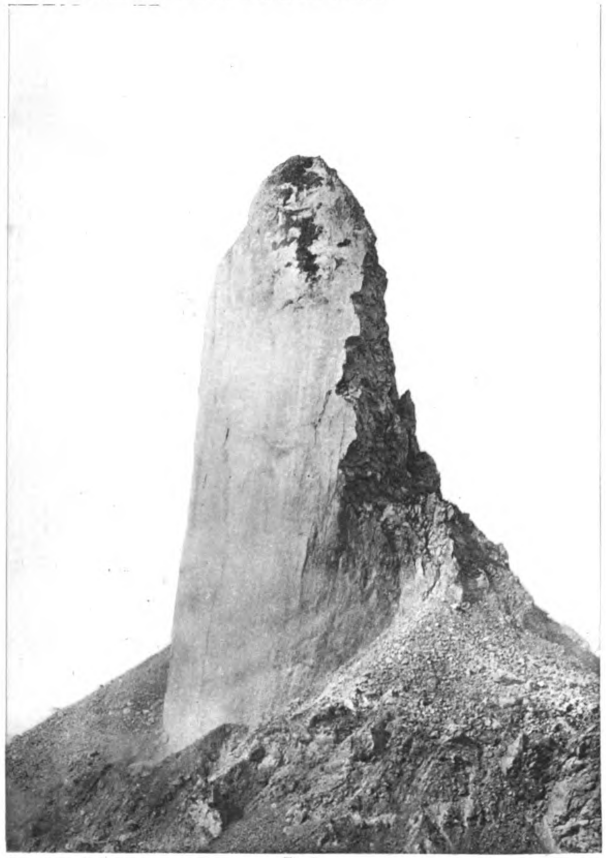
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google



Heliog. L. Schutzenberger Fig. 1

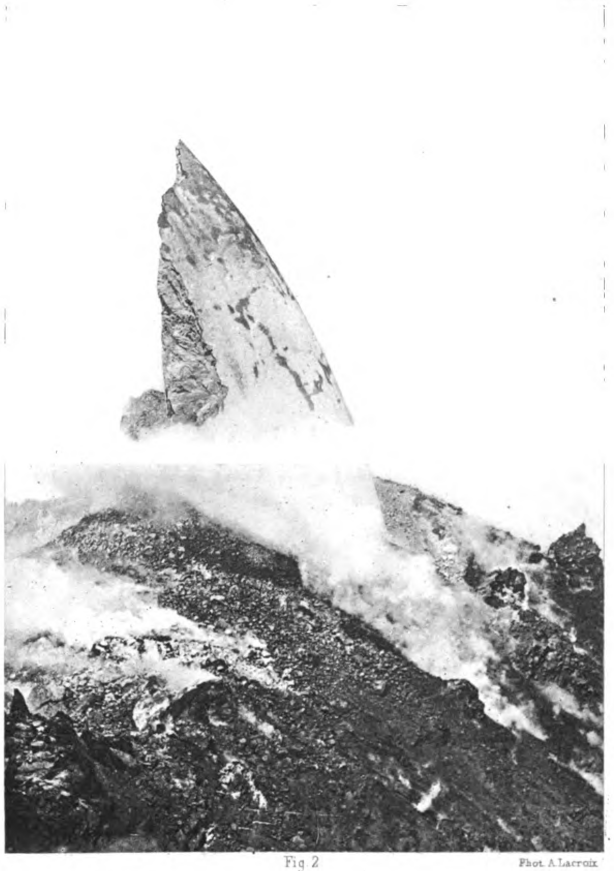


Fig. 2 Phot. A. Lacroix

L'aiguille terminale du dôme le 8 Mars 1903

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

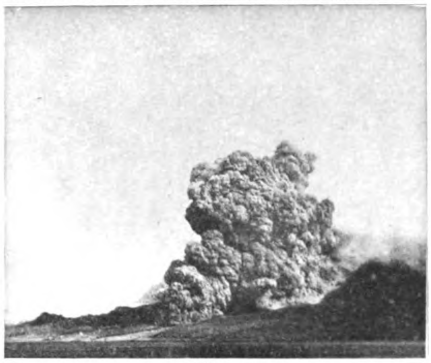


Fig 1

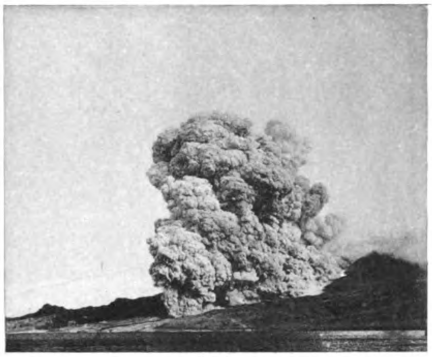


Fig.2

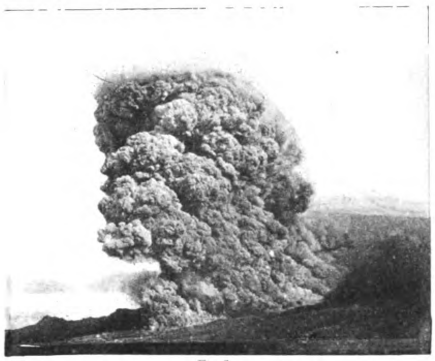


Fig.3

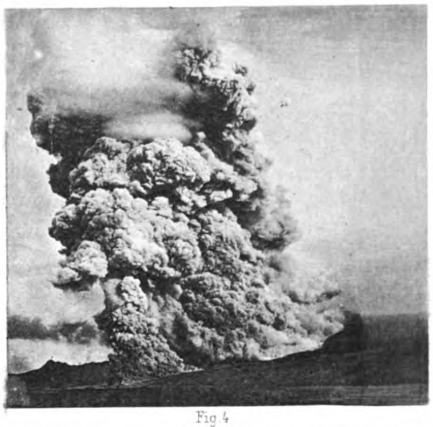
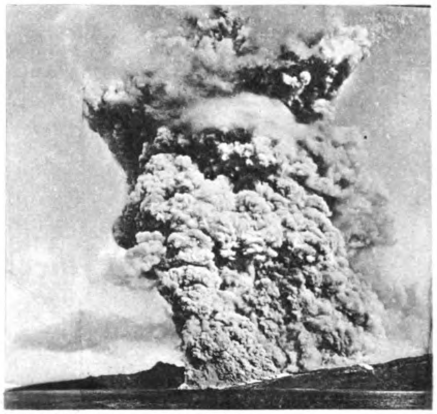


Fig.4



Héliog L Schutzenberger Fig.5

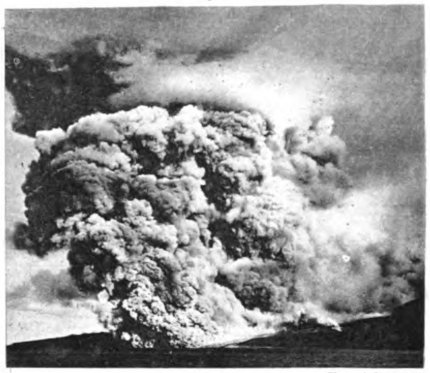


Fig.6 Phot. A. Lacroix

La nuée ardente du 16 Decembre 1902 se dirigeant vers la mer

(Hauteur maximum 4000m)

Masson & Cie Editeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

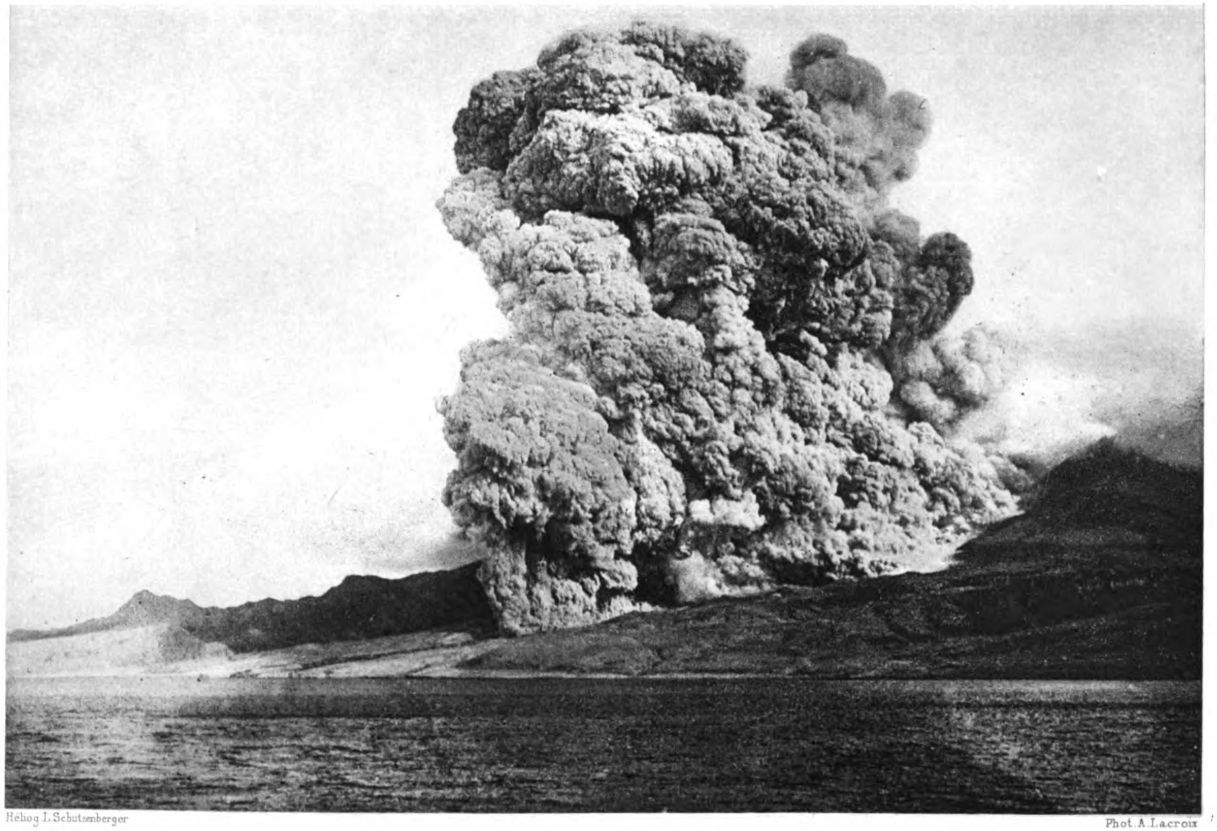
Digitized by Google

Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google



Hélog L. Schutzenberger Phot. A. Lacroix

La nuée ardente du 16 Décembre 1902 se dirigeant vers la mer
(Fauteux 2 900m)

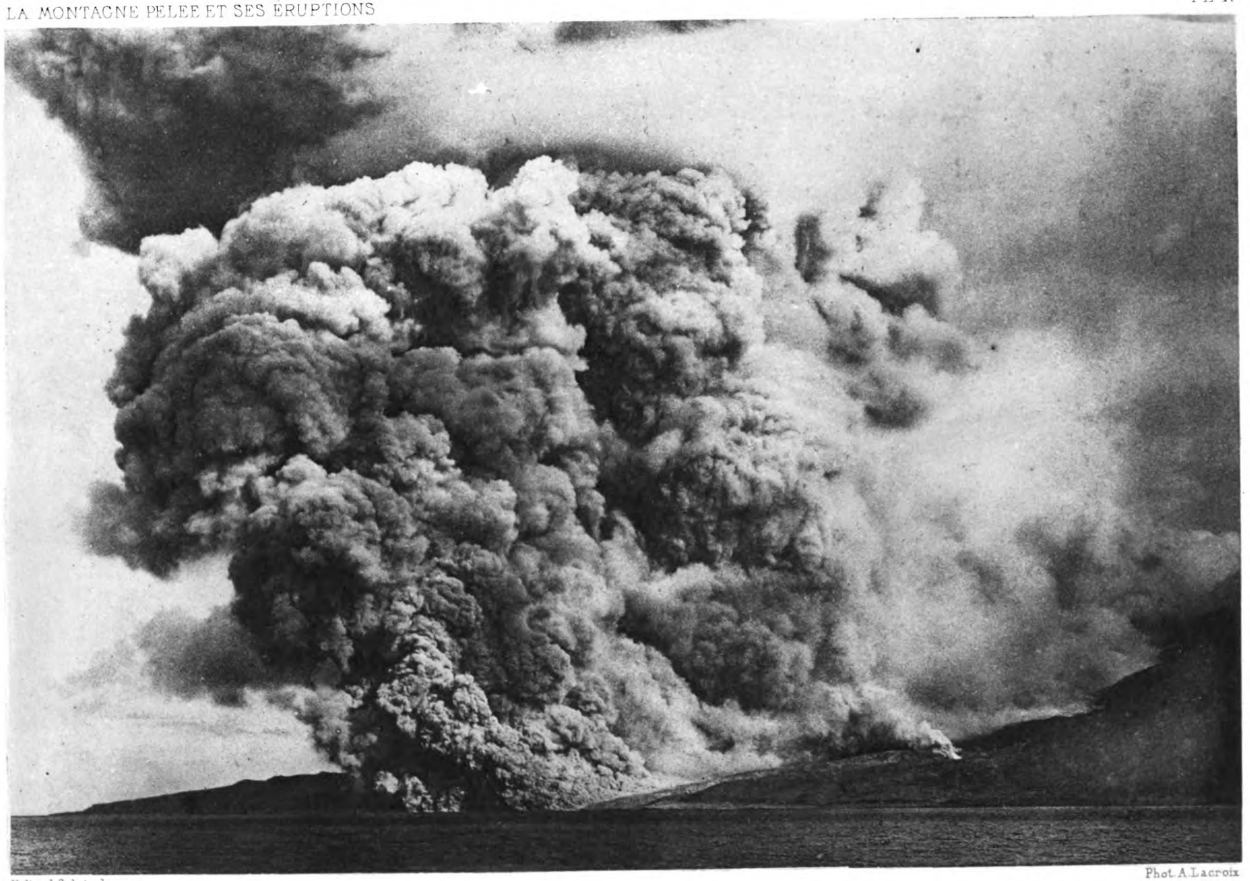
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google



Heliog J. Schutzenberger Phot. A. Lacroix

La nuée ardente du 16 Décembre 1902 arrivant a la mer
(Hauteur 1000m)

Masson & Cie Editeurs

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

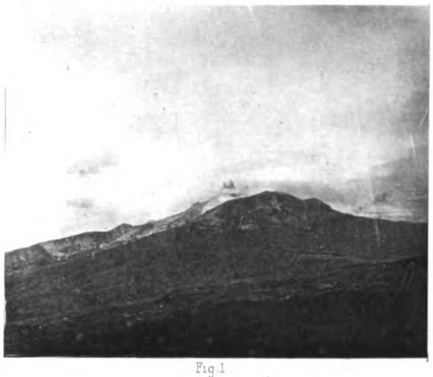


Fig. 1

Fig. 2

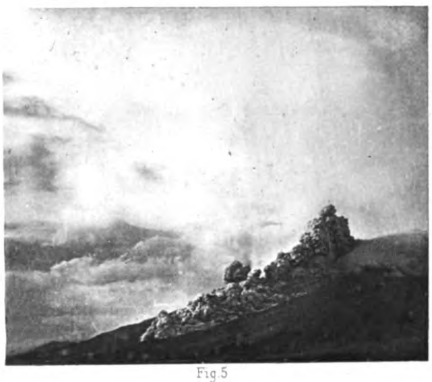
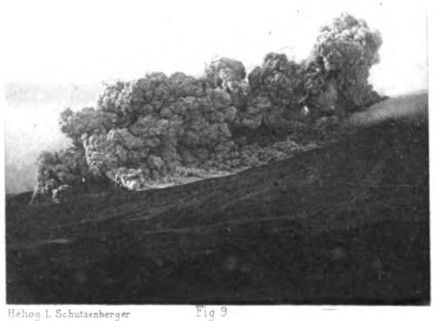


Fig. 5

Fig. 6



Héliog. L. Schutzenberger Fig. 9

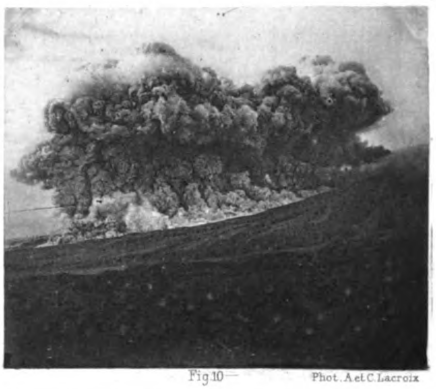


Fig. 10 Phot. A. et C. Lacroix

La nuée ardente du 25 Janvier 1903 se dirigeant vers la mer

La Fig. 1 représente le dôme avant l'éruption.

Lahure & Cie Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Fig 3

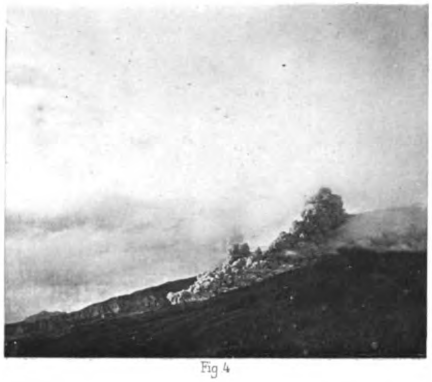


Fig 4

Fig 7

Fig 8

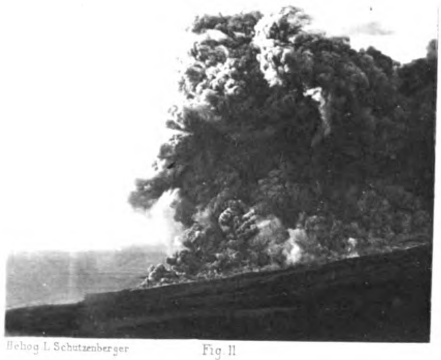


Fig 11

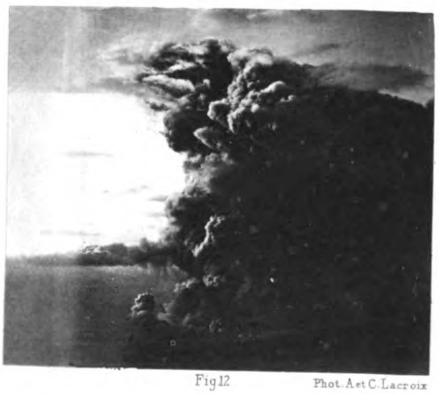


Fig 12

Héliog. L. Schutzenberger

Phot. A et C. Lacroix

La nuée ardente du 25 Janvier 1903 se dirigeant vers la mer

(Hauteur maximum 2800 m)

Masson & Cie Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Hélog. L. Schutzenberger Phot. A. Lacroix

La nuée ardente du 25 Janvier 1903 se dirigeant vers la mer

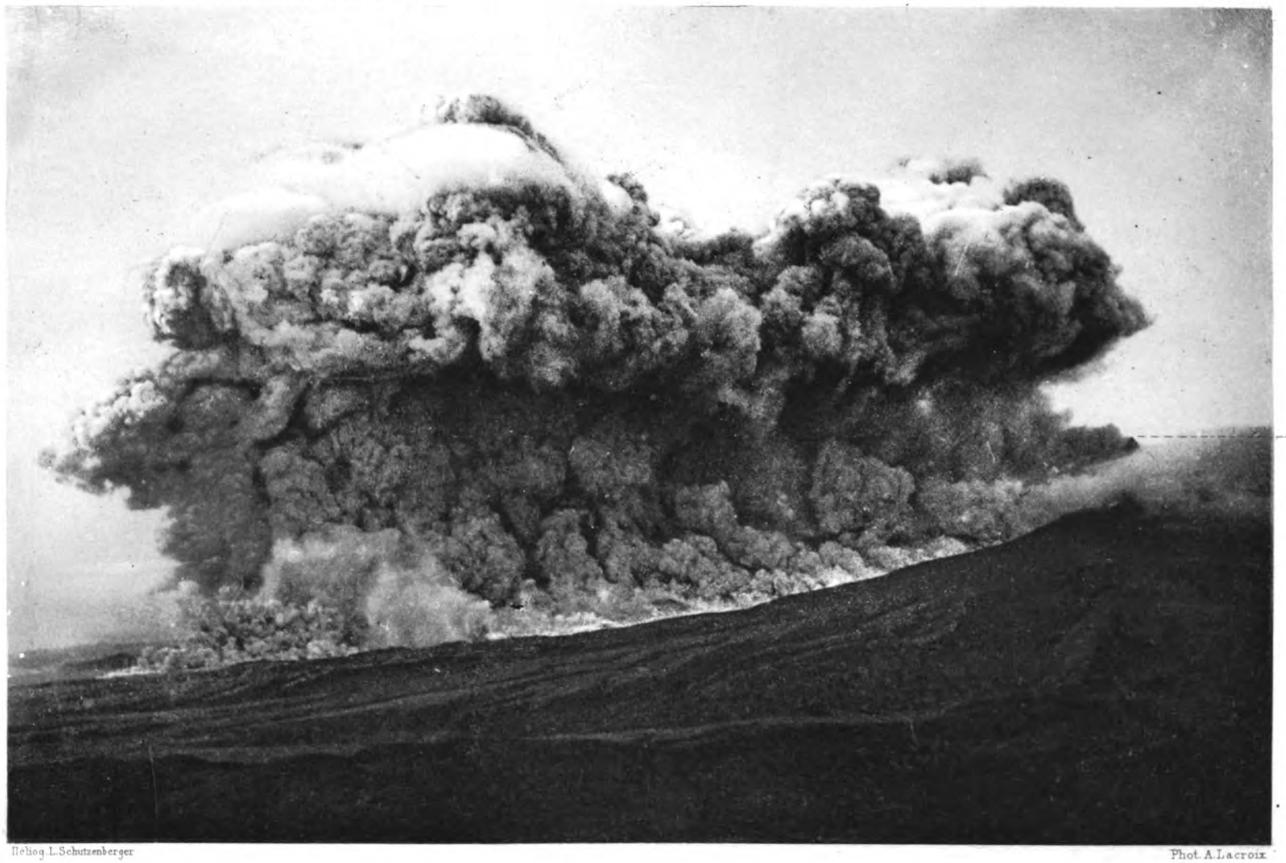
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google



Héliog. L. Schutzenberger Phot. A. Lacroix

La nuée ardente du 25 Janvier 1903 se dirigeant vers la mer

(Hauteur 2300m environ) Le sommet du dôme apparaît en d

Passon [illegible] Éditeurs

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Heliog L Schutzenberger Phot A Lacroix et Lacombe

Les champs de cendre chaude Riviere Seche 23 Juin 1902
L'embouchure de la Riviere Seche en Septembre 1903

Masson & Cie éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

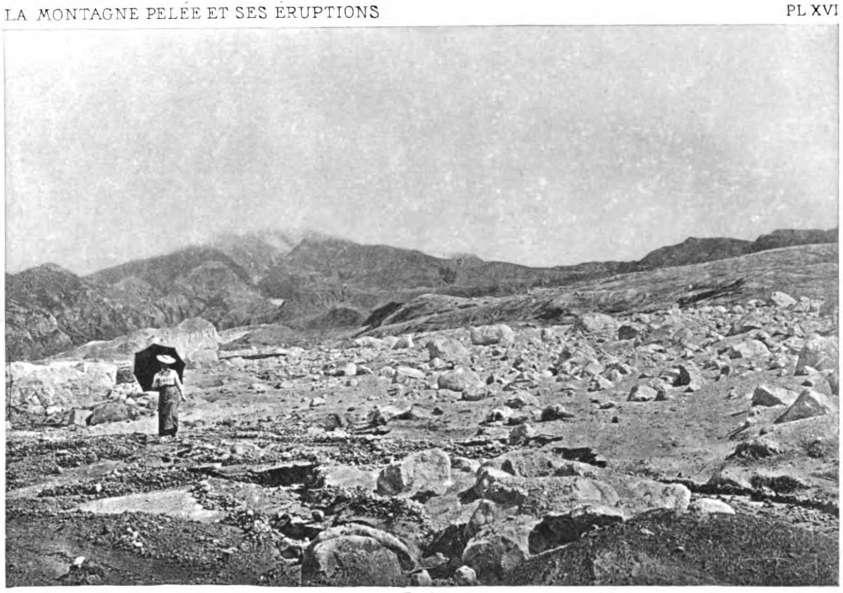


Fig. 1

Hchog. L. Schutzenberger Fig. 2 Phot. A. Lacroix

La vallée de la Rivière Blanche après le passage d'une nuée ardente.

Dans la Fig. 2 les apports de celle-ci sont couverts par une coulée de boue.

(Decembre 1902)

Masson & Cie Editeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Fig. 1

Heliog. L. Schutzenberger Fig. 2 Phot. A. Lacroix

Les cônes des éruptions secondaires dans les vallées remplies par les cendres chaudes

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Fig. 1

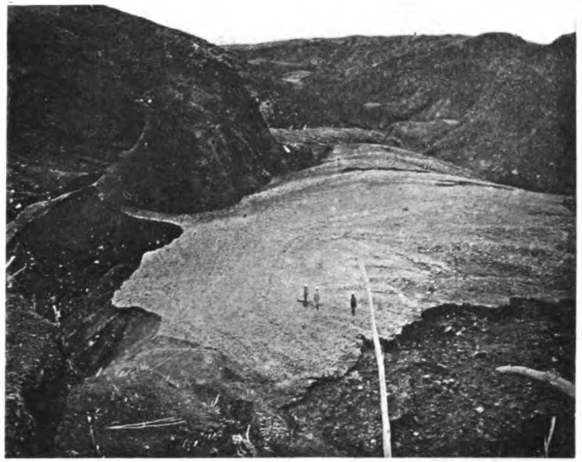


Fig. 2

Hélog L. Schutzenberger Fig. 3

Fig. 4 Phot. C. Lacroix

La haute vallée de la Falaise et les matériaux volcaniques qui y sont accumulés
(Soi-disant cratère de la Falaise)

Masson & Cie Éditeurs

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Fig. 1

Héliog. L. Schutzenberger Fig. 2 Phot. A. Lacroix

Les ruines de St Pierre.
vues du Sud (Fig. 1) et de l'Ouest (Fig. 2)
Paris, [illegible] Editeur.

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Fig 1

Heliog L Schutzenberger Fig 2 Phot A Lacroix

Les atterrissements torrentiels à Basse-Pointe

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

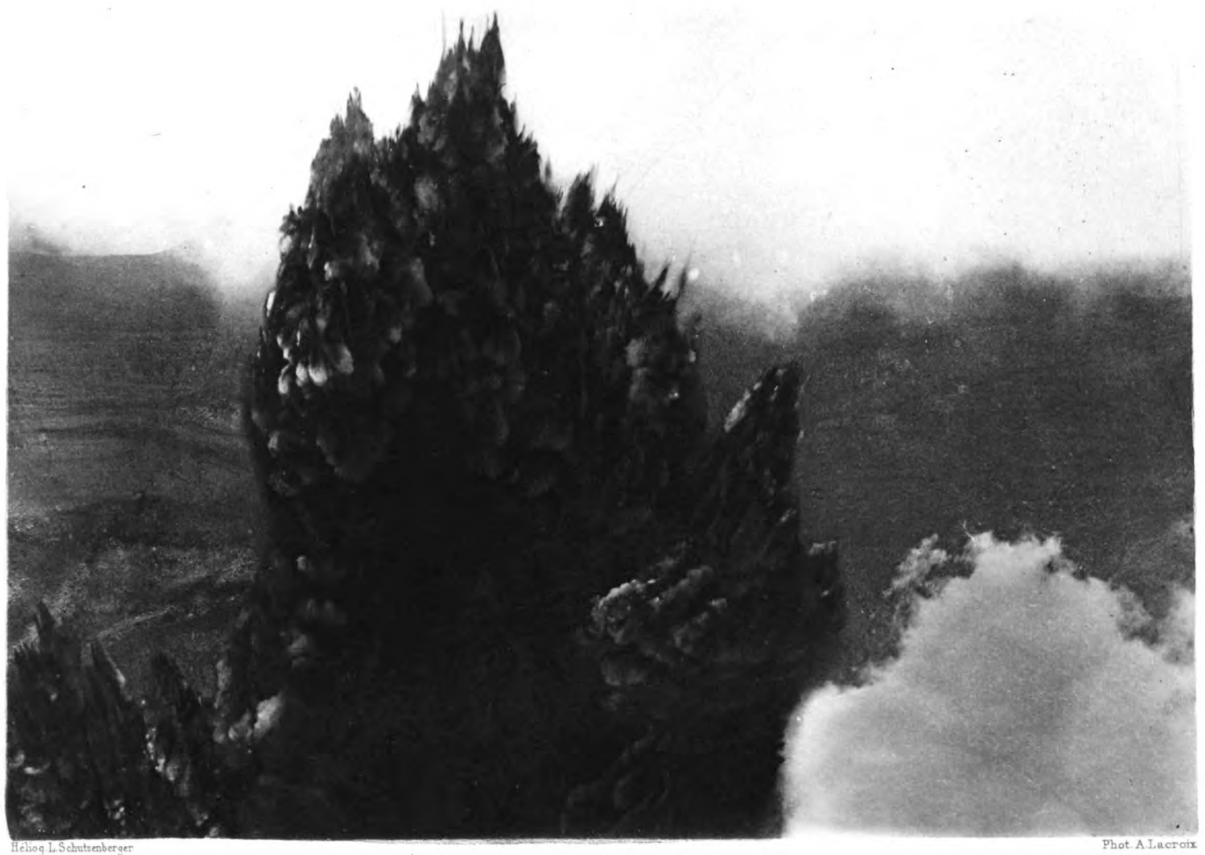
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

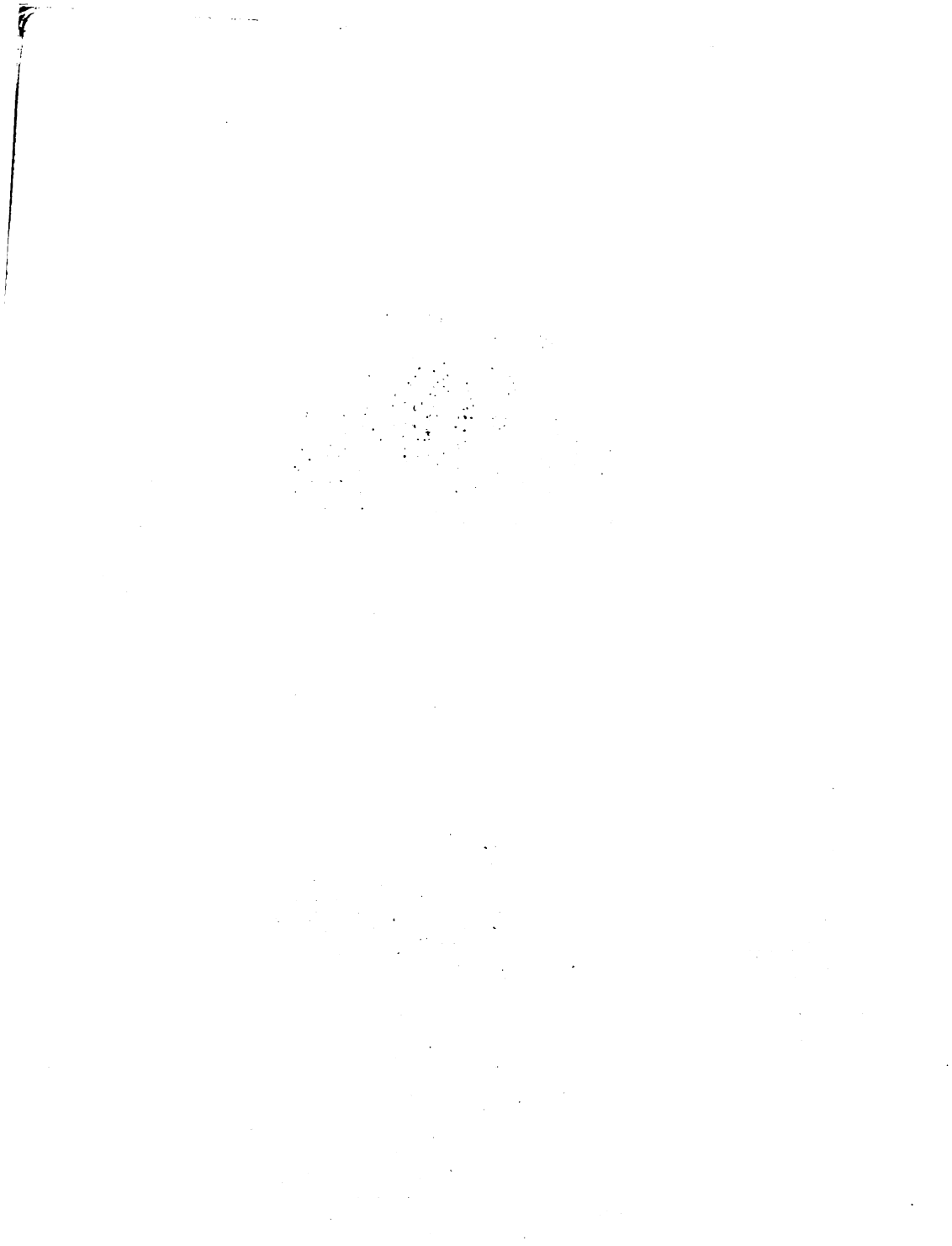


Heliog. L. Schutsenberger Phot. A. Lacroix

Éruption boueuse à la Soufrière de St Vincent

Photographie prise du bord S. S.O. du cratère au moment où le jet de boue passe devant les observateurs
(Hauteur du jet 1000m environ 8 Mars 1903).

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN



Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Heliog. L. Schutzenberger Phot. A. Lacroix

Éruption boueuse à la Soufrière de St Vincent
Le jet de boue du 3 Mars 1903 caché par la vapeur d'eau
Photographie faite 10 secondes environ après celle de la Pl. XXI
Masson & Cie Editeurs

Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

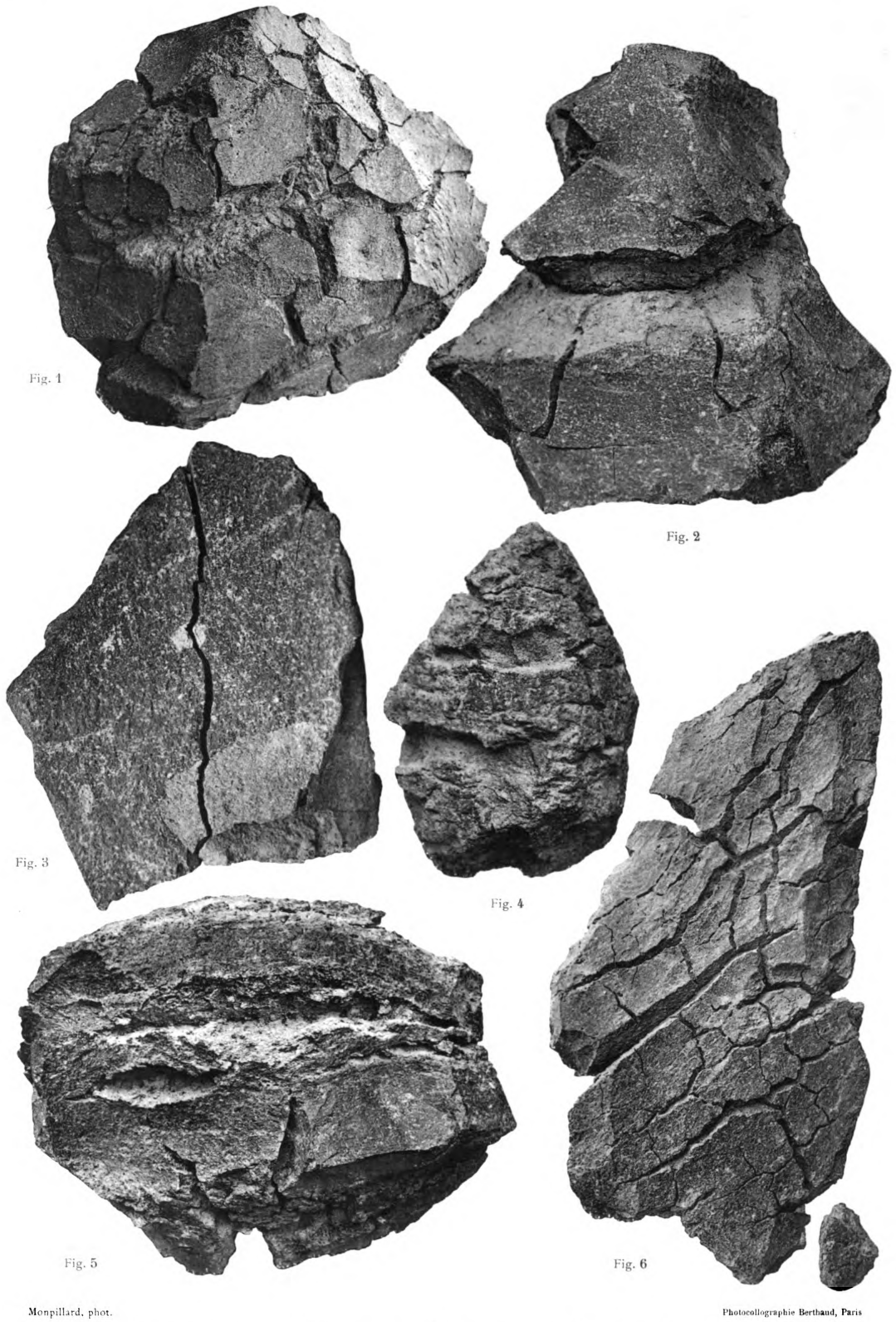


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Monpillard, phot. Photocollographie Berthaud, Paris

Bombes volcaniques et blocs projetés de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.

MASSON ET Cie, Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

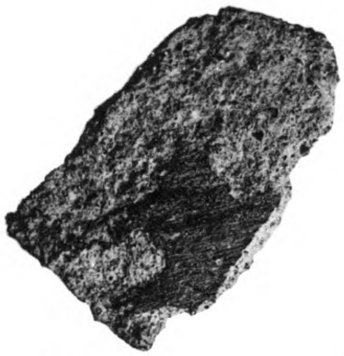


Fig. 1

Fig. 2

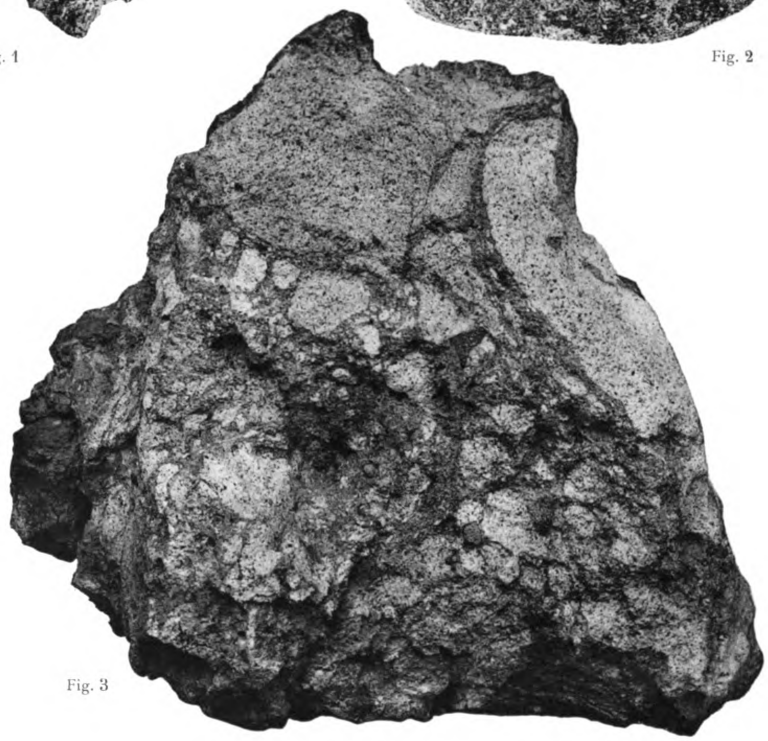


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Monpillard, phot. Photocollographie Berthaud, Paris

Andésites de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.

MASSON ET Cie, Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

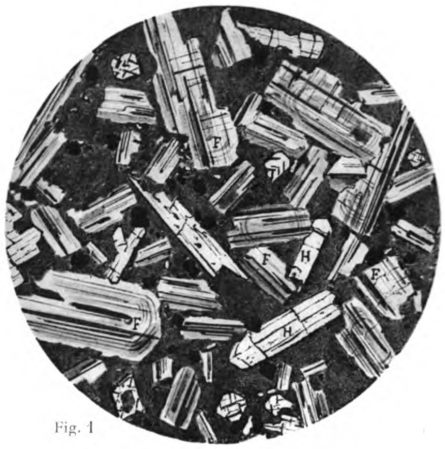


Fig. 1

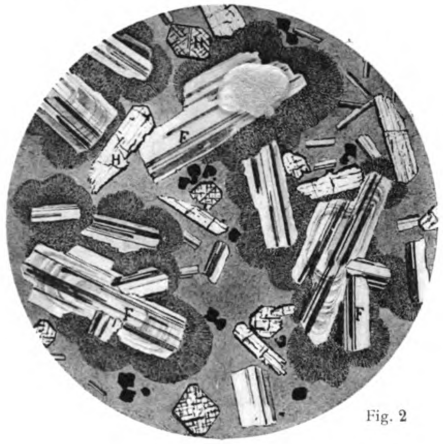


Fig. 2

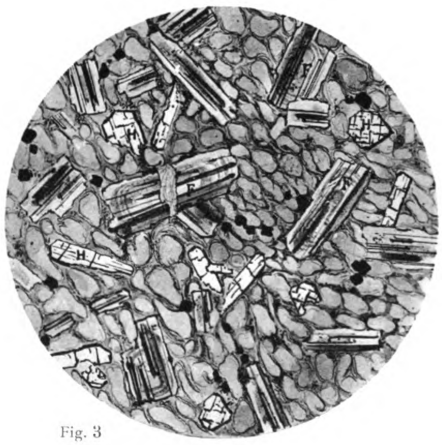


Fig. 3

Fig. 4

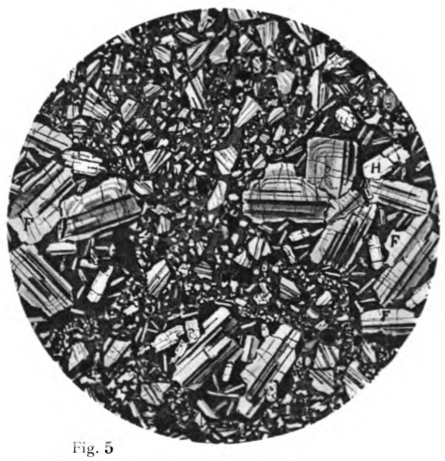


Fig. 5

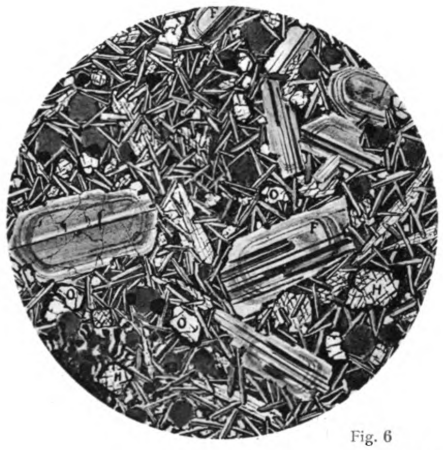


Fig. 6

E. Jacquemin, ad. nat. Photocollographie Berthaud, Paris

Les andésites à hypersthène de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.

MASSON ET Cie, Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Fig. 1

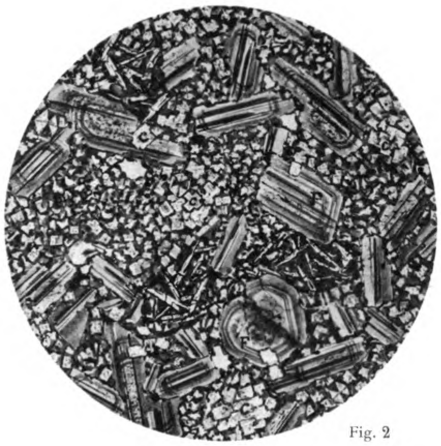


Fig. 2

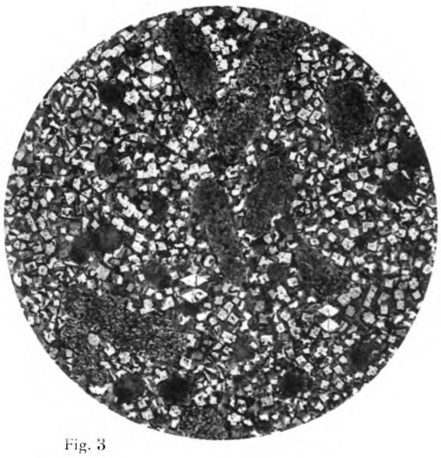


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

E. Jacquemin, ad. nat. Photocollographie Berthaud, Paris

Les enclaves des roches volcaniques de la Montagne Pelée et de la Soufrière de Saint-Vincent.

MASSON ET Cie, Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Fig. 1

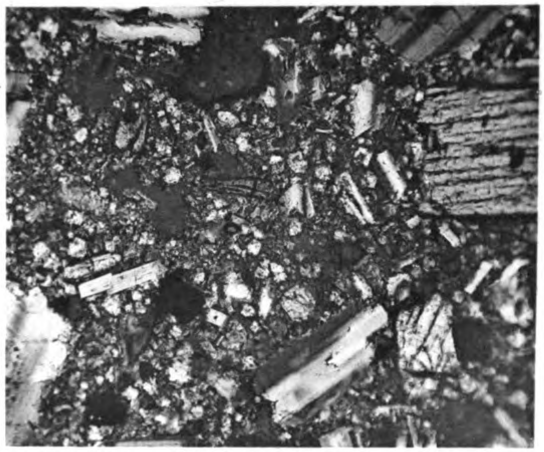


Fig. 2

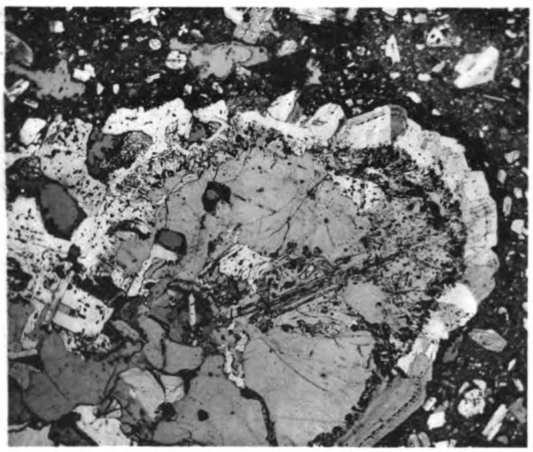


Fig. 3

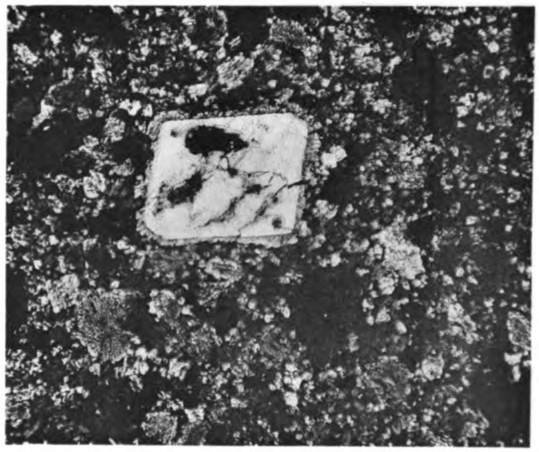


Fig. 4

Fig. 5

Monpillard, phot.

Fig. 6

Phototypie Ber

L'andésite quarzifere de l'éruption actuelle (Fig. 1 et 2).
La cordiésite de l'andesi-labradorite du Diamant (Fig. 3). Divers produits recristallisés de l'incendie de Saint-Pierre (Fig. 4 à 6).

MASSON & Cie, Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

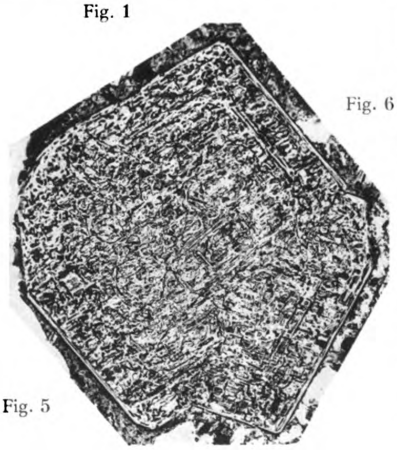


Fig. 5

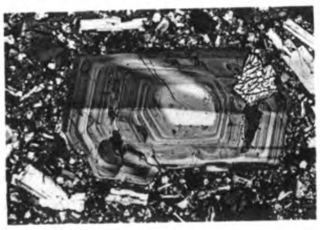


Fig. 6

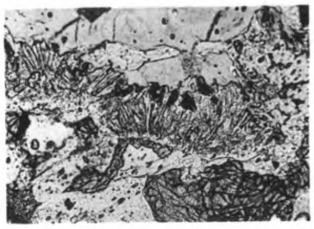


Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

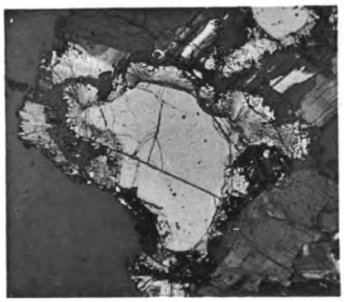


Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14

Monpillard, phot.

Phototypie Berthaud

Détails minéralogiques des roches volcaniques récentes ou anciennes de la Martinique et des produits recristallisés de l'incendie de Saint-Pierre.

MASSON & Cie, Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Fig. 1

Fig. 2

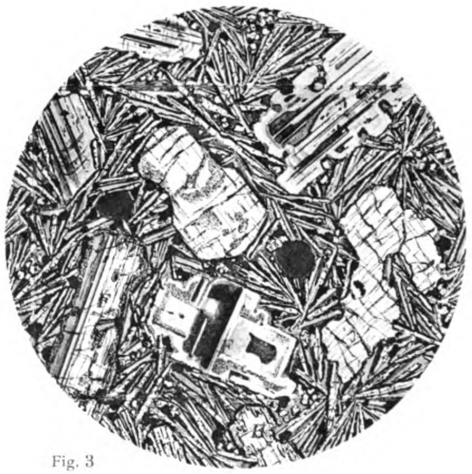


Fig. 3

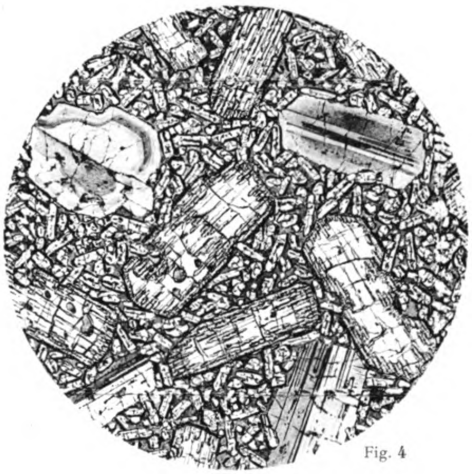


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Photocollographie Berthaud, Paris

Les andésites des murs de la ville de Saint-Pierre fondues et endomorphisées au cours de l'incendie.

MASSON ET Cie, Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

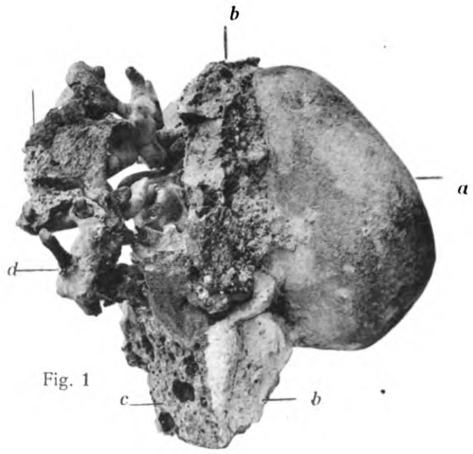


Fig. 1

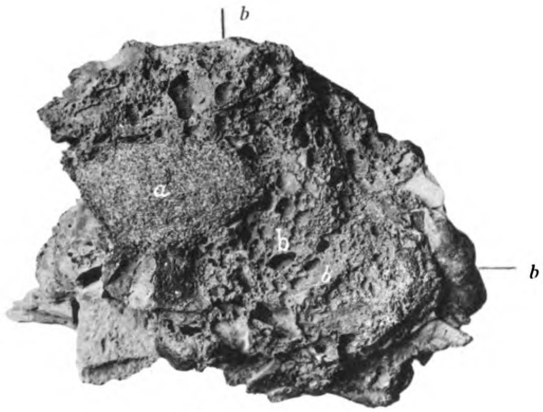


Fig. 2

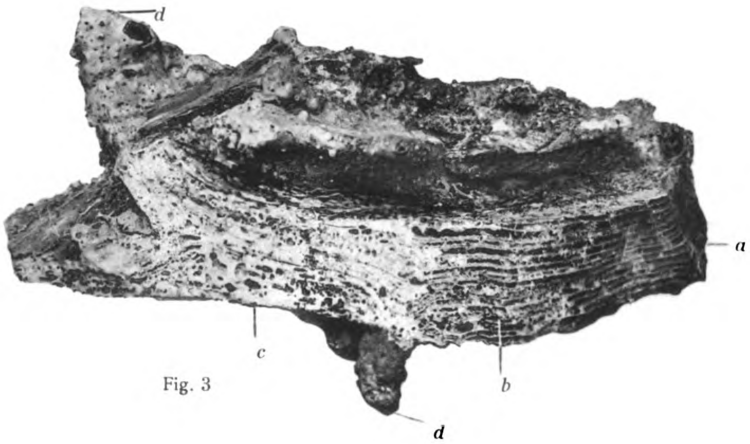


Fig. 3

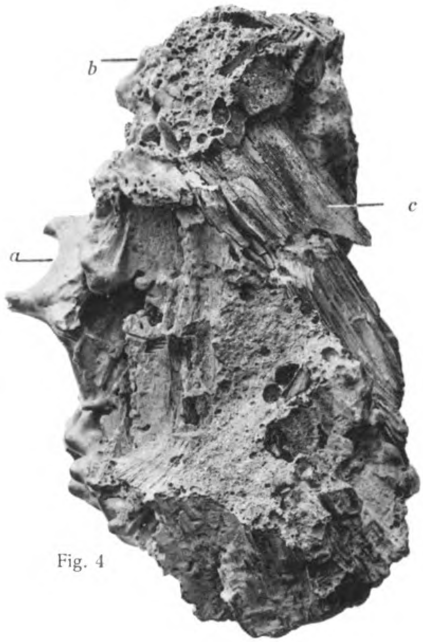


Fig. 4

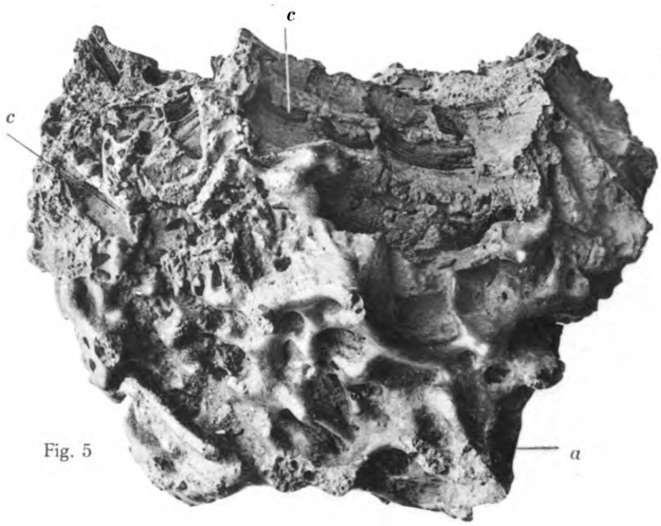


Fig. 5

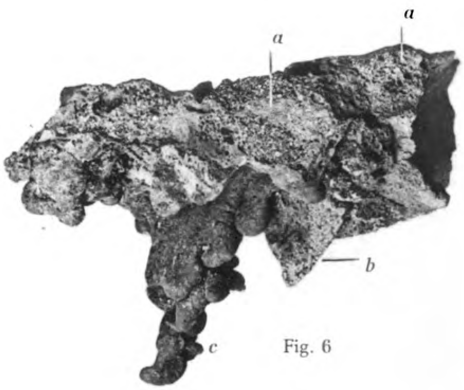


Fig. 6

Monpillard, phot.

Phototypie Berthaud, Paris

Matériaux de construction et verre fondus et recristallisés (Incendie de Saint-Pierre).

MASSON & Cie, Éditeurs

Generated at University of Pennsylvania on 2022-02-01 14:20 GMT / https://hdl.handle.net/2027/mdp.39015010777913
Public Domain in the United States, Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_use#pd-us-google
Digitized by Google
Original from UNIVERSITY OF MICHIGAN