

The Project Gutenberg EBook of Observations Geologiques sur les Iles Volcaniques, by Charles Darwin

Copyright laws are changing all over the world. Be sure to check the copyright laws for your country before downloading or redistributing this or any other Project Gutenberg eBook.

This header should be the first thing seen when viewing this Project Gutenberg file. Please do not remove it. Do not change or edit the header without written permission.

Please read the "legal small print," and other information about the eBook and Project Gutenberg at the bottom of this file. Included is important information about your specific rights and restrictions in how the file may be used. You can also find out about how to make a donation to Project Gutenberg, and how to get involved.

Welcome To The World of Free Plain Vanilla Electronic Texts

eBooks Readable By Both Humans and By Computers, Since 1971

*****These eBooks Were Prepared By Thousands of Volunteers!*****

Title: Observations Geologiques sur les Iles Volcaniques

Author: Charles Darwin

Release Date: February, 2006 [EBook #9824]
[Yes, we are more than one year ahead of schedule]
[This file was first posted on October 21, 2003]

Edition: 10

Language: French

Character set encoding: ASCII

*** START OF THE PROJECT GUTENBERG EBOOK OBSERVATIONS GEOLOGIQUES ***

Produced by David Starner, Anne Dreze, Marc D'Hooghe
and the PG Online Distributed Proofreaders

OBSERVATIONS GEOLOGIQUES SUR LES ILES VOLCANIQUES

_EXPLOREES PAR L'EXPEDITION DU "BEAGLE" _

ET NOTES SUR LA GEOLOGIE DE L'AUSTRALIE ET DU CAP DE BONNE-ESPERANCE

PAR

Charles DARWIN

TRADUIT DE L'ANGLAIS SUR LA TROISIEME EDITION

PAR

A.-F. RENARD

AVANT-PROPOS DU TRADUCTEUR

L'oeuvre de Darwin comprend, outre ses travaux biologiques, trois ouvrages consacres specialement a la geologie. Ils ont paru sous le titre general de *Geologie du Voyage du Beagle*[1] et forment comme une trilogie embrassant l'etude des constructions coralliennes, des iles volcaniques et de la geologie de l'Amerique meridionale. De ces publications, la seule qui ait ete traduite en francais est celle sur les iles coralliennes, etude magistrale ou se sont revelees pour la premiere fois la grandeur de conception, la puissance et la penetration de cet incomparable observateur[2].

Je me suis propose de completer la traduction des oeuvres geologiques de Darwin et je publie aujourd'hui ses *Observations sur les iles volcaniques*, qui seront suivies par ses etudes sur la geologie de l'Amerique du Sud. Ces ouvrages, qui ont paru en 1844 et 1846, constituent un ensemble avec le *Journal d'un Naturaliste*, dont ils developpent les passages essentiels sous une forme plus technique. Ces pages, moins descriptives et pittoresques de facture, reclamees telles en quelque sorte par les sujets plus speciaux dont elles traitent, n'ont pas, quoique d'une portee assez haute cependant pour consacrer, a elles seules, la reputation de l'Auteur, attire l'attention generale comme l'ont fait son attachant *Journal d'un Naturaliste* et son livre sur la *Structure et la Distribution des iles coralliennes*. D'autre part, ces recherches geologiques sont de Darwin avant le Darwinisme: elles ont precede de pres de quinze ans l'*Origine des especes* et ses travaux biologiques qui marquent une date dans l'histoire des sciences.

Ces oeuvres revelatrices devoilaient la nature organique sous un jour ou elle avait ete a peine entrevue; il en decoulait des conclusions d'une si considerable portee dans tous les ordres d'idees, elles ebranlaient si profondement les prejuges et l'erreur, elles projetaient de si vives clartes sur tant de problemes restes insolubles, que durant la derniere moitie du XIXe siecle aucune conception ne s'imposa davantage a la pensee, n'y laissa une impression plus profonde et ne suscita des controverses plus passionnees. On comprend qu'au milieu du dechainement

d'injures et de sarcasmes qui accueillirent l'idée de l'évolution telle que la formulait le Maître, dans l'ardeur de la courageuse défense dont elle fut l'objet et dans le triomphe final de la théorie évolutionniste, on perdit peut-être trop de vue le rôle prépondérant que Darwin a joué comme l'un des fondateurs des sciences géologiques. Les recherches du début de sa carrière furent comme noyées dans la gloire de ses plus récentes découvertes.

Cependant ces études et ces travaux géologiques ont eu une influence directrice sur la pensée du naturaliste anglais, et peut-être n'est-il pas hors de propos, en présentant cette traduction, d'insister sur ce fait. On peut dire, en effet, que les recherches géologiques auxquelles ce savant s'est livré avant d'aborder la publication de l'_Origine des espèces_ l'avaient admirablement préparé à la conception de l'œuvre capitale qu'il devait édifier. Il est incontestable que c'est dans la connaissance du monde inorganique et de son développement, dans l'observation immédiate des phénomènes géologiques, dans l'application constante des principes de l'école de Hutton et de Lyell dont il fut un des premiers adeptes, qu'on peut voir, sinon le point de départ et l'orientation de ses théories biologiques, du moins une des bases sur lesquelles il les établit.

C'est du reste ce qu'il déclare lui-même, avec cette noble modestie qui a caractérisé toute son existence, quand il écrit en tête de son _Journal_, dans sa dédicace à Lyell, que le mérite principal de ses œuvres a sa source dans l'étude qu'il a faite des _Principes de Géologie_. C'est là qu'il a pu puiser, en effet, cette notion des causes actuelles, fondamentale pour sa doctrine, suivre leur action dans les périodes anciennes et rattacher l'un à l'autre les phénomènes dont la terre fut le théâtre. C'est à la lumière nouvelle que ce livre avait faite dans son esprit qu'il a pu embrasser, comme nul autre avant lui, l'immense durée des temps géologiques et de la succession des faunes et des flores. Or, ces considérations constituent quelques-unes des pierres angulaires du grandiose édifice qu'est le Darwinisme.

Tous les naturalistes connaissent les deux chapitres X et XI de l'_Origine des Espèces_, sur l'insuffisance des données paléontologiques_ et sur la succession géologique des êtres organisés_, ou Darwin traite des questions qui mettent en relation ses doctrines avec les données géologiques. L'une des plus hautes autorités contemporaines, Sir Archibald Geikie, les apprécie en ces termes: "Ces chapitres ont provoqué, dans les théories géologiques admises, la révolution la plus profonde qui se soit produite à notre époque"[3]. Peu d'hommes de science, toutefois, savent quelles études avaient préparé l'Auteur à ces conceptions géniales sur l'histoire de la terre. Pour retrouver la marche de ces études, de cette longue et difficile préparation, il faut remonter aux travaux de Darwin sur la Géologie du Beagle_. C'est là qu'on peut apprécier, dans leur expression technique, ces connaissances spéciales sur la nature des roches et sur la structure du globe qui servirent de base à ces généralisations. Quand on a lu et médité ces mémoires, fruit de tant de recherches faites dans un contact direct avec la nature, on comprend comment l'Auteur a pu résoudre ces problèmes fondamentaux avec le savoir et l'autorité incontestée qui le

placent au premier rang parmi les initiateurs de la géologie.

Et ce qui témoigne hautement de la valeur de ces travaux de géologie pure, c'est qu'à côté de tant d'œuvres de cette époque tombées dans l'oubli ils ont résisté aux attaques du temps. Certes il y a mis son inévitable patine; mais ils demeurent des modèles dont la matière d'un pur métal et la ligne harmonieuse et sévère commandent l'admiration. Ces mémoires témoignent à tous comment une intelligence maîtresse d'elle-même, en possession des connaissances spéciales réclamées par les sujets qu'elle aborde, douée d'une incomparable pénétration, s'entend à scruter la nature, à édifier la synthèse des faits et à la traduire d'une manière claire, concise qui frappe par sa simplicité même. Et pour ceux que leurs études ont préparés à pénétrer le détail de ces œuvres, qui peuvent se rendre compte des efforts qui accompagnent l'exploration de régions encore vierges, juger des procédés et des méthodes suivis pour atteindre les résultats, se replacer par la pensée au point où en était la science lorsque ces recherches furent faites, saisir le caractère original et neuf des considérations qui devancerent leur temps et ont servi de point de départ aux généralisations futures, pour ceux-là l'œuvre géologique de Darwin sera placée parmi celles qui appartiennent à l'histoire de la géologie; ils reliront ces pages avec admiration et fruit.

Charge de décrire les matériaux recueillis par l'expédition du Challenger, j'ai été amené à me livrer à une étude attentive de l'œuvre géologique du naturaliste anglais: ce fut le cas, en particulier, pour ses Observations sur les îles volcaniques. Les savants qui avaient organisé cette célèbre croisière s'étaient assigné la mission d'aller explorer, à un demi-siècle d'intervalle, les îles de l'Atlantique étudiées lors du voyage du Beagle. Le Challenger aborda donc aux principaux points illustres par les premières recherches de Darwin: les naturalistes de l'expédition, MM. Murray, Moseley, Buchanan et le Dr Maclean, purent se livrer ainsi sur le terrain à la constatation des faits signalés par Darwin et, se guidant par ses mémoires, recueillir aux gisements qu'il avait explorés des séries de roches analogues à celles sur lesquelles avaient porté ses investigations. On me fit l'honneur de me confier ces matériaux, et je les étudiai avec les ressources qu'offraient, au moment où j'abordai ce travail, les procédés modernes de la lithologie[4]. Je dus, en me livrant à ces recherches, suivre ligne par ligne les divers chapitres des Observations géologiques consacrées aux îles de l'Atlantique, oblige que j'étais de comparer d'une manière suivie les résultats auxquels j'étais conduit avec ceux de Darwin, qui servaient de contrôle à mes constatations. Je ne tardai pas à éprouver une vive admiration pour ce chercheur qui, sans autre appareil que la loupe, sans autre réaction que quelques essais pyrognostiques, plus rarement quelques mesures au goniomètre, parvenait à discerner la nature des agrégats minéralogiques les plus complexes et les plus variés. Ce coup d'œil qui savait embrasser de si vastes horizons, pénétre ici profondément tous les détails lithologiques. Avec quelle sûreté et quelle exactitude la structure et la composition des roches ne sont-elles pas déterminées, l'origine de ces masses minérales déduite et confirmée par l'étude comparée des manifestations volcaniques d'autres régions; avec quelle

science les relations entre les faits qu'il découvre et ceux signalés ailleurs par ses devanciers ne sont-elles pas établies, et comme voici ébranlées les hypothèses régnantes, admises sans preuves, celles, par exemple, des cratères de soulèvement et de la différenciation radicale des phénomènes plutoniques et volcaniques! Ce qui achève de donner à ce livre un incomparable mérite, ce sont les idées nouvelles qui s'y trouvent en germe et jetées la comme au hasard ainsi qu'un superflu d'abondance intellectuelle inépuisable.

Et l'impression que j'exprime ici est celle qu'éprouvent tous ceux qui se sont familiarisés avec les études de Darwin sur les phénomènes volcaniques. On s'en convaincra dans les pages qui suivent et par lesquelles M. J. W. Judd a fait précéder l'œuvre géologique du grand naturaliste éditée dans *The Minerva Library of famous Books* [5]. Parmi les géologues actuels, personne peut-être n'a mieux connu Darwin et n'est plus à même de se prononcer sur ses travaux que M. Judd: ses recherches sur le volcanisme dans ses manifestations à l'époque présente et aux périodes anciennes de l'histoire du globe sont si hautement appréciées qu'elles le désignaient pour la mission que lui ont confiée les éditeurs de cette publication. Je tiens à les remercier ici, ainsi que mon savant ami M. Judd de l'autorisation qu'ils m'ont si obligeamment accordée de placer cette Introduction en tête du volume que je publie aujourd'hui. Elle m'a paru présenter un intérêt très vif en rappelant, comme elle le fait, les circonstances dans lesquelles fut écrit ce livre.

Je me suis efforcé de conserver religieusement à cette traduction la simplicité de l'original et j'ai mis tous mes soins à rendre la pensée de l'Auteur avec une scrupuleuse exactitude. J'ai maintenu les dénominations lithologiques qu'il avait adoptées, considérant qu'il s'agissait en cela d'un aspect historique à conserver.

En publiant cette traduction, mon but n'a pas été seulement de rappeler la haute valeur et la portée de l'œuvre géologique de Darwin, de compléter ainsi pour les lecteurs français la collection des œuvres de l'immortel naturaliste: j'ai voulu aussi, par mon modeste travail, rendre hommage à ce libérateur de la pensée qu'est Darwin, à ce paisible chercheur qui marcha simplement vers la vérité malgré les cris et les clameurs dont on essaya d'étouffer sa voix, à ce caractère vraiment élevé qui n'eut jamais en réponse aux insultes ineptes et haineuses que des paroles sereines. Mais la vérité marcha cette fois d'un pas rapide, et, durant les dernières années de sa noble et laborieuse existence, il put voir le triomphe de l'évolution, et assister à ce mouvement émancipateur des sciences naturelles qu'avaient provoqué ses doctrines.

Darwin a tracé la route qui menait vers des horizons nouveaux: le monde intellectuel tout entier s'y est engagé et ceux-là même qui le déclaraient jadis un esprit faux et superficiel, qui criaient bien haut que ses théories étaient radicalement inconciliables avec les dogmes et la morale, se sentant vaincus par l'universalité de la poussée évolutionniste, en sont réduits à une honteuse capitulation. Pour ceux-là, la marche triomphale du Darwinisme est une nouvelle et terrible défaite.

J'estime qu'il est bon de rappeler aux consciences ces heros de la verite qui n'eurent d'autres armes que leur intelligence liberee des prejuges, leur raison eclairee, leur travail opiniatre et calme et qui surent remplir au prix d'amertumes sans nombre la si difficile tache d'avoir fait accomplir a la pensee humaine un pas en avant. Entre eux, Darwin est des premiers.

A.-F. RENARD.

Notes:

[1] La mise en oeuvre des observations et des materiaux geologiques amasses par Darwin pendant l'Expedition du *_Beagle_* (decembre 1831 a octobre 1836) s'etend sur une periode de quatre ans, de 1842 a 1846. Son livre sur les iles volcaniques, commence en ete 1842, fut termine en janvier 1844; six mois apres, il mettait sur le metier ses observations sur la geologie de l'Amerique du Sud, qu'il achevait d'ecrire en avril 1845. Durant la periode qui s'etend de 1846 a 1854, il fit paraître une serie de travaux secondaires se rattachant a la geologie et qui portent *_sur les poussieres tombees sur les navires dans l'Ocean Atlantique_* (Geol. Soc. Journ. II, 1846, pp. 26-30), *_sur la geologie des iles Falkland_* (Geol. Soc. Journ. II, 1846, pp. 267-274), *_sur le transport des blocs erratiques_*, etc. (Geol. Soc. Journ. IV, 1848, pp. 315-323), sur *_l'analogie de structure de certaines roches volcaniques avec celles des glaciers_* (Edinb. Roy. Soc. Proc. II, 1851, pp. 17-18). Les deux volumes de son memoire sur les Cirripedes parurent en 1851 et 1854 ainsi que ses monographies des Balanides et des Verrucides fossiles de la Grande-Bretagne.

[2] Darwin, *_les Recifs de corail, leur structure et leur distribution_*. Trad. de l'anglais d'apres la 2e edition, par L. Cosserat, Paris, 1878.

[3] Sir Archibald Geikie, *_The Founders of Geology_*, p. 282. 1897.

[4] Les memoires que j'ai publies sur la lithologie des iles explorees par Darwin lors du voyage du *_Beagle_* et par les naturalistes du *_Challenger_*, ont paru dans la collection des *_Reports of the scientific Results of the voyage of H.M.S. Challenger_* sous les titres *_Petrology of Saint-Paul's Rocks_* (Narr. vol. II, appendice B), 1882, *_Petrology of volcanic Islands_* (Phys. Chem. Part. VII) (vol. II, 1889). Les chapitres suivants de ce dernier memoire portent specialement sur les roches decrites dans *_Geological Observations on volcanic Islands_* de Darwin: II, *_Rocks of the Cape de Verde Islands_*, p. 13. IV, *_Rocks of Fernando Noronha_*, p. 29. V, *_Rocks of Ascension_*, p. 39. VII, *_Rocks of the Falkland Islands_*, p. 97.

[5] *_Distribution and Structure of coral rocks, Geological Observations on volcanic Island and parts of South America_*, by Ch. Darwin, with Introduction by J.W. Judd, Professor of Geology in the Normal School of Science, South Kensington.

INTRODUCTION

Pendant les dix années qui suivirent son retour en Angleterre, après son voyage autour du Monde, Darwin se consacra surtout à la préparation de la série d'ouvrages qui furent publiés sous le titre général de *«Geologie du Voyage du Beagle»*. Le second volume de la série comprend les *«Observations géologiques sur les îles volcaniques, et les notes sur la géologie de l'Australie et du Cap de Bonne-Espérance»*, il parut en 1844. Les matériaux de ce volume ont été réunis en partie au commencement du voyage, lorsque le Beagle fit escale à San Thiago dans l'archipel du Cap-Vert, aux Rochers de Saint-Paul et à Fernando Noronha; mais surtout durant la croisière de retour; c'est alors que Darwin étudia les îles Galapagos, qu'il traversa l'archipel des îles Pomotou et visita Tahiti. Après avoir touché à la Baie des Îles dans la Nouvelle-Zélande, ainsi qu'à Sydney, à Hobart-Town et à King George's Sound en Australie, le *«Beagle»*, traversant l'Océan Indien, fit voile vers le petit groupe des îles Keeling ou Cocos, célèbre par les observations qu'y a faites Darwin, et se dirigea ensuite vers l'île Maurice. Après une escale au Cap de Bonne-Espérance, le navire arriva successivement à Sainte-Hélène et à l'Ascension, et visita une seconde fois les îles du Cap-Vert avant de rentrer en Angleterre.

Le voyage pendant lequel Darwin eut l'occasion d'étudier tant de centres volcaniques intéressants, lui réservait au début une amère déception. Durant la dernière année de son séjour à Cambridge il avait lu le *«Personal Narrative»* de Humboldt et en avait extrait de longs passages relatifs à Tenerife. Il avait recueilli un ensemble de renseignements en vue d'une exploration de cette île, lorsqu'on lui proposa d'accompagner le capitaine Fitzroy à bord du *«Beagle»*. Son ami Henslow lui avait conseillé, en le quittant, de se procurer le premier volume des *«Principes de Géologie»* qui venait de paraître, tout en le prévenant contre les idées de l'auteur de cet ouvrage. Au commencement du voyage, Darwin, accablé par un violent mal de mer qui le confinait dans sa cabine, consacrait tous les instants de répit que lui laissait la maladie à étudier Humboldt et Lyell. On se figure sa déception, quand, au moment où le navire atteignait Santa-Cruz et où le Pic de Tenerife apparaissait au milieu des nuages, on recut la nouvelle que le choléra régnait dans l'île et empêchait tout débarquement.

Une ample compensation lui était réservée, cependant, quand le *«Beagle»* arriva à Porto-Praya dans l'île de San Thiago, la plus grande de l'archipel du Cap-Vert. Darwin y passa trois semaines dans des conditions favorables et c'est là qu'il commença, à proprement parler, son œuvre de géologue et de naturaliste. "Faire de la géologie dans une contrée volcanique, écrit-il à son père, est chose charmante; outre l'intérêt qui s'attache à cette étude en elle-même, elle vous conduit dans les sites les plus beaux et les plus solitaires. Un amateur passionné d'histoire naturelle peut seul se représenter le

plaisir qu'on éprouve à errer parmi les cocotiers, les bananiers, les caféiers et d'innombrables fleurs sauvages. Et cette île, qui a été pour moi si instructive et m'a prodigué tant de jouissances, est cependant l'endroit le moins intéressant, peut-être, de tous ceux que nous explorerons pendant notre voyage. Certes, elle est, en général, assez stérile, mais le contraste même fait apparaître les vallées admirablement belles. Il serait inutile de tenter la description de ce tableau; aussi facile serait-il d'expliquer à un aveugle ce que sont les couleurs, que de faire comprendre à quiconque n'a jamais quitté l'Europe la différence frappante qui existe entre les paysages tropicaux et ceux de nos contrées. Chaque fois qu'une chose attire mon attention admirative, je la note soit dans mon journal (dont le volume augmente), soit dans mes lettres; excusez mon enthousiasme mal traduit par des mots. Je constate que mes échantillons s'accroissent en nombre d'une manière étonnante, et je crois que je serai obligé d'en expédier, de Rio, une collection en Angleterre."

Un passage remarquable de l'_'Autobiographie_', écrite par Darwin en 1876, témoigne de l'impression ineffaçable que lui laissa cette première visite à une île volcanique. "La structure géologique de San Thiago est très frappante, quoique d'une grande simplicité. Une coulée de lave s'est étalée autrefois sur le fond de la mer, constituée par des débris de coraux et de coquilles récentes; ces couches calcaires ont été soumises comme à une cuisson et transformées en une roche blanche et dure. L'île entière a été soulevée depuis cette époque, mais l'allure de la zone de roche blanche m'a révélé un fait nouveau et important: c'est qu'il s'est produit, plus tard, un affaissement autour des cratères qui avaient été en activité depuis le soulèvement. L'idée me vint alors, pour la première fois, que je pourrais peut-être écrire un livre sur la géologie des contrées que nous allons explorer, et cette pensée me fit tressaillir de joie. Ce fut pour moi une heure mémorable; avec quelle netteté je me rappelle la petite falaise de lave sous laquelle je me tenais, le soleil éblouissant et torride, quelques plantes étranges du désert croissant aux alentours, et à mes pieds des coraux vivants, dans les lagunes inondées par la marée."

Au moment de cette exploration, cinq années seulement s'étaient écoulées depuis l'époque où il suivait à Edimbourg les leçons du professeur Jameson, qui enseignait encore la doctrine Wernerienne. Darwin avait trouvé ces leçons "incroyablement ennuyeuses". "Le seul effet qu'elles produisent sur moi, déclarait-il, c'est de me faire prendre la résolution de ne lire de ma vie un livre de géologie, ni d'étudier cette science de quelque manière que ce soit."

Quel contraste avec les expressions dont il se sert en parlant de ses recherches géologiques, dans les lettres écrites à ses parents à bord du _Beagle_! Après avoir fait allusion au plaisir qu'il éprouve à rassembler et à étudier les animaux marins, il s'écrie: "Mais la géologie l'emporte sur le reste!" Dans une lettre à Henslow, il dit: "La géologie m'entraîne; mais, comme l'intelligent animal placé entre deux bottes de foin, je ne sais à laquelle donner la préférence: étudierai-je les roches cristallines anciennes ou les couches moins cohérentes et plus fossilifères?" Et, lorsque son long voyage va se

terminer, il écrit encore: "Je trouve à la géologie un intérêt qui ne faiblit jamais; et, comme on l'a dit déjà, elle nous inspire des idées aussi vastes sur notre monde que celles que l'astronomie nous suggère sur l'ensemble des mondes." Darwin fait évidemment allusion ici à un passage de Sir John Herschel dans son admirable *Introduction à l'étude de la philosophie naturelle*, œuvre qui exerça une influence très profonde et très heureuse sur l'esprit du jeune naturaliste.

La prédilection marquée que professait Darwin, durant et après le célèbre voyage du *Beagle*, pour les études géologiques, ne peut laisser aucun doute; comme il est facile aussi de reconnaître quelle est l'école géologique dont il suivait les doctrines et dont l'enseignement, malgré les avertissements de Sedgwick et de Henslow, le dominait tout entier. Il écrivit en 1876: "La première contrée que j'ai étudiée, l'île de San Thiago dans l'archipel du Cap Vert, m'a démontré clairement la remarquable supériorité de Lyell, au point de vue géologique, sur tous les auteurs dont j'avais emporté les œuvres ou que j'ai étudiés depuis." Et il ajoute: "La science géologique a contracté une grande dette envers Lyell, elle lui doit plus, je crois, qu'à personne au monde... Je suis fier de me rappeler que la première contrée dont j'étudiai la constitution géologique, San Thiago dans l'archipel du Cap Vert, m'a convaincu de la supériorité infinie des idées de Lyell sur celles que j'avais pu puiser dans tout autre livre que les siens."

Les passages que j'ai cités montrent dans quel esprit Darwin commença ses études géologiques, et les pages qui suivent fourniront des preuves nombreuses de l'enthousiasme, de la pénétration et du soin avec lesquels ses recherches furent poursuivies.

Les collections de roches et de minéraux recueillies par Darwin furent, au cours même de son voyage, envoyées à Cambridge et confiées à son fidèle ami Henslow. À son retour en Angleterre, après avoir revu sa famille et ses amis, le premier soin de Darwin fut de commencer l'étude de ces matériaux. Vers la fin de 1836, il alla se fixer, pendant trois mois, dans un appartement de Fitzwilliam street à Cambridge: il se rapprochait ainsi d'Henslow et pouvait se livrer à l'examen des roches et des minéraux qu'il avait réunis. Il fut puissamment secondé dans cette étude par le professeur William Hallows Miller, l'éminent cristallographe et minéralogiste.

Darwin ne commença réellement à écrire son livre sur les îles volcaniques qu'en 1843, après s'être établi dans la maison qu'il habita le reste de sa vie, sa célèbre résidence de Down dans le Kent. Dans une lettre du 28 mars 1843 à son ami M. Fox, il dit: "J'avance très lentement dans la rédaction d'un livre, ou plutôt d'une brochure sur les îles volcaniques que nous avons explorées; je n'y consacre qu'une couple d'heures chaque jour, et encore d'une manière assez peu régulière. C'est une besogne ingrate que d'écrire des livres dont la publication coûte de l'argent et que personne ne lit, pas même les géologues."

Cette étude occupa Darwin pendant toute l'année 1843, et le livre fut publié au printemps de l'année suivante. D'après une note de son

journal, le temps reellement consacre a la preparation de cet ouvrage s'etendit de l'ete de 1842 jusqu'en janvier 1844. Lorsqu'il fut acheve, Darwin ne parut nullement satisfait du resultat obtenu. Il ecrivait a Lyell: "Vous m'avez fait un grand plaisir en disant que vous aviez l'intention de parcourir mes _Iles volcaniques_; ce livre m'a coute dix-huit mois de travail! Et a ma connaissance, rares sont les gens qui l'ont lu. Je sens cependant que le peu que renferme cet ouvrage, et c'est peu de chose en effet, aura son utilite en confirmant des hypotheses anciennes ou nouvelles, et que mon travail ne sera pas perdu." Il ecrivait a Sir Joseph Hooker: "Je viens de terminer un petit volume sur les iles volcaniques que nous avons explorees. J'ignore jusqu'a quel point la geologie pure et simple vous interesse, mais j'espere que vous m'autoriserez a vous envoyer un exemplaire de mon ouvrage."

Tout geologue sait combien ce livre de Darwin sur les iles volcaniques est interessant et suggestif. La satisfaction mediocre qu'il semble inspirer a son auteur doit etre probablement attribuee au contraste que Darwin sentait exister entre le souvenir des vives jouissances qu'il eprouvait lorsque, le marteau a la main, il errait dans des contrees nouvelles et interessantes, et la tache lente, laborieuse et moins conforme a ses gouts que lui imposaient la transcription et l'arrangement de ses notes sous forme de livre.

Lorsqu'en 1874 je decrivais les anciens volcans des iles Hebrides, j'eus frequemment l'occasion de rappeler les observations de M. Darwin sur les volcans de l'Atlantique, pour expliquer les faits que nous montrent, dans nos propres iles, les restes de volcans anciens. Darwin, ecrivant a son fidele ami Sir Charles Lyell au sujet de mon travail, lui dit: "J'ai eprouve une satisfaction bien vive en voyant citer mon livre sur les volcans, je le croyais mort et oublie."

Deux ans plus tard, en 1876, on proposa a Darwin de publier une nouvelle edition des _Observations sur les iles volcaniques et sur l'Amerique du Sud_. Il hesita d'abord, car il lui semblait que ces ouvrages n'offraient plus actuellement qu'un interet mediocre; il me consulta sur ce point au cours d'une des conversations que nous avons souvent ensemble a cette epoque, et j'insistai fortement aupres de lui pour la reedition de ces livres. J'eprouvai une vive satisfaction lorsque, se rendant a mes instances, il consentit a ce qu'ils fussent publies sans aucune modification du texte. Il ecrit dans la preface de cette nouvelle edition: "Par suite des progres recents de la geologie, mes idees sur quelques points pourront paraitre un peu vieillies, mais j'ai cru preferable de les laisser telles qu'elles ont ete publiees originiairement."

Peut-etre ne sera-t-il pas sans interet d'indiquer brievement les principaux problemes geologiques sur lesquels le livre de Darwin _les Iles volcaniques_ a jete une nouvelle et vive lumiere. Le principal merite de ces recherches est d'avoir fourni des observations qui, non seulement, presentent un haut interet scientifique, mais dont quelques-unes ont permis de faire rejeter des erreurs couramment admises; d'appeler l'attention sur des phenomenes et des

considerations qui avaient été complètement négligées par les géologues, mais qui ont exercé depuis lors une grande influence sur la genèse des théories géologiques; et, enfin, de faire ressortir l'importance qui s'attache à des causes faibles et insignifiantes en apparence, mais dont quelques-unes donnent la clef de problèmes géologiques du plus haut intérêt.

En visitant des contrées où von Buch et d'autres géologues avaient cru trouver la preuve de la théorie des "cratères de soulèvement", Darwin fut amené à démontrer que les faits pouvaient recevoir une interprétation tout à fait différente. Les idées émises d'abord par le célèbre géologue et explorateur allemand, et presque universellement admises par ses compatriotes, avaient été soutenues par Elie de Beaumont et par Dufrenoy, les chefs du mouvement géologique en France. Elles étaient pourtant vigoureusement combattues par Scrope et par Lyell en Angleterre, et par Constant Prevost et Virlet de l'autre côté de la Manche. Dans cet ouvrage, Darwin nous montre sur quelles faibles bases repose cette théorie d'après laquelle les grands cratères circulaires des îles de l'Atlantique devraient leur origine à des ampoules gigantesques de la croûte terrestre, qui, en crevant à leur sommet, auraient donné naissance aux cratères. Reconnaisant l'influence que l'injection de la lave exerce sur la structure des cônes volcaniques, en accroissant leur masse et leur hauteur, il montre qu'en général les volcans sont édifiés par des éjaculations répétées qui amènent une accumulation de matières éruptives autour de l'orifice.

Cependant, quoiqu'il arrivât aux mêmes vues générales que Scrope et que Lyell sur l'origine des cratères volcaniques ordinaires, Darwin vit clairement que, dans certains cas, de grands cratères peuvent s'être formés ou s'être agrandis par l'affaissement du plancher, à la suite d'éruptions. L'importance de ce facteur auquel les géologues avaient accordé trop peu d'attention, a été montrée récemment par le professeur Dana dans son admirable ouvrage sur le Kilauea et d'autres grands volcans de l'archipel hawaïen.

L'affaissement qui se produit autour d'un centre volcanique, et qui détermine le plongement des couches environnantes, a été mis en lumière pour la première fois par Darwin, comme résultat de son premier travail sur les îles du Cap-Vert. Des exemples frappants du même fait ont été signalés depuis en Islande par M. Robert et par d'autres, dans la Nouvelle-Zélande par M. Heaphy, et dans les îles occidentales de l'Écosse par moi-même.

À diverses reprises, Darwin appela l'attention des géologues sur le fait que les orifices volcaniques présentent entre eux des relations qu'on ne saurait expliquer sans admettre l'existence, dans la croûte terrestre, de lignes de fracture le long desquelles les laves se sont frayé un chemin vers la surface. Mais en même temps il vit clairement qu'il n'existait pas de preuves du passage de grands torrents de laves le long de ces fractures; il montra comment les plateaux les plus remarquables, formes de nappes de laves successives, peuvent avoir été construits par des émissions répétées et modérées, émanant d'orifices

volcaniques nombreux, distincts les uns des autres. Il insiste expressément sur la rapidité avec laquelle la dénudation peut faire disparaître les cônes de cendres formés autour des orifices d'éjaculation, et les traces d'émissions successives de laves.

L'un des chapitres les plus remarquables du livre est celui où l'auteur traite des effets de la dénudation déterminant l'érosion de l'appareil volcanique, au point de ne plus laisser subsister que des épaves ou tronçons de ruines de volcans. Il a eu l'occasion d'étudier une série de cas permettant de suivre toutes les gradations des formes volcaniques, depuis les cônes complets jusqu'aux masses bouchant les cratères, où elles s'étaient solidifiées. Les observations de Darwin sur ce sujet ont été de la plus haute valeur et du plus grand secours pour tous ceux qui se sont efforcés d'étudier les effets de l'action volcanique pendant les périodes anciennes de l'histoire de la terre.

Comme Lyell, Darwin était fermement convaincu de la continuité des actions géologiques, et c'était toujours avec une vive satisfaction qu'il constatait que les phénomènes du passé pouvaient s'interpréter par des causes actuelles. Au moment où Lyell se livrait, quelques mois avant sa mort, à ses derniers travaux géologiques sur les environs de sa résidence dans le Forfarshire, il écrivit à Darwin: "Toutes mes recherches ont confirmé ma conviction que la seule différence entre les roches volcaniques paléozoïques et récentes se réduit aux modifications qui ont dû se produire en raison de l'immense période de temps pendant laquelle les produits des volcans les plus anciens ont été soumis à des transformations chimiques."

Lorsqu'après avoir achevé ses études sur les phénomènes volcaniques, Darwin entreprit l'examen des grandes masses granitiques des Andes, il fut vivement frappé des relations qui unissent les roches dites plutoniques et les roches d'origine incontestablement volcanique. On doit dire à ce sujet que les circonstances mêmes dans lesquelles se fit la croisière du *Beagle* furent très favorables à Darwin dans ses études sur les roches éruptives. Après avoir observé des types nettement caractérisés de la série récente, il alla étudier dans l'Amérique du Sud de remarquables gisements de masses ignées anciennes très cristallines et, dans le voyage de retour, il put revoir les roches volcaniques récentes, raviver ainsi ses premières impressions et établir des relations entre ces deux types lithologiques.

Il exposa quelques-unes des considérations générales que ces observations lui avaient suggérées, dans un travail qu'il lut à la Société Géologique le 17 mars 1838, et qui portait comme titre: *Du rapport de certains phénomènes volcaniques, de la formation des chaînes de montagnes, et des effets des soulèvements continentaux*. La relation entre ces deux ordres de faits est discutée d'une manière plus approfondie dans son livre sur la géologie de l'Amérique du Sud.

Les preuves d'un soulèvement récent constatées sur les côtes d'un grand nombre d'îles volcaniques amenèrent Darwin à conclure qu'en général les aires volcaniques sont des régions de soulèvement; et il fut conduit, naturellement, à les opposer aux aires dans lesquelles,

comme il le montra, la presence d'atolls, de recifs frangeants et de recifs-barrieres, offre les preuves d'un affaissement. Il parvint de cette maniere a dresser une carte des aires oceaniques, les repartissant en zones soumises a des mouvements de soulèvement ou d'affaissement. Ses conclusions a cet egard etaient aussi neuves que suggestives.

Darwin reconnut tres clairement le fait que la plupart des iles oceaniques semblent etre d'origine volcanique, quoiqu'il prit soin de signaler les exceptions importantes qui infirment, dans une certaine mesure, la generalisation de cette regle. Dans son *Origine des especes* il a developpe l'idee et emis la theorie de la permanence des bassins oceaniques, que d'autres auteurs ont adoptee apres lui et ont etendue plus loin, pensons-nous, que Darwin n'avait cru devoir le faire. Sa prudence sur ce point et sur les questions speculatives du meme genre etait bien connue de tous ceux qui avaient l'habitude de les discuter avec lui.

Quelques annees avant le voyage du *Beagle*, M. Poulett Scrope avait signale les analogies remarquables qui existent entre certaines roches ignees a structure rubanee, telles qu'on en rencontre aux iles Ponces, et les schistes cristallins feuilletes. Il ne semble pas que Darwin ait eu connaissance du remarquable memoire de Scrope, mais il appela l'attention, d'une maniere toute spontanee, sur les memes phenomenes lorsqu'il entreprit l'etude de roches fort analogues qu'on observe a l'ile de l'Ascension. Comme il venait d'etudier les grandes masses de schistes cristallins du continent Sud-Americain, il fut frappe du fait que les roches incontestablement ignees de l'Ascension offrent une repartition identique des mineraux constitutifs, le long de "feuilletes" paralleles. Ces observations conduisirent Darwin a la meme conclusion que celle a laquelle Scrope etait arrive quelque temps auparavant, c'est-a-dire que, lorsque la cristallisation s'opere dans des masses rocheuses soumises a des forces deformatrices tres puissantes, il se produit une separation et une distribution des mineraux constitutifs, suivant des plans paralleles. On a reconnu pleinement aujourd'hui que ce processus doit avoir ete un facteur important dans la formation des roches metamorphiques, que les auteurs recents designent sous le nom de *dynamo-metamorphisme*.

Dans l'etude de ce probleme et d'un grand nombre d'autres analogues, exigeant des connaissances mineralogiques tres exactes, il est remarquable de voir a quel point Darwin reussissait a decouvrir la verite au sujet des roches qu'il etudiait, a l'aide seulement d'un canif, d'une simple loupe, de quelques essais chimiques et du chalumeau. Depuis Darwin l'etude des roches en sections minces sous le microscope a ete inventee, et est aujourd'hui du plus grand secours dans toutes les recherches petrographiques. Plusieurs des iles etudiees par Darwin ont ete explorees a nouveau, et des echantillons de leurs roches ont ete recueillis pendant le voyage du navire de la Marine Royale le *Challenger*. Les resultats de l'etude qu'en a faite un des maitres de la microscopie des roches, le Professeur Renard, de Bruxelles, ont ete publies recemment dans un des volumes des *Rapports sur l'Expedition du Challenger*. Il est interessant de constater que,

tandis que ces recherches recentes ont enrichi la science geologique d'un grand nombre de faits nouveaux et precieux, et que des changements nombreux ont ete apportees a la nomenclature et a d'autres points de detail, tous les faits principaux decrits par Darwin et par son ami le professeur Miller ont resiste a l'epreuve du temps et d'une etude plus approfondie, et demeurent comme un monument de la sagacite et de la justesse d'observation de ces pionniers des recherches geologiques.

JOHN W. JUDD.

OBSERVATIONS GEOLOGIQUES SUR LES ILES VOLCANIQUES

CHAPITRE PREMIER

SAN THIAGO, ARCHIPEL DU CAP VERT

Roches des assises inferieures.--Depot sedimentaire calcaireux avec coquilles recentes metamorphise au contact de laves surincombantes; allure horizontale et etendue en surface de ces couches.--Roches volcaniques posterieures associees a une matiere calcaire terreuse et fibreuse, et frequemment renfermee dans les vacuoles des scories.--Anciens orifices d'eruption oblitteres, de petite dimension.--Difficulte que presente la determination de coulées de laves recentes sur une plaine unie.--Collines de l'interieur de l'ile, constituees par des roches volcaniques plus anciennes.--Grandes masses d'olivine decomposee.--Roches feldspathiques situees sous les couches de basalte cristallin.--Uniformite de structure et d'aspect des collines volcaniques les plus anciennes.--Forme des vallees voisines de la cote.--Conglomerat en voie de formation sur la plage.

L'ile de San Thiago s'etend du N.-N.-W. au S.-S.-E. sur une longueur de trente milles et une largeur de douze milles environ. Les observations auxquelles je me suis livre pendant mes deux visites a cette ile ont toutes ete faites dans sa partie meridionale et dans un rayon de quelques lieues seulement autour de Porto-Praya.--Vue de la mer, la contree offre une configuration variee: des collines coniques a pentes douces, de couleur rougeatre (telle que la colline designee sous le nom de Red Hill et representee dans la figure intercalee dans le texte)[1] et d'autres collines moins regulieres, d'une couleur noiratre et a sommet plat (marquees A, B, C, dans la meme figure), s'elevent au-dessus de plaines de lave qui s'etagent en gradins successifs. On aperçoit dans le lointain une chaine de montagnes, hautes de plusieurs milliers de pieds, qui traverse l'interieur de l'ile. Il n'y a pas de volcan actif a San Thiago, et il n'en existe

qu'un seul dans tout l'archipel, celui de Fogo. L'île n'a été éprouvée par aucun tremblement de terre violent depuis qu'elle est habitée.

[Illustration: FIG. I.--Vue d'une partie de San Thiago, l'une des îles du Cap Vert.]

Les roches inférieures que l'on voit sur la côte près de Porto-Praya sont très cristallines et fort compactes; elles semblent appartenir à des masses volcaniques anciennes et d'origine sous-marine. Fréquemment elles sont recouvertes, en stratification discordante, par un dépôt calcaire irrégulier, d'une faible épaisseur, ou abondent des coquilles appartenant à une des dernières périodes de l'ère tertiaire; ce dépôt est recouvert, à son tour, par une grande nappe de lave basaltique, qui, partie du centre de l'île, s'est répandue en coulées successives entre les collines à sommet plat marquées A, B, C, etc. Des coulées plus récentes ont été éjectées par les cônes disséminés dans l'île, tels que Red Hill et Signal-Post Hill. Les couches supérieures des collines à sommet plat présentent, au point de vue de la constitution minéralogique et à d'autres égards encore, un rapport intime avec les assises inférieures des couches de la côte, qui semblent former avec elles une masse continue.

Description minéralogique des roches formant les assises inférieures--Le caractère de ces roches est extrêmement variable. Elles sont formées d'une masse fondamentale basaltique compacte, noire, brune ou grise, renfermant de nombreux cristaux d'augite, de hornblende, d'olivine, de mica, et parfois du feldspath vitreux. On rencontre fréquemment une variété presque entièrement composée de cristaux d'augite et d'olivine. On sait que le mica se présente rarement là où l'augite abonde, et vraisemblablement la roche qui nous occupe n'offre pas une exception manifeste à cette règle, car le mica y est arrondi aussi parfaitement qu'un caillou dans un conglomérat (tout au moins dans le plus caractéristique de mes spécimens, où l'on voit un nodule de mica long d'un demi-pouce); il n'a évidemment pas cristallisé dans la pâte qui le renferme aujourd'hui, mais il doit avoir été formé par la fusion d'une roche plus ancienne. Ces laves compactes alternent avec des tufs, des roches amygdaloïdes et des wackes, et, à certains endroits, avec des conglomérats grossiers. Parmi les wackes argileuses, les unes sont vert foncé, d'autres vert jaunâtre pâle, d'autres enfin presque blanches. Je constatai avec étonnement qu'un certain nombre de ces dernières roches, même les plus blanches, fondaient en un émail noir de jais, tandis que plusieurs échantillons des variétés vertes ne donnaient qu'un globule gris pâle. De nombreux diques formés essentiellement de roches augitiques très compactes et de variétés amygdaloïdes grises coupent les couches; en divers endroits celles-ci ont été violemment disloquées et fortement redressées. Une ligne de dislocation coupe l'extrémité septentrionale de Quailand, îlot de la baie de Porto-Praya, et on peut le suivre jusqu'à l'île principale. Ces dislocations se sont produites avant le dépôt de la couche sédimentaire récente, et la surface de l'île a subi, antérieurement à ce dépôt, une dénudation importante, comme l'attestent de nombreux diques tronqués.

Description du depot calcaire qui recouvre les roches volcaniques dont il vient d'etre question.--Cette couche peut etre facilement reconnue a cause de sa couleur blanche et de l'extreme regularite avec laquelle elle s'etend le long de la cote, sur une ligne horizontale pendant plusieurs milles. Sa hauteur moyenne au-dessus de la mer, mesuree depuis sa ligne de contact avec les laves basaltiques qui la recouvrent, est de 60 pieds environ; et son epaisseur, fort variable a cause des inegalites de la formation sur laquelle elle repose, peut etre evaluee a environ 20 pieds. Cette couche est formee d'une substance calcaire parfaitement blanche, constituee en partie par des debris organiques et en partie par une substance que l'on pourrait comparer, pour l'aspect, a du mortier. Des fragments de roches et des cailloux sont dissemines dans toute cette couche, et se reunissent souvent en conglomeration, surtout vers la base. Un grand nombre de ces fragments sont comme badigeonnes d'une couche peu epaisse de matiere calcareuse blanchatre. A Quail-island, la partie inferieure du depot calcaire est remplacee par un tuf terreux tendre, de couleur brune, plein de turritelles, et qui est surmonte d'un lit de cailloux passant au gres et contenant des fragments d'echinides, des pinces de crabes et des coquilles; les coquilles d'huitres adherent encore aux roches sur lesquelles elles vivaient. Le depot renferme un grand nombre de spherules blanches ressemblant a des concretions pisolitiques, et dont la grosseur varie de celle d'une noix a celle d'une pomme; elles renferment ordinairement un petit caillou en leur centre. Je me suis assure par un examen minutieux que ces soi-disant concretions etaient des nullipores conservant leur forme propre, mais dont la surface etait legerement usee par le frottement; ces corps (consideres generalement aujourd'hui comme des vegetaux) n'offrent aucune trace d'organisation interieure, quand on les etudie sous un microscope de puissance moyenne. M. Georges R. Sowerby a bien voulu examiner les coquilles que j'ai rassemblees; elles appartiennent a quatorze especes, dont les caracteres sont assez bien conserves pour qu'il soit possible de les determiner avec un degre de certitude suffisant, et a quatre especes dont on ne peut etablir que le genre. Parmi les quatorze mollusques dont la liste se trouve a l'appendice, onze appartiennent a des especes recentes; un, non encore decrit, pourrait etre identique a une espece vivante que j'ai trouvee dans le port de Porto-Praya; les deux autres especes sont nouvelles et ont ete decrites par M. Sowerby. Les connaissances que nous possedons sur les mollusques de cet archipel et des cotes voisines ne sont pas encore assez completes pour nous permettre d'affirmer que ces coquilles, meme les deux dernieres, appartiennent a des especes eteintes. Parmi ces coquilles, celles qui se rapportent incontestablement a des especes vivantes ne sont pas nombreuses, mais elles suffisent cependant pour demontrer que le depot appartient a une periode tertiaire recente. Les caracteres mineralogiques de la formation, le nombre et les dimensions des fragments qu'elle renferme, et l'abondance des patelles et des autres coquilles littorales, demontrent que tout l'ensemble s'est accumule dans une mer peu profonde, pres d'un ancien rivage.

Effets produits par la coulée de lave basaltique qui s'est répandue sur le dépôt calcaire.--Ces effets sont très remarquables. Cette matière calcaireuse est modifiée jusqu'à une profondeur d'environ un pied sous la ligne de contact, et on peut suivre le passage, tout à fait insensible, de petits fragments de coquilles, de corallines et de nullipores à peine agrégés, jusqu'à une roche, où l'on ne peut trouver aucune trace d'une origine mécanique, même au microscope. Aux points où les modifications métamorphiques ont été les plus intenses, on observe deux variétés de roches. La première variété est dure et compacte, finement grenue et blanche, sillonnée par quelques lignes parallèles formées de particules volcaniques noires; cette roche ressemble à un grès, mais un examen plus minutieux montre qu'elle est complètement cristalline, avec des faces de clivage si parfaites qu'on peut les mesurer facilement au goniomètre à réflexion. Si, après les avoir mouillées, on examine, à l'aide d'une forte loupe, les échantillons qui ont subi un métamorphisme moins complet, on peut constater une transformation graduelle très intéressante; quelques-unes des particules arrondies qui les constituent conservent leur forme propre, tandis que d'autres se fusionnent insensiblement dans la masse granulo-cristalline. Les surfaces décomposées de cette roche revêtent une couleur rouge-brique, comme c'est souvent le cas pour les calcaires ordinaires.

La seconde variété métamorphique est, de même, une roche dure mais sans trace de structure cristalline. C'est une pierre calcaire blanche, opaque et compacte, fortement mouchetée de taches, irrégulièrement arrondies, d'une matière terreuse, ocreuse et tendre. Cette matière terreuse présente une couleur brun-jaunâtre pâle, et paraît être un mélange de fer et de carbonate de chaux; elle fait effervescence avec les acides, elle est infusible mais noircit au chalumeau et devient magnétique. La forme arrondie des petites taches de substance terreuse, ainsi que les diverses étapes qu'on peut constater jusqu'à leur isolement parfait, et qu'on peut suivre en examinant une série d'échantillons, montrent clairement qu'elles ont été formées, soit par l'attraction des particules terreuses entre elles, soit plus vraisemblablement par une attraction réciproque des atomes de carbonate de chaux amenant alors la ségrégation de ces impuretés terreuses étrangères. Ce fait m'a vivement intéressé, car j'avais observé souvent des roches quartzées (par exemple aux îles Falkland, et dans les couches siluriennes inférieures des Stiper-Stones dans le Shropshire) mouchetées, d'une manière précisément analogue, par de petites taches d'une substance terreuse blanchâtre (feldspath terreux?); on avait déjà toutes raisons de croire alors que ces roches avaient été modifiées ainsi sous l'action de la chaleur, et cette hypothèse reçoit maintenant sa confirmation. Cette texture tachetée pourrait fournir peut-être quelques indications pour distinguer les roches quartzées, qui doivent leur structure actuelle à une action ignée, de celles formées par voie purement aqueuse; distinction qui doit avoir fait hésiter bien des géologues dans l'étude des régions arenaceo-quartzées, si j'en juge par ma propre expérience.

En s'épanchant sur les sédiments étalés au fond de la mer, les parties

inferieures et les plus scoriacees de la lave ont empate une grande quantite de matiere calcaire, qui forme maintenant la pate tres cristalline et blanche comme neige, d'une breche renfermant de petits fragments de scories noires et brillantes. Un peu au-dessus de cette couche, la ou le calcaire est moins abondant et la lave plus compacte, les interstices de la masse de lave sont remplis d'un grand nombre de petites spheres, formees de spicules de calcaire spathique, qui rayonnent autour d'un centre commun. Dans une certaine partie de Quail-island, ou les laves surincombantes n'ont pas plus de 14 pieds d'epaisseur, le calcaire a pu cristalliser sous l'influence de la chaleur degagee par ces matieres eruptives; on ne peut pas admettre que cette faible couche de lave ait ete plus epaisse a l'origine, et que son epaisseur ait ete reduite par une erosion posterieure, l'etat celluleux de sa surface nous le montre. J'ai deja fait observer que la mer ou le depot calcaire s'est opere devant etre peu profonde; le degagement de l'anhydride carbonique a donc ete entrave par une pression de loin inferieure a celle, equivalent a une colonne d'eau haute de 1.708 pieds, que Sir James Hall considerait comme necessaire pour empecher ce degagement. Depuis l'epoque de ses experiences on a decouvert que c'est moins la pression que la nature de l'atmosphere ambiante qui intervient pour retenir l'acide carbonique gazeux. Ainsi, il resulte d'experiences de M. Faraday[2] que des masses importantes de calcaire se fondent quelquefois et cristallisent, meme dans des fours a chaux ordinaires. Suivant M. Faraday, le carbonate de chaux peut etre chauffe, pour ainsi dire, a toute temperature dans une atmosphere d'acide carbonique, sans se decomposer; et Gay-Lussac a montre que des fragments de calcaire, chauffes dans un tube a une temperature insuffisante par elle-meme pour provoquer leur decomposition, degageaient cependant l'acide carbonique des qu'on faisait passer au travers du tube un courant d'air ou de vapeur d'eau: Gay-Lussac attribue ce phenomene au deplacement de l'acide carbonique naissant. La matiere calcaire, qui se trouve sous la lave, surtout celle qui forme les aiguilles cristallines renfermees dans les vacuoles des scories, ne peut pas avoir subi l'action du passage d'un courant gazeux, quoiqu'elle ait ete chauffee dans une atmosphere contenant vraisemblablement une tres forte proportion de vapeur d'eau. Peut-etre est-ce pour cette raison qu'elle a conserve son acide carbonique sous cette pression relativement faible.

Les fragments de scories renfermes dans la pate calcaire cristalline sont d'un noir de jais, a cassure brillante comme celle de la resinite. Cependant leur surface est recouverte d'une couche d'une substance translucide orange-rougeatre, que l'on peut gratter facilement au canif; ces fragments apparaissent alors comme s'ils etaient recouverts d'une couche mince de matiere resineuse. Les plus petits d'entre eux presentent des parties completement transformees en cette substance; transformation qui semble tout a fait differente d'une decomposition ordinaire. Nous verrons dans un autre chapitre qu'a l'archipel des Galapagos de grandes couches de cendres volcaniques, avec particules scoriacees, ont subi une transformation a peu pres identique.

Extension et horizontalite du depot calcaire.--La limite superieure du depot calcaire, si nettement marquee a cause de la couleur blanche de cette roche, et si voisine de l'horizontale, court le long de la cote sur une distance de plusieurs milles, a l'altitude de 60 pieds environ au-dessus du niveau de la mer. La nappe de basalte qui la recouvre presente une epaisseur moyenne de 80 pieds. A l'ouest de Porto-Praya, au-dela de Red Hill, la couche blanche avec le basalte qui la surmonte, sont recouverts par des coulees plus recentes. J'ai pu la suivre de l'oeil, au nord de Signal-Post Hill, s'etendant au loin sur une distance de plusieurs milles, le long des falaises de la cote. Mes observations ont porte sur une etendue d'environ 7 milles le long de la cote, mais la regularite de cette couche me porterait a croire qu'elle s'etend beaucoup plus loin. Dans des ravins perpendiculaires a la cote, on la voit plonger doucement vers la mer, probablement suivant l'inclinaison qu'elle presentait lors de son depot sur les anciens rivages de l'ile. Je n'ai trouve dans l'interieur de l'ile qu'une seule coupe ou cette couche fut visible, a la hauteur de quelques centaines de pieds, c'est a la base de la colline marquee A; elle y repose, comme d'habitude, sur la roche augitique compacte associee avec de la wacke, et elle y est recouverte par la grande nappe de lave basaltique recente. En certains points cependant cette couche blanche ne conserve pas son horizontalite; a Quail-island sa surface superieure ne s'eleve qu'a 40 pieds au-dessus du niveau de la mer; ici egalement la nappe de lave qui la recouvre n'a que 12 a 15 pieds d'epaisseur; d'autre part, au nord-est du port de Porto-Praya, la couche calcaire ainsi que la roche sur laquelle elle repose atteignent une hauteur superieure au niveau moyen. Je crois que dans ces deux cas la difference de niveau ne provient pas d'un exhaussement inegal, mais de l'irregularite primitive du fond de la mer. Ce fait peut etre demontre a Quail-island, car le depot calcaire y offre en un certain point une epaisseur de beaucoup superieure a la moyenne, alors qu'en d'autres points cette roche ne se montre pas; dans ce dernier cas les laves basaltiques recentes reposent directement sur les laves plus anciennes.

[Illustration: FIG. 2.--Signal-Post Hill;--A. Roches volcaniques anciennes;--B. Depot calcaire;--C. Lave basaltique superieure.]

Sous Signal-Post Hill la couche blanche plonge dans la mer d'une maniere bien interessante. Cette colline est conique, haute de 450 pieds, et offre encore quelques traces de structure crateriforme; elle est constituee en majeure partie de matieres eruptives emises posterieurement au soulèvement de la grande plaine basaltique, mais en partie aussi de laves tres anciennes, probablement de formation sous-marine. La plaine environnante et le flanc oriental de la colline ont ete decoupees par l'erosion en falaises escarpees surplombant la mer. La couche calcaire blanche est visible dans ces ravinelements a la hauteur de 70 pieds environ au-dessus du rivage, et s'etend au nord et au sud de la colline, sur une longueur de plusieurs milles, en dessinant une ligne qui parait parfaitement horizontale; mais, au-dessous de la colline, elle plonge dans la mer et disparaît sur une longueur d'environ un quart de mille. Le plongement est graduel du cote du sud, et plus brusque du cote du nord, comme le montre la

figure. Ni la couche calcaire ni la lave basaltique surincombante (pour autant qu'on puisse distinguer cette dernière des coulées plus récentes) n'augmentent d'épaisseur à mesure qu'elles plongent; j'en conclus que ces couches n'ont pas été originellement accumulées dans une dépression dont le centre serait devenu plus tard un point d'éruption, mais qu'elles ont été dérangées et ployées postérieurement à leur dépôt. Nous pouvons supposer, ou bien que Signal-Post Hill, après son soulèvement, s'est abaissé avec la région environnante, ou bien qu'il n'a jamais été soulevé à la même hauteur qu'elle. Cette dernière hypothèse me paraît la plus vraisemblable, car, durant le soulèvement lent et uniforme de cette partie de l'île, l'énergie souterraine, affaiblie par des éruptions répétées de matières volcaniques émises au-dessous de ce point, devait nécessairement conserver moins de puissance pour le soulever. Un fait analogue semble s'être produit près de Red Hill, car, en remontant les coulées de lave qui affleurent, des environs de Porto-Praya vers l'intérieur de l'île, j'ai été amené à supposer que la pente de la région a été légèrement modifiée depuis que la lave y a coulé, soit qu'il y ait eu un léger affaissement près de Red Hill, soit que cette partie de la plaine ait été portée à une hauteur moins considérable que le reste de la contrée, lors du soulèvement général.

Lave basaltique qui surmonte le dépôt calcaire--Cette lave, d'un gris pâle, est fusible en un émail noir; sa cassure est terreuse et concrétionnée, elle contient de petits grains d'olivine. Les parties centrales de la masse sont compactes, ou parsemées tout au plus de quelques petites cavités, et elles sont souvent colonnaires. Cette structure se présente d'une manière saillante à Quail-island où la lave a été divisée, d'une part, en lamelles horizontales et, d'autre part, découpée par des fissures verticales en plaques pentagonales; celles-ci étant à leur tour empilées les unes sur les autres, se sont insensiblement soudées, de manière à former de belles colonnes symétriques. La surface inférieure de la lave est vésiculaire, mais parfois sur une épaisseur de quelques pouces seulement; la surface supérieure, qui est également vésiculaire, est divisée en sphères formées de couches concentriques, et dont le diamètre atteint souvent 3 pieds. La masse est formée de plus d'une coulée; son épaisseur totale étant, en moyenne, de 80 pieds. La partie inférieure s'est certainement étalée en coulées sous-marines, et il en est probablement de même pour la partie supérieure. Cette lave provient en majeure partie des régions centrales de l'île, comprises entre les collines marquées A, B, C, etc., dans la figure. La surface de la contrée est unie et stérile près de la côte; le pays s'élève vers l'intérieur par des terrasses successives; lorsqu'on les observe de loin, on en distingue nettement quatre superposées.

Éruptions volcaniques postérieures au soulèvement de la côte; matières éruptives associées avec du calcaire terreux--Ces laves récentes proviennent des collines coniques à teinte brun-rouge, disséminées dans l'île et qui s'élèvent brusquement dans la plaine près de la côte. J'en ai gravi plusieurs, mais je n'en décrirai qu'une

seule, Red Hill, qui peut servir de type pour ce groupe et dont certaines particularités sont remarquables. Sa hauteur est de 600 pieds environ; elle est constituée par des roches de nature basaltique, très scoriacées et d'un rouge vif; elle présente sur l'un des côtés de son sommet une cavité qui est probablement le dernier vestige d'un cratère. Plusieurs autres collines de la même catégorie sont, à en juger par leur forme extérieure, surmontées de cratères beaucoup mieux conservés. Lorsqu'on longe la côte par mer, on voit clairement qu'une masse considérable de lave, partie de Red Hill, s'est écoulée dans la mer en passant au-dessus d'une ligne de rochers haute d'environ 120 pieds. Cette ligne de rochers constitue le prolongement de celle qui forme la côte et qui borne la plaine de deux côtés de la colline; ces coulées ont donc été émises par Red Hill postérieurement à la formation des rochers de la côte, et à une époque où la colline se trouvait, comme aujourd'hui, au-dessus du niveau de la mer. Cette conclusion concorde avec la nature très scoriacée de toutes les roches de Red Hill, qui semblent être de formation subaérienne; et ce fait est important, car il existe près du sommet quelques bancs d'une matière calcaire, qu'à première vue on pourrait prendre à tort pour un dépôt sous-marin. Ces bancs sont formés de carbonate de chaux, blanc, terreux, et tellement friable qu'il s'écrase sous le moindre effort, les spécimens les plus compacts même ne résistant pas à la pression des doigts. Quelques-unes de ces masses sont blanches comme la chaux vive, et paraissent absolument pures, mais on peut toujours y découvrir à la loupe de petites particules de scories, et je n'ai pu en trouver une seule qui ne laissât pas de résidu de cette nature quand on la dissolvait dans les acides. Il est difficile, pour cette raison, de découvrir une particule de calcaire qui ne change pas de couleur au chalumeau; la plupart d'entre elles s'y vitrifient même. Les fragments scoriacés et la matière calcaire sont associés de la manière la plus irrégulière, parfois en lits peu distincts, mais plus fréquemment en une brèche confuse, où le calcaire prédomine d'un côté et les scories de l'autre. Sir H. De La Beche a bien voulu faire analyser quelques-uns des spécimens les plus purs, dans le but de découvrir si, en raison de leur origine volcanique, ils contenaient beaucoup de magnésie; mais on n'en a décelé qu'une faible quantité, analogue à celle qui existe dans la plupart des calcaires.

Quand on brise les fragments de scories engagés dans la masse calcaire, on voit qu'un grand nombre de leurs vacuoles sont tapissées et même partiellement remplies d'un réseau de carbonate de chaux, blanc, délicat, excessivement fragile et semblable à de la mousse, ou plutôt à des conferves. Ces fibres, observées à l'aide d'une loupe dont la distance focale est d'un dixième de pouce, se montrent cylindriques; leur diamètre est légèrement supérieur à un millième de pouce; elles sont ou simplement ramifiées, ou plus communément unies en un réseau formant une masse irrégulière, à mailles de dimension et de forme très variables. Quelques fibres sont recouvertes d'une couche épaisse de spicules extrêmement fins, parfois agrégés en houppes minuscules, ce qui leur donne un aspect velu. Ces spicules ont un diamètre uniforme sur toute leur longueur; ils se détachent facilement, de sorte que le porte-objet du microscope en est bientôt recouvert. Le calcaire offre cette structure fibreuse dans les

vacuoles d'un grand nombre de fragments des scories, mais généralement à un degré moins parfait. Ces vacuoles ne semblent pas être reliées l'une à l'autre. Il n'est pas douteux, comme nous allons le montrer, que le calcaire ait été éjecté à l'état fluide, intimement mélangé à la lave, et c'est pour cette raison que j'ai cru devoir m'arrêter à décrire cette curieuse structure fibreuse, dont je ne connais aucun analogue. À cause de la nature terreuse des fibres, cette structure ne semble pas pouvoir être attribuée à la cristallisation.

D'autres fragments de la roche scoriacée de cette colline, quand on les brise, se montrent rayés de traits blancs, courts et irréguliers, qui proviennent d'une rangée de vacuoles séparées, entièrement ou partiellement remplies d'une poudre calcaireuse blanche. Cette structure m'a rappelé immédiatement les petites boules et les filaments étirés de farine, dans une pâte mal pétrie, avec laquelle ils ne se sont pas mélangés, et je suis porté à penser que, de la même manière, de petites masses de calcaire n'ayant pas été incorporées dans la lave liquide, ont été étirées, lorsque toute la masse était en mouvement. J'ai examiné soigneusement, en les broyant et en les dissolvant dans les acides, des fragments de scories prises à moins d'un demi-pouce de cellules qui étaient pleines de la poussière en question, et je n'y ai pas trouvé de traces de calcaire. Il est clair que la lave et le calcaire n'ont été que très imparfaitement mélangés. Lorsque de petites masses de calcaire ont été empâtées dans la lave encore visqueuse, ou on les observe comme une matière pulvérulente, ou en fibres reticulées tapissant les vacuoles, je suis porté à penser que les gaz absorbés ont pu se dilater plus facilement aux points où ce calcaire pulvérulent rendait la lave moins résistante.

À un mille à l'est de la ville de Praya on observe une gorge aux parois escarpées, large de 150 yards environ, coupant la plaine basaltique et les bancs sous-jacents, mais qui a été comblée par une coulée de lave plus moderne. Cette lave est d'un gris sombre, et présente presque partout une structure compacte et une disposition imparfaitement colonnaire; mais, à une petite distance de la côte, elle renferme, irrégulièrement disposée, une masse brechiforme de scories rouges, mélangées d'une quantité considérable de calcaire blanc, terreuse, friable, et en certains points, presque pur, comme celui du sommet de Red Hill. Cette lave avec le calcaire qu'elle empâte doit certainement avoir coulé comme une nappe régulière; à en juger par la forme de la gorge, vers laquelle convergent encore les précipitations atmosphériques actuellement peu abondantes dans cette région, et par l'aspect de la couche de blocs incohérents ressemblant aux quartiers de rochers du lit d'un torrent, et sur laquelle repose la lave, nous pouvons conclure que la coulée était d'origine subaérienne. Je n'ai pu suivre cette coulée jusqu'à son origine, mais, d'après sa direction, elle paraît être descendue de Signal-Post Hill, éloigné d'un mille un quart, et qui, comme Red Hill, a été un centre d'éruption postérieure au soulèvement de la grande plaine basaltique. Un fait qui concorde avec cette manière de voir, c'est que j'ai trouvé sur Signal-Post Hill une masse de matière calcaire terreuse, de la même nature, mélangée avec des scories. Il importe de faire observer ici qu'une partie de la matière calcaire qui constitue le banc

sedimentaire horizontal, et spécialement la matière fine recouvrant d'une couche blanche les fragments de roches engagés dans le banc, doit son origine, suivant toute probabilité, à la fois à des éruptions volcaniques et à la trituration de restes d'organismes. Les roches cristallines anciennes sous-jacentes sont associées avec beaucoup de carbonate de chaux sous la forme d'amygdaloïdes et de masses irrégulières, dont je n'ai pu comprendre la nature.

En tenant compte de l'abondance du calcaire terreux près du sommet de Red Hill, cône volcanique haut de 600 pieds et de formation subaérienne, du mélange intime de petits fragments et de volumineux amas de scories empâtés dans des masses d'un calcaire presque pur, et de la manière dont de petits noyaux et des traînées de poussière calcaire sont renfermés dans des fragments massifs de scories, en tenant compte enfin d'une association identique de calcaire et de scories, constatée dans une coulée de lave qu'on a toutes raisons de croire moderne et subaérienne, et qui est descendue d'une colline où l'on rencontre également du calcaire terreux, je pense que, sans aucun doute, le calcaire a été éjecté à l'état de mélange avec la lave fondue. Je ne sais pas qu'aucun fait semblable ait été décrit, et il me paraît intéressant de le signaler, d'autant plus qu'un grand nombre de géologues ont certainement cherché à déterminer les actions qui doivent se produire dans un foyer volcanique prenant naissance dans des couches profondes, de composition minéralogique variée. La grande abondance de silice libre dans les trachytes de certaines régions (tels que ceux de Hongrie décrits par Beudant, et des îles Ponza par P. Scrope) résout peut-être la question pour le cas où les roches sous-jacentes seraient quartzueuses, et nous trouvons probablement ici la solution du problème dans le cas où les produits volcaniques ont traversé des masses sous-jacentes de calcaire. On est porté, naturellement, à se demander à quel état se trouvait le carbonate de chaux, actuellement terreux, au moment où il a été éjecté avec la lave dont la température était très élevée; l'état extrêmement cellulaire des scories de Red Hill prouve que la pression ne peut avoir été bien considérable, et comme la plupart des éruptions volcaniques sont accompagnées du dégagement de grandes quantités de vapeur d'eau et d'autres gaz, nous trouvons ici réunies les conditions qui, suivant les idées actuelles des chimistes, sont les plus favorables pour l'élimination de l'acide carbonique[3]. On peut se demander si la lente réabsorption de ce gaz n'a pas donné au calcaire renfermé dans les vacuoles de la lave cette structure fibreuse si particulière, semblable à celle d'un sel efflorescent. Enfin je ferai remarquer la grande différence d'aspect constatée entre ce calcaire terreux, qui doit avoir été porté à une haute température dans une atmosphère de vapeur d'eau et de gaz divers, et le calcaire spathique, blanc, cristallin, qui a été formé sous une nappe de lave peu épaisse (comme à Quail-island) s'étalant sur un calcaire terreux et sur les débris d'organismes tapissant le fond d'une mer peu profonde.

Signal-Post Hill.--Nous avons déjà parlé de cette colline à diverses reprises, notamment lorsque nous avons signalé la manière remarquable dont la couche calcaire blanche, en d'autres points parfaitement

horizontale, plonge dans la mer sous la colline (figure 2). Son sommet est large et offre des traces peu nettes de structure crateriforme; il est formé de roches basaltiques[4], compactes ou celluleuses, avec des bancs inclinés de scories incohérentes dont quelques-uns sont associés à du calcaire terreux. Comme Red Hill, cette colline a été le foyer d'éruptions postérieures au soulèvement de la plaine basaltique environnante; mais, contrairement à la première colline, elle a subi des dénudations importantes et a été le siège d'actions volcaniques à une période très reculée, quand elle était encore sous-marine. Pour établir ce point, je me base sur l'existence des derniers vestiges de trois petits centres d'éruption que j'ai découverts sur le flanc qui regarde l'intérieur des terres. Ils sont formés de scories luisantes cimentées par du spath calcaire cristallin, exactement comme le grand dépôt calcaire sous-marin, aux endroits où la lave, encore à haute température, s'est étalée; leur aspect ruiniforme ne peut être expliqué, je pense, que par l'action dénudatrice des vagues de la mer. Ce qui m'a mené au premier orifice, c'est que j'ai observé une couche de lave de 200 yards carrés environ, à bords abrupts, étalée sur la plaine basaltique sans qu'il y eût à proximité quelque monticule d'où elle aurait pu être éjectée; et le seul vestige d'un cratère que je sois parvenu à découvrir consistait en quelques bancs obliques de scories, à l'une de ses extrémités. À 50 yards d'un second amas de lave à sommet plat comme le premier, mais beaucoup plus petit, je découvris un groupe circulaire irrégulier de plusieurs masses d'une brèche formée de scories cimentées, hautes d'environ 6 pieds, et qui sans doute ont constitué autrefois le centre d'éruption. Le troisième orifice n'est plus indiqué aujourd'hui que par un cercle irrégulier de scories cimentées, de 4 yards de diamètre environ, et ne s'élevant, en son point culminant, qu'à 3 pieds à peine au-dessus du niveau de la plaine, dont la surface présente son aspect habituel et n'offre aucune solution de continuité aux environs; nous avons ici une section horizontale de la base d'un orifice volcanique qui a été presque entièrement rase avec toutes les matières éjectées.

À en juger par sa direction, la coulée de lave qui comble la gorge étroite[5] située à l'est de la ville de Praya, paraît être descendue de Signal-Post Hill, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, et s'être répandue sur la plaine après que celle-ci eût été soulevée; la même observation s'applique à une coulée (qui n'est peut-être qu'une portion de la première) recouvrant les rochers du rivage, à peu de distance à l'est de la gorge. Lorsque je m'efforçai de suivre ces coulées sur la surface rocheuse de la plaine presque entièrement privée de terre arable et de végétation, je fus fort surpris de constater que toute trace distincte de ces coulées disparaissait bientôt complètement, quoiqu'elles soient constituées par une matière basaltique dure et qu'elles n'aient pas été exposées à l'action dénudatrice de la mer. Mais j'ai observé depuis, à l'archipel des Galapagos, qu'il est souvent impossible de suivre des coulées de laves même très récentes et de très grande dimension, au travers de coulées plus anciennes, si ce n'est en se guidant sur la dimension des buissons qui les recouvrent, ou en comparant l'état plus ou moins luisant de leur surface,--caractères qu'un laps de temps fort court suffit à effacer entièrement. Je dois faire remarquer que dans une

region a surface unie, a climat sec, et ou le vent souffle toujours dans la meme direction (comme a l'archipel du Cap Vert), les effets de degradation dus a l'action atmospherique sont probablement beaucoup plus considerables qu'on ne le supposerait, car dans ce cas le sol meuble s'accumule uniquement dans quelques depressions protegees contre le vent, et etant toujours pousse dans une meme direction, il chemine constamment vers la mer sous forme d'une poussiere fine, laissant la surface des rochers decouverte et exposee sans defense a l'action continue des agents atmospheriques.

Collines de l'interieur de l'ile constituees par des roches volcaniques plus anciennes--Ces collines sont reportees approximativement sur la carte et marquees des lettres A, B, C, etc. Leur constitution mineralogique les rapproche des roches inferieures visibles sur la cote, et elles sont probablement en continuite directe avec ces dernieres. Vues de loin, ces collines semblent avoir fait partie autrefois d'un plateau irregulier, ce qui parait probable en raison de l'uniformite de leur structure et de leur composition. Leur sommet est plat, legerement incline et elles ont, en moyenne, environ 600 pieds de hauteur. Leur versant le plus abrupt est dirige vers l'interieur de l'ile, point d'ou elles rayonnent vers l'exterieur, et elles sont separees l'une de l'autre par des vallees larges et profondes, au travers desquelles sont descendues de grandes coulees de lave qui ont forme les plaines du rivage. Leurs flancs tournes vers l'interieur de l'ile et qui sont les plus abrupts, comme nous venons de le dire, dessinent une courbe irreguliere a peu pres parallele a la ligne du rivage, dont elle est eloignee de 2 ou 3 milles vers l'interieur. J'ai gravi quelques-unes de ces collines et, grace a l'amabilite de M. Kent, chirurgien-adjoint du _Beagle_, j'ai obtenu des specimens provenant de celles des autres collines que j'ai pu apercevoir a l'aide d'une longue-vue. Quoiqu'il ne m'ait ete possible d'etudier, a l'aide de ces divers elements, qu'une partie de la chaine, 5 a 6 milles seulement, je n'hesite pas a affirmer, d'apres l'uniformite de structure de ces collines, qu'elles appartiennent a une grande formation s'etendant sur la majeure partie de la circonference de l'ile.

Les couches superieures de ces collines different considerablement des couches inferieures par leur composition. Les couches superieures sont basaltiques, generalement compactes, mais parfois scoriacees et amygdaloïdes, et sont associees a des masses de wacke. La ou le basalte est compact, il est tantot finement grenu et tantot tres grossierement cristallin; dans ce dernier cas il passe a une roche augitique renfermant beaucoup d'olivine; celle-ci est incolore ou presente les teintes ordinaires: jaune et rougeatre terne. Sur certaines collines, les couches basaltiques sont associees a des bancs d'une matiere calcaire, terreuse ou cristalline, englobant des fragments de scories vitreuses. Les couches dont nous parlons en ce moment ne different des coulees de lave basaltique qui constituent la plaine cotiere que par une plus grande compacite, par la presence de cristaux d'augite et par les dimensions plus fortes des grains d'olivine;--caracteres qui, joints a l'aspect des bancs calcaires

associes avec ces couches, me portent a croire qu'elles sont de formation sous-marine.

Quelques masses importantes de wacke sont fort curieuses. Les unes sont associees a ces couches basaltiques, les autres se montrent sur la cote, et specialement a Quail-island ou elles constituent les assises inferieures. Ces roches consistent en une substance argileuse d'un vert-jaunatre pale, a structure arenacee lorsqu'elle est seche, mais onctueuse quand elle est humide; dans son etat de plus grande purete, elle est d'une belle teinte verte, translucide sur les bords, et presente accidentellement des traces vagues d'un clivage originel. Elle se fond tres facilement au chalumeau en un globule gris-sombre, parfois meme noir, legerement magnetique. Ces caracteres m'ont conduit naturellement a croire que cette matiere etait un produit de decomposition d'un pyroxene faiblement colore; cette maniere de voir est appuyee par le fait que la roche non alteree se montre pleine de grands cristaux isoles d'augite noire, ainsi que de spheres et de trainees d'une roche augitique gris fonce. Le basalte etant ordinairement forme d'augite et d'olivine souvent alteree et de couleur rouge sombre, je fus amene a examiner les phases de decomposition de ce dernier mineral, et je m'aperçus avec etonnement que je pouvais suivre une gradation presque parfaite entre l'olivine inalteree et la wacke verte. Dans certains cas, des fragments provenant d'un meme grain se comportaient au chalumeau comme de l'olivine, a part un leger changement de couleur, ou donnaient un globule magnetique noir. Je ne puis donc douter que la wacke verdatre n'etait a l'origine autre chose que de l'olivine, et que des modifications chimiques tres profondes aient du se produire au cours de la decomposition pour avoir pu transformer un mineral tres dur, transparent, infusible, en une substance argileuse, tendre, onctueuse et facilement fusible[6].

Les couches de la base de ces collines, ainsi que quelques monticules isoles, denudes et de forme arrondie, sont constituees par des roches feldspathiques ferrugineuses compactes, finement grenues, non cristallines (ou dont la nature cristalline est a peine perceptible); ces roches sont generalement a demi decomposees. Leur cassure est extremement irreguliere et esquilleuse, et meme les petits fragments sont souvent tres resistants. Elles renferment une forte proportion de matiere ferrugineuse, soit en petits grains a eclat metallique, soit en fibres capillaires brunes; en ce dernier cas, la roche prend une structure pseudo-brechiforme. Ces roches renferment parfois du mica et des veines d'agate. Leur couleur brun de rouille ou jaunatre est due partiellement aux oxydes de fer, mais surtout a d'innombrables taches microscopiques noires, qui fondent facilement lorsqu'on chauffe un fragment de roche, et sont evidemment formees de hornblende ou d'augite. Ces roches contiennent donc tous les elements essentiels du trachyte, quoiqu'elles offrent, a premiere vue, l'aspect d'argile cuite ou de quelque depot sedimentaire modifie. Elles ne different du trachyte que parce qu'elles ne sont pas rudes au toucher et qu'elles ne renferment pas de cristaux de feldspath vitreux. Ainsi que le cas s'en presente si souvent pour les formations trachytiques, on ne voit ici aucune trace de stratification. On croirait difficilement que

ces roches ont pu couler a l'etat de laves; il existe pourtant a Sainte-Helene des coulees bien caracterisees, dont la composition est presque identique a celle de ces roches, ainsi que je le montrerai dans un autre chapitre. J'ai rencontre en trois endroits, parmi les monticules constitues par ces roches, des collines coniques, a pentes douces, formees de phonolite contenant de nombreux cristaux de feldspath vitreux bien formes, et des aiguilles de hornblende. Je crois que ces cones de phonolite ont le meme rapport avec les couches feldspathiques environnantes, que certaines masses d'une roche augitique grossierement cristallisee ont avec le basalte qui les entoure, dans une autre partie de l'ile, c'est-a-dire que dans les deux cas ces roches ont ete injectees. Les roches de nature feldspathique etant plus anciennes que les nappes basaltiques qui les recouvrent et que les coulees basaltiques de la plaine cotiere, obeissent a l'ordre de succession habituel de ces deux grandes divisions de la serie volcanique.

Ce n'est qu'a la partie superieure des couches de la plupart de ces collines qu'on peut distinguer les plans de separation; les couches s'inclinent faiblement du centre de l'ile vers la cote. L'inclinaison n'est pas identique dans toutes les collines; elle est plus faible dans la colline marquee A que dans les collines B, D ou E; les couches de la colline C s'ecartent a peine d'un plan horizontal; et celles de la colline F (pour autant que j'ai pu en juger sans la gravir) sont faiblement inclinees en sens inverse, c'est-a-dire vers l'interieur et vers le centre de l'ile. Malgre ces differences d'inclinaison, leur similitude de forme exterieure et de constitution tant au sommet qu'a la base, leur disposition en une ligne courbe en presentant le flanc le plus escarpe vers l'interieur de l'ile, tout semble prouver qu'elles faisaient originiairement partie d'un plateau qui s'etendait probablement autour d'une grande partie de la circonference de l'ile, comme je l'ai fait remarquer plus haut. Les couches superieures ont coule bien certainement a l'etat de lave, et se sont probablement etalees sous la mer, comme c'est aussi le cas pour les masses feldspathiques inferieures. Comment donc ces couches ont-elles ete amenees a prendre leur position actuelle, et d'ou ont-elles fait eruption?

Au centre de l'ile il existe des montagnes elevees[7], mais elles sont separees du flanc escarpe interieur de ces collines par une large etendue de pays de moindre altitude; d'ailleurs les montagnes de l'interieur paraissent avoir ete le centre d'ejaculation de grandes coulees de lave basaltique qui, se retrecissant pour passer entre les pieds de ces collines, s'etalent ensuite sur la plaine cotiere. Des roches basaltiques forment un cercle grossierement dessine autour des cotes de Sainte-Helene, et a l'ile Maurice on voit les restes d'un cercle semblable entourant tout au moins une partie de l'ile, sinon l'ile entiere; la meme question revient immediatement se poser ici: comment ces masses ont-elles ete amenees a prendre leur position actuelle et de quel centre eruptif proviennent-elles? Quelle que puisse etre la reponse, elle s'applique probablement a ces trois cas. Nous reviendrons sur ce sujet dans un autre chapitre.

Vallees voisines de la cote--Elles sont larges, tres-plates et bordees ordinairement de falaises peu elevees. Certaines parties de la plaine basaltique sont parfois isolees par ces vallees, soit en partie, soit meme completement; l'espace ou la ville de Praya est batie offre un exemple de ce fait. Le fond de la grande vallee qui s'etend a l'ouest de la ville est rempli, jusqu'a la profondeur de plus de 20 pieds, de galets bien arrondis, qui sont solidement cimentes, en certains endroits, par une matiere calcaire blanche. La forme de ces vallees demontre a toute evidence qu'elles ont ete creusees par les vagues de la mer, pendant la duree de ce soulèvement uniforme du pays atteste par le depot calcaire horizontal avec restes d'organismes marins actuels. En tenant compte de la conservation parfaite des coquilles contenues dans cette couche, il est etrange que je n'aie pu trouver un seul fragment de coquille dans le conglomérat qui occupe le fond des vallees. Dans la vallee qui se trouve a l'ouest de la ville, le lit de galets est coupe par une seconde vallee se greffant a la premiere sous forme d'affluent; mais cette derniere vallee meme parait beaucoup trop large et presente un fond beaucoup trop plat pour avoir ete creusee par la petite quantite d'eau qui peut tomber pendant la saison humide, fort courte en cette contree, car pendant le reste de l'annee ces vallees sont absolument a sec.

Conglomerats recents--J'ai trouve sur les rivages de Quail-island des fragments de briques, des morceaux de fer, des galets et de grands fragments de basalte, unis en un conglomérat solide par un ciment peu abondant, forme d'une matiere calcaire impure. Je puis dire, comme preuve de l'extreme solidite de ce conglomérat recent, que je me suis efforce de degager, a l'aide d'un lourd marteau de geologue, un gros morceau de fer enchasse dans le banc un peu au-dessus de la laisse de basse mer, mais que j'ai ete absolument incapable d'y parvenir.

Notes:

[1] La configuration de la cote, la position des villages, des ruisseaux et de la plupart des collines representes dans cette figure, ont ete copiees de la carte dressee a bord du _H.M.S. Leven_. Les collines a sommet plat (A B C, etc.) y ont ete reportees d'une maniere purement approximative, pour rendre ma description plus claire.

[2] Je suis fort reconnaissant a M. E.-W. Brayley de m'avoir indique a ce sujet les travaux suivants: Faraday: _Edinburgh, New philosophical Journal_, vol. XV, p. 398;--Gay-Lussac: _Annales de chimie et de physique_, tome I, chap. XIII, p. 210, dont la traduction a paru dans le _London and Edinburgh philosophical Magazine_, vol. X, p. 496.

[3] Je pense qu'a une grande profondeur au-dessous de la surface du sol, le carbonate de chaux etait a l'etat liquide. On sait que Hutton attribuait la formation de toutes les roches amygdaloides a des gouttes de calcaire fondu flottant dans le trapp comme de l'huile dans l'eau; cette theorie est certainement fausse, mais si les roches

qui constituent le sommet de Red Hill s'étaient refroidies sous la pression des eaux d'une mer peu profonde, ou entre les parois d'un dike, nous aurions, selon toute probabilité, une roche trappeenne associée avec de grandes masses de calcaire spathique compacte et cristallin. Or, d'après la manière de voir de beaucoup de géologues aujourd'hui, la présence de ce calcaire aurait été attribuée, à tort, à des infiltrations postérieures.

[4] Ces roches offrent fréquemment une variété remarquable, remplie de petits fragments d'un minéral terreux, rouge jaspe foncé, qui montre, quand on l'examine attentivement, un clivage peu net; les petits fragments sont allongés, tendres, magnétiques avant comme après calcification, et difficilement fusibles en un email terne. Ce minéral est évidemment très voisin des oxydes de fer, mais je ne saurais le déterminer avec certitude. La roche qui renferme ce minéral est criblée de petites cavités anguleuses tapissées et remplies de cristaux jaunâtres de carbonate de chaux.

[5] Aux endroits où la nappe basaltique supérieure est interrompue, les parois de cette gorge sont presque verticales. La lave qui l'a remplie ultérieurement adhère à ces parois presque aussi fortement qu'un dike à ses murs. Lorsqu'une nappe de lave s'est écoulée le long d'une vallée, elle est souvent bordée, de chaque côté, par des masses de scories incohérentes.

[6] D'Aubuisson, dans son *Traité de Géognosie* (tome II, p. 569), indique, d'après M. Marcel de Serres, que des masses de terre verte existent près de Montpellier, et sont considérées comme dues à la décomposition de l'olivine. Je ne sais pas cependant que l'action du chalumeau sur ce minéral se trouve modifiée lorsqu'il présente un commencement de décomposition. Ce fait est important, car, à première vue, il semble invraisemblable qu'un minéral dur, transparent, réfractaire, se soit transformé en une argile tendre et facilement fusible comme celle de San Thiago. Je décrirai plus loin une substance verte formant des filaments dans l'intérieur des vacuoles de certaines roches basaltiques vésiculaires au Van Diemen's Land, qui se comporte au chalumeau comme la wacke verte de San Thiago, mais cette forme cylindrique des filaments prouve qu'elle ne peut pas avoir été formée par la décomposition de l'olivine, minéral se présentant toujours en grains ou en cristaux.

[7] Je n'ai presque rien vu de l'intérieur de l'île. Pres du village de Saint-Domingo il y a de magnifiques rochers de lave basaltique à gros grains cristallins. À 1 mille environ en amont du village, le long du petit ruisseau qui parcourt la vallée, la base du grand rocher est formée d'un basalte compact à grain fin, surmonté, en stratification concordante, d'un lit de galets. J'ai rencontré, près de Fuentes, des collines mamelonnées constituées par des roches feldspathiques compactes.

CHAPITRE II

FERNANDO NORONHA, TERCEIRA, TAHITI, MAURICE ROCHERS DE SAINT-PAUL

Fernando Noronha, colline escarpée de phonolite.--_Terceira_, roches trachytiques; leur décomposition remarquable par l'action de la vapeur à haute température.--_Tahiti_, passage de la wacke au trapp: roche volcanique intéressante à vacuoles tapissées de méso-type.--_Maurice_, preuves de son émission récente; structure de ses plus anciennes montagnes; analogie avec San Thiago.--_Rochers de Saint-Paul_. Ils ne sont pas d'origine volcanique, leur composition minéralogique singulière.

Fernando Noronha.--J'ai observé fort peu de choses dignes d'une description pendant notre courte visite à cette île et aux quatre îles suivantes. Fernando Noronha est située dans l'océan Atlantique, par 3 deg.50' lat. S., et à 230 milles de la côte de l'Amérique méridionale. Ce groupe est formé de divers îlots, ayant ensemble 9 milles de longueur sur 3 de largeur. Tout l'ensemble paraît être d'origine volcanique; bien qu'il n'y ait de trace d'aucun cratère ni d'aucune éminence centrale. Le trait le plus remarquable de l'île est une colline haute de 1.000 pieds, dont la partie supérieure, comprenant 400 pieds, constitue un cône escarpé d'une forme étrange, composé de phonolite colonnaire contenant de nombreux cristaux de feldspath vitreux et quelques aiguilles de hornblende. Du point le plus élevé qu'il m'ait été possible d'atteindre sur cette colline, j'ai pu apercevoir, dans différentes parties du groupe, plusieurs autres collines coniques, qui sont probablement de la même nature.

Il y a à Sainte-Hélène de grandes masses protuberantes et coniques de phonolite, hautes d'environ 1.000 pieds, formées par l'injection de lave feldspathique fluide dans des couches qui ont cédé sous la pression. Si, comme tout le fait supposer, cette colline a une origine semblable, la dénudation doit s'être produite ici sur une très grande échelle. Près de la base de la colline, j'ai observé des lits de tuf blanc coupés par de nombreux diques de basalte amygdaloïde ou de trachyte, et des lits de phonolite schisteux avec plans de feuilletage orientés N.-W. et S.-E. Certaines parties de cette roche, où les cristaux étaient rares, ressemblaient beaucoup à une ardoise ordinaire modifiée au contact d'un dike de trapp. Ce feuilletage de roches qui ont été incontestablement fluides me semble un sujet bien digne d'attention. Sur la plage il y avait de nombreux fragments de basalte compact, et à distance on voyait comme une façade à colonnes formées par cette roche.

Terceira dans les Açores.--La partie centrale de cette île est constituée par des montagnes irrégulièrement arrondies, assez peu élevées, formées de trachyte dont le caractère général se rapproche beaucoup de celui du trachyte de l'Ascension que nous décrirons plus loin. Cette formation est recouverte en bien des points, et suivant

l'ordre de superposition ordinaire, par des coulées de lave basaltique, qui, près de la cote, constituent la surface du sol presque tout entière. On peut souvent suivre de l'oeil la route que ces coulées ont parcourue à partir de leurs cratères. La ville d'Angra est dominée par une colline crateriforme (Mount Brazil), entièrement constituée par des couches minces d'un tuf à grain fin, rude au toucher et coloré en brun. Les couches supérieures paraissent recouvrir les coulées basaltiques sur lesquelles la ville est bâtie. Cette colline est presque identique, au point de vue de la structure et de la composition, à un grand nombre de collines crateriformes de l'archipel des Galapagos.

Action de la vapeur d'eau sur les roches trachytiques.--Dans la partie centrale de l'île, on observe en un point des vapeurs qui s'échappent constamment, en jets, du fond d'une petite dépression en forme de ravin sans issue, et qui est accolée à une chaîne de montagnes trachytiques. La vapeur est projetée de plusieurs fentes irrégulières; elle est inodore, noircit rapidement le fer, et possède une température beaucoup trop élevée pour que la main puisse la supporter. Le trachyte compact est altéré d'une manière fort curieuse sur les bords de ces orifices: la base devient d'abord terreuse, avec des taches rouges dues évidemment à l'oxydation de particules de fer; ensuite elle devient tendre, et enfin les cristaux de feldspath vitreux cèdent eux-mêmes à l'agent de décomposition. Lorsque toute la masse est transformée en argile, l'oxyde de fer semble entièrement éliminé de certaines parties de la roche qui sont parfaitement blanches, tandis qu'il paraît s'être déposé en grande quantité sur des parties voisines colorées d'un rouge éclatant; d'autres masses sont marbrées de ces deux couleurs. Certains échantillons de cette argile blanche, maintenant desséchés, ne sauraient être distingués à l'oeil nu de la craie lavée la plus fine; et broyés sous la dent, ils présentent l'impression d'une finesse de grain uniforme; les habitants se servent de cette substance pour badigeonner leurs maisons. La cause pour laquelle le fer a été dissous dans certaines parties de la roche et déposé à peu de distance de là, est obscure, mais le fait a été observé en plusieurs autres points[1]. J'ai trouvé, dans des échantillons à moitié décomposés, de petits agrégats globulaires d'hyalite jaune, ressemblant à de la gomme arabique, et qui a été, sans aucun doute, déposée par la vapeur.

Comme il n'y a pas d'issue pour l'eau de pluie, qui ruisselle le long des parois de la cavité en forme de ravin d'où s'échappe la vapeur, toute la masse doit passer au travers des fissures qui sont au fond de cette cavité et s'infiltrer dans le sol. Quelques habitants m'ont rapporté que, d'après la tradition, des flammes (un phénomène lumineux?) s'étaient échappées autrefois de ces fissures, et qu'aux flammes avaient succédé des émanations de vapeur; mais il m'a été impossible d'obtenir des renseignements certains, quant à la date à laquelle ces faits se seraient produits, ni sur les faits eux-mêmes.

L'étude des lieux m'a conduit à supposer que l'injection d'une grande masse rocheuse semi-fluide, comme serait le cône de phonolite à

Fernando Noronha, en soulevant en voute la surface du sol, peut avoir determine la formation d'une cavite en forme de coin a fond crevasse, et que l'eau des pluies, penetrant jusqu'au voisinage des masses a haute temperature, a ete transformee en vapeur et expulsee sous cette forme pendant une longue suite d'annees.

Tahiti (Otaheite)--Je n'ai visite qu'une partie de la region nord-ouest de cette ile, elle est entierement formee de roches volcaniques. Pres de la cote on observe plusieurs varietes de basalte, dont les unes abondent en grands cristaux d'augite et en olivine alteree, et dont d'autres sont compactes et terreuses;--quelques-unes sont legerement vesiculaires, et d'autres parfois amygdaloides. Ces roches sont d'habitude fortement decomposees, et, a ma grande surprise, je remarquai que dans plusieurs coupes il etait impossible de distinguer, meme approximativement, la ligne de separation entre la lave decomposee et les lits de tuf alternant avec elle. Depuis que les echantillons se sont desseches, il est cependant plus facile de distinguer les roches ignees decomposees des tufs sedimentaires. Je pense que l'on peut expliquer cette transition de caracteres entre des roches dont l'origine est aussi differente, par le fait que les parois des cavites vesiculaires, qui occupent une grande partie de la masse dans plusieurs roches volcaniques, ont cede sous la pression, lorsqu'elles etaient ramollies par l'action de la chaleur. Comme le nombre et la dimension des vacuoles s'accroissent generalement dans les parties superieures d'une coulee de lave, les effets de leur compression s'accroissent en meme temps. En outre, chaque vacuole situee plus bas doit contribuer, en cedant sous la pression, a deranger toute la masse pateuse qui la surmonte. Nous pouvons donc nous attendre a trouver une gradation complete depuis une roche cristalline non modifiee jusqu'a une roche dont toutes les particules (quoique faisant partie, a l'origine, d'une meme masse solide) ont subi un deplacement mecanique; et ces particules pourront etre difficilement distinguees d'autres dont la composition est la meme, mais qui ont ete deposees comme matieres sedimentaires. Puisque des laves sont quelquefois laminees a leur partie superieure, on comprend que des lignes horizontales, rappelant celles des depots aqueux, ne peuvent pas dans tous les cas etre envisagees comme une preuve d'origine sedimentaire. Si l'on tient compte de ces considerations, on ne sera pas surpris qu'autrefois beaucoup de geologues aient cru qu'il existait des transitions reelles reunissant les depots aqueux, en passant par la wacke, aux trapps ignes.

Dans la vallee de Tia-auru, les roches les plus frequentes sont des basaltes riches en olivine, et parfois presque entierement composes de grands cristaux d'augite. J'ai recueilli quelques specimens contenant beaucoup de feldspath vitreux et dont le caractere se rapproche de celui du trachyte. On rencontre aussi un grand nombre de gros blocs de basalte scoriace dont les cavites sont tapissees de chabasie (?) et de mesotype fibro-rayonne. Quelques-uns de ces specimens offraient une apparence singuliere, due a ce qu'une partie des vacuoles etaient a moitie remplies d'un mineral mesotypique blanc, tendre et terreux, qui gonflait sous le chalumeau d'une maniere remarquable. Comme les

surfaces superieures, dans toutes les vacuoles a moitie remplies, sont exactement paralleles, il est evident que cette substance est descendue au fond de chaque vacuole sous l'action de son propre poids. Parfois cependant les vacuoles sont completement remplies. D'autres vacuoles sont ou bien remplies, ou bien tapissees de petits cristaux qui paraissent etre de la chabasie; frequemment aussi ces cristaux tapissent la moitie superieure des vacuoles qui sont partiellement remplies par le mineral terreux, ainsi que la surface superieure de cette derniere substance; dans ce cas les deux mineraux semblent se fondre l'un dans l'autre. Je n'ai jamais vu une roche amygdaloïdale[2] dont les vacuoles fussent a moitie remplies comme celles que nous venons de decrire; il est difficile de decouvrir la cause pour laquelle ce mineral terreux s'est depose au fond des vacuoles sous l'influence de son propre poids, et pour quelle raison le mineral cristallin s'est depose en enduit d'epaisseur uniforme sur les parois des vacuoles.

Sur les flancs de la vallee, les bancs basaltiques sont doucement inclines vers la mer, et je n'ai observe nulle part qu'ils fussent deranges de leur position normale; ils sont separes l'un de l'autre par des lits epais et compacts de conglomérats a fragments volumineux, quelquefois arrondis, mais generalement anguleux. Le caractere de ces bancs, l'etat compact et la nature cristalline de la plupart des laves, ainsi que la nature des mineraux qui s'y sont formes par infiltration, me portent a croire que la coulee s'est etalee primitivement sous la mer. Cette conclusion s'accorde avec le fait que le Rev. W. Ellis a rencontre, a une altitude considerable, des restes d'organismes marins dans des couches qu'il croit interstratifiees avec des matieres volcaniques. De plus, MM. Tyermann et Bennet ont signale des faits semblables a Huaheine, autre ile de cet archipel; en outre, M. Stutchbury a decouvert une couche de corail semi-fossile au sommet d'une des montagnes les plus elevees de Tahiti, a l'altitude de plusieurs milliers de pieds. Aucun de ces restes fossiles n'a ete determine specifiquement. J'ai vainement cherche la trace d'un soulèvement recent sur la cote, ou les grandes masses coralliennes qui s'y trouvent en auraient fourni des preuves irrefutables. Je renvoie le lecteur a mon ouvrage sur la *Structure et la Distribution des recifs coraliens*, pour les citations des auteurs dont j'ai parle et pour l'exposition detaillee des raisons qui m'empechent de croire que Tahiti a subi un soulèvement recent.

Maurice.—Lorsqu'on approche de cette ile du cote du N. ou du N.-W., on voit une chaine recourbee de montagnes escarpees, surmontees de pics tres abrupts, dont le pied surgit d'une zone unie de terrain cultivate, qui s'incline doucement jusqu'a la cote. La premiere impression qu'on eprouve est que la mer atteignait, a une epoque peu reculee, le pied de ces montagnes, et apres un examen attentif cette impression se confirme, au moins pour la partie inferieure de cette zone. Divers auteurs[3] ont decrit des masses de roche corallienne soulevees sur la plus grande partie de la circonference de l'ile. Entre Tamarin Bay et Great Black River j'ai observe avec le capitaine Lloyd deux monticules de roche corallienne, dont la partie inferieure

est formée de grès calcaires dur, et la partie supérieure, de grands blocs à peine agrégés, constitués par des Astées, des Madrépores et des fragments de basalte; ils étaient disposés en bancs plongeant vers la mer sous un angle qui dans un cas était de 8 et dans un autre de 18 degrés; ils semblaient avoir été exposés à l'action des vagues, et ils s'élevaient brusquement à la hauteur d'environ 20 pieds, d'une surface unie jonchée de débris organiques rous. L'_Officier du Roi_ a décrit dans son intéressant voyage autour de l'île, en 1768, des masses de roches coralliennes soulevées, conservant encore cette structure en forme de fosse (V. mon ouvrage sur les récifs coralliens, p. 54) caractéristique pour les récifs vivants. J'ai observé sur la côte, au nord de Port-Louis, que la lave était cachée, sur une distance considérable dans la direction du centre de l'île, par un conglomérat de coraux et de coquilles, semblables à ceux de la plage, mais cimentés par une matière ferrugineuse rouge. M. Bory de Saint-Vincent a décrit des lits calcaires semblables s'étendant sur la plaine de Pamplemousses presque tout entière. En retournant de grandes pierres qui gisaient dans le lit d'une rivière, à l'extrémité d'une crique abritée, près de Port-Louis et à quelques yards au-dessus du niveau des fortes marées, j'ai trouvé plusieurs coquilles de serpules encore adhérentes à la face inférieure de ces pierres.

Les montagnes dentelées voisines de Port-Louis s'élèvent à la hauteur de 2 à 3.000 pieds; elles sont constituées par des couches de basalte, séparées les unes des autres, d'une manière peu nette, par des bancs de matières fragmentaires fortement agrégés, et elles sont coupées par quelques diques verticaux. Ce basalte, généralement compact, abonde dans certaines parties en grands cristaux d'augite et d'olivine. L'intérieur de l'île est une plaine, élevée probablement d'environ 1.000 pieds au-dessus du niveau de la mer, et formée par des nappes de lave qui se sont répandues autour des montagnes basaltiques ravineées et ont comblé les vallées qui les séparent. Ces laves plus récentes sont également basaltiques, mais moins compactes, et un certain nombre d'entre elles abondent en feldspath au point qu'elles fondent en un verre de couleur pâle. Sur les bords de Great River on peut voir une coupe d'environ 500 pieds de hauteur, qui met à découvert de nombreuses nappes minces de lave basaltique séparées les unes des autres par des lits de scories. Ces laves paraissent d'origine subaérienne et semblent s'être écoulées de divers points d'éruption situés sur le plateau central, dont le plus important est, dit-on, le Piton du Milieu. Il y a aussi plusieurs cônes volcaniques qui sont probablement de cette même période moderne, repartis sur le pourtour de l'île, spécialement à l'extrémité septentrionale, où ils forment des îlots séparés.

L'ossature principale de l'île est formée par les montagnes de basalte plus compact et plus riche en cristaux. M. Bailly[4] affirme que toutes ces montagnes "se développent autour d'elle comme une ceinture d'immenses remparts, toutes affectant une pente plus ou moins inclinée vers le rivage de la mer, tandis que, au contraire, vers le centre de l'île elles présentent une coupe abrupte et souvent taillée à pic. Toutes ces montagnes sont formées de couches parallèles inclinées du centre de l'île vers la mer". Ces observations ont été discutées d'une

maniere generale par M. Quoy, dans le *_Voyage de Freycinet_*. J'ai constate leur parfaite exactitude pour autant que les moyens d'observation insuffisants dont je disposais m'aient permis de le faire[5]. Les montagnes que j'ai visitees dans le nord-ouest de l'île, notamment La Pouce, Peter Botts, Corps de Garde, Les Mamelles, et probablement une autre encore situee plus au sud, offrent precisement la forme externe et la disposition des couches decrites par M. Bailly. Elles constituent le quart environ de sa ceinture de remparts. Quoique ces montagnes soient aujourd'hui isolees, et separees les unes des autres par des breches, dont la largeur atteint meme plusieurs milles, au travers desquelles se sont repandus des deluges de lave partis de l'interieur de l'île, pourtant en voyant les grandes analogies qu'elles presentent, on reste convaincu qu'elles ont fait partie, a l'origine, d'une seule masse continue. A en juger d'apres la belle carte de l'île Maurice publiee par l'Amiraute d'apres un manuscrit francais, il existe a l'autre extremite de l'île une chaine de montagnes (M. Bambou) correspondant comme hauteur, position relative et forme exterieure, a celle que je viens de decire. Il est douteux que la ceinture ait jamais ete complete, mais on peut conclure avec certitude de ce qu'avance M. Bailly et de mes propres observations, qu'a une certaine epoque des montagnes, formees de couches inclinees vers l'exterieur et presentant vers l'interieur des flancs a pic, s'etendaient sur une grande partie de la circonference de l'île. La ceinture semble avoir ete ovale et de tres grandes dimensions, car son petit axe, mesure entre la partie interne des montagnes voisines de Port-Louis et celles des environs de Grand-Port, n'a pas moins de 13 milles geographiques de longueur. M. Bailly ne craint pas d'admettre que ce vaste golfe, comble ulterieurement en grande partie par des coulees de lave modernes, a ete forme par l'affaissement de toute la partie superieure d'un grand volcan.

Il est singulier de voir sous combien de rapports concorde l'histoire geologique de ces parties des iles San Thiago et Maurice que j'ai visitees. Dans les deux iles la ligne des cotes est suivie par une chaine courbe de montagnes presentant la meme forme exterieure, la meme stratification et la meme composition (tout au moins en ce qui concerne les couches superieures). Dans les deux cas ces montagnes semblent avoir fait partie, a l'origine, d'une masse continue. Si on compare la structure compacte et cristalline des couches de basalte qui les constituent avec celle des coulees basaltiques voisines, de formation subaerienne, on est conduit a admettre que les premieres se sont etalees en nappes sur le fond de la mer et qu'elles ont ete emergees ensuite. Nous pouvons supposer que les larges breches entre les montagnes ont ete, dans les deux cas, ouvertes par l'action des vagues, pendant leur soulevement graduel, phenomene qui a continue a se produire encore a une periode relativement recente, dans chacune de ces iles, ainsi que le montrent des preuves evidentes qu'on peut constater sur leurs rivages. Dans ces deux iles, de grandes coulees de laves basaltiques plus recentes, emises du centre de l'île, se sont etalees autour des anciennes collines basaltiques et ont comble les vallees qui les separaient; en outre, des cones d'eruptions recentes ont surgi sporadiquement sur le pourtour des deux iles; enfin, pas plus a San Thiago qu'a Maurice on ne constate d'eruption durant la

periode historique. Comme on l'a fait remarquer dans le dernier chapitre, il est probable que ces anciennes montagnes basaltiques, qui ressemblent, a bien des egards, a la partie inferieure ruinee de deux enormes volcans, doivent leur forme actuelle, leur structure et leur position a l'action de causes semblables.

Rochers de Saint-Paul.--Cette petite ile est situee dans l'ocean Atlantique, a 1 deg. environ, au nord de l'Equateur, et a 540 milles de l'Amerique du Sud, par 29 deg.15' de longitude ouest. Son point culminant ne s'eleve qu'a 50 pieds a peine au-dessus du niveau de la mer; ses contours sont irreguliers, et sa circonference entiere ne mesure que trois quarts de mille. Cette petite pointe rocheuse s'eleve a pic dans l'Ocean; et, sauf sur sa cote ouest, les sondages qu'on a operes n'ont pas atteint le fond, meme a la faible distance d'un quart de mille du rivage. Elle n'est pas d'origine volcanique, et a cause de ce fait, qui est le plus saillant de son histoire comme nous le verrons plus loin, il n'y aurait pas lieu d'en traiter dans cet ouvrage. Cette ile est formee de roches qui different de toutes celles que j'ai rencontrees, et je ne saurais les caracteriser par aucun nom; je dois donc les decrire.

La variete la plus simple, et qui est aussi l'une des plus abondantes, est une roche tres compacte, lourde, d'un noir verdatre, a cassure anguleuse et irreguliere; certaines aretes sont assez dures pour rayer le verre, et la roche est infusible. Cette variete passe a d'autres d'un vert plus pale, moins dures, mais dont la cassure est plus cristalline, translucides sur les bords et qui sont fusibles en un email vert. Plusieurs varietes sont caracterisees principalement par le fait qu'elles contiennent d'innombrables filaments de serpentine vert sombre, et que leurs interstices sont remplis par une matiere calcaire. Ces roches ont une structure concretionnee peu visible, et sont remplies de pseudo-fragments anguleux de coloration variee. Ces pseudo-fragments anguleux sont formes par la roche vert sombre decrite en premier lieu, par une variete brune, plus tendre, de serpentine et par une roche jaunatre, rude au toucher, et qui doit probablement etre rapportee a une roche serpentiniteuse. Il y a encore dans l'ile d'autres roches, tendres, vesiculaires et de nature calcaireo-ferrugineuse. On n'observe pas de stratification bien distincte, mais une partie des roches est imparfaitement laminaire, et tout l'ensemble est veine par des filons de diverses dimensions et des masses ressemblant a des veines, dont quelques-unes, qui sont calcaires et renferment de petits fragments de coquilles, sont incontestablement d'origine posterieure aux autres.

Incrustation luisante.--Une grande partie de ces roches sont revetues d'une substance polie et luisante, a eclat perle, blanc-grisatre; cet enduit suit toutes les irregularites de la surface a laquelle il adhere fortement. En examinant cette substance a la loupe, on reconnait qu'elle est formee d'un grand nombre de couches excessivement minces, dont l'epaisseur totale atteint environ un dixieme de pouce. Cette matiere est beaucoup plus dure que le spath

calcaire, mais elle peut être rayée au couteau. Au chalumeau elle s'exfolie, décrepite, noircit légèrement, émet une odeur fétide et devient fortement alcaline; elle ne fait pas effervescence aux acides[6]. Je suppose que cette substance a été déposée par l'eau qui filtre au travers des excréments d'oiseaux dont les rochers sont couverts. J'ai observé à l'île de l'Ascension des masses stalactitiques irrégulières paraissant être de la même nature, près d'une cavité de la roche qui était remplie d'une masse lamelleuse formée de fiente d'oiseaux amenée là par l'infiltration. Lorsqu'on les casse, ces masses offrent une texture terreuse, mais, à la partie externe et surtout à leur extrémité, elles sont formées d'une substance perlée, ordinairement disposée en petits globules, ressemblant à l'email des dents, mais plus fortement translucide, et assez dure pour rayer le verre. Cette substance noircit légèrement au chalumeau, dégage une odeur désagréable, devient ensuite absolument blanche en se boursoufflant un peu, et fond en un email blanc terne; elle ne devient pas alcaline et ne fait pas effervescence aux acides. Toute la masse offre un aspect ridé, comme si elle s'était fortement contractée lors de la formation de la croûte dure et luisante. Aux îles Abrolhos sur la côte du Brésil, où le guano abonde, j'ai trouvé, en grande quantité, une substance brune, arborescente, adhérent à une roche trappeenne. Cette substance ressemble beaucoup, sous sa forme arborescente, à quelques-unes des variétés ramifiées de Nullipores. Elle présente, au chalumeau, les mêmes caractères que les spécimens provenant de l'Ascension; mais elle est moins dure et moins brillante, et sa surface n'a pas l'aspect ridé.

Notes:

[1] Spallanzani, Dolomieu et Hoffmann ont décrit des faits analogues dans les îles volcaniques d'Italie. Dolomieu dit (*__Memoire sur les Isles Ponces__*, p. 86) qu'aux îles Ponta le fer a été redéposé sous forme de veines. Ces auteurs croient aussi que la vapeur dépose de la silice; il est démontré expérimentalement aujourd'hui qu'à haute température la vapeur peut dissoudre la silice.

[2] Cependant Mac-Culloch a décrit et a figuré (*__Geolog. Trans. 1st series__*, vol. IV, p. 225) un trapp dont les cavités étaient remplies de quartz et de calcedoine disposés en zones horizontales. La moitié supérieure de ces cavités est souvent remplie par des couches qui suivent toutes les irrégularités de la surface, et par de petites stalactites suspendues, formées des mêmes substances siliceuses.

[3] Dans Hooker, *__Bot. Misc__*, vol. II, p. 301, le capitaine Carmichael. Le capitaine Lloyd a décrit récemment quelques-unes de ces masses avec beaucoup de soin dans les *__Proceedings of the geological Society__* (vol. III, p. 317). Plusieurs faits intéressants sont rapportés sur ce sujet dans le *__Voyage à l'Isle de France__*, par un *__Officier du Roi__*. Consulter aussi *__Voyage aux quatre Isles d'Afrique__* par M. Bory de Saint-Vincent.

[4] *__Voyages aux Terres australes__*, t. I, p. 54.

[5] M. Lesson semble admettre les idées de M. Bailly dans la description qu'il a faite de l'île dans le *«Voyage de la "Coquille"»*.

[6] J'ai décrit cette substance dans mon *«Journal»*. Je la croyais alors constituée par un phosphate de chaux impur.

CHAPITRE III

ASCENSION

Laves basaltiques.--Nombreux cratères tronqués du même cote.--Structure singulière de bombes volcaniques.--Explosions de masses gazeuses.--Fragments granitiques éjectés.--Roches trachytiques.--Veines remarquables.--Jaspe, son mode de formation.--Concrétions dans le tuf ponceux.--Dépôts calcaires et incrustations dendritiques sur la cote.--Couches laminaires alternant avec de l'obsidienne et passant à cette roche.--Origine de l'obsidienne.--Lamination des roches volcaniques.

Cette île est située dans l'océan Atlantique, par 8 deg. lat. S. et 14 deg. long. W. Elle a la forme d'un triangle irrégulier (Voir la carte ci-jointe), dont chaque cote mesure environ 6 milles de longueur. Son point culminant se trouve à 2.870 pieds^[1] au-dessus du niveau de la mer. Elle est entièrement volcanique, et, vu l'absence de preuves contraires, je la crois d'origine subaérienne. La roche fondamentale est de nature feldspathique, elle offre partout une couleur pâle, et elle est généralement compacte. Dans la région sud-est de l'île, qui est aussi la plus élevée, on trouve du trachyte bien caractérisé et d'autres roches analogues appartenant à cette famille lithologique si variée. La circonférence presque tout entière est couverte de coulées de lave basaltique noire et rugueuse: on y voit poindre de-ci de-là une colline ou une simple pointe de rocher constituées par du trachyte qui n'a pas été recouvert. L'un de ces pointements, près du bord de la mer, au nord du fort, n'a que 2 ou 3 yards de diamètre.

«Roches basaltique»--La lave basaltique sous-jacente est extrêmement celluleuse en certains points, beaucoup moins en d'autres; sa couleur est noire, mais elle contient quelquefois des cristaux de feldspath vitreux, parfois aussi, mais rarement, une grande quantité d'olivine. Ces coulées semblent avoir été singulièrement peu fluides; leurs parois et leur extrémité sont très escarpées, et n'ont pas moins de 20 à 30 pieds de haut. Leur surface est extraordinairement raboteuse, et à distance elle paraît parsemée d'un grand nombre de petits cratères. Ces intumescences sont des monticules larges, irrégulièrement coniques, traversés de fissures, et formés par un basalte plus ou moins scoriace, comme les coulées environnantes, mais possédant une

structure colonnaire mal definie: leur hauteur au-dessus de la surface generale varie de 8 a 30 pieds, et ils ont ete formes, je pense, par l'accumulation de la lave visqueuse aux points ou elle rencontrait une plus grande resistance. A la base de plusieurs de ces monticules, et parfois aussi en des parties plus horizontales de la coulee, des cotes epaisses s'elevent a 2 ou 3 pieds au-dessus de la surface; elles sont formees de masses de basalte angulo-globulaires, ressemblant par leur forme et par leur dimension a des tuyaux de terre cuite recourbes, ou a des gouttieres de la meme matiere, mais elles ne sont pas creuses: j'ignore quelle peut avoir ete leur origine. Un grand nombre de fragments superficiels de ces coulees basaltiques offrent des formes singulierement contournes, et plusieurs specimens ressemblent, a s'y meprendre, a des blocs de bois de couleur sombre sans ecorce.

Plusieurs des coulees basaltiques peuvent etre suivies, soit jusqu'aux points d'eruption a la base de la grande masse centrale de trachyte, soit jusqu'a des collines isolees, coniques, de teinte rougeatre, qui sont eparillees sur le littoral du nord et de l'ouest de l'ile. Du haut de l'eminence centrale, j'ai compte vingt a trente de ces cones d'eruption. Le sommet tronque de la plupart d'entre eux est coupe obliquement, et tous presentent une pente vers le sud-est, point d'ou souffle le vent alize[2]. Cette structure est due, sans aucun doute, a l'action du vent, qui a pousse en plus grande quantite dans un sens que dans l'autre les fragments et les cendres rejetees pendant les eruptions. M. Moreau de Jonnes a fait une observation semblable pour les volcans des Antilles.

Bombes volcaniques--On les rencontre en grand nombre, repandues sur le sol, et quelques-unes d'entre elles se trouvent a une distance considerable de tout point d'eruption. Leur dimension varie de celle d'une pomme a celle du corps d'un homme; elles sont spheriques ou pyriformes, et l'extremite posterieure (qui repondrait a la queue d'une comete) est irreguliere et herissee de pointes saillantes; elle peut meme etre concave. Leur surface est rugueuse et traversee de fentes ramifiees; leur structure interne est irregulierement scoriacee et compacte, ou offre un aspect symetrique fort remarquable. La gravure represente tres exactement un segment irregulier d'une bombe appartenant a cette derniere espece, et dont j'ai trouve plusieurs specimens. Elle avait a peu pres la grandeur d'une tete d'homme. La partie interne tout entiere est grossierement celluleuse; le diametre moyen des vacuoles est d'un dixieme de pouce environ, mais leur dimension decroit graduellement vers la partie externe de la bombe. Cette partie interne est entouree d'une croute de lave compacte, nettement limitee, offrant une epaisseur presque uniforme d'environ un tiers de pouce. La croute est recouverte d'une enveloppe un peu plus epaisse de lave finement celluleuse (dont les vacuoles varient en diametre d'un cinquantieme a un centieme de pouce), et qui forme la surface exterieure. La limite qui separe la croute de lave compacte de l'enduit scoriace externe est nettement definie. On peut facilement se rendre compte de cette structure en supposant qu'une masse de matiere visqueuse et scoriacee soit projetee dans l'air, et animee d'un mouvement rotatoire rapide. En effet, pendant que la croute exterieure

se solidifiait par refroidissement (et prenait l'état où nous la voyons aujourd'hui), la force centrifuge, en réduisant la pression à l'intérieur de la bombe, devait permettre aux vapeurs chaudes de dilater les vacuoles, mais celles-ci, comprimées par la même force contre la croûte déjà solidifiée, devaient diminuer graduellement de volume, et à mesure qu'elles étaient plus rapprochées de cette croûte externe, leur volume devait toujours aller se réduisant jusqu'au moment où la partie interne était emprisonnée dans une croûte massive concentrique. Nous savons que des éclats peuvent être projetés d'une meule^[3] lorsqu'elle est animée d'un mouvement de rotation assez rapide, nous ne devons donc pas douter que la force centrifuge soit assez puissante pour modifier, comme nous le supposons ici, la structure d'une bombe encore à l'état plastique. Des géologues ont fait observer que la forme extérieure d'une bombe nous révèle immédiatement l'histoire de sa course aérienne, et nous constatons maintenant que sa structure interne peut nous redire presque aussi clairement le mouvement rotatoire dont elle était animée.

[Illustration: Fig. 3.--Fragment d'une bombe volcanique sphérique, dont la partie interne grossièrement celluleuse est entourée d'une couche de lave compacte recouverte d'une croûte formée par une roche finement celluleuse.]

M. Bory de Saint-Vincent^[4] a décrit des masses arrondies de lave trouvées à l'île Bourbon, qui ont une structure tout à fait semblable; pourtant son interprétation (si je la comprends bien) est fort différente de celle que j'ai donnée, car il suppose que ces corps ont roulé, comme des boules de neige, le long des flancs du cratère.

M. Beudant^[5] a décrit de singulières petites sphères d'obsidienne, dont le diamètre ne dépasse jamais 6 à 8 pouces, et qu'il a trouvées répandues à la surface du sol. Elles sont toujours de forme ovale, parfois elles sont fortement renflées par le milieu, et même fusiformes; leur surface est recouverte de crêtes et de sillons concentriques, disposés avec une certaine régularité, et qui sont tous perpendiculaires à un axe du globule; la partie interne est compacte et vitreuse. M. Beudant suppose que des masses de lave encore plastique ont été projetées dans l'air et animées d'un mouvement rotatoire autour d'un même axe, ce qui a déterminé la forme de la bombe et des côtes superficielles. Sir Thomas Mitchell m'a donné un échantillon qui semble être, à première vue, la moitié d'un globe d'obsidienne fortement aplati; il a singulièrement l'aspect d'un objet artificiel, et cet aspect est exactement représenté (en grandeur naturelle) dans la gravure ci-jointe. Cet échantillon a été trouvé, tel que nous le voyons, dans une grande plaine sablonneuse, entre les rivières Darling et Murray en Australie, et à plusieurs centaines de milles de toute région volcanique connue. Il paraît avoir été enfoui dans une matière tufacée rougeâtre, et peut-être a-t-il été transporté par les aborigènes ou par des agents naturels. La coupe ou enveloppe externe est formée d'obsidienne compacte, de couleur vert bouteille, et elle est remplie de lave noire finement celluleuse beaucoup moins transparente et moins vitreuse que l'obsidienne. La surface extérieure

porte quatre ou cinq cotes assez peu nettes, que dans la figure on a peut-etre representees en les exagerant. Nous avons donc ici la structure externe decrite par M. Beudant et la nature celluleuse interne des bombes de l'Ascension. La levre de la coupe exterieure est legerement concave, exactement comme le bord d'une assiette creuse, et son bord interne surplombe un peu de lave cellulaire centrale. Cette structure est tellement symetrique sur toute la circonference, qu'on est oblige d'admettre que la bombe a fait explosion pendant sa course aerienne, alors qu'elle etait encore animee d'un mouvement de rotation, avant d'etre entierement solidifiee, et que la levre et les bords ont ete ainsi legerement modifies et inflechis vers l'interieur. On peut observer que les cotes exterieures sont situees dans des plans perpendiculaires a un axe oblique au grand axe de l'ovoide aplati: nous devons supposer, pour expliquer ce fait, que, lors de l'explosion de la bombe, l'axe de rotation a subi un deplacement.

[Illustration: FIG. 4.--Bombe volcanique d'obsidienne d'Australie, vue de face dans la figure superieure et de profil dans la figure inferieure.]

Explosions de masses gazeuses.--Les flancs de Green Mountain et la contree environnante sont couverts d'une grande quantite de fragments incoherents, formant une masse epaisse de quelques centaines de pieds. Les couches inferieures consistent generalement en tufs a grain fin a peine consolides[6], et les lits superieurs en grands fragments detaches, alternant avec des lits de matieres moins grossieres[7]. Une couche blanche rubanee de breche ponceuse decomposee etait reployee d'une facon remarquable en fortes courbes ininterrompues, au-dessous de chacun des grands fragments du banc surincombant. Je suppose, d'apres la position relative de ces bancs, qu'un cratere a orifice etroit, occupant a peu pres l'emplacement de Green Mountain, a lance comme un enorme fusil a air, avant son extinction finale, cette vaste accumulation de materiaux meubles. Des dislocations tres importantes se sont produites posterieurement a cet evenement, et un cirque ovale a ete forme par affaissement. Cet espace affaisse se trouve au pied nord-est de Green Mountain, et il est nettement indique sur la carte qui accompagne cet ouvrage. Son grand axe, repondant a une ligne de fissure dirigee N.-E.-S.-W., a une longueur de trois cinquiemes de mille marin; les bords de ce cirque sont presque verticaux, sauf en un seul point, et ont a peu pres 400 pieds de hauteur; a la partie inferieure ils sont constitues par un basalte feldspathique de couleur pale, et a la partie superieure par du tuf et par des fragments projetes a l'etat incoherent; le fond est uni, et sous tout autre climat il se serait forme en cet endroit un lac profond. A juger par l'epaisseur du banc de fragments incoherents qui recouvre la contree environnante, la masse de matiere gazeuse qui les a projetes doit avoir ete enorme. Nous pouvons conclure vraisemblablement de ces faits, qu'apres l'explosion, de vastes cavernes auront ete formees sous le sol, et que l'ecroulement de la voute de l'une d'entre elles a forme la cavite que nous venons de decrire. Dans l'archipel des Galapagos on rencontre souvent des fosses d'un caractere semblable, mais de dimension beaucoup moindre, a la base de petits cones

d'eruption.

Fragments granitiques projetes--Il n'est pas rare de trouver dans le voisinage de Green Mountain des fragments de roches heterogenes empates dans des masses de scories. Le lieutenant Evans, a l'amabilite duquel je dois un grand nombre de renseignements, m'en a donne plusieurs specimens, et j'en ai trouve d'autres moi-meme. Ils ont presque tous une structure granitique, ils sont cassants, rudes au toucher, et leur couleur est evidemment alteree: 1. Une syenite blanche, rayee et tachetee de rouge, elle est formee de feldspath bien cristallise, de nombreux grains de quartz et de cristaux de hornblende brillants quoique petits. Le feldspath et la hornblende de cet echantillon et de ceux dont on parlera dans la suite ont ete determines a l'aide du goniometre a reflexion, et le quartz par sa maniere d'etre au chalumeau. D'apres son clivage, le feldspath de ces fragments projetes ainsi que la variete vitreuse que l'on trouve dans le trachyte, est un feldspath potassique.--2. Une masse rouge brique de feldspath, de quartz et de petites plages d'un mineral decompose dont un petit fragment m'a montre le clivage de la hornblende.--3. Une masse de feldspath blanc a cristallisation confuse, avec de petits nids d'un mineral de couleur sombre, souvent caries, arrondis sur les bords, a cassure luisante, mais sans clivage distinct; sa comparaison avec le second specimen m'a demontre que c'etait de la hornblende fondue.--4. Une roche qui, a premiere vue, semble etre une simple agregation de grands cristaux distincts de Labrador gris[8]; mais dans les interstices de ces cristaux il y a un peu de feldspath grenu blanc, de nombreuses paillettes de mica, et un peu de hornblende alteree; je ne crois pas qu'il y ait du quartz. J'ai decrit ces fragments en detail parce qu'on rencontre rarement[9] des roches granitiques projetees par des volcans et _dont les mineraux n'aient pas subi de modifications_, comme c'est le cas pour le premier specimen, et dans une certaine mesure pour le second. Un autre grand bloc trouve ailleurs merite d'etre signale; c'est un conglomeration contenant de petits fragments de roches granitiques, celluleuses et jaspeuses, et de porphyre petro-siliceux empates dans une masse fondamentale de wacke et traverses d'un grand nombre de couches minces de retinite concretionnee passant a l'obsidienne. Ces couches sont paralleles, peu etendues, et legerement incurvees, elles s'amincissent a leurs extremités et rappellent par leur forme les couches de quartz dans le gneiss. Il est probable que ces petits fragments empates n'ont pas ete projetes a l'etat isole, mais qu'ils etaient empates dans une roche volcanique fluide, voisine de l'obsidienne; nous allons voir que plusieurs varietes appartenant a la serie de cette derniere roche possedent une structure laminaire.

Roches trachytiques--Elles occupent la partie la plus elevee et la plus centrale de l'ile, ainsi que la region du sud-est. Le trachyte est ordinairement d'une couleur brun pale, tachetee de points plus fonces; il contient des cristaux de feldspath vitreux brises et ployes, des grains de fer speculaire et des points microscopiques noirs que je considere comme etant de la hornblende parce qu'ils sont

aisement fusibles et qu'alors ils deviennent magnetiques. Cependant la plupart des collines sont formees d'une pierre tres blanche, friable, et qui semble etre un tuf trachytique. L'obsidienne, le hornstone et diverses especes de roches feldspathiques laminaires sont associes au trachyte. On n'observe pas de stratification distincte, et je n'ai pu decouvrir de structure crateriforme dans aucune des collines de cette serie. Il s'est produit des dislocations considerables, et plusieurs des crevasses de ces roches sont encore beantes, ou ne sont que partiellement comblees par des fragments detaches. Quelques coulees basaltiques se sont avancees sur l'aire[10] ou s'etale le trachyte; et non loin du sommet de Green Mountain on voit une coulee de basalte vesiculaire absolument noir, contenant de petits cristaux de feldspath vitreux d'aspect arrondi.

La pierre blanche tendre, mentionnee plus haut, est remarquable par la ressemblance frappante qu'elle offre avec un tuf sedimentaire lorsqu'on la voit en masse; j'ai ete longtemps sans pouvoir me convaincre que telle n'etait pas son origine, et d'autres geologues ont eprouve les memes hesitations pour des formations presque identiques, dans des regions trachytiques. En deux points, cette pierre blanche terreuse forme des collines isolees, en un troisieme elle est associee a du trachyte colonnaire et laminaire, mais je n'ai pu reconnaitre la trace d'un contact. Cette roche contient de nombreux cristaux de feldspath vitreux et des points noirs microscopiques, et elle est mouchetee de petites taches plus foncees, exactement comme le trachyte environnant. Pourtant sa pate vue au microscope, parait generalement terreuse, mais parfois elle offre une structure nettement cristalline. Sur la colline designee sous le nom de _Crater of an old volcano_, elle passe a une variete d'un gris verdatre pale, qui n'en differe que par la couleur, et parce qu'elle n'est pas aussi terreuse; en un endroit, le passage s'opere insensiblement; en un autre, il se fait par l'intermediaire de nombreuses masses anguleuses et arrondies de la variete verdatre englobees dans la variete blanche;--dans ce dernier cas, l'aspect ressemble beaucoup a celui d'un depot sedimentaire disloque et erode pendant la formation d'une couche plus recente. Ces deux varietes de roches sont traversees d'innombrables veines tortueuses (que je decrirai plus loin); elles ne ressemblent en rien aux dikes injectes ni aux veines que j'ai pu observer ailleurs. Les deux varietes renferment quelques fragments isolees, et de dimension variable, de roches scoriacees a teinte foncee; les vacuoles d'un certain nombre de ces fragments sont partiellement remplies par la pierre blanche terreuse. Les deux varietes renferment aussi d'énormes blocs d'un porphyre cellulaire[11]. Ces fragments font saillie au-dessus de la surface de la roche alteree, et ressemblent tout a fait a des fragments empates dans un tuf sedimentaire. Mais ce fait n'est pas un argument serieux en faveur de l'origine sedimentaire de la pierre blanche terreuse[12] car on sait que le trachyte colonnaire, la phonolite[13] et d'autres laves compactes renferment quelquefois des fragments etrangers de roches celluleuses. Le passage insensible de la variete verdatre a la variete blanche, et de meme, le passage plus brusque d'une roche a l'autre determine par la presence de fragments de la premiere, empates dans la seconde, peut provenir de legeres differences dans la composition d'une meme masse de pierre

fondu, et de l'action d'arasion exercee par une masse encore fluide sur une autre masse deja solidifiee. Je crois que les singulieres veines dont il a ete question plus haut ont ete formees par une substance siliceuse qui s'est posterieurement isolee de la masse. Mais la principale raison qui me porte a croire que ces roches terreuses tendres, avec leurs fragments etrangers, ne sont pas d'origine sedimentaire, c'est qu'il est tres peu probable que des cristaux de feldspath, des points noirs microscopiques et de petites taches de couleur foncee puissent se presenter en meme proportion dans un sediment aqueux et dans des masses de trachyte compact. En outre, comme je l'ai fait observer plus haut, le microscope decele parfois une structure cristalline dans la masse fondamentale d'apparence terreuse. D'un autre cote, il est certainement fort difficile d'expliquer la decomposition partielle de masses de trachyte aussi considerables et formant des montagnes entieres.

Veines dans les masses trachytiques terreuses--Ces veines sont extremement nombreuses, elles traversent avec une allure tres complexe les varietes blanche et verte de trachyte terreux; c'est sur les flancs du _Crater of the old volcano_ qu'on les observe le mieux. Elles renferment des cristaux de feldspath vitreux, des points noirs microscopiques et de petites taches foncees, absolument comme la roche qui les environne, mais la base est fort differente, car elle est excessivement dure, compacte, assez cassante, et un peu moins fusible. L'epaisseur des veines varie beaucoup et tres brusquement, d'un dixieme de pouce a un pouce; frequemment elles s'amincissent au point de disparaitre tout a fait, non seulement a leur extremite, mais leur partie centrale s'evide parfois en laissant ainsi des ouvertures rondes, irregulieres; leur surface est rugueuse. Elles sont orientees dans tous les sens ou sont horizontales, generalement curvilignes, et souvent elles se ramifient entre elles. Par suite de leur durete, elles resistent a l'alteration; elles s'elevent de deux ou trois pieds au-dessus du sol, et s'etendent parfois sur une longueur de quelques yards; quand on frappe ces plaques de pierre, elles produisent un son analogue a celui du tambour, et on les voit distinctement vibrer, leurs fragments repandus sur le sol resonnent comme des morceaux de fer quand on les entre-choque. Elles affectent souvent les formes les plus singulieres; j'ai vu un piedestal de trachyte terreux recouvert par une portion hemispherique d'une veine, semblable a un grand parapluie, et assez large pour abriter deux personnes. Je n'ai jamais rencontre de veines semblables a celles-ci et n'en ai vu la description nulle part, mais elles ressemblent par leur forme aux veines ferrugineuses produites par segregation, et qui ne sont pas rares dans les gres, par exemple dans le _nouveau gres rouge_ d'Angleterre.

Des veines nombreuses de jaspe et d'une matiere siliceuse, qu'on rencontre au sommet de la meme colline, prouvent qu'une source abondante de silice a existe en cet endroit, et comme ces veines en forme de plaques ne different du trachyte que parce qu'elles sont plus dures, plus cassantes et moins fusibles, il semble probable que leur origine est due a la segregation ou a l'infiltration de matiere

siliceuse, de la même manière que s'opère le dépôt des oxydes de fer dans plusieurs roches sédimentaires.

Dépôt siliceux et jaspe.--Ce dépôt siliceux est tantôt tout à fait blanc, léger, sa cassure présente un éclat légèrement perle et il passe au quartz rose perle, ou bien il est d'un blanc jaunâtre, à cassure rude, et renferme alors, dans de petites cavités, une poudre terreuse. Les deux variétés se présentent, soit en grandes masses irrégulières dans le trachyte décomposé, soit en couches renfermées dans de grandes veines verticales, tortueuses et irrégulières d'une pierre compacte, rude, rouge sombre, et ressemblant à un grès. Cependant cette roche n'est autre chose qu'un trachyte décomposé; une variété à peu près semblable, mais qui affecte souvent la forme d'un gâteau de miel adhère fréquemment aux veines plates en saillie qui ont été décrites dans le paragraphe précédent. Ce jaspe a une couleur jaune d'ocre ou rouge; il se présente en grandes masses irrégulières, et quelquefois en veines, dans le trachyte décomposé et dans la masse de basalte scoriace qui lui est associée. Les vacuoles de cette dernière roche sont tapissées ou remplies de fines couches concentriques de calcedoine, recouvertes et parsemées d'oxyde de fer rouge vif. Cette roche renferme, spécialement en ses parties les plus compactes, de petits fragments irréguliers et anguleux de jaspe rouge dont les bords se confondent insensiblement avec la masse entourante; on trouve aussi d'autres fragments, d'une nature intermédiaire entre le jaspe proprement dit et la base basaltique ferrugineuse décomposée. Dans ces fragments ainsi que dans les grandes masses de jaspe en forme de veines, on remarque de petites cavités arrondies; ces cavités sont exactement de la même dimension et de la même forme que celles du basalte scoriace remplies ou tapissées de couches de calcedoine. De petits fragments de jaspe, vus au microscope, paraissent ressembler à une calcedoine dont le pigment n'aurait pas été déposé en couches, mais serait resté mélangé avec quelques impuretés à la pâte siliceuse. Le passage insensible du jaspe au basalte à moitié décomposé, sa présence en plages anguleuses qui n'occupent évidemment pas des cavités préexistantes de la roche, et l'existence dans ce jaspe de petites vésicules remplies de calcedoine comme celles de la lave scoriacée ne peuvent s'expliquer que dans l'hypothèse qu'un liquide, probablement le même qui a déposé la calcedoine dans les vacuoles, a enlevé aux parties de la roche basaltique ne renfermant pas de cavités les éléments constitutifs de cette roche, a déposé à leur place de la silice et du fer, et a formé ainsi le jaspe. J'ai observé, dans certains échantillons de bois silicifié, que, tout comme dans le basalte, les parties solides étaient transformées en une matière pierreuse homogène de couleur sombre, tandis que les cavités formées par les plus gros vaisseaux conducteurs de la sève (qu'on peut comparer aux vacuoles de la lave basaltique) et d'autres cavités irrégulières, produites apparemment par la décomposition du bois, étaient remplies de couches concentriques de calcedoine; il n'est pas douteux que, dans ce cas, la substance fondamentale homogène et les couches concentriques de calcedoine aient été déposées par un même liquide.

D'après ces considérations, je ne puis douter que le jaspe de l'île de l'Ascension doit être considéré comme une roche volcanique silicifiée, en donnant à ce mot absolument le même sens qu'on y attache quand on l'applique au bois silicifié: nous ignorons aussi bien la manière dont chaque atome de bois, alors qu'il est encore dans son état normal, puisse être enlevé et remplacé par des atomes de silice, que nous ignorons comment les parties constituantes d'une roche volcanique ont pu subir la même modification[14]. J'ai été amené à faire un examen minutieux de ces roches et à en tirer les conclusions que je viens d'exposer, en entendant exprimer par le Rev. Professeur Henslow une opinion analogue au sujet de l'origine d'un grand nombre de calcedoines et d'agates dans des roches trappéennes. Les dépôts siliceux paraissent être très fréquents, sinon tout à fait constants, dans les tufs trachytiques partiellement décomposés[15]; et comme ces collines, ainsi que nous l'avons exposé plus haut, sont formées de trachyte ayant perdu sa dureté et décomposé *in situ*, la présence, en ce cas, de silice libre constitue un exemple de plus de ce phénomène.

Concretions dans le tuf ponceux.--La colline que la carte indique sous le nom de "Crater of an old volcano" est désignée improprement; rien dans tout ce que j'ai pu observer ne justifie cette appellation, sauf que la colline se termine en un sommet circulaire ayant la forme d'une soucoupe très évasee, et d'environ un demi-mille de diamètre. Cette dépression a été presque entièrement comblée par un grand nombre de couches successives de cendres et de scories, diversement colorées et faiblement consolidées. Chaque couche cupuliforme successive se montre sur toute la périphérie, de sorte qu'il se produit plusieurs anneaux de couleur différente, donnant à la colline un aspect fantastique. L'anneau extérieur est large et de couleur blanche, ce qui le fait ressembler à une piste où l'on aurait exercé des chevaux, et lui a valu le nom de Manege du Diable, sous lequel il est le plus généralement connu. Ces couches superposées de cendres doivent être tombées sur toute la contrée environnante, mais elles ont été complètement enlevées par le vent, sauf dans cette seule dépression, où l'humidité s'accumulait sans doute, soit au cours d'une année exceptionnelle, lorsqu'il tombait de la pluie, soit pendant les orages qui accompagnent souvent les éruptions volcaniques. Une des couches, colorée en rose et formée principalement de petits fragments de ponce décomposée, est remarquable par le grand nombre de concrétions qu'elle renferme. Celles-ci sont généralement sphériques et mesurent d'un demi-pouce à trois pouces de diamètre, mais elles sont parfois cylindriques comme les concrétions de pyrite de fer que l'on trouve dans la craie d'Europe. Elles sont formées d'une pierre brun pâle, très tenace, compacte, à cassure unie et douce au toucher. Elles sont divisées en couches concentriques par de minces cloisons blanches ressemblant à la surface extérieure de la concrétion; vers la périphérie, six ou huit de ces couches sont nettement limitées, mais les couches qui se trouvent vers l'intérieur deviennent ordinairement indistinctes et se fusionnent en une masse homogène. Je pense que ces couches concentriques se sont formées par la contraction que la concrétion a subie lorsqu'elle est devenue compacte. La partie interne

est généralement divisée par de petites fentes ou septaria, qui sont tapissées de taches les unes noires et métalliques, les autres blanches et cristallines, dont je n'ai pu déterminer la nature. Quelques-unes des concrétions les plus volumineuses ne sont autre chose qu'une croûte sphérique remplie de cendres faiblement consolidées. Les concrétions contiennent une petite quantité de carbonate de chaux; un fragment exposé au chalumeau décrepité, blanchit ensuite et fond en un email globuleux, mais il ne devient pas caustique. Les cendres qui renferment les concrétions ne contiennent pas de carbonate de chaux; les concrétions ont donc été formées probablement par l'aggrégation de cette substance, comme c'est souvent le cas. Je n'ai jamais rencontré de concrétions semblables à celles-ci, et, en considérant leur degré de tenacité et de compacité, leur disposition en un lit qui n'a probablement été exposé à aucune autre humidité que celle de l'atmosphère est fort remarquable.

Formation de roches calcaires sur la côte.--Il y a sur plusieurs points de la côte d'immenses accumulations de petits fragments bien arrondis de coquilles et de coraux blancs, jaunâtres et roses, entremêlés de quelques particules volcaniques. À la profondeur de quelques pieds on constate qu'ils sont cimentés et forment une pierre dont on utilise les variétés les plus tendres pour les constructions; d'autres variétés, les unes grossières et les autres à grain fin, sont trop dures pour cet usage, et j'ai vu une masse, divisée en couches uniformes d'un demi-pouce d'épaisseur et si compactes qu'elles rendaient un son semblable à celui du flint quand on les frappait avec un marteau. Les habitants croient que ces fragments sont cimentés au bout d'un an. Cette cimentation s'opère par une matière calcaireuse, et dans les variétés les plus compactes on peut voir distinctement chaque fragment arrondi de coquille ou de roche volcanique entouré d'une enveloppe translucide de carbonate de chaux. Très peu de coquilles entières sont engagées dans ces masses agglutinées, et j'ai même examiné au microscope un grand fragment sans parvenir à découvrir le moindre vestige de stries, ou d'autres traces de forme extérieure; cela démontre que chaque particule doit avoir été roulée ça et là pendant bien longtemps avant que son tour vint d'être engagée dans la masse et cimentée[16]. Une des variétés les plus compactes soumise à l'action d'un acide s'y est complètement dissoute, à l'exception d'un peu de matière organique floconneuse; son poids spécifique était 2,63. Le poids spécifique du calcaire ordinaire varie de 2,6 à 2,75; sir H. de la Beche[17] a trouvé pour le carrare pur 2,7. C'est un fait remarquable que ces roches de l'île de l'Ascension, formées près de la surface de la mer, soient presque aussi compactes qu'un marbre qui a subi l'action de la chaleur et de la pression dans les régions plutoniques.

La grande accumulation de particules calcaires incohérentes sur le rivage, près du _Settlement_, commence au mois d'octobre en progressant vers le sud-ouest; ce fait est dû, d'après le lieutenant Evans, à un changement dans la direction des courants dominants. À cette époque, les rochers exposés à l'action de la marée à l'extrémité sud-ouest de la côte, où s'accumule le sable calcaireux, et qui sont

baignes par les courants, se recouvrent peu a peu d'une incrustation calcaire epaisse d'un demi-pouce. Elle est absolument blanche, compacte, legerement spathique en quelques parties, et elle adhere fortement aux rochers. Elle disparaît graduellement apres un temps assez court, soit qu'elle se redissolve quand l'eau est moins chargee de calcaire, soit qu'elle soit enlevee mecaniquement, ce qui est plus vraisemblable. Le lieutenant Evans a observe ces faits pendant les six annees de son sejour a l'Ascension. L'epaisseur de l'incrustation varie suivant les annees; elle etait exceptionnellement forte en 1831. Lors de ma visite, au mois de juillet, il n'y avait plus de trace d'incrustation, mais elle s'etait parfaitement conservee sur un pointement de basalte d'ou les ouvriers carriers avaient enleve, peu auparavant, une masse de pierre de taille. En tenant compte de la position des rochers exposes a l'action de la maree, et de l'epoque de l'annee pendant laquelle ils se recouvrent d'incrustations, il n'est pas douteux que, par le deplacement et le bouleversement de cette vaste accumulation de particules calcaires dont un grand nombre avaient deja ete partiellement agglutinees, les eaux de la mer se chargent tellement de carbonate de chaux qu'elles le deposent sur les premiers objets avec lesquels elles viennent en contact. Le lieutenant Holland, R.N., m'a dit que ces incrustations se font en un grand nombre de points de la cote, sur la plupart desquels il y a aussi, je crois, de grandes masses de coquilles brisees en menus fragments.

Incrustation calcaire frondescente.--C'est un depot tres remarquable a divers points de vue; il recouvre durant toute l'annee les roches volcaniques exposees a la maree et qui surplombent des plages de coquilles brisees. Son aspect general est fidelement reproduit dans la gravure, mais les frondes ou les disques dont il est forme sont ordinairement rapproches au point de se toucher. Les bords sinueux de ces frondes sont finement decoupees, et elles surplombent leurs pedestaux ou supports; leur surface superieure est legerement concave ou legerement convexe; elles offrent un beau poli et une couleur gris-fonce ou noir de jais; leur forme est irreguliere, generalement circulaire, et leur diametre varie d'un dixieme de pouce a un pouce et demi; leur epaisseur ou la hauteur dont elles s'elevent au-dessus du rocher qui les porte, varie beaucoup; elle est, le plus ordinairement peut-etre, d'un quart de pouce. Parfois les frondes deviennent de plus en plus convexes, jusqu'a passer a l'etat de masses botryoides, dont les sommets sont fissures; lorsqu'elles affectent cette forme, elles sont luisantes et d'un noir intense, au point de ressembler a une matiere metallique fondue. J'ai montre cette incrustation a plusieurs geologues, tant sous cette derniere forme que sous sa forme ordinaire, et aucun d'entre eux n'a pu lui assigner une origine, si ce n'est qu'elle etait peut-etre de nature volcanique!

[Illustration: FIG. 5.--Incrustation de calcaire et de matiere organique tapissant les rochers exposes a l'action de la maree a l'ile de l'Ascension.]

La cassure de la substance dont les frondes sont formees est tres compacte et souvent presque cristalline, avec des bords translucides

et assez durs pour rayer facilement le spath calcaire. Au chalumeau elle devient immédiatement blanche et émet une odeur animale très prononcée, semblable à celle de coquilles fraîches; elle est surtout composée de carbonate de chaux; traitée par l'acide chlorhydrique elle fait une vive effervescence et laisse un résidu de sulfate de chaux et d'oxyde de fer, mêlé à une poudre noire insoluble dans les acides à chaud. Cette dernière substance, qui est évidemment la matière colorante, paraît de nature charbonneuse. Le sulfate de chaux se trouve ici à l'état de matière étrangère, et il se présente en lamelles distinctes, excessivement petites, répandues à la surface des frondes et engagées entre les couches minces dont elles sont formées; quand on chauffe un fragment au chalumeau, ces lamelles deviennent immédiatement visibles. On peut souvent suivre le contour extérieur primitif des frondes, soit jusqu'à un petit fragment de coquille fixe dans une fente du rocher, soit jusqu'à une agglomération de ces fragments cimentés ensemble. On constate que tout d'abord l'action des vagues corrode profondément ces esquilles et les réduit à l'état de crêtes aiguës, et qu'elle les recouvre ensuite de couches successives du calcaire incrustant gris et luisant. Les inégalités du support primitif se trahissent à la surface de chaque couche successive, comme on le voit souvent dans les pierres de bezoard, lorsqu'un objet, tel qu'un clou, forme le centre de l'aggrégation. Pourtant les découpures des bords paraissent dues à l'action corrosive que le ressac exerce sur son propre dépôt, alternant avec la formation de dépôts nouveaux. J'ai trouvé sur des roches basaltiques tendres de la côte de San Thiago une couche extrêmement mince de matière calcaire brune qui, vue à la loupe, ressemblait en miniature aux frondes découpées et polies de l'île de l'Ascension; dans ce dernier cas, il n'y avait pas de base constituée par des particules étrangères faisant saillie. Quoique l'incrustation persiste à l'Ascension durant toute l'année, l'aspect délabré de certaines parties et l'aspect frais de certaines autres parties font croire que tout l'ensemble subit un cycle de destruction et de renouvellement, du sans doute aux modifications de forme de la plage qui se déplace et, par suite, aux modifications que subit l'action des brisants; c'est probablement pour cette raison que l'incrustation n'acquiert jamais une grande épaisseur. En considérant à la fois la composition de la matière incrustante et la situation des rochers qui la portent, au milieu d'une plage calcaire, je crois qu'il n'est pas douteux qu'elle est due à la dissolution et au dépôt subséquent de la matière qui forme les fragments arrondis de coquilles et de coraux[18]. C'est à cette source qu'elle puise la matière organique qui constitue évidemment le principe colorant.

On peut souvent discerner nettement la nature du dépôt, au début de sa formation, quand un fragment de coquille blanche se trouve serré entre deux frondes; le dépôt offre alors l'aspect d'une couche très mince de vernis gris pâle. Sa teinte plus ou moins foncée varie un peu, mais la couleur noir de jais qu'offrent les frondes et les masses botryoidales paraît due à la translucidité des couches grises superposées. On constate pourtant ce fait singulier que, lorsque le dépôt s'opère sur la face inférieure des rochers en saillie, ou dans des fissures, il paraît être toujours d'une couleur gris-perle pâle, même quand il atteint une épaisseur considérable; on est amené ainsi à croire que

l'action d'une lumiere abondante est necessaire au developpement de la couleur foncee, ainsi que cela semble se produire pour les coquilles des mollusques vivants, dont la partie superieure, tournee vers la lumiere, est toujours d'une teinte plus foncee que la surface inferieure et que les parties ordinairement recouvertes par le manteau de l'animal. Cette circonstance, la decoloration immediate et la production d'une odeur par l'action du chalumeau, le degre de durete et de translucidite des bords, le beau poli de la surface[19], qui rivalise, lorsqu'elle est a l'etat frais, avec celui des plus fines olives, tous ces faits etablissent une analogie frappante entre cette incrustation inorganique et les coquilles de mollusques vivants[20]. Cela me parait etre un fait physiologique interessant[21].

Bancs lamellaires remarquables alternant avec l'obsidienne et passant a cette roche--On rencontre ces bancs dans la region trachytique, a la base occidentale de Green Mountain, sous laquelle ils plongent suivant des inclinaisons tres fortes. Ils n'affleurent qu'en partie seulement, car ils sont recouverts par des produits d'eruption modernes; c'est pourquoi je n'ai pu constater leur contact avec le trachyte, ni determiner s'ils se sont etales comme des nappes de lave ou s'ils ont ete injectes dans les strates surincombantes. On observe trois bancs principaux d'obsidienne, dont le plus puissant constitue la base de la coupe. Ces bancs pierreux alternants me paraissent fort interessants; je les decrirai d'abord et m'occuperai ensuite de leur transition a l'obsidienne. Ils offrent un aspect tres varie; on peut reconnaitre cinq varietes principales, mais elles passent insensiblement l'une a l'autre par toutes les transitions.

1. Une roche gris-pale, irregulierement et grossierement lamellaire[22], rude au toucher, ressemblant a un phyllade qui aurait subi le contact d'un dike de trapp; sa cassure est a peu pres la meme que celle que donnerait une structure cristalline.

Cette roche et les varietes suivantes fondent facilement en un verre de couleur pale.

La plus grande partie de la roche est disposee en forme de gateau de miel a cavites irregulieres et anguleuses, de sorte que l'ensemble offre un aspect carie, et que certains fragments ressemblent d'une maniere remarquable a des morceaux silicifies de bois decompose. Cette variete, surtout lorsqu'elle est compacte, est souvent traversee de fines raies blanchatres; celles-ci sont droites ou elles ondulent les unes derriere les autres autour des vides allonges et caries.

2. Une roche gris bleuatre ou brun pale, compacte, lourde, homogene, a cassure angulaire, inegale et terreuse; cependant, lorsqu'on l'examine avec une forte loupe, la cassure se montre nettement cristalline, et l'on peut meme y reconnaitre des mineraux individualises.

3. Une roche de la meme nature que la precedente, mais streee d'un grand nombre de lignes blanches, paralleles, legerement ondulees, de l'epaisseur d'un cheveu. Ces lignes blanches sont d'une nature plus

crystalline que les parties intercalees entre elles, et la roche se fend suivant leur direction; elles se dilatent frequemment en formant alors de petites cavites qui sont souvent a peine visibles a la loupe. La matiere dont les lignes blanches sont formees est mieux cristallisee dans ces cavites, et le professeur Miller est parvenu, apres plusieurs essais, a determiner que les cristaux blancs, les plus grands de tous, se rapportent au quartz[23], et que les petites aiguilles vertes transparentes sont de l'augite, ou suivant la denomination qu'on leur donne le plus generalement, de la diopside. A cote de ces cristaux on observe de petits points de couleur foncee, sans trace de cristallisation, et une matiere cristalline blanche, fine et grenue qui est probablement du feldspath. Les petits fragments de cette roche sont facilement fusibles.

4. Une roche cristalline compacte zonee de lignes tres nombreuses, droites, blanches et grises, dont la largeur varie de 1/30e a 1/200e de pouce; ces couches semblent composees principalement de feldspath, et elles renferment un grand nombre de cristaux bien developpes de feldspath vitreux orientes dans le sens de leur longueur; elles sont aussi abondamment parsemees de points noirs microscopiques et amorphes disposes en rangees, et isolees les uns des autres, ou plus frequemment, reunis deux a deux, trois a trois, ou en plus grand nombre, et formant des lignes noires plus fines qu'un cheveu. Quand on chauffe au chalumeau un petit fragment de cette roche, les points noirs se fondent facilement en globules noirs brillants, qui deviennent magnetiques, caracteres applicables a bien peu de mineraux, a l'exception de la hornblende et de l'augite. D'autres points, colores en rouge, sont associes aux points noirs; ils sont magnetiques et sont certainement formes d'oxyde de fer. Dans un echantillon de cette variete, j'ai observe que les points noirs etaient agreges sous forme de cristaux minuscules autour de deux petites cavites; ils ressemblaient a des cristaux d'augite ou de hornblende, mais ils etaient trop ternes et trop petits pour pouvoir etre mesures au goniometre. J'ai pu distinguer aussi, dans le feldspath cristallin du meme echantillon, des grains qui avaient l'aspect du quartz. J'ai constate a l'aide d'une regle a paralleles que les couches grises minces et les lignes capillaires noires etaient absolument droites et paralleles entre elles. Il est impossible de suivre le passage de la roche grise homogene a ces varietes striees, ou meme de comparer le caractere des differentes couches d'un echantillon sans se convaincre que la blancheur plus ou moins parfaite de la matiere feldspathique cristalline depend du degre d'agregation plus ou moins complet de la matiere diffuse, sous forme de taches noires et rouges de hornblende et d'oxyde de fer.

5. Une roche lourde et compacte, non lamellaire, a cassure irreguliere, anguleuse et tres cristalline; elle contient un grand nombre de cristaux isolees de feldspath vitreux; la base feldspathique cristalline est tachee par un mineral noir qui, sur la surface alteree, se montre agregé en petits cristaux, dont quelques-uns sont bien developpes, tandis que le plus grand nombre ne l'est pas. J'ai montre cet echantillon a un geologue experimente, et je lui ai demande quelle en etait la nature. Il m'a repondu, comme tout autre je pense

l'eut fait a sa place, que c'etait un _greenstone_ primitif. De meme, la surface alteree de la variete zonaire que nous avons etudiee tantot (no. 4) ressemble d'une maniere frappante a un fragment use de gneiss finement lamellaire.

Ces cinq varietes, ainsi que plusieurs termes intermediaires, passent et repassent l'une a l'autre. Comme les varietes compactes sont absolument subordonnees aux autres, tout l'ensemble peut etre considere comme lamellaire ou comme zonaire. En resume, les lamelles sont tantot tout a fait droites, tantot legerement ondulees et tantot contournees; elles sont toutes paralleles entre elles et aux couches d'obsidienne intercalees, et sont d'ordinaire extremement minces. Ces lamelles consistent soit en une roche compacte d'apparence homogene, rayee de diverses nuances de gris et de brun, soit en couches cristallines de feldspath plus ou moins pur, dont l'epaisseur varie, et qui renferment des cristaux isoles de feldspath vitreux alignes suivant leur longueur; soit enfin en couches tres minces composees en grande partie de petits cristaux de quartz et d'augite, ou de points noirs et rouges d'un mineral augitique et d'un oxyde de fer, amorphes ou imparfaitement cristallises. Apres cette description detaillee de l'obsidienne, je reviens a la lamellation des roches de la serie trachytique.

Le passage des lits que nous venons de decrir aux couches d'obsidienne vitreuse s'opere de diverses manieres: 1. des masses angulo-noduleuses d'obsidienne de dimensions tres variables apparaissent brusquement, disseminees dans une roche feldspathique de couleur pale, feuilletee ou amorphe, et a cassure plus ou moins perlee; 2. de petits nodules d'obsidienne, isoles ou reunis en couches dont l'epaisseur depasse rarement un dixieme de pouce, alternent a plusieurs reprises avec des couches tres minces d'une roche feldspathique offrant, comme une agate, des zones paralleles de couleurs differentes, extremement fines, et passant parfois a la resinite; les interstices entre les nodules d'obsidienne sont generalement remplis par une matiere blanche, tendre, ressemblant a des cendres ponceuses; 3. la roche encaissante tout entiere passe brusquement a une masse concretionnee et fragmentaire d'obsidienne. Ces masses d'obsidienne sont souvent vert pale, comme les petits nodules, et generalement bigarrees de diverses nuances, parallelement aux feuillettes de la roche environnante; ainsi que les nodules, elles renferment generalement de petits spherulites blancs dont une moitie est souvent empatee dans une zone d'une nuance, et l'autre moitie dans une zone de nuance differente. L'obsidienne n'acquiert sa couleur noir de jais et sa cassure parfaitement conchoidale que lorsqu'elle est en grandes masses; pourtant, par un examen minutieux, et en exposant les echantillons a la lumiere sous differentes incidences, j'ai pu generalement discerner des zones paralleles de teinte plus au moins foncee, meme quand la roche etait en grandes masses.

L'une des roches de transition les plus communes merite, a divers egards, une description detaillee. Sa nature est fort complexe; elle est formee d'un grand nombre de couches minces, legerement ondulees, d'une matiere feldspathique a teinte pale, passant souvent a une

retinite imparfaite, alternant avec des couches constituées par d'innombrables petits globules de deux variétés d'obsidienne, et par deux variétés de spherulites empâtées dans une pâte perlée dure ou tendre. Les spherulites sont blancs et transparents ou brun foncé et opaques; les premiers sont parfaitement sphériques, de petite dimension, à structure nettement rayonnée. Les spherulites brun foncé ne sont pas aussi exactement sphériques et leur diamètre varie de 1/20^e à 1/30^e de pouce; lorsqu'on les brise, ils montrent une structure vaguement rayonnée vers leur centre qui est blanchâtre. Quelquefois deux spherulites unis n'ont qu'un seul centre d'où part la structure rayonnée; il existe parfois au centre comme un indice de cavité ou de crevasse. Ces spherulites sont tantôt séparés et tantôt réunis par deux, par trois ou en plus grand nombre, et forment des groupes irréguliers, ou plus communément des couches parallèles à la stratification de la masse. L'agregation est souvent si intime que les faces supérieure et inférieure de la couche formée par les spherulites sont exactement planes. Lorsque ces couches deviennent moins brunes et moins opaques, on ne peut plus les distinguer des zones de la roche feldspathique à teinte pâle qui alternent avec elles. Quand les spherulites ne sont pas agrégés, ils sont généralement comprimés dans le sens de la structure lamellaire de la masse, et dans ce même plan ils offrent souvent à l'intérieur des zones de différentes nuances de couleur, et à l'extérieur ils sont ornés de petites crêtes et de petits sillons. Les spherulites avec leurs sillons et leurs crêtes parallèles sont représentés grossis dans la partie supérieure de la gravure ci-jointe, mais ils ne sont pas bien dessinés; leur mode ordinaire de groupement est indiqué dans la partie inférieure de cette figure. Dans un autre échantillon, une couche mince de spherulites bruns, intimement unis, traverse une couche de même composition, comme le montre la figure 7, et cette traînée de spherulites, après avoir suivi sur une faible longueur une direction légèrement courbe, la recoupe ainsi qu'une autre couche située un peu au-dessous de la première.

[Illustration: FIG. 6.--Spherulites bruns opaques, grossis. Les spherulites représentés dans la partie supérieure de la figure portent à la surface des sillons parallèles. La structure radiale interne des spherulites du bas de la figure est accusée beaucoup trop fortement.]

Les petits nodules d'obsidienne portent aussi quelquefois des crêtes et des sillons externes, disposés parallèlement à la lamellation de la masse, mais toujours moins marqués que ceux des spherulites. Les nodules d'obsidienne sont généralement anguleux, à bords émoussés; souvent ils portent l'empreinte des spherulites adjacents qui sont toujours plus petits qu'eux. Les nodules isolés semblent rarement s'être rapprochés les uns des autres par attraction mutuelle. Si je n'avais pas trouvé quelquefois un centre d'attraction distinct dans ces nodules d'obsidienne, j'aurais été porté à les considérer comme un résidu de cristallisation qui s'est isolé durant la formation de la perlite qui les empâte et des globules spherulitiques.

[Illustration: FIG. 7.--Couche formée par l'agregation de petits spherulites bruns, coupant deux autres couches semblables. L'ensemble

est represente a peu pres en grandeur naturelle.]

Les spherulites et les petits nodules d'obsidienne de ces roches ressemblent si bien par leur structure et leur forme generale aux concrections des depots sedimentaires, qu'on est tente, a premiere vue, de leur attribuer une origine analogue. Ils ressemblent aux concrections ordinaires sous les rapports suivants: par leur forme exterieure; par l'agregation de deux, de trois ou d'un plus grand nombre d'individus en une masse irreguliere ou en une couche a faces planes; parce qu'il arrive parfois qu'une de ces couches en coupe une autre comme on l'observe pour les silex de la craie; par la presence dans une meme masse fondamentale de deux ou trois especes de nodules souvent serres les uns contre les autres; par leur structure fibreuse et radiee et l'existence accidentelle de cavites en leur centre; par la coexistence des structures lamelleuse, concrectionnee et radiee, si bien developpees dans les concrections de calcaire magnesien decrites par le professeur Sedgwick[24]. On sait que les concrections des depots sedimentaires sont dues a la separation partielle ou totale d'une substance minerale de la masse environnante, et a son agregation autour de certains centres d'attraction. Guide par ce fait, j'ai cherche a decouvrir si l'obsidienne et les spherulites (auxquels on peut ajouter la marekanite et la perlite qui se presentent toutes deux en concrections noduleuses dans les roches trachytiques) different par leur composition des mineraux qui forment generalement les roches trachytiques. Les resultats de trois analyses ont demontre que l'obsidienne contient en moyenne 76 p. 100 de silice; d'apres une analyse, les spherulites en contiennent 79,12 p. 100; la marekanite 79,25 p. 100 (deux analyses) et la perlite 75,62 p. 100 (deux analyses)[25]. Or, pour autant qu'on puisse les determiner, les elements du trachyte sont le feldspath contenant 65,21 p. 100 de silice, ou l'albite, qui en contient 69,09 p. 100, la hornblende, qui en renferme 55,27 p. 100[26], et l'oxyde de fer; de sorte que les substances vitreuses concrectionnees que nous avons mentionnees plus haut contiennent toutes une proportion de silice superieure a celle qui existe ordinairement dans les roches feldspathiques ou trachytiques. D'Aubuisson[27] a fait remarquer aussi combien la teneur en silice est forte relativement a celle de l'alumine dans six analyses d'obsidienne et de perlite donnees dans la *_Mineralogie_ de Brongniart*. De tous ces faits je conclus que les concrections susdites ont ete formees par un procede d'agregation identique a celui dont on constate l'action dans les depots sedimentaires. Ce procede agit principalement sur la silice, mais il exerce aussi son action sur une partie des autres elements de la masse environnante, et produit ainsi les diverses varietes concrectionnees. En considerant l'influence bien connue du refroidissement rapide[28] sur la production de la texture vitreuse, il parait necessaire d'admettre que, dans des cas semblables a celui de l'Ascension, la masse entiere a du se refroidir uniformement, mais en tenant compte des alternances multiples et compliquees de nodules et de couches minces a texture vitreuse avec d'autres couches entierement pierreuses ou cristallines, sur un espace de quelques pieds ou meme de quelques pouces, il est possible, a la rigueur, que les diverses parties se soient refroidies avec des rapidites differentes, et qu'elles aient acquis ainsi leurs textures

variees.

Les spherulites naturelles de ces roches[29] ressemblent beaucoup a celles qui se produisent dans le verre lorsqu'il se refroidit lentement. Dans de beaux echantillons de verre partiellement devitrifie appartenant a M. Stokes, on voit les spherulites reunies en couches rectilignes a faces planes, paralleles les unes aux autres et a l'une des surfaces exterieures, absolument comme dans l'obsidienne. Ces couches se ramifient parfois et s'anastomosent; mais je n'ai constate aucun cas de veritable intersection. Elles forment le passage des parties parfaitement vitreuses a celles qui sont presque entierement homogenes et pierreuses, et qui ne presentent qu'une structure concretionnee peu nette. Dans les memes echantillons, on observe aussi des spherulites engagees dans la masse et tres rapprochees les unes des autres, elles sont faiblement differenciees par leur structure et leur couleur. En presence de ces faits, les idees que nous avons exposees plus haut sur l'origine concretionnaire de l'obsidienne et des spherulites naturelles trouvent une confirmation dans l'interessante notice que M. Dartigues[30] a publiee sur ce sujet et ou il attribue la production des spherulites dans le verre a ce que les divers elements s'agregent en obeissant chacun a son propre mode d'attraction. Il est amene a cette conclusion en observant la difficulte qu'on eprouve a refondre du verre spherulitique sans avoir au prealable pile soigneusement et melange toute la masse, et en considerant aussi le fait que la transformation s'opere le plus facilement dans du verre compose d'un grand nombre de substances. En confirmation des idees de M. Dartigues, je ferai remarquer que M. Fleuriau de Bellevue[31] a constate que les parties spherulitiques du verre devitrifie se comportent autrement sous l'action de l'acide nitrique et au chalumeau que la pate compacte dans laquelle elles etaient engagees.

Comparaison des bancs d'obsidienne et des couches alternantes de l'Ascension avec ceux d'autres contrees.--J'ai ete frappe de voir a quel point les observations que j'ai faites a l'Ascension concordaient avec l'excellente description des roches d'obsidienne de Hongrie, qui a ete donnee par Beudant[32], avec celle de la meme formation au Mexique et au Perou par de Humboldt[33], et avec les descriptions des regions trachytiques des iles italiennes donnees par divers auteurs[34]. Plusieurs passages auraient pu etre copies sans modifications dans les ouvrages des auteurs que je viens de citer, et auraient pu s'appliquer a notre ile. Tous les auteurs s'accordent sur le caractere lamellaire et stratifie de la serie entiere, et de Humboldt parle de quelques bancs d'obsidienne qui sont rubanes comme du jaspe[35]. Tous constatent le caractere noduleux ou concretionne de l'obsidienne, et le passage des nodules a des couches. Tous insistent sur les alternances repetees de couches vitreuses, perlees, lithoides et cristallines qui se produisent souvent suivant des surfaces ondulees. Pourtant les couches cristallines semblent beaucoup mieux developpees a l'Ascension que dans les autres contrees designees plus haut. D'apres de Humboldt, un certain nombre des bancs lithoides ressemblent de loin a des couches de gres schisteux. Suivant ces

auteurs, les spherulites sont toujours abondantes, et elles paraissent marquer partout le passage des bancs parfaitement vitreux aux bancs lithoïdes et cristallins. La description que Beudant[36] donne de sa "perlite lithoïde globulaire" pourrait avoir été écrite, jusque dans ses moindres détails, pour les petits globules spherulitiques bruns des roches de l'Ascension.

La grande ressemblance qui existe, sous tant de rapports, entre les formations d'obsidienne de Hongrie, du Mexique, du Pérou, de certaines îles italiennes et celles de l'Ascension, me fait croire qu'en toutes ces contrées l'obsidienne et les spherulites doivent leur origine à un concrétionnement de la silice, et de quelques-uns des autres éléments constitutifs, s'opérant pendant que la masse liquéfiée se refroidissait avec la rapidité voulue. On sait cependant qu'en diverses localités l'obsidienne s'est répandue en coulées comme la lave, par exemple à Tenerife, aux îles Lipari et en Islande[37]. Les parties superficielles sont alors les plus parfaitement vitreuses, l'obsidienne se transformant à la profondeur de quelques pieds en une pierre opaque. Dans une analyse faite par Vauquelin d'un échantillon d'obsidienne de l'Hecla, qui avait probablement coulé comme une lave, la proportion de silice est à peu près la même que dans l'obsidienne noduleuse et concrétionnée du Mexique. Il serait intéressant de déterminer si les parties intérieures opaques et la surface vitreuse externe contiennent la même proportion d'éléments constitutifs. Nous savons, d'après M. Dufrenoy[38], que la composition des parties internes et externes d'une même coulée de lave est parfois fort différente. Quand même la masse totale de la coulée serait uniformément composée d'obsidienne noduleuse, il suffirait, d'après les faits que nous venons de rapporter, de supposer qu'au moment de l'émission de la lave ses éléments constitutifs étaient mélangés en même proportion que dans l'obsidienne concrétionnée.

Structure lamellaire de roches volcaniques de la série trachytique.--Nous avons vu que, dans des contrées diverses et fort éloignées les unes des autres, les strates qui alternent avec les lits d'obsidienne sont fortement lamellaires. En outre, les nodules de l'obsidienne, quelles que soient leurs dimensions, sont zones de différentes nuances, et j'ai vu dans la collection de M. Stokes un échantillon provenant du Mexique dont la surface externe était décomposée[39] et portait des crêtes et des sillons correspondant à des zones plus ou moins vitreuses. En outre, de Humboldt[40] a trouvé au pic de Tenerife une coulée d'obsidienne subdivisée par des couches de ponce alternantes et très minces. Un grand nombre d'autres laves de la série feldspathique sont lamellaires; ainsi, à l'Ascension, des masses de trachyte ordinaire sont divisées par des lignes terreuses fines, suivant lesquelles la roche se divise et qui séparent de minces couches à couleurs peu tranchées. En outre, la plupart des cristaux empâtés de feldspath vitreux sont alignés suivant cette même direction. M.P. Scrope[41] a décrit un trachyte colonnaire remarquable des îles Ponza, qui paraît avoir été injecté dans une masse surincombante de conglomérat trachytique; il est rayé de zones souvent extrêmement fines se distinguant par la texture et la couleur; les

zones les plus dures et les plus foncées paraissent contenir une plus grande proportion de silice. Dans une autre partie de l'île, il existe des couches de perlite et de retinite ressemblant, sous beaucoup de rapports, à celles de l'Ascension. Dans le trachyte colonnaire, les zones sont ordinairement contournées; elles s'étendent sans interruption sur une grande longueur, suivant une direction verticale paraissant être parallèle aux faces latérales de la masse qui affecte la forme d'un dike. Von Buch[42] a décrit à Tenerife une coulée de lave contenant d'innombrables cristaux de feldspath minces et tabulaires, disposés comme des fils blancs, l'un derrière l'autre, et orientés pour la plupart suivant une même direction. Dolomieu[43] constate aussi que les laves grises du cône moderne de Vulcano, dont la texture est vitreuse, sont rayées de lignes blanches parallèles; il décrit ensuite une roche ponceuse résistante à structure fissile comme celle de certains schistes micacés. Le phonolite, qui, comme on le sait, est souvent, sinon toujours, une roche d'injection, a fréquemment aussi une structure fissile; cette structure est due généralement à l'orientation parallèle des cristaux de feldspath empâtés, mais semble parfois à peu près indépendante de leur présence, comme on l'observe à Fernando Noronha[44]. Ces faits nous montrent que des roches feldspathiques de diverses espèces présentent soit une structure lamellaire, soit une structure fissile, et que ces structures s'observent sur des masses injectées dans des strates surincombantes, et sur d'autres masses qui ont coulé comme des laves.

Les feuillets des bancs qui alternent avec l'obsidienne à l'Ascension plongent, suivant un angle très prononcé, sous la montagne au pied de laquelle les bancs se trouvent, et ils ne semblent pas devoir cette inclinaison à un mouvement violent. Au Mexique, au Pérou et dans certaines des îles italiennes[45], ces bancs offrent habituellement une forte inclinaison; en Hongrie, au contraire, les couches sont horizontales. En outre, si je comprends bien la description qui en a été donnée, les lamelles d'un certain nombre des coulées de lave citées plus haut semblent être fortement inclinées ou verticales. Je doute qu'en aucun de ces cas les feuillets aient été amenés à leur position actuelle postérieurement à leur formation, et dans certains exemples, comme dans celui du trachyte décrit par M. Scrope, il est presque certain qu'ils ont été formés originairement dans une position fortement inclinée. Dans plusieurs de ces cas, il est évident que la masse de roche liquéfiée s'est déplacée suivant la direction des lamelles. À l'Ascension, plusieurs des vacuoles paraissent étirées et sont traversées par des fibres grossières semi-vitreuses dirigées dans le sens des lamelles, et certaines couches qui séparent les globules sphérolitiques ont un aspect scorifique qui paraît dû au frottement que les globules leur ont fait subir. J'ai vu dans la collection de M. Stokes un spécimen d'obsidienne zonée du Mexique, dans lequel les surfaces des couches les plus nettement définies étaient striées ou sillonnées de lignes parallèles, et ces lignes ou stries ressemblaient exactement à celles qui se produisent à la surface d'une masse de verre artificiel en fusion quand on le repand du vase qui le renferme. Humboldt aussi a décrit de petites cavités, qu'il compare à la queue des comètes et qui s'étalent derrière des sphérolites dans des obsidiennes lamellaires du Mexique; et M. Scrope a décrit d'autres

cavités à la partie postérieure de fragments empâtés dans un trachyte lamellaire; il croit qu'elles se sont formées pendant que la masse était en mouvement[46]. D'après ces faits, plusieurs auteurs ont attribué la lamellation de ces roches volcaniques au mouvement qu'elles ont subi quand elles étaient à l'état liquide. Quoiqu'il soit facile de comprendre pourquoi chaque vacuole, ou chaque fibre de pierre ponce[47], doit être étirée dans le sens du mouvement de la masse, on ne voit nullement pour quelle raison le mouvement aurait disposé ces vacuoles et ces fibres dans les mêmes plans, et en lames absolument droites et parallèles entre elles qui sont souvent d'une finesse extrême; et l'on voit encore beaucoup moins pour quelle cause ces couches arrivent à présenter une composition presque semblable avec une structure différente.

Pour chercher à établir la cause qui a déterminé la lamellation de ces roches feldspathiques ignées, rappelons les faits décrits d'une manière si détaillée à l'Ascension. Nous voyons qu'un certain nombre des couches les plus minces sont constituées, en très grande partie, par de nombreux cristaux excessivement petits, quoique parfaits, de divers minéraux; que d'autres couches sont formées par la réunion de globules concrétionnés de différentes espèces, et que souvent on ne saurait distinguer les couches ainsi constituées des couches feldspathiques ordinaires et des couches de rétinite, dont la masse totale est constituée en grande partie. À en juger par plusieurs cas semblables, la structure fibro-radiale des spherulites paraît allier la tendance à la concrétion avec la tendance à la cristallisation; en outre, les cristaux isolés de feldspath sont tous disposés dans les mêmes plans parallèles[48]. Ces forces en se combinant ont joué, par conséquent, un rôle important dans la lamellation de la masse, mais elles ne sauraient être considérées comme la force primordiale; car les nodules des différentes espèces, les petits aussi bien que les plus grands, sont striés intérieurement par des zones nuancées excessivement fines, parallèles à la lamellation de la masse totale; et un grand nombre d'entre eux portent aussi à la surface des sillons et des crêtes parallèles dirigés dans cette même direction, et qui n'ont pas été produits par décomposition.

On peut voir distinctement que quelques-unes des stries colorées les plus fines des couches lithoïdes alternant avec l'obsidienne sont dues à un commencement de cristallisation des minéraux constitutifs. On peut aussi constater avec certitude que le degré de cristallisation atteint par les minéraux est en rapport avec la dimension plus ou moins grande, et avec le nombre des fissures ou des petites vacuoles aplaties et échancrees. Des faits nombreux prouvent que la cristallisation est considérablement facilitée quand elle peut s'opérer dans un espace libre, comme le montrent les géodes, et les cavités du bois silicifié, des roches primaires et des filons. J'en conclus que si, pendant le refroidissement d'une masse rocheuse volcanique, une cause quelconque vient à provoquer la formation d'un certain nombre de petites fissures, ou de zones de moindre tension (qui pourront souvent se transformer par dilatation en vacuoles à contours irréguliers sous l'action des vapeurs comprimées), la cristallisation des parties constitutives et probablement la formation

de concrétions s'opérera dans ces zones ou y sera notablement facilitée. Il se produira ainsi une structure lamellaire du genre de celle que nous étudions en ce moment.

Pour expliquer la formation des zones parallèles de moindre tension dans les roches volcaniques durant leur consolidation, nous devons admettre l'intervention d'une cause encore indéterminée; tel est le cas pour les couches minces alternantes d'obsidienne et de ponces décrites par de Humboldt, et pour les petites vacuoles aplaties et irrégulières qu'on observe dans les roches lamellaires de l'Ascension; car nous ne pouvons concevoir autrement pour quelle raison les vapeurs contenues dans la masse formeraient par leur expansion des vacuoles ou des fibres disposées en plans séparés parallèles, au lieu de se répandre irrégulièrement dans la roche tout entière. J'ai vu dans la collection de M. Stokes un bel exemple de cette structure dans un spécimen d'obsidienne du Mexique, nuance et zone comme la plus belle agate, de nombreuses couches droites et parallèles, plus ou moins blanches et opaques ou presque parfaitement vitreuses; le degré d'opacité et de vitrification dépendant de l'abondance plus ou moins grande de vacuoles aplaties microscopiques. Dans cet exemple il semble certain que la masse à laquelle appartenait le fragment a été soumise à quelque action, vraisemblablement prolongée, qui a déterminé une légère différence de tension entre les plans successifs.

Plusieurs causes paraissent pouvoir provoquer la formation de zones d'inégale tension dans des masses à demi liquéfiées par la chaleur. J'ai observé dans un fragment de verre devitrifié des couches de sphérolites qui, d'après la manière dont elles étaient brusquement recourbées, semblaient formées par une simple contraction de la masse dans le vase où elle s'était refroidie. Pour certains dikes de l'Etna décrits par M. Elie de Beaumont[49], et qui sont bordés par des bandes alternantes de roches scoriacée et compacte, on est conduit à supposer que l'étirement des couches environnantes qui a provoqué la formation des fissures s'est continué pendant que la roche injectée demeurait fluide. Cependant, si on se laisse guider par la description si lucide donnée par le professeur Forbes[50] de la structure zonaire de la glace des glaciers, on arrive à admettre que l'interprétation la plus vraisemblable de la structure lamellaire de ces roches feldspathiques doit être cherchée dans l'étirement qu'elles ont subi lorsqu'elles s'écoulaient lentement suivant la pente alors qu'elles étaient encore à l'état pâteux[51], exactement comme la glace des glaciers en mouvement s'étend et se fissure. Dans les deux cas on peut comparer les zones à celles des plus fines agates; elles s'étendent toujours dans la direction suivant laquelle la masse a coulé, et celles qui sont visibles à la surface sont généralement verticales. Dans la glace les lames poreuses sont rendues distinctes par la congélation subséquente d'eau infiltrée, et dans les laves feldspathiques lithoïdes par l'intervention postérieure des actions cristalline et concrétionnaire. Le fragment d'obsidienne vitreuse de la collection de M. Stokes et qui est zone de petites vacuoles, doit ressembler d'une manière frappante à un fragment de glace zonaire si on en juge d'après la description du professeur Forbes. Si le mode de refroidissement et la nature de la masse avaient favorisé sa cristallisation, ou le

concretionnement, nous aurions pu constater dans l'échantillon dont il s'agit, de belles zones parallèles différenciées par leur texture et leur composition. Dans les glaciers les zones de glace poreuse et de petites fissures paraissent dues à un commencement d'étirement provoqué par le fait que les parties centrales du glacier progressent plus rapidement que les parties latérales et que le fond, dont la marche est retardée par le frottement. C'est pour cette raison que les zones deviennent horizontales dans certains glaciers d'une forme déterminée, et à l'extrémité inférieure de presque tous les glaciers. On pourrait se demander si les laves feldspathiques à lamelles horizontales ne nous offrent pas un cas analogue. Tous les géologues qui ont étudié des régions trachytiques sont arrivés à conclure que les laves de cette série n'ont été qu'imparfaitement fluides. Il est évident, en outre, que les matières qui ont eu une faible fluidité sont les seules qui puissent se fissurer et où les différences de tension puissent provoquer la disposition zonale, comme nous l'admettons ici. C'est peut-être pour cette raison que les laves augitiques, qui semblent généralement avoir joui d'un haut degré de fluidité, ne sont pas^[52] divisées en lames de composition et de texture différentes, comme les laves feldspathiques. En outre, dans la série augitique, il ne paraît jamais exister de tendance à l'action concrétionnaire qui joue, comme nous l'avons vu, un rôle important dans la structure lamellaire des roches de la série trachytique, ou qui, tout au moins, contribue à rendre cette structure apparente.

Quelle que soit l'opinion qu'on puisse avoir sur l'interprétation que je viens de donner ici de la structure lamellaire des roches trachytiques, je me permets d'attirer l'attention des géologues sur ce seul fait, qu'à l'île de l'Ascension, dans une masse rocheuse d'origine incontestablement volcanique, il s'est produit des couches souvent très minces, absolument droites et parallèles entre elles. Une partie de ces couches sont composées de cristaux isolés de quartz et de diopside, auxquels s'ajoutent des taches amorphes de nature augitique et des grains de feldspath. D'autres couches sont entièrement constituées par ces taches augitiques noires avec des granules d'oxyde de fer. Enfin, un certain nombre de couches sont formées de feldspath cristallin plus ou moins pur, associé à de nombreux cristaux de feldspath orientés dans le sens de leur longueur. Il y a des raisons de croire que, dans cette île, les lamelles ont été formées originellement dans la position fortement inclinée qu'elles occupent aujourd'hui, et ce fait est parfaitement établi pour d'autres roches analogues. Les faits de ce genre sont incontestablement importants quant à l'origine de la structure de cette grande série de roches plutoniques qui, de même que les roches volcaniques, ont été soumises à l'action de la chaleur, et qui sont formées de couches alternantes de quartz, de feldspath, de mica et d'autres minéraux.

Notes:

[1] *Geographical Journal*, vol. V, p. 243.

[2] M. Lesson a observé ce fait (Voir la *Zoologie du voyage de la*

"Coquille", p. 490). M. Hennes (_Geolog. Proceedings_, 1835, p. 189) fait observer en outre qu'à l'Ascension les lits de cendre les plus étendus se trouvent invariablement du côté sous le vent.

[3] Nichol, _Architecture of Heavens_.

[4] _Voyage aux Quatre Isles d'Afrique_, t. I, p. 222.

[5] _Voyage en Hongrie_, t. II, p. 214.

[6] Une variété de cette péperine ou tuf est assez dure pour ne pouvoir être brisée même sous la pression la plus forte des doigts.

[7] À la partie nord de Green Mountain, on observe une couche mince d'oxyde de fer compacte, épaisse d'un pouce environ, qui s'étend sur une surface considérable; elle est en stratification concordante avec la partie inférieure de la masse stratifiée de cendres et de fragments. Cette substance est d'un brun rougeâtre, à éclat presque métallique; elle n'est pas magnétique, mais le devient lorsqu'elle a été chauffée au chalumeau, elle noircit alors et fond en partie. Cette roche compacte retient la petite quantité d'eau de pluie qui tombe dans l'île, et donne naissance ainsi à une petite source coulant goutte à goutte, que Dampier a découverte le premier. C'est la seule eau douce que l'on trouve dans l'île, de sorte qu'elle n'est habitable que grâce à l'existence de cette couche ferrugineuse.

[8] Le professeur Miller a bien voulu examiner ce minéral. Il a observé deux bons clivages de 86 deg.30' et 86 deg.50'. La moyenne de plusieurs clivages que j'ai mesurés était 86 deg.30'. Le professeur Miller constate que ces cristaux, réduits en poudre fine, sont solubles dans l'acide chlorhydrique avec résidu de silice; l'addition d'oxalate d'ammonium donne un abondant précipité de chaux. Il fait remarquer, en outre, que, d'après von Kobell, l'anorthite (minéral qu'on rencontre dans les fragments projetés au Monte Somma) est toujours blanche et transparente, de sorte que, s'il en est ainsi, ces cristaux de l'Ascension doivent être considérés comme du feldspath Labrador. Le professeur Miller ajoute qu'il a vu dans _Erdmann's Journal fuer technische Chemie_ la description d'un minéral rejeté par un volcan, qui offrait les caractères extérieurs du Labrador, mais dont la composition différait de celle donnée pour cette espèce par les minéralogistes. L'auteur attribuait cette différence à une erreur dans l'analyse du Labrador qui est fort ancienne.

[9] Daubeny remarque, dans son ouvrage sur les _Volcans_ (p. 386), qu'il en est ainsi; et de Humboldt dit (_Personal Narrative_, vol. I, p. 236) qu' "en général les masses de roches primitives connues, je veux parler de celles qui ressemblent parfaitement à nos granites, gneiss et micaschistes, sont fort rares dans les laves; les substances que nous désignons généralement sous le nom de granite et qui ont été projetées par le Vesuve, sont des mélanges de nepheline, de mica et de pyroxène".

[10] Cette aire est limitée approximativement par une ligne embrassant

Green Mountain et se prolongeant jusqu'aux collines designees sous les noms de Weather Port Signal, Holyhead et _the Crater of an old volcano_ (cette derniere appellation est inexacte dans le sens geologique du mot).

[11] Le porphyre est de couleur foncee; il contient de nombreux cristaux de feldspath blanc opaque, souvent brises, et des cristaux d'oxyde de fer en decomposition; ses vacuoles renferment de petites masses cristallines capillaires qu'on pourrait rapporter a l'analcime.

[12] Le Dr Daubeny (On Volcanoes, p. 180) parait avoir ete amene a croire que certaines formations trachytiques d'Ischia et du Puy-de-Dome, qui ressemblent de tres pres a celles de l'Ascension, etaient d'origine sedimentaire; il basait principalement cette opinion sur la presence frequente dans ces roches "de fragments scoriaces dont la teinte differe de celle de la masse englobante". Le Dr Daubeny ajoute que, d'un autre cote, Brocchi et d'autres geologues eminents ont considere ces lits comme des varietes terreuses de trachyte; d'apres lui le sujet merite de faire l'objet de nouvelles etudes.

[13] D'Aubuisson, _Traite de Geognosie_, t. II, p. 548.

[14] Beudant (_Voyage en Hongrie_, t. III, p. 502, 504) decrit des masses reniformes de jaspe opale, qui passent insensiblement au conglomérat trachytique environnant ou y sont empatees comme des silex dans la craie, et il les compare aux fragments de bois opalise qui abondent dans la meme formation. Pourtant Beudant semble avoir considere le processus de leur formation plutot comme une simple infiltration que comme un echange moleculaire, mais la presence d'une concretion differant absolument de la matiere englobante me semble exiger un deplacement, soit chimique, soit mecanique, des atomes qui occupaient l'espace ulterieurement rempli par cette concretion, si elle ne s'est pas formee dans une cavite preexistante. Le jaspe opale de Hongrie passe a la calcedoine, c'est pourquoi, dans ce cas comme dans celui de l'Ascension, l'origine du jaspe parait etre en rapport intime avec celle de la calcedoine.

[15] Beudant (_Voyage mineralogique_, t. III, p. 507) en cite des exemples en Hongrie, en Allemagne, au Plateau Central de France, en Italie, en Grece et au Mexique.

[16] Les oeufs de tortues enfouis par ces animaux peuvent quelquefois etre emprisonnes dans cette roche massive. M. Lyell a donne une figure (_Principles of Geology_, livre III, ch. xvii) representant des oeufs ainsi empates dans la roche et renfermant le squelette de jeunes tortues.

[17] _Researches in Theoretical Geology_, p. 12.

[18] Ainsi que je l'ai fait remarquer, le sulfate de chaux constitue une matiere etrangere et doit avoir ete extrait de l'eau de mer. C'est donc un fait interessant de voir les vagues de l'Ocean assez chargees de sulfate de chaux pour le deposer sur les rochers contre lesquels

elles se brisent a chaque maree. Le Dr Webster a decrit (*_Voyage of the Chanticleer_*, vol. II, p. 319) des lits de gypse et de sel marin atteignant deux pieds d'epaisseur, formes par l'evaporation des embruns sur les rochers de la cote exposes a l'action du vent dominant. De belles stalactites de gypse, ressemblant a des stalactites calcaires, se sont formees pres de ces lits. On trouve aussi des masses amorphes de gypse dans des cavernes de l'interieur de l'ile, et j'ai vu a Cross Hill (un ancien cratere) une quantite considerable de sel suintant d'une pile de scories. Dans ces derniers cas le sel et le gypse semblent etre des produits volcaniques.

[19] D'apres le fait decrit dans mon *_Journal of Researches_* (p. 12), d'une couche d'oxyde de fer deposee par un ruisseau sur les roches de son lit (comme un revetement a peu pres semblable qui existe aux grandes cataractes de l'Orenoque et du Nil) et qui prend un beau poli aux endroits ou le remous se fait sentir, je suppose que le polissage est produit ici egalement par la meme cause.

[20] J'ai decrit, dans le chapitre consacre aux rochers de Saint-Paul, une substance luisante et perlee qui recouvre ces rochers, et une incrustation stalactitique, de l'ile de l'Ascension, d'une nature analogue, dont la croute ressemble a l'email des dents, mais est assez dure pour rayer le verre. Ces deux substances renferment une matiere organique qui parait provenir de l'eau filtrant au travers d'amas de fiente d'oiseaux.

[21] M. Horner et sir David Brewster ont decrit (*_Philosophical Transactions_*, 1836, p. 65) une singuliere "substance artificielle ressemblant a celle qui constitue les coquilles". Cette substance se depose en lames fines de couleur brune, transparentes, presentant une surface tres lisse et des proprietes optiques speciales, a l'interieur d'un vase contenant de l'eau, ou l'on fait tourner rapidement un linge enduit d'une couche de colle et ensuite d'une couche de chaux. Cette substance est beaucoup plus tendre, plus transparente, et contient plus de matiere organique que l'incrustation naturelle de l'Ascension; pourtant nous constatons encore une fois ici la forte tendance que manifestent le carbonate de chaux et la matiere organique a former une substance solide voisine de celle de la coquille des mollusques.

[22] Ce terme peut preter a un malentendu parce qu'on peut l'appliquer soit a des roches divisees en feuillettes de composition identique, soit a des couches fortement adherentes les unes aux autres sans tendance a la fissilite, mais constituees par des mineraux differents, ou presentant des zones de couleurs differentes. Au cours du present chapitre le terme lamellaire est pris dans ce dernier sens, et j'ai employe le mot fissile lorsqu'une roche homogene se divise suivant une direction determinee comme c'est le cas pour les ardoises.

[23] Le professeur Miller m'informe que les cristaux qu'il a mesures presentaient les faces P, α , β de la figure 147 donnee par Haidinger dans sa traduction de Mohs; et il ajoute qu'il est remarquable qu'aucun de ces cristaux ne presente la moindre trace des faces γ du prisme hexagonal regulier.

[24] *Geological Transactions*, vol. III, part. 1, p. 37.

[25] Ces analyses ont été prises dans le *Traité de Mineralogie* de Beudant, t. II, p. 113; et une analyse d'obsidienne dans *Phillips's Mineralogy*.

[26] Ces analyses sont prises dans von Kobell, *Grundzuege der Mineralogie*, 1838.

[27] *Traité de geognosie*, t. II, p. 535.

[28] On constate ces faits dans la fabrication du verre ordinaire, et dans les expériences de Gregory Watt sur le trapp fondu; on les observe aussi sur la surface naturelle des coulées de lave et sur les flancs latéraux des dikes.

[29] J'ignore s'il est généralement connu qu'on rencontre parfois dans les agates des corps présentant exactement le même aspect que les spherulites. M. Robert Brown m'a montré une agate formée dans une cavité d'un morceau de bois silicifié, portant de petites taches à peine visibles à l'œil nu; vues à l'aide d'une forte loupe, ces taches offraient un très bel aspect; elles étaient exactement circulaires et consistaient en fibres extrêmement fines, de couleur brune, rayonnant fort régulièrement autour d'un centre commun. Ces petites étoiles rayonnantes sont quelquefois coupées et partiellement entamées par les fines zones rubanées de l'agate. Dans l'obsidienne de l'Ascension, les deux moitiés d'une spherulite sont souvent engagées dans des zones de couleur différente, mais elles ne sont pas entamées par ces dernières comme dans l'agate.

[30] *Journal de physique*, t. LIX (1804), pp. 10, 12.

[31] *Id.*, t. LX (1805), p. 418.

[32] *Voyage en Hongrie*, t. I, p. 330; t. II, pp. 221 et 315; t. III, pp. 369, 371, 377, 381.

[33] *Essais geognostiques*, pp. 176, 326, 328.

[34] P. Scrope, *Geological Transactions*, vol. II (second series), p. 195. Consulter aussi: Dolomieu, *Voyage aux Isles Lipari*, et D'Aubuisson, *Traité de geognosie*, t. II, p. 534.

[35] J'ai observé que dans les obsidiennes du Mexique formant la belle collection de M. Stokes, les spherulites sont ordinairement beaucoup plus grandes que celles de l'Ascension; elles sont généralement blanches, opaques, et sont accolées en couches distinctes. Plusieurs variétés remarquables diffèrent de toutes celles de l'Ascension. Les obsidiennes présentent des zones minces, absolument droites ou ondulées, qui ne se distinguent de la masse que par des différences extrêmement faibles de nuance, de porosité ou d'état vitreux plus ou moins parfait. En suivant un certain nombre des zones les moins

nettement vitreuses, on constate qu'elles se montrent bientôt parsemées de spherulites blanches très petites qui deviennent de plus en plus nombreuses et finissent par se réunir en une couche distincte. A l'Ascension, au contraire, les spherulites brunes seules se réunissent et forment des couches; les blanches sont toujours disséminées irrégulièrement. Certains échantillons appartenant aux collections de la Société géologique, et rapportés à une formation d'obsidienne du Mexique, ont une cassure terreuse et sont divisés en lamelles extrêmement fines par des taches d'un minéral noir semblables aux taches d'augite et de hornblende des roches de l'Ascension.

[36] *Voyage de Beudant*, t. III, p. 373.

[37] Pour Tenerife, voir von Buch, *Descript. des îles Canaries*, p. 184 et 190; pour les îles Lipari, voir le *Voyage* de Dolomieu, p. 34; pour l'Islande, voir *Mackenzie's Travels*, p. 369.

[38] *Mémoire pour servir à une description géologique de la France*, t. IV, p. 371.

[39] Mac Culloch constate (*Classification of Rocks*, p. 531) que, sur les diques de retinite à l'île d'Arran, les surfaces exposées à l'air sont sillonnées "de lignes ondulées, ressemblant à certains genres de papier marbre et qui résultent évidemment d'une différence correspondante dans la structure lamellaire".

[40] *Personal Narrative*, vol. I, p. 222.

[41] *Geological Transactions*, vol. II (seconde série), p. 195.

[42] *Description des îles Canaries*, p. 184.

[43] *Voyage aux îles de Lipari*, pp. 35 et 85.

[44] Dans ce cas, comme dans celui de la pierre ponce fissile, la structure s'écarte beaucoup de celle des roches précédentes, dont les lamelles consistent en couches alternantes qui diffèrent de composition ou de texture. Cependant il y a des raisons de croire avec d'Aubuisson que dans certaines formations sédimentaires qui semblent homogènes et fissiles, par exemple, dans une ardoise à éclat micacé, les lamelles sont dues réellement à des couches alternantes de mica excessivement minces.

[45] Voir *Phillips' Mineralogy*, p. 136, pour les îles italiennes. Pour le Mexique et le Pérou, voir *l'Essai géognostique*, de de Humboldt. M. Edwards décrit aussi la forte inclinaison des obsidiennes de Cerro del Navaja, au Mexique, dans les *Proc. of the geolog. Soc.* de juin 1838.

[46] *Geological Transactions*, vol. II (seconde série), p. 200, etc. Dans certains cas, ces fragments empâtés consistent en trachyte lamellaire détaché de la masse "et enveloppe dans les parties qui restaient encore liquides". Beudant aussi, dans son grand ouvrage

sur la Hongrie, cite plusieurs fois des roches trachytiques irrégulièrement tachetées de fragments appartenant aux variétés qui forment ailleurs les rubans parallèles. Dans ces divers cas, nous devons supposer qu'après qu'une partie de la masse fondue eut pris la structure lamellaire, une nouvelle éruption de lave vint la bouleverser et en envelopper les fragments, et que plus tard tout l'ensemble prit une nouvelle disposition lamellaire.

[47] Dolomieu, *_Voyage_*, p. 64.

[48] En effet, la formation d'un grand cristal d'un minéral quelconque dans une roche de composition complexe suppose la réunion des atomes nécessaires, en même temps qu'une action de concrétion. La cause pour laquelle tous les cristaux de feldspath sont orientés suivant le sens de leur longueur dans ces roches de l'Ascension est probablement la même que celle de l'allongement et de l'aplatissement dans cette même direction de tous les globules sphérolitiques bruns (qui offrent au chalumeau les caractères du feldspath).

[49] *_Mem. pour servir_*, etc., t. IV, p. 131.

[50] *_Edinburgh New Phil. Journal_*, 1842, p. 350.

[51] Je suppose que c'est à peu près la même explication que M. Scrope entendait donner en parlant (*_Geolog. Transact._*, vol. II, seconde série, p. 228) de la structure rubanée de ces roches trachytiques, qui provient d'une "extension linéaire de la masse imparfaitement liquide, accompagnée d'une action de concrétion".

[52] Il n'est pas rare que des laves basaltiques, ainsi que plusieurs autres roches, soient divisées en lames ou plaques épaisses, de même composition, et qui sont tantôt droites et tantôt courbées; ces lames, coupées par des lignes de fissure verticales, s'unissent quelquefois pour constituer des colonnes. Cette structure paraît se rapprocher, quant à son origine, de celle que présentent un grand nombre de roches ignées et sédimentaires traversées par des systèmes de fissures parallèles.

CHAPITRE IV

SAINTE-HELENE

Laves des séries feldspathique, basaltique et sous-marine.--Coupe de Flagstaff Hill et du Barn.--Dikes.--Baies Turk's Cap et Prosperous.--Enceinte basaltique.--Crête centrale cratérique avec rebord intérieur et parapet.--Cônes de phonolite.--Bancs superficiels de grès calcaireux.--Coquilles terrestres éteintes.--Lits de détritiques.--Soulèvement de la région.--Denudation.--Cratères de soulèvement.

L'île tout entière est d'origine volcanique; suivant Beatson[1], sa circonférence est d'environ 28 milles. Le centre et la plus grande partie de l'île sont constitués par des roches de nature feldspathique, généralement très décomposées, et offrant alors une remarquable succession de lits argileux tendres, alternants, rouges, pourpres, bruns, jaunes et blancs. Par suite du peu de durée de notre séjour, je n'ai pu examiner ces lits avec soin; quelques-uns d'entre eux, spécialement ceux à nuances blanches, jaunes et brunes, constituaient originellement des coulées de lave, mais la plupart de ces lits ont probablement été éjectés sous forme de scories et de cendres; d'autres lits, colorés en pourpre, avec des plages à contours cristallins constituées par une substance blanche tendre, semblent avoir été autrefois des porphyres argileux compacts et résistants; ils sont aujourd'hui onctueux au toucher, et donnent, comme la cire, une rayure luisante sous l'ongle. Les lits argileux rouges offrent généralement une structure brechiforme, et ont été formés, sans aucun doute, par la décomposition de scories. Cependant, plusieurs coulées fort étendues, appartenant à cette série, conservent leur caractère lithoïde, elles sont soit d'une couleur vert-noirâtre avec de petits cristaux aciculaires de feldspath, soit d'une teinte très pâle; dans ce dernier cas, elles sont formées principalement de petits cristaux de feldspath souvent écaillés, portant un grand nombre de taches noires microscopiques. Ces coulées sont généralement compactes et lamellaires; pourtant d'autres coulées, d'une composition semblable, sont celluleuses et légèrement altérées. Aucune de ces roches ne renferme de grands cristaux de feldspath ni ne présente la cassure rugueuse caractéristique du trachyte. Ces laves et ces tufs feldspathiques recouvrent les autres roches et appartiennent donc à la dernière phase éruptive; cependant d'innombrables dikes et de grandes masses de roches fondues y ont été postérieurement injectés. Ils convergent, en s'élevant, vers la crête curviligne centrale, dont un point atteint l'altitude de 2.700 pieds. Cette crête est la partie la plus élevée de l'île, et elle a constitué autrefois le bord septentrional d'un grand cratère, d'où se sont écoulées les laves de cette série; la structure de ce cratère est rendue fort obscure par l'état de dégradation dans lequel il se trouve, par la disparition de sa partie méridionale et par les dislocations violentes que l'île a subies.

Série basaltique.--La côte de l'île consiste en un cercle, grossièrement dessiné, de grands remparts de basalte, noirs et stratifiés, s'inclinant vers la mer et que les flots ont transformés en falaises souvent presque perpendiculaires, dont la hauteur varie de quelques centaines de pieds à 2.000 pieds. Ce cercle, ou plutôt cette enceinte en forme de fer à cheval est ouverte du côté du sud et entamée par plusieurs autres grandes brèches. Son rebord supérieur ou sommet ne s'élève ordinairement qu'à une faible altitude au-dessus du niveau de la contrée intérieure voisine, et les laves feldspathiques plus récentes, descendant des hauteurs centrales, viennent généralement buter contre son plan interne qu'elles recouvrent; mais,

dans la partie nord-ouest de l'île (pour autant qu'on en puisse juger de loin) les laves semblent avoir débordé cette barrière et l'avoir masquée en partie. En certains endroits où l'anneau basaltique est rompu et où cette enceinte noire est divisée en tronçons, les laves feldspathiques ont coulé entre ces derniers et surplombent aujourd'hui la côte sous forme de falaises élevées. Ces roches basaltiques ont une couleur noire et sont stratifiées en couches minces; elles sont habituellement très celluleuses, mais parfois compactes; quelques-unes d'entre elles renferment de nombreux cristaux de feldspath vitreux et des octaèdres de fer titanifère; d'autres abondent en cristaux d'augite et en grains d'olivine. Les vacuoles sont fréquemment tapissées de petits cristaux (de chabasite?), ce qui donne même parfois à la roche une structure amygdaloïdale. Les coulées de lave sont séparées les unes des autres par des cendres ou par un tuf salifère friable, d'un rouge vif, offrant des lignes superposées comme celles que provoque la sédimentation et qui présente parfois une structure concrétionnée mal définie. Les roches de la série basaltique ne se montrent que près de la côte. Dans la plupart des contrées volcaniques les laves trachytiques sont plus anciennes que les laves basaltiques; mais ici nous constatons qu'un grand amas de roches, dont la composition est très voisine de celle de la famille trachytique, a été éjecté après les nappes basaltiques: cependant les nombreux dikes injectés dans les laves feldspathiques, et où abondent de grands cristaux d'augite, dévoilent peut-être une tendance au retour vers le mode ordinaire de superposition.

Laves sous-marines de la base.--Les laves de la série inférieure se trouvent immédiatement au-dessous des roches basaltiques et feldspathiques. Suivant M. Seale[2], on peut les observer, en divers points de la plage, sur le pourtour entier de l'île. Dans les coupes que j'ai étudiées, leur nature est fort variable; quelques-unes des couches abondent en cristaux d'augite; d'autres, colorées en brun, sont laminaires ou formées de galets, et plusieurs sections sont rendues fortement amygdaloïdes par la présence de matières calcaires. Les nappes successives sont intimement unies entre elles, ou séparées les unes des autres par des bancs de roches scoriacées ou de tuf laminaire renfermant souvent des fragments nettement arrondis. Les interstices de ces couches sont remplis de gypse et de sel; le gypse se présente parfois aussi en lits minces. L'abondance de ces deux substances, la présence de cailloux roulés dans les tufs et l'abondance des roches amygdaloïdes me portent à croire que ces couches volcaniques inférieures sont d'éruption sous-marine. Peut-être cette remarque doit-elle être appliquée aussi à une partie des roches basaltiques surincombantes; mais je n'ai pu trouver de preuve bien nette de ce dernier fait. Partout où j'ai examiné les couches de la série inférieure, j'ai constaté qu'elles étaient traversées par un très grand nombre de dikes.

Flagslaff Hill et le Barn.--Je décrirai maintenant quelques-unes des coupes les plus remarquables en commençant par ces deux collines qui constituent les traits les plus caractéristiques de la partie nord-est

de l'île. Le profil carre et anguleux du Barn ainsi que sa couleur noire montrent au premier coup d'oeil qu'il appartient à la série basaltique, tandis que la surface adoucie et la forme conique de Flagstaff Hill, et ses teintes vives et variées prouvent avec la même évidence que cette dernière colline est formée des roches feldspathiques altérées, dont il a été question au commencement du chapitre. Ces deux hautes collines sont réunies (comme on le voit dans la figure no. 8) par une crête aigüe constituée par les laves à galets de la série inférieure. Les couches de cette crête plongent vers l'ouest sous un angle qui diminue graduellement à mesure qu'on s'avance vers le Flagstaff, et l'on peut constater, quoique assez difficilement, que les couches feldspathiques supérieures de cette colline plongent uniformément vers l'W.-S.-W. Pres du Barn, les couches de la crête sont presque verticales, mais leur allure est masquée par d'innombrables dikes; leur inclinaison change probablement sous cette colline et, de verticales qu'elles étaient, les couches se montrent inclinées dans un sens opposé: en effet, les couches supérieures basaltiques, qui ont environ 800 à 1.000 pieds d'épaisseur, plongent vers le nord-est sous un angle de 30 à 40 deg..

[Illustration: FIG. 8. Les lignes épaisses représentent les couches basaltiques; les lignes fines, les couches sous-marines inférieures; les lignes pointillées, les couches feldspathiques supérieures. Les dikes sont indiqués par des hachures transversales.]

La crête ainsi que les collines de Flagstaff et de Barn sont sillonnées de dikes, dont plusieurs conservent un parallélisme remarquable suivant une direction N.-N.-W--S.-S.-E. Les dikes sont formés principalement d'une roche à laquelle de grands cristaux d'augite donnent la structure porphyrique, d'autres dikes sont formés d'un trapp brun à grains fins. La plupart de ces dikes sont recouverts d'une couche brillante[3], épaisse de un à deux dixièmes de pouce, fusible en un email noir, contrairement à ce qui se produit pour la retinite véritable. Cette couche est évidemment analogue au revêtement superficiel brillant qu'on observe sur un grand nombre de coulées de lave. On peut suivre souvent les dikes sur de grandes surfaces, tant dans le sens horizontal que dans le sens vertical, et ils paraissent conserver une épaisseur à peu près toujours uniforme[4]. M. Seale rapporte qu'un dike situé près du Barn ne décroît en largeur que de 4 pouces seulement sur toute sa hauteur, qui est de 1.260 pieds,--de 9 pieds à la base elle se réduit à 8 pieds 8 pouces au sommet. Dans cette crête la direction suivie par les dikes paraît avoir été surtout déterminée par l'alternance de couches tendres et dures; souvent ils sont intimement associés aux couches les plus dures, et restent parallèles sur des longueurs si considérables que fréquemment il devient impossible de distinguer les bancs qui sont de vrais dikes, des nappes de lave. Quoique les dikes soient si nombreux sur cette crête, ils sont plus nombreux encore dans les vallées voisines situées au sud, à tel point que je n'en ai vu nulle part un aussi grand nombre. Dans ces vallées ils ont une orientation moins régulière et couvrent le sol d'un réseau semblable à une toile d'araignée; en certains points la surface du sol paraît même exclusivement constituée par des dikes entrelacés.

Cette disposition complexe des dikes, la forte inclinaison et l'anticlinal des couches de la serie inferieure recouvertes aux extremités opposees de cette crete par deux grandes masses rocheuses, d'age et de composition differents, devaient, a mon avis, conduire presque infailliblement a une fausse interpretation de cette coupe. On a meme suppose que la region qui nous occupe avait fait partie d'un cratere, mais cette opinion s'ecarte tellement de la verite que le sommet de Flagstaff Hill a constitue autrefois l'extremite inferieure d'une nappe de lave et de cendres ejaculees par la crete crateriforme centrale. A en juger par la pente des coulees contemporaines dans une partie voisine et non bouleversee de l'ile, les couches de Flagstaff Hill doivent avoir ete soulevees de 1.200 pieds au moins, et probablement d'une quantite beaucoup plus considerable encore, car les grands dikes tronques qu'on observe au sommet de la colline demontrent qu'elle a ete fortement denudee. Le sommet de Flagstaff Hill atteint a peu pres la meme hauteur que la crete crateriforme, et, avant d'avoir subi une denudation, il etait probablement plus eleve que cette crete, dont il est separe par une region fort etendue et beaucoup plus basse; par consequent, nous constatons ici que l'extremite inferieure d'un systeme de coulees de lave a ete redressee de maniere a atteindre une altitude egale ou meme peut-etre superieure a celle du cratere sur les flancs duquel elles ont coule originaiement. Je crois que les dislocations de cette amplitude sont extremement rares[5] dans les regions volcaniques. La formation de dikes aussi nombreux dans cette partie de l'ile prouve que la surface de la region doit avoir subi une dislocation tout a fait extraordinaire. Sur la crete entre les collines de Flagstaff et de Barn cette dislocation ou extension s'est probablement produite apres le redressement des couches, ou a peut-etre suivi immediatement ce phenomene, car, si les couches avaient ete alors horizontales, elles auraient fort probablement ete fissurees et injectees dans le sens transversal et non suivant le plan de stratification. Quoique la contree qui s'etend entre le Barn et Flagstaff Hill presente une ligne anticlinale bien nette dirigee du nord au sud, et quoique la plupart des dikes suivent cette meme ligne avec beaucoup de regularite, les couches occupent cependant leur position primitive a un mille seulement au sud de la crete. Cela demontre que la force perturbatrice a exerce son action plutot sur un point isole que suivant une ligne. Son mode d'activite se trouve probablement explique par la structure du Little Stony-top, montagne de 2.000 pieds de hauteur, situee a quelques milles au sud du Barn; nous distinguons la, meme de loin, une sorte de coin aigu, forme d'une roche colonnaire compacte, de couleur sombre, et les couches feldspathiques aux teintes brillantes descendant sur ses deux flancs, a partir de son sommet denude. Ce coin, qui a fait donner a la montagne le nom de Stony-top, consiste en une masse rocheuse injectee a l'etat liquide dans les couches surincombantes; et si nous supposons qu'une masse rocheuse semblable a ete injectee sous la crete reliant le Barn et Flagstaff Hill, on pourrait expliquer ainsi la structure de cette region.

montagne noire et escarpée, située à 2 milles et demi au sud du Barn, et constituée de couches basaltiques comme cette dernière colline. Ces couches reposent d'un côté sur les bancs porphyriques bruns de la série inférieure, et d'un autre côté sur une masse fissurée d'une roche fortement scoriacée et amygdaloïde, qui paraît avoir constitué un centre d'éruption sous-marine peu étendu et contemporain de la série inférieure. Prosperous Hill est traversée, comme le Barn, par un grand nombre de diques, dont la plupart courent du nord au sud, et ses couches plongent obliquement, peut-on dire, de l'île vers la mer, sous un angle d'environ 20°. Comme on le voit dans la figure no. 9, l'espace compris entre Prosperous Hill et le Barn est occupé par des falaises élevées, formées de laves de la série supérieure ou feldspathique, reposant en stratification discordante sur les strates sous-marines inférieures, comme nous avons vu qu'elles le font à Flagstaff Hill. Néanmoins, à l'opposé de ce qui se présente sur cette dernière colline, les couches supérieures sont presque horizontales et s'élèvent doucement vers l'intérieur de l'île. En outre, ces couches sont composées de laves compactes, noir-verdatre, ou plus communément brun pâle, au lieu d'être constituées par des matériaux devenus tendres, et colorés de teintes vives. Ces laves compactes brunes sont formées presque entièrement de feldspath en petits éclats luisants ou en petits cristaux aciculaires très rapprochés les uns des autres et associés à de nombreuses petites taches noires qui sont probablement de la hornblende. Les strates basaltiques de Prosperous Hill ne s'élèvent qu'à une faible hauteur au-dessus du niveau des coulées feldspathiques doucement inclinées qui viennent buter contre leurs bords redressés et les entourent. L'inclinaison des couches basaltiques paraît trop prononcée pour être due au fait qu'elles auraient coulé sur une pente, et elles doivent avoir été amenées à leur position actuelle par un redressement survenu avant l'éruption des coulées feldspathiques.

[Illustration: FIG. 9.--Les lignes doubles représentent les couches basaltiques; les lignes simples, les couches sous-marines inférieures; les lignes pointillées, les couches feldspathiques supérieures.]

Enceinte basaltique--En faisant le tour de l'île, on observe qu'au sud de Prosperous Hill les laves de la série supérieure forment des falaises très élevées surplombant la mer. Le cap désigné sous le nom de Great Stony-top, et qu'on rencontre ensuite, est composé, je crois, de basalte ainsi que le promontoire appelé Long Range Point, auquel aboutissent, du côté de la terre, les couches colorées. Sur la côte sud de l'île nous voyons les strates basaltiques de South Barn plonger obliquement vers la mer sous un angle très prononcé; ce cap dépasse légèrement aussi le niveau des laves feldspathiques plus modernes. Plus loin encore, la côte a été fortement dénudée sur une grande longueur, de chaque côté de Sandy Bay, et il ne semble plus être resté en cet endroit que les débris de la base du grand cratère central. Les couches basaltiques reparissent avec leur inclinaison vers la mer, au pied de la colline appelée Man-and-Horse; et elles se poursuivent sur toute la longueur de la côte nord-ouest, depuis ce point jusqu'à Sugar-Loaf Hill, qui est située près du Flagstaff. Ces coulées offrent

partout la même inclinaison vers la mer, et elles reposent, en certains points au moins, sur les laves de la série inférieure. Nous voyons ainsi que la circonférence de l'île est formée par une enceinte de basalte fortement ébréchée, ou plutôt par des masses de basalte disposées en forme de fer à cheval ouvert vers le sud et coupé par plusieurs larges brèches du côté de l'est. La largeur de cette frange marginale paraît varier de 1 mille à 1 mille et demi du côté nord-ouest, qui est le seul où elle soit parfaitement complète. Les couches basaltiques et celles de la série inférieure, qu'elles recouvrent, sont faiblement inclinées vers la mer aux endroits où leur allure primitive n'a pas été modifiée. La dégradation plus prononcée de l'anneau basaltique autour de la moitié orientale de l'île qu'autour de sa moitié occidentale, est due évidemment à ce que la puissance érosive des vagues est beaucoup plus considérable sur la côte orientale, exposée au vent, que sur la côte placée sous le vent, c'est ce que prouve du reste la hauteur plus forte des falaises sur la première de ces côtes. On ne saurait affirmer si les brèches ont été ouvertes dans la bordure de basalte avant ou après l'éruption des laves de la série supérieure; mais, comme certaines parties détachées de l'enceinte basaltique paraissent avoir été redressées avant que ce phénomène se fut produit, et pour d'autres raisons encore, il est fort probable que tout au moins un certain nombre des brèches sont antérieures à l'éruption. Si on reconstitue hypothétiquement cette enceinte circulaire de basalte, l'espace interne, ou la cavité, qui a été comblée ultérieurement par les matières éjectées par le grand cratère central, paraît avoir présenté une forme ovale, longue de 8 à 9 milles sur 4 milles environ de largeur, et dont l'axe était dirigé suivant une ligne _N.-E.-S.-W._ coïncidant avec le grand axe actuel de l'île.

Côte centrale courbe. -- Cette côte est formée, comme nous l'avons dit plus haut, de laves feldspathiques grises et de tufs argileux rouges, bréchiformes, semblables aux couches de la série supérieure colorées de teintes vives. Les laves grises renferment un grand nombre de petits points noirs, facilement fusibles, et quelques rares cristaux de feldspath de grande dimension. Elles sont généralement devenues fort tendres. Sauf ce caractère et la propriété d'être très vésiculaires en beaucoup d'endroits, elles sont entièrement semblables aux grandes nappes de lave qui surplombent la côte à Prosperous Bay. À en juger d'après les traces de dénudation, il s'est écoulé de longs intervalles de temps entre la formation des bancs successifs dont la côte est constituée. Sur le versant escarpé du nord j'ai observé dans plusieurs coupes une surface ondulée de tuf rouge fortement érodée, et recouverte de laves feldspathiques grises décomposées, sans autre interposition qu'une mince couche terreuse. En un point voisin j'ai remarqué un dike de trapp, large de 4 pieds, arasé et recouvert par la lave feldspathique comme le représente la figure. La côte se termine vers l'est en un crochet, qui n'est représenté avec une netteté suffisante sur aucune des cartes que j'ai vues. Vers son extrémité occidentale elle s'abaisse graduellement et se divise en plusieurs côtes secondaires. La partie la mieux définie de la côte, entre Diana's Peak et Nest Lodge, sert de base à des pics dont la hauteur

varie de 2.000 a 2.700 pieds, et qui sont les plus eleves de toute l'île; elle mesure un peu moins de 3 milles de longueur en ligne droite. Sur tout cet espace la crete offre un aspect et une structure uniformes; sa courbure rappelle la ligne de cote d'une grande baie, et elle est formee de plusieurs lignes courbes plus petites, dont la concavite est toujours ouverte vers le sud. Son versant septentrional et externe est renforce par des cretes etroites en arc-boutant qui s'abaissent vers la plaine environnante. Le cote interne est beaucoup plus escarpe et s'eleve presque a pic; il est constitue par la tranche des couches qui s'inclinent doucement vers l'interieur. Le long de certaines parties du versant interne, et pres du sommet, s'etend une corniche unie ou rebord, dont le contour suit les courbes secondaires de la crete. Des rebords de ce genre ne sont pas rares dans les crateres volcaniques, et leur formation semble due a l'affaissement d'une nappe horizontale de lave durcie, dont les bords restent adherer aux parois du cratere[6] (comme la glace aux bords d'un etang dont l'eau s'est retiree).

[Illustration: FIG. 10.--Dike. 1. Lave feldspathique grise.--2. Couche d'une matiere terreuse rougeatre epaisse d'un pouce.--3. Tuf argileux rouge brechiforme.]

En certains endroits, la crete est surmontee d'un parapet dont les deux faces sont verticales. Pres de Diana's Peak, ce mur est extremement etroit. J'ai observe a l'archipel des Galapagos des parapets dont la structure et l'aspect sont identiques a ceux des murs que nous venons de citer, et qui surmontent plusieurs des crateres; l'un d'eux, que j'ai plus particulierement etudie, etait compose de scories rouges, luisantes, fortement cimentees; comme il etait vertical du cote externe et qu'il s'etendait sur la circonference du cratere presque tout entiere, il le rendait a peu pres inaccessible. Suivant de Humboldt, le Pic de Tenerife et le Cotopaxi ont une structure analogue[7]; il dit "qu'a leur sommet un mur circulaire entoure le cratere; vu de loin ce mur offre l'aspect d'un petit cylindre pose sur un cone tronque. Pour le Cotopaxi[8] cette structure speciale est visible a l'oeil nu d'une distance de plus de 2.000 toises, et personne n'a jamais atteint son cratere. Sur le Pic de Tenerife le parapet est si eleve qu'il serait impossible d'atteindre la _Caldera_, si une crevasse ne s'ouvrait pas sur le cote oriental". L'origine de ces parapets circulaires est probablement due a la chaleur des vapeurs degagees du cratere qui en penetrent et en durcissent les parois sur une profondeur a peu pres uniforme; et plus tard les actions atmospheriques attaquent lentement la montagne sans entamer la partie durcie; celle-ci se montre alors sous forme de cylindre ou de parapet circulaire.

En tenant compte des particularites de structure que nous venons de signaler dans la crete centrale: la convergence des couches de la serie superieure vers cette crete, l'etat fortement vesiculaire que les laves y prennent, la corniche unie qui s'etend le long de son flanc concave et vertical, comme celle qu'on observe dans l'interieur de certains volcans encore actifs, le mur en forme de parapet qui couronne son sommet, et enfin sa courbure speciale qui se distingue

de tous les profils habituels aux soulèvements, tous ces faits me prouvent que cette crête recourbée n'est autre chose que le dernier vestige d'un grand cratère. Cependant, quand on cherche à retrouver le contour primitif de ce cratère, on est bien vite désorienté; son extrémité occidentale s'abaisse graduellement, et s'étend vers la côte en se divisant en d'autres crêtes; l'extrémité orientale est plus fortement courbée, mais elle est à peine mieux définie. Quelques particularités me font supposer que le mur méridional du cratère rencontrait la crête actuelle près de Nest Lodge; s'il en est ainsi, le cratère doit avoir à peu près 3 milles de longueur sur 1 mille et demi de largeur environ. Nous aurions cherché vainement à reconnaître la véritable nature de la crête, si la dénudation qu'elle a subie et la décomposition des roches dont elle est formée avaient été un peu plus avancées qu'elles ne le sont, et si la crête avait été coupée par de grands dikes et par des masses considérables de matières injectées, comme l'ont été plusieurs autres parties de l'île. Même dans l'état actuel des choses, nous avons vu qu'à Flagstaff Hill l'extrémité inférieure d'une nappe de matière éruptive a été soulevée à une hauteur égale et probablement même supérieure à celle du cratère dont elle s'est écoulée. Il est intéressant de suivre ainsi les degrés par lesquels passe la structure d'une région volcanique en s'obscurcissant peu à peu pour finir par s'effacer. L'île de Sainte-Hélène se rapproche tellement de cette dernière phase que jusqu'ici personne, je crois, n'a supposé que la crête centrale ou l'axe de l'île fut la dernière épave du cratère dont les coulées volcaniques les plus récentes ont été éjectées.

Le grand espace vide, ou la vallée, qui existe au sud de la crête centrale curviligne, et sur laquelle s'étendait autrefois la moitié du cratère, est formée de monticules et de crêtes dénudées et érodées, constituées par des roches rouges, jaunes et brunes, mêlées en une confusion cahotique, entrelacées de dikes, et sans aucune stratification régulière. La partie principale consiste en scories rouges en voie de décomposition, associées à des tufs de diverses variétés et à des lits argileux jaunâtres pleins de cristaux brisés, parmi lesquels ceux d'augite sont d'une grandeur remarquable. Ça et là surgissent des masses de lave très vésiculaires et très amygdaloïdes. Sur l'une des crêtes, au milieu de la vallée, se dresse brusquement une colline conique très escarpée, désignée sous le nom de Lot. C'est un trait saillant et singulier du paysage. Cette colline est formée de phonolite, dont une partie est en grands feuillets courbes, une autre partie est constituée de boules concrétionnées plus ou moins anguleuses, et la troisième consiste en colonnes disposées en rayons divergents. De sa base divergent, en s'inclinant dans toutes les directions, des couches de lave, de tuf et de scories[9]; la partie du cône qui émerge au-dessus de ces couches est haute de 197 pieds[10] et sa section horizontale est ovale. Le phonolite est gris verdâtre et plein de petits cristaux aciculaires de feldspath; il offre, dans la plupart des cas, une cassure conchoïdale, il est sonore et il est criblé de petites cavités. Au S.-W. de Lot, on observe plusieurs autres pics colonnaires fort remarquables, mais de forme moins régulière, notamment Lot's Wife, et les Asses' Ears, constitués d'une roche analogue. Leur forme aplatie et leur position relative

demontrant clairement qu'ils se trouvent sur la meme ligne de fissure. Il est interessant de remarquer, en outre, que, si on prolongeait la ligne N.-E.-S.-W., joignant Lot et Lot's Wife, elle couperait Flagstaff Hill, qui est sillonne de nombreux dikes courant dans cette meme direction, comme nous l'avons dit plus haut, et dont la structure bouleversee rend vraisemblable qu'une grande masse de roche autrefois liquide se trouve injectee sous cette colline.

Dans la meme grande vallee on rencontre plusieurs autres masses coniques de roches injectees (j'ai observe que l'une d'entre elles etait formee de greenstone compact), dont quelques-unes ne semblent avoir aucune relation avec la direction suivie par un dike, tandis que d'autres sont evidemment reliees par une de ces lignes. Trois ou quatre grandes lignes de dikes s'etendent au travers de la vallee suivant une direction N.-E.-S.-W., parallele a celle qui joint les Asses' Ears et Lot's Wife, et probablement Lot. Le grand nombre de ces masses de roches injectees est un trait remarquable de la geologie de Sainte-Helene. Outre celles que nous venons de citer, et la masse hypothetique qui s'etendrait sous Flagstaff Hill, mentionnons encore la masse qui forme Little-Stony-Top, et comme j'ai lieu de le croire, d'autres masses encore au Man-and-Horse et a High-Hill. La plupart de ces masses, sinon toutes, ont ete injectees posterieurement aux dernieres eruptions volcaniques du cratere central. La formation, sur des lignes de fissure, de saillies rocheuses coniques, dont les parois sont le plus souvent paralleles, peut etre vraisemblablement attribuee a des inegalites de tension, provoquant la formation de petites fissures transversales; les bords des couches cedent naturellement en ces points d'intersection, et sont facilement redresses. Je dois faire observer, enfin, que partout les eminences de phonolite ont une tendance[11] a prendre des formes singulieres et meme grotesques, comme celle de Lot; le pic de Fernando Noronha en offre un exemple; pourtant a San Thiago, les cones de phonolite, quoique aigus, ont une forme reguliere. En supposant, comme cela parait probable, que tous les monticules ou obelisques de ce genre ont ete originellement injectes a l'etat liquide dans un moule forme par des couches qui ont cede sous la pression des masses injectees, comme le fait s'est produit certainement pour Lot, on peut se demander d'ou proviennent leurs formes si souvent escarpees et etranges en comparaison de celles des masses de greenstone et de basalte qui partagent avec les premieres le meme mode de formation. Ces formes seraient-elles dues a une fluidite moins parfaite que l'on considere generalement comme caracteristique des laves trachytiques voisines des phonolites?

Depots superficiels.--On rencontre, tant sur la cote septentrionale de l'ile que sur sa cote meridionale, un gres calcaire tendre, en bancs superficiels fort etendus quoique peu epais. Il consiste en tres petits fragments roubles de coquilles et d'autres organismes d'une dimension uniforme, qui conservent en partie leurs couleurs jaune, brune et rose, et offrent parfois, mais tres rarement, des traces vagues de leur forme externe primitive. Je me suis vainement efforce de trouver un fragment de coquille qui ne fut pas roule. La couleur des fragments est le caractere le plus net qui fasse reconnaitre leur

origine; l'action d'une chaleur moderee altere ces nuances et provoque le degagement d'une odeur; ce sont donc des caracteres identiques a ceux que presentent des coquilles fraiches. Ces fragments sont cimentes entre eux et sont melanges d'une matiere terreuse: d'apres Beatson, les masses les plus pures contiennent 70 p. 100 de carbonate de chaux. Les bancs, dont l'epaisseur varie de 2 ou 3 pieds a 15 pieds, recouvrent la surface du sol; on les rencontre generalement sur celui des flancs de la vallee qui est protege contre l'action du vent, et ils se trouvent a la hauteur de plusieurs centaines de pieds au-dessus du niveau de la mer. Leur position correspond a celle que le sable prendrait aujourd'hui sous l'action du vent alize; et sans aucun doute ils ont ete formes de cette maniere, ce qui explique l'uniformite et la finesse des particules, ainsi que l'absence complete de coquilles entieres ou meme de fragments de dimension moyenne. C'est un fait remarquable que sur aucun point de la cote il n'existe aujourd'hui de bancs coquillers d'ou la poussiere calcaire aurait pu etre enlevee et trie. Nous devons donc remonter a une periode plus ancienne, anterieure aux bouleversements qui ont produit les grandes falaises actuelles, et durant laquelle une cote en pente douce, comme celle de l'Ascension, se pretait a l'accumulation des debris de coquilles. Quelques-uns des bancs de ce calcaire se trouvent a l'altitude de 6 a 700 pieds au-dessus de la mer; mais cette altitude peut etre due, en partie, a un soulèvement du sol posterieur a l'accumulation du sable calcaire.

L'infiltration de l'eau des pluies a consolide certaines parties de ces bancs, les a transformes en une roche compacte, et a provoque la formation de calcaires stalagmitiques brun fonce. A la carriere de Sugar-Loaf, des fragments de roches ont ete recouverts, sur les pentes adjacentes[12], par des couches minces superposees de matiere calcaire formant un revetement epais. Un fait curieux, c'est qu'un grand nombre de ces cailloux sont recouverts sur toute leur surface, sans qu'aucun point indiquant leur contact avec une autre roche ait ete laisse a nu; ces cailloux doivent donc avoir ete souleves par l'action du depot tres lent qui s'operait et les recouvrait de couches successives de carbonate de chaux. Des masses d'une roche blanche, finement oolitique, sont fixees a la surface externe d'un certain nombre de ces cailloux. Von Buch a decrit un calcaire compact de Lanzarote qui ressemble parfaitement au depot stalagmitique dont il s'agit; cet enduit recouvre des cailloux, et en certains endroits il est finement oolitique. Ce calcaire forme une couche tres etendue dont l'epaisseur varie d'un pouce a 2 ou 3 pieds, et on le rencontre a la hauteur de 800 pieds au-dessus de la mer, mais uniquement sur celle des cotes de l'ile qui est exposee aux vents violents du nord-ouest. Von Buch fait observer[13] qu'on ne le rencontre pas dans les cavites du sol, mais uniquement sur les flancs continus et inclines de la montagne. Il croit que ce calcaire a ete depose par les embruns que ces vents violents portent au-dessus de l'ile tout entiere. Il me parait cependant beaucoup plus vraisemblable que cette roche a ete formee, comme a Sainte-Helene, par l'infiltration de l'eau dans des amas de coquilles finement concassees; car lorsque le sable est transporte par le vent sur une cote tres exposee, il tend toujours a s'accumuler sur des surfaces larges et unies offrant aux vents une resistance

uniforme. En outre, a l'île voisine de Fuerteventura[14], il existe un calcaire terreux qui, d'après von Buch, est entièrement semblable aux spécimens provenant de Sainte-Helene qu'il a vus, et qu'il croit formes par le transport de débris de coquilles sous l'action du vent.

Dans la carrière de Sugar-Loaf Hill, dont j'ai parlé plus haut, les bancs supérieurs de calcaire sont plus tendres, moins purs, et ont le grain plus fin que les bancs inférieurs. Les coquilles terrestres y abondent et quelques-unes sont intactes; ces bancs renferment aussi des ossements d'oiseaux et de grands oeufs[15] qui proviennent, selon toute probabilité, d'oiseaux aquatiques. Il est vraisemblable que ces couches supérieures sont restées longtemps à l'état meuble, et que c'est durant cette période que les produits terrestres y ont été renfermés. M. G.-R. Sowerby a bien voulu examiner trois espèces de coquilles terrestres, provenant de ces bancs, que je lui ai remises. La description qu'il en a faite se trouve à l'Appendice. L'une de ces coquilles est une Succinee, identique à une espèce actuellement vivante et qui abonde dans l'île; les deux autres, notamment *Cochlogena fossilis* et *Helix biplicata*, ne sont pas connues comme organismes actuels; la dernière de ces espèces a été trouvée aussi dans une autre localité fort différente, ou elle est associée à une espèce incontestablement éteinte du genre *Cochlogena*.

Lits de coquilles terrestres éteintes.--En diverses parties de l'île, on trouve, enfouies dans la terre, des coquilles terrestres qui paraissent appartenir toutes à des espèces éteintes. La plupart d'entre elles ont été trouvées sur Flagstaff-Hill, à une altitude considérable. Sur le versant nord-ouest de cette colline, un ravin creusé par la pluie a mis à découvert une coupe d'environ 20 pieds de puissance, dont la partie supérieure consiste en terre végétale noire, évidemment amenée des parties plus élevées de la colline par l'eau des pluies, et la partie inférieure en terre moins noire, où abondent des coquilles jeunes et vieilles entières ou brisées. Cette terre est faiblement consolidée en certains points par une matière calcaire provenant probablement de la décomposition partielle d'une certaine quantité des coquilles. M. Seale, l'intelligent résident de Sainte-Helene, qui a, le premier, appelé l'attention sur ces coquilles, m'en a donné une collection nombreuse provenant d'une autre localité, où elles semblent avoir été enfouies dans une terre fort noire. M. G.-R. Sowerby a étudié ces coquilles et les a décrites dans l'Appendice. Il y en a sept espèces, notamment une *Cochlogena*, deux espèces du genre *Cochlicopa*, et quatre du genre *Helix*; aucune de ces espèces n'est connue comme vivante et n'a été trouvée ailleurs que là. De petites espèces ont été retirées de l'intérieur des grandes coquilles de *Cochlogena auris-vulpina*. Cette dernière espèce est fort singulière à divers égards. Lamarck lui-même l'a classée dans un genre marin, elle a été prise ainsi erronément pour une coquille marine, et les espèces plus petites qui l'accompagnent ayant passé inaperçues, on a mesuré l'altitude des endroits exactement déterminés où elle a été trouvée, et on a conclu ainsi au soulèvement de l'île! Il est bien remarquable que toutes les coquilles de cette espèce que j'ai trouvées en un même endroit forment, d'après M. Sowerby, une

variété distincte de celle à laquelle appartiennent les coquilles provenant d'une autre localité et recueillies par M. Seale. Comme cette *Cochlogena* est une coquille grande et bien visible, j'ai soigneusement interrogé plusieurs habitants fort intelligents, sur le point de savoir s'ils avaient jamais vu cet animal à l'état vivant; ils m'ont tous affirmé que non, et même ils ne voulaient pas croire que ce fut un organisme terrestre; en outre, M. Seale, qui a collectionné des coquilles à Sainte-Hélène pendant toute sa vie, ne l'a jamais rencontrée à l'état vivant. Peut-être découvrira-t-on que quelques-unes des espèces les plus petites sont encore vivantes; mais, d'un autre côté, les deux mollusques terrestres vivant actuellement en abondance dans l'île n'ont jamais été trouvés, que je sache, associés dans les roches avec les espèces éteintes. J'ai montré dans mon journal[16] que l'extinction de ces mollusques terrestres pourrait n'être pas fort ancienne, car un grand changement s'est produit dans l'île il y a environ cent vingt ans; à cette époque, les vieux arbres moururent, et ils ne furent pas remplacés parce que les jeunes arbres étaient détruits au fur et à mesure de leur naissance par les chèvres et les porcs, qui vivaient dans l'île en grand nombre et à l'état de liberté depuis 1502. M. Seale affirme que sur Flagstaff-Hill, où les coquilles enfouies sont surtout abondantes, comme nous l'avons vu, on peut observer partout des traces qui démontrent clairement que cette colline a été couverte autrefois d'une épaisse forêt; aujourd'hui, il n'y croît pas même un buisson. La couche épaisse de terre végétale noire, qui recouvre le banc coquillier sur les flancs de cette colline, a été probablement amenée du sommet par les eaux des que les arbres périrent et que l'abri qu'ils offraient disparut.

Soulèvement de l'île--Après avoir constaté que les laves de la série inférieure, dont l'origine est sous-marine, ont été élevées au-dessus du niveau de la mer et atteignent en certains endroits une altitude de plusieurs centaines de pieds, je me suis efforcé de retrouver des signes superficiels du soulèvement de l'île. Le fond d'un certain nombre des gorges qui descendent vers la côte est comblé, sur une hauteur de 100 pieds environ, par des couches mal définies de sable, d'argile limoneuse et de masses fragmentaires. M. Seale a trouvé dans ces couches les os de l'Oiseau du Tropique et de l'Albatros; aujourd'hui le premier de ces oiseaux visite rarement l'île, et le second n'y vient jamais. La différence qui existe entre ces couches et les amas inclinés de débris qui les recouvrent me fait supposer qu'elles ont été déposées dans les gorges lorsque celles-ci se trouvaient au-dessous du niveau de la mer. En outre, M. Seale a montré que quelques-unes des gorges en forme de fissure[17] s'élargissent légèrement du sommet vers la base en offrant une section concave, et cette forme spéciale est due probablement à l'action érosive que la mer exerçait lorsqu'elle pénétrait dans la partie inférieure des gorges. À des altitudes plus considérables on n'a pas de preuves aussi évidentes du soulèvement de cette île; néanmoins, dans une dépression en forme de baie qui présente le plateau s'étendant derrière Prosperous Bay, à l'altitude d'environ 1.000 pieds, on voit des masses rocheuses à sommet plat, dont on ne saurait concevoir la séparation d'avec les couches voisines semblables qu'en

admettant qu'elles ont été exposées à l'érosion marine sur une plage. Il serait certainement bien difficile d'expliquer d'une autre manière un grand nombre de dénudations qui ont été produites à de grandes altitudes; ainsi, par exemple, le sommet aplati de la colline de Barn, dont l'altitude est de 2.000 pieds, présente, suivant M. Seale, un véritable réseau de diques tronquées; sur des collines formées, comme le Flagstaff, d'une roche tendre nous pouvons supposer que les diques ont été érodées et abattues par les agents atmosphériques, mais nous pouvons difficilement supposer que cela soit possible pour les couches basaltiques résistantes du Barn.

Denudation de la côte.--Les énormes falaises, hautes, en certains endroits, de 1.000 à 2.000 pieds, dont cette île, semblable à une prison, est entourée de toutes parts, sauf en quelques points où d'étroites vallées descendent vers la côte, forment le trait le plus saillant du paysage. Nous avons vu que des segments de l'enceinte basaltique, longs de 2 à 3 milles sur 1 ou 2 milles de largeur et 1.000 à 2.000 pieds de hauteur, ont été complètement rasés. En outre, des récifs et des bancs de rochers s'élevaient dans la mer en des endroits où elle présente de grandes profondeurs, à 3 ou 4 milles de la côte actuelle. D'après M. Seale, on peut les suivre jusqu'au rivage et constater ainsi qu'ils forment le prolongement de certains grands diques bien déterminés. La formation de ces rochers est due évidemment à l'action des vagues de l'Océan Atlantique, et il est intéressant de constater que les rochers situés sous le vent de l'île, du côté qui est partiellement protégé et qui s'étend de Sugar-Loaf Hill à South-West Point, présentent une hauteur moindre, quoique encore considérable, correspondant à une situation mieux abritée. Quand on songe à l'altitude relativement faible que présentent les côtes d'un grand nombre d'îles volcaniques, exposées comme Sainte-Hélène à l'action de la pleine mer, et dont l'origine semble remonter à une haute antiquité, l'esprit recule à l'idée d'évaluer le nombre de siècles nécessaires pour réduire en limon et disperser l'énorme volume de roches dures qui a été arraché au littoral de cette île. L'état de la surface de Sainte-Hélène offre un contraste frappant avec celle de l'île la plus voisine, l'Ascension. À l'Ascension les coulées de lave présentent une surface brillante, comme si elles venaient d'être éjectées; leurs limites sont bien définies, et souvent on peut les suivre jusqu'aux cratères encore intacts qui les ont émises. Pendant mes nombreuses et longues promenades je n'ai pas observé un seul dike; et sur la circonférence presque entière de l'île la côte est basse et a été rongée au point de ne plus former qu'un petit mur dont la hauteur varie de 10 à 40 pieds (il ne faut pourtant pas attacher à ce fait une importance trop considérable, car l'île a pu s'affaisser). Cependant depuis trois cent quarante ans que l'île de l'Ascension est connue, on n'y a pas signalé le moindre symptôme d'action volcanique[18]. D'autre part, à Sainte-Hélène on ne saurait suivre le cours d'aucune coulée de lave, en se guidant soit par l'état de ses limites, soit par celui de la surface; il n'y reste que l'épave d'un grand cratère. Des diques ruines sillonnent non seulement les vallées, mais même la surface de quelques-unes des collines les plus élevées; et, en plusieurs endroits, les sommets dénudés de grands cônes de

roche injectée sont exposés et découverts. Enfin, nous avons vu que le pourtour entier de l'île a été profondément érodé, de manière à former de gigantesques falaises.

Cratères de soulèvement.--Les îles de Sainte-Hélène, de San Thiago et Maurice offrent une grande ressemblance au point de vue de leur structure et de leur histoire géologique. Ces trois îles sont enfermées (tout au moins celles de leurs parties qu'il m'a été possible de visiter) dans un cercle de montagnes basaltiques fortement entamé aujourd'hui, mais qui a été évidemment continu autrefois. Le versant de ces montagnes, dirigé vers l'intérieur de l'île, est escarpé, ou paraît pour le moins l'avoir été autrefois, et les couches dont elles sont constituées plongent vers la mer. Je n'ai pu déterminer l'inclinaison des bancs que dans un petit nombre de cas seulement, et cette opération n'était pas facile, car la stratification paraissait généralement mal définie, si ce n'est quand on l'observait de loin. Cependant, je suis à peu près certain que, conformément aux recherches de M. Elie de Beaumont, leur inclinaison moyenne est supérieure à celle qu'ils auraient pu prendre en coulant sur une pente, étant données leur épaisseur et leur compacité. À Sainte-Hélène et à San Thiago les couches basaltiques reposent sur des bancs plus anciens, d'une composition différente, et qui sont probablement sous-marins. Dans les trois îles, des déluges de laves plus récentes se sont écoulés du centre de l'île vers les montagnes basaltiques et entre ces dernières; et à Sainte-Hélène la plate-forme centrale a été comblée par ces laves. Chacune des trois îles a été soulevée en masse. À l'île Maurice la mer doit avoir baigné le pied des montagnes basaltiques, à une période géologique éloignée, ainsi qu'elle le fait actuellement à Sainte-Hélène; à San Thiago la mer attaque aujourd'hui la plaine qui s'étend entre ces montagnes. Dans les trois îles, mais spécialement à San Thiago et à Maurice, l'observateur, placé au sommet d'une des anciennes montagnes basaltiques, cherche en vain à découvrir au centre de l'île (point vers lequel convergent approximativement les strates placées sous ses pieds et sous les montagnes situées à sa droite et à sa gauche), une source d'où ces coulées auraient pu être émises; mais il n'aperçoit qu'un vaste plateau concave s'étendant au-dessous de lui, ou des monceaux de matières d'origine plus récente.

Je pense que ces montagnes basaltiques doivent être classées avec les cratères de soulèvement; il importe peu que les enceintes aient été ou non complètes autrefois, car les segments qui en subsistent aujourd'hui ont une structure si uniforme que, s'ils ne constituent pas des fragments de véritables cratères, on ne peut pas les classer parmi les lignes de soulèvement ordinaires. En considérant leur origine, et après avoir lu les ouvrages de M. Lyell[19] et de MM. C. Prevost et Virlet, je ne puis croire que les grandes dépressions centrales aient été formées par un soulèvement en forme de dôme, provoquant le cintrage des couches. D'un autre côté il m'est bien difficile d'admettre que ces montagnes basaltiques ne soient que de simples fragments du pied de grands volcans dont le sommet aurait été enlevé par explosion, ou plus vraisemblablement englouti par

affaissement. Ces enceintes ont parfois des dimensions tellement colossales, comme a San Thiago et a Maurice, et on les rencontre si souvent, que je puis difficilement me résoudre a adopter cette explication. En outre, la simultanéité fréquente des faits que je vais énumérer me porte a croire qu'ils ont, en quelque sorte, un rapport commun que n'implique ni l'une ni l'autre des théories rappelées plus haut: en premier lieu, l'état ruine de l'enceinte qui démontre que les parties actuellement isolées ont été soumises a une dénudation puissante, et tend peut-être, en certains cas, a démontrer que l'enceinte n'a probablement jamais été fermée; en second lieu, la grande quantité de matière éjectée par la partie centrale de l'île après la formation de l'enceinte ou pendant la durée de cette formation; et en troisième lieu, le soulèvement de l'île en masse. Quant au fait que l'inclinaison des couches est supérieure a celle que devraient offrir naturellement les fragments de la base de volcans ordinaires, j'admets volontiers que cette inclinaison a pu augmenter lentement par le soulèvement dont les nombreuses fissures comblées ou diques donnent a la fois la preuve et la mesure, d'après M. Elie de Beaumont; théorie aussi neuve qu'importante que nous devons aux recherches de ce géologue a l'Etna.

Convaincu, comme je l'étais alors, par les phénomènes observés en 1835 dans l'Amérique du Sud[20], que les forces qui produisent l'éjaculation des matières par les orifices volcaniques sont identiques a celles qui soulèvent l'ensemble des continents, une hypothèse, embrassant les faits que je viens de citer, se présenta a mon esprit quand j'étudiai la partie de la côte de San Thiago ou la couche calcaire soulevée horizontalement plonge dans la mer, immédiatement sous un cône de lave d'éruption postérieure. Cette hypothèse consiste a admettre que, pendant le soulèvement lent d'une contrée ou d'une île volcanique, au centre de laquelle un ou plusieurs orifices restent ouverts, neutralisant ainsi les forces souterraines, la périphérie est soulevée plus fortement que la partie centrale; et que les parties ainsi surelevées ne s'abaissent pas en pente douce vers la région centrale moins élevée [comme le fait la couche calcaire sous le cône a San Thiago, et comme une grande partie de la circonférence de l'Islande[21]; mais qu'elles en sont séparées par des failles courbes. D'après ce que nous constatons le long des failles ordinaires, nous pouvons nous attendre a ce que, sur la partie soulevée, les couches, déjà inclinées vers l'extérieur par le fait de leur formation primordiale en coulées de lave, seront relevées a partir du plan de la faille et prendront ainsi une inclinaison plus forte. Suivant cette hypothèse, que je suis tenté de n'appliquer qu'a quelques cas peu nombreux, il n'est pas probable que l'enceinte ait jamais été complète, et par suite de la lenteur du soulèvement, les parties soulevées auraient été généralement exposées a une dénudation puissante qui aurait provoqué la rupture de l'enceinte. Nous pouvons nous attendre aussi a constater des différences accidentelles d'inclinaison entre les masses soulevées, comme cela se produit a San Thiago. Cette hypothèse rattache également le soulèvement de l'ensemble de la région a l'écoulement de grands flots de lave provenant des plates-formes du centre. Dans cette théorie les montagnes basaltiques marginales des trois îles que nous avons citées

plus haut peuvent encore être considérées comme formant des "cratères de soulèvement"; le genre de soulèvement que l'on suppose a été lent, et la dépression ou plate-forme centrale a été formée, non par le cintrage de la surface, mais simplement par suite d'un soulèvement moins considérable de cette partie de l'île.

Notes:

[1] *Account of St-Helena* by governor Beatson.

[2] *Geognosy of the Island of Saint-Helena*. M. Seale a construit un modèle à grande échelle de l'île de Sainte-Hélène, qui mérite une visite, et qui se trouve actuellement au Collège d'Addiscombe dans le Surrey.

[3] Ce fait a été observé (Lyell, *Principles of Geology*, vol. IV, chap. x, p. 9) dans les diques de l'Atrio del Cavallo, mais il n'est probablement pas fort commun. Sir G. Mackenzie affirme cependant (*Travels in Iceland*, p. 372) qu'en Islande toutes les veines présentent sur leurs bords "un revêtement noir vitreux". Le capitaine Carmichael dit, en parlant des diques de Tristan d'Acunha, île volcanique de l'Atlantique méridionale, que leurs bords "sont invariablement semi-vitreux au contact de la roche encaissante". (*Linnaean Transactions*, vol. XII, p. 485.)

[4] *Geognosy of the Island of Saint-Helena*, pl. 5.

[5] M. Constant Prevost (*Mémoires de la Société Géologique*, t. II) fait observer que "les produits volcaniques n'ont que localement et rarement même dérangent le sol, à travers lequel ils se sont fait jour".

[6] Un exemple remarquable de cette structure est décrit dans *les Polynesian Researches*, de Ellis (seconde édition), où l'on trouve un dessin admirable des corniches et des terrasses successives qui s'étendent sur les bords de l'immense cratère d'Hawaï aux îles Sandwich.

[7] *Personal Narrative*, t. I, p. 171.

[8] De Humboldt, *Pitresque Atlas*, folio, pl. 10.

[9] Dans ses *Views of Vesuvius* (pl. VI), Abich a représenté la manière dont les couches sont relevées, dans des circonstances à peu près identiques. Les couches supérieures sont redressées plus fortement que les inférieures, et il explique ce fait en montrant que la lave s'introduit horizontalement entre les couches inférieures.

[10] Cette altitude est donnée par M. Seale dans sa *Geognosie* de l'île. La hauteur du sommet au-dessus du niveau de la mer est évaluée à 1.444 pieds.

[11] Dans son *Traité de Geognosie* (t. III, p. 540), d'Aubuisson

insiste particulièrement sur ce fait.

[12] En plusieurs points de cette colline, on rencontre dans les detritus terreux des masses irregulieres de sulfate de chaux cristallise et tres impur. Comme cette substance se depose actuellement en abondance a l'Ascension par l'effet du ressac, il est possible que ces masses aient la meme origine; mais s'il en est ainsi, elles doivent s'etre formees a une epoque ou l'ile presentait une altitude de beaucoup inferieure a celle qu'elle possede aujourd'hui. Ce gypse terreux se trouve actuellement a une hauteur de 6 a 700 pieds.

[13] *_Description des iles Canaries_*, p. 293

[14] *_Id._*, pp. 314 et 374.

[15] Dans un catalogue presente avec quelques specimens a la Societe geologique, le colonel Wilkes rapporte qu'une seule personne a trouve jusqu'a dix oeufs. Le Dr Buckland a fait une communication sur ces oeufs (*_Geological Transactions_*, vol. V, p. 474).

[16] *_Journal of Researches_*, p. 582.

[17] D'apres M. Seale, une gorge en forme de fissure, situee pres de Stony-top, mesure 840 pieds de profondeur sur 115 pieds de largeur seulement.

[18] Le *_Nautical Magazine_* de 1835, p. 642, celui de 1838, p. 361, et les *_Comptes rendus_* d'avril 1838, font connaitre une serie des phenomenes volcaniques: tremblements de terre, eaux troublees, scories flottantes et colonnes de fumee, qui ont ete observes a divers intervalles depuis le milieu du siecle dernier, dans la region oceanique comprise entre 20 et 22 deg. de longitude ouest, a un demi-degre environ au sud de l'Equateur. Ces faits semblent prouver qu'une ile ou qu'un archipel est en voie de formation au milieu de l'Atlantique; le prolongement de la ligne joignant Sainte-Helene a l'Ascension coupe ce foyer volcanique lentement en voie de formation.

[19] *_Principles of Geology_* (5e edit.), vol. II, p. 171.

[20] J'ai donne en mars 1838 une relation detaillee de ces phenomenes, dans une communication a la Societe geologique. Pendant qu'une surface immense etait agitee et qu'une grande contree se soulevait, les districts immediatement contigus a plusieurs des grands orifices des Cordilleres demeuraient tranquilles, les forces souterraines etant probablement neutralisees par les eruptions, qui recommencerent alors avec une grande violence. Un evenement d'une nature a peu pres identique, mais se produisant sur une echelle infiniment moins grande, parait avoir eu lieu, suivant Abich (*_Views of Vesuvius_*, pl. I et IX), a l'interieur du grand cratere du Vesuve, ou une plate-forme situee sur un cote d'une fissure a ete soulevee tout entiere a la hauteur de 20 pieds, tandis qu'une trainee de petits volcans venaient faire eruption sur l'autre bord de cette fissure.]

[21] Suivant des informations qui m'ont été communiquées de la manière la plus obligeante par M.E. Robert, les segments de la circonférence de l'Islande, qui sont formés d'anciennes couches basaltiques alternant avec du tuf, plongent vers l'intérieur de l'île, en imitant ainsi une coupe gigantesque. M. Robert a observé que cette disposition se présente le long de la côte sur une distance de plusieurs centaines de milles, sauf quelques rares interruptions tout à fait locales. Cette observation est confirmée, au moins en ce qui concerne une partie de la circonférence, par Mackenzie, dans ses Travels (p. 377), et pour une autre localité par des notes manuscrites qui m'ont été complaisamment prêtées par le Dr Holland. La côte est fortement découpée par des anses, au fond desquelles le pays est généralement bas. M. Robert m'a communiqué que les couches qui plongent vers l'intérieur de l'île semblent s'étendre jusqu'à cette ligne, et que leur inclinaison correspond ordinairement à celle de la surface du sol, depuis les hautes montagnes côtières jusqu'à la contrée basse qui s'étend à l'extrémité des anses. Dans la coupe décrite par sir G. Mackenzie l'inclinaison est de 12 deg.. L'intérieur de l'île, pour autant qu'on le connaisse, consiste principalement en produits d'éruption récents. Peut-être l'étendue considérable de l'Islande, qui est presque égale à celle de l'Angleterre, devrait-elle la faire exclure de la classe d'îles que nous avons étudiées, mais je ne puis m'empêcher de croire que, si les montagnes côtières, au lieu de s'incliner doucement vers la région centrale plus basse, en avaient été séparées par des failles irrégulièrement recourbées, les couches auraient été renversées de manière à plonger vers la mer, et qu'il se serait formé un "cratère de soulèvement" comme celui de San Thiago ou de l'île Maurice, mais de dimensions beaucoup plus vastes. Je me bornerai à faire observer en outre que l'existence fréquente de lacs très étendus au pied des grands volcans, et que l'association souvent constatée de nappes volcaniques et de dépôts d'eau douce paraissent démontrer que les régions voisines des volcans sont prédisposées à s'abaisser au-dessous du niveau général de la contrée environnante, soit qu'elles aient subi un soulèvement moins considérable, soit qu'elles se soient affaissées.

CHAPITRE V

ARCHIPEL DES GALAPAGOS

Île Chatham.--Cratères formés d'une espèce particulière de tuf.--Petits cratères basaltiques avec cavités à leur base.--Île Albemarle, laves liquides, leur composition.--Cratères de tuf, inclinaison de leurs couches divergentes externes, et structure de leurs couches convergentes internes.--Île James, segment d'un petit cratère basaltique; fluidité et composition de ses coulées de lave et des fragments qu'il rejette.--Remarques finales sur les cratères de tuf et sur l'état délabré de leurs flancs méridionaux.--Composition

mineralogique des roches de l'archipel.--Soulèvement de la
contrée.--Direction des fissures d'éruption.

Cet archipel est situé sous l'Équateur, à la distance de 500 à 600 milles de la côte occidentale de l'Amérique du Sud. Il consiste en cinq îles principales et en plusieurs petites îles; leur ensemble est égal en surface[1] mais non en étendue de pays, à la Sicile jointe aux îles Ioniennes. Elles sont toutes volcaniques; on a vu des cratères en éruption sur deux d'entre elles, et dans plusieurs des autres îles il y a des coulées de lave qui paraissent récentes. Les îles les plus grandes sont formées principalement de roches compactes et elles s'élèvent à une altitude variant de 1.000 à 4.000 pieds, en présentant un profil peu accidenté. Parfois, elles sont surmontées d'un orifice principal, mais ce fait n'est pas général. La dimension des cratères varie, de simples orifices à d'immenses chaudières dont la circonférence mesure plusieurs milles; ces cratères sont extraordinairement nombreux, à tel point que, si on les comptait, on en trouverait, je crois, plus de deux mille; ils sont formés soit de scories et de laves, soit d'un tuf coloré en brun, et ces derniers cratères sont remarquables à divers égards. Le groupe entier a été levé par les officiers du Beagle. J'ai visité moi-même quatre des principales îles et j'ai reçu des échantillons provenant de toutes les autres. Je ne décrirai sous la mention des différentes îles que celle qui me paraît digne d'attention.

[Illustration: Fig 11.--Carte de l'archipel des Galapagos.]

ILE CHATHAM.--_Cratères formés de tuf d'une espèce particulière_.
--Vers l'extrémité orientale de l'île on rencontre deux cratères formés de deux espèces différentes de tuf; l'une d'elles est friable comme des cendres faiblement consolidées; l'autre est compacte, et d'une nature différente de tout ce dont j'ai jamais lu la description. Aux endroits où cette dernière substance est le mieux caractérisée, elle est de couleur brun-jaunâtre, translucide, et elle offre un éclat plus ou moins résineux; elle est cassante, à cassure anguleuse, rude et très irrégulière; parfois pourtant légèrement grenue, et même vaguement cristalline; elle est facilement rayée par un couteau; certains points cependant sont assez durs pour rayer le verre; elle se fond avec facilité en un verre de couleur vert-noirâtre. La masse renferme de nombreux cristaux brisés d'olivine et d'augite, et de petites particules de scories noires et brunes; elle est souvent traversée par des veines minces d'une matière calcaireuse. Elle affecte généralement une structure noduleuse ou concrétionnée. Un échantillon isolé de cette substance serait pris certainement pour une variété spéciale de résinite à teinte pâle; mais, quand on l'observe en masses, sa stratification et les nombreuses couches de fragments de basalte anguleux et arrondis démontrent à l'évidence, au premier coup d'œil, qu'elle a été formée sous les eaux. L'examen d'une série de spécimens montre que cette substance résiniforme est le produit d'une transformation chimique subie par de petites particules de roches scoriacées à teintes pâles et foncées; et cette transformation peut être suivie distinctement, dans

ses différentes phases, autour des bords d'une seule et même particule. D'après la situation voisine de la côte, de presque tous les cratères composés de cette espèce de tuf ou de peperine, et d'après leur état délabré, il est probable qu'ils ont tous été formés sous la mer. En envisageant cette circonstance et le fait remarquable de l'absence de grands lits de cendres dans tout l'archipel, je considère comme fort probable que le tuf a été formé presque en totalité par la trituration des laves basaltiques grises dans les cratères immergés. On peut se demander si l'eau fortement échauffée contenue dans l'intérieur de ces cratères a produit cette singulière alteration des particules scoriacées et leur a donné leur cassure translucide et résineuse; ou si la chaux qui s'y trouve associée a joué un rôle dans cette transformation. Je pose ces questions parce que j'ai observé à San Thiago, dans l'archipel du Cap Vert, que, lorsqu'un grand torrent de lave s'est écoulé vers la mer en passant sur des roches calcaires, sa surface externe, qui ressemble ailleurs à de la résinite, est transformée en une substance résiniforme exactement semblable aux spécimens les plus caractéristiques du tuf de l'archipel des Galapagos, probablement par suite de son contact avec le carbonate de chaux[2].

Pour en revenir aux deux cratères, l'un d'entre eux se trouve à une lieue de la côte, et la plaine qui l'en sépare est constituée par un tuf calcaire d'origine probablement sous-marine. Ce cratère consiste en un cercle de collines, dont quelques-unes sont entièrement séparées des autres, mais dont toutes les couches plongent très régulièrement vers l'extérieur, sous un angle de 30 à 40 degrés. Les bancs inférieurs sont formés, sur une épaisseur de plusieurs centaines de pieds, par la roche à aspect résineux décrite plus haut, avec fragments de lave empâtés. Les bancs supérieurs, qui ont 30 à 40 pieds d'épaisseur, sont composés d'un tuf ou peperino[3] à grain fin, rude au toucher, friable, coloré en brun et disposé en couches minces. Une masse centrale sans stratification, qui doit avoir occupé autrefois la cavité du cratère, mais qui n'est reliée aujourd'hui qu'à un petit nombre des collines de la circonférence, consiste en tuf de caractère intermédiaire entre les tufs à cassure résiniforme et à cassure terreuse. Cette masse renferme une matière calcaire blanche répandue en petites plages. Le second cratère (haut de 520 pieds) doit avoir formé un îlot séparé jusqu'au moment de l'éjaculation d'une grande coulée de lave récente; dans une belle coupe, due à l'action de la mer, on voit une grande masse de basalte en forme d'entonnoir, entourée de tous côtés de parois abruptes formées par des tufs qui présentent quelquefois une cassure terreuse ou semi-résineuse. Le tuf est traversé par plusieurs larges diques verticaux à parois unies et parallèles que j'ai considérés comme étant du basalte, jusqu'à ce que j'en eusse détaché des fragments. Ces diques sont formés de tuf semblable à celui des couches environnantes, mais plus compacte et à cassure plus unie; nous devons en conclure qu'il s'est formé des fissures, et qu'elles se sont remplies de vase ou de tuf plus fins provenant du cratère, avant que sa cavité interne fut occupée, comme aujourd'hui, par un lac solidifié de basalte. D'autres fissures se sont formées plus tard parallèlement à ces singuliers diques, et elles sont simplement comblées par des débris incohérents. La transformation des particules scoriacées normales en cette substance à cassure

semi-resineuse pouvait se suivre avec une grande nettete dans certaines parties du tuf compact qui constitue ces dikes.

[Illustration: Fig. 12.--Kicker Rock.--Hauteur: 400 pieds.]

A quelques milles de ces deux crateres s'eleve le rocher ou ilot de Kicker, remarquable par sa forme singuliere. Il n'est pas stratifie et il est compose de tuf compact possedant en certains points la cassure resineuse. Cette masse amorphe, ainsi que la masse semblable dont nous avons parle a propos du cratere decrit plus haut, remplissait probablement autrefois la cavite centrale d'un cratere et ses flancs ou ses parois inclinees ont sans doute ete completement enleves plus tard par la mer qui l'entoure et a l'action de laquelle il se trouve expose aujourd'hui.

Petits crateres basaltiques--A l'extremite orientale de l'ile Chatham s'etend une zone ondulee depourvue de vegetation et remarquable par le nombre, par l'accumulation sur une surface restreinte et par la forme de petits crateres basaltiques dont elle est en quelque sorte criblee. Ces crateres consistent en une simple accumulation conique de scories luisantes, noires et rouges, partiellement cimentees, ou plus rarement, en un cercle forme de ces memes scories. Leur diametre varie de 30 a 150 yards, et ils s'elevent d'environ 50 a 100 pieds au-dessus du niveau de la plaine environnante. Du haut d'une petite eminence je comptai soixante de ces crateres; ils etaient tous eloignes les uns des autres d'un tiers de mille au plus, et plusieurs d'entre eux etaient beaucoup plus rapproches. Je mesurai la distance entre deux tres petits crateres, et je trouvai qu'elle n'etait que de 30 yards, du bord du sommet de l'un au bord du sommet de l'autre. On constate qu'un certain nombre de ces crateres ont emis de petites coulees de lave basaltique noire contenant de l'olivine et beaucoup de feldspath vitreux. Les surfaces des coulees les plus recentes sont excessivement tourmentees et coupees de grandes fissures; les coulees plus anciennes sont simplement un peu moins rugueuses; ces coulees se confondent et s'enchevetrent d'une maniere inextricable. Pourtant l'etat de croissance des arbres qui se sont etablis sur les coulees indique souvent, d'une maniere tres nette, l'age relatif de celles-ci. Sans ce dernier caractere on n'aurait su distinguer les coulees les unes des autres que dans un petit nombre de cas, et, par consequent, cette grande plaine ondulee aurait pu etre consideree erroneement (ainsi que plusieurs plaines l'ont ete sans doute) comme formee par un seul grand deluge de lave et non par une multitude de petites coulees emises par un grand nombre de petits orifices.

En plusieurs endroits de cette region, et principalement a la base des petits crateres, s'ouvrent des puits circulaires a parois verticales, profonds de 20 a 40 pieds. J'ai rencontre trois de ces puits a la base d'un petit cratere. Ils ont ete probablement formes par l'ecroulement de la voute de petites cavernes[4]. On voit en d'autres points des monticules mamelonnees, ressemblant a de grandes bulles de lave, et dont les sommets sont fissures par des crevasses irregulieres tres

profondes, comme on le constate quand on cherche à y pénétrer; ces monticules n'ont pas émis de lave. On rencontre aussi d'autres monticules mamelonnées, d'une forme très régulière, constituées par des laves stratifiées et portant à leur sommet une cavité circulaire à parois escarpées, formée, je pense, par une masse gazeuse qui a d'abord cintré les couches en leur donnant la forme d'un monticule en ampoule et a déterminé ensuite l'explosion du sommet. Les monticules de ces divers genres, les puits et les nombreux petits cratères scoriacés nous montrent tous que cette plaine a été pour ainsi dire pénétrée comme un crible par le passage des vapeurs échauffées. Les monticules les plus réguliers ne peuvent s'être soulevés que lorsque la lave était à l'état pâteux[5].

ILE ALBEMARLE.--Cette île porte cinq grands cratères à sommet plat, qui offrent entre eux et avec le cratère de l'île voisine de Narborough une ressemblance remarquable de forme et de hauteur. Le cratère méridional a 4.700 pieds de hauteur, deux autres ont 3.720 pieds, un troisième 50 pieds de plus que ce dernier, les autres semblent avoir à peu près la même hauteur. Trois d'entre eux sont situés sur une même ligne et sont allongés dans une direction presque identique. On a trouvé par des mesures trigonométriques que le cratère du nord, qui n'est pas le plus grand de tous, n'a pas moins de 3 milles $\frac{1}{8}$ de diamètre extérieur. Des déluges de lave noire, débordant la crête de ces grandes et larges chaudières et s'échappant de petits orifices voisins de leur sommet, ont coulé le long de leurs flancs dénudés.

Fluidité de différentes laves--Pres de Tagus ou Banks-Cove j'ai étudié une de ces grandes coulées de lave, fort intéressante par les preuves qu'elle nous offre du haut degré de fluidité qu'elle a possédée, et qui est particulièrement remarquable quand on envisage la composition de la coulée. Sur la côte cette coulée a plusieurs milles de largeur. Elle est constituée par une base noire, compacte, facilement fusible en un globule noir, présentant des vacuoles anguleuses assez clairsemées, et criblée de grands cristaux brisés d'albite[6] vitreuse dont le diamètre varie de un à cinq dixièmes de pouce. Quoique cette lave semble, à première vue; éminemment porphyrique, elle ne peut être considérée comme telle, car il est évident que les cristaux ont été enveloppés, arrondis et pénétrés par la lave, comme des fragments de roche étrangère dans un dike de trapp. C'est ce qu'on voyait très clairement dans certains spécimens d'une lave analogue provenant de l'île Abingdon, avec la seule différence que ses vacuoles étaient sphériques et plus nombreuses. L'albite de ces laves se trouve dans les mêmes conditions que la leucite du Vesuve, et que l'olivine décrite par Von Buch[7], et qui fait saillie sous forme de grands globules dans le basalte de Lanzarote. Outre l'albite, cette lave contient des grains épars d'un minéral vert, sans clivage distinct, et qui ressemble beaucoup à l'olivine[8]; mais, comme il se fond facilement en un verre vert, il appartient probablement à la famille de l'augite: cependant, à l'île James une lave analogue contenait de l'olivine type. Je me suis procuré des

échantillons provenant de la surface, et d'autres prélevés à 4 pieds de profondeur, mais ils n'offraient entre eux aucune différence. On pouvait constater avec évidence le haut degré de fluidité de cette lave par sa surface unie et doucement inclinée, par la subdivision du courant principal en petits ruisseaux, que de faibles inégalités du sol avaient suffi à produire, et surtout par la manière dont ses extrémités s'atténuaient et se réduisaient presque à rien en des points fort éloignés de sa source et où elle devait avoir subi un certain degré de refroidissement. Le bord actuel de la coulée consiste en fragments incohérents, dont la dimension dépasse rarement celle d'une tête d'homme. Le contraste est fort remarquable entre ce bord et les murs escarpés, hauts de plus de 20 pieds, qui limitent un grand nombre des coulées basaltiques de l'Ascension. On a cru généralement que les laves où abondent de grands cristaux et qui renferment des vacuoles anguleuses[9] ont présenté peu de fluidité, mais nous voyons qu'il en a été tout autrement à l'île Albemarle. Le degré de fluidité des laves ne semble pas correspondre à une différence apparente dans leur composition; à l'île Chatham certaines coulées qui contiennent beaucoup d'albite vitreuse et de l'olivine sont si rugueuses qu'on pourra les comparer à de hautes vagues congelées, tandis que la grande coulée de l'île Albemarle est presque aussi unie qu'un lac ride par la brise. À l'île James une lave basaltique noire où abondent de petits grains d'olivine offre un degré intermédiaire de rugosité; sa surface est brillante, et les fragments détachés ressemblent d'une manière fort singulière à des plis de draperies, à des câbles et à des morceaux d'écorces d'arbres[10].

Cratères de tuf. -- À un mille environ au sud de Banks Cove on rencontre un beau cratère elliptique, profond de 500 pieds à peu près, et de 3/4 de mille de diamètre. Son fond est occupé par un lac d'eau salée, d'où s'élèvent quelques petites éminences crateriformes de tuf. Les couches inférieures sont un tuf compact présentant les caractères d'un dépôt formé sous l'eau, tandis que sur la circonférence entière les couches supérieures consistent en un tuf rude au toucher, friable, et dont le poids spécifique est peu élevé, mais qui contient souvent des fragments de roches disposés en couches. Ce tuf supérieur renferme de nombreuses sphères pisolitiques ayant à peu près la grandeur de petites balles, et qui ne diffèrent de la matière environnante que par une dureté un peu plus grande et un grain un peu plus fin. Les couches plongent très régulièrement dans toutes les directions, sous des angles variant de 25 à 30 degrés. D'après mes mesures. La surface externe du cratère offre une pente presque identique; elle est formée de côtes légèrement convexes, comme celle de la coquille d'un pecten ou d'un petoncle, qui vont en s'élargissant de l'orifice du cratère jusqu'à sa base. Ces côtes ont, en général, de 8 à 20 pieds de large, mais parfois leur largeur atteint 40 pieds; elles ressemblent à d'anciennes voûtes fortement surbaissées, et dont le revêtement de plâtre s'écaille et tombe par plaques; elles sont séparées les unes des autres par des ravins que l'action érosive de l'eau a creusés. À leur extrémité supérieure, qui est fort étroite, près de la bouche du cratère ces côtes consistent souvent en véritables couloirs creux, un peu plus petits mais semblables à ceux qui se forment souvent par le

refroidissement de la croûte d'un torrent de lave dont les parties internes se sont écoulées au dehors; structure dont j'ai rencontré plusieurs exemples à l'île Chatham. Il n'est pas douteux que ces côtes creuses ou ces voutes se soient formées d'une manière analogue, c'est-à-dire par la consolidation, le durcissement d'une croûte superficielle sur des torrents de boue qui se sont écoulés de la partie supérieure du cratère. J'ai vu dans une autre partie du même cratère des rigoles concaves ouvertes, larges de 1 à 2 pieds, qui paraissent formées par le durcissement de la face inférieure d'un torrent de boue, au lieu de la surface supérieure comme dans le premier cas. D'après ces faits, je pense que le tuf a certainement coulé à l'état de boue[11]. Cette boue peut avoir été formée soit dans l'intérieur du cratère, soit par des cendres déposées sur la partie supérieure de ses flancs et entraînées ensuite par des torrents de pluie. Ce dernier mode de formation paraît le plus vraisemblable pour la plupart des cas; cependant à l'île James certaines couches de tuf de la variété friable s'étendent si uniformément sur une surface inégale, qu'il semble probable qu'elles ont été formées par la chute d'abondantes pluies de cendres.

Dans l'intérieur du même cratère, des strates de tuf grossier, formées principalement de fragments de lave, viennent butter contre les parois internes, comme un talus qui s'est consolidé. Elles s'élèvent à la hauteur de 100 à 150 pieds au-dessus de la surface du lac sale intérieur; elles plongent vers le centre du cratère et sont inclinées sous des angles variant de 30 à 36 degrés. Elles paraissent avoir été formées sous les eaux, probablement à l'époque où la mer occupait la cavité du cratère. J'ai constaté avec surprise que l'épaisseur de couches qui offrent une inclinaison aussi forte n'augmentait pas vers leur extrémité inférieure, au moins sur toute la partie de leur longueur que j'ai pu suivre.

Bank's Cove.--Ce port occupe en partie l'intérieur d'un cratère de tuf ruine, plus grand que celui que je viens de décrire. Tout le tuf de ce cratère est compact et renferme de nombreux fragments de lave; il offre l'aspect d'un dépôt qui s'est fait sous les eaux. Le trait le plus remarquable de ce cratère, c'est la grande extension des strates qui convergent vers l'intérieur sous une inclinaison très prononcée, comme dans le cas précédent, et qui sont souvent disposées en couches irrégulières courbes. Ces couches intérieures convergentes, de même que les bancs divergents qui constituent, à proprement parler, le cratère, sont représentés dans le croquis (fig. 13) donnant une coupe approximative des promontoires qui forment cette anse. Les couches internes et externes diffèrent fort peu au point de vue de la composition; les premières ont été évidemment formées par l'érosion, le transport et le dépôt final des matériaux qui constituent les couches crateriformes externes. Le grand développement de ces couches intérieures pourrait faire croire à un observateur parcourant la périphérie du cratère qu'il s'agit d'une crête anticlinale circulaire formée de grès et de conglomérats stratifiés. La mer attaque actuellement les couches intérieures et extérieures, ces dernières surtout, de sorte que d'ici à quelque temps tout ce qui restera ce

seront les couches interieures, et l'interpretation de ces faits serait bien de nature a embarrasser un geologue[12].

[Illustration: FIG. 13.--Coupe des promontoires qui forment Bank's Cove, montrant les strates divergentes qui constituent le cratere, et le talus a couches convergentes. Le point culminant de ces collines est a 817 pieds au-dessus du niveau de la mer.]

ILE JAMES.--Parmi les crateres de tuf existant encore dans cette ile, il n'y en a que deux qui meritent une description. L'un d'eux est situe a un mille et demi de Puerto Grande, vers l'interieur de l'ile; il est circulaire et mesure environ un tiers de mille de diametre, et 400 pieds de profondeur. Il differe de tous les autres crateres de tuf que j'ai etudies en ce que la partie la plus profonde de sa cavite est formee, jusqu'a la hauteur de 100 a 150 pieds, par un mur vertical de basalte, comme si le cratere s'etait fait jour au travers d'une nappe rocheuse compacte. La partie superieure de ce cratere consiste en couches du tuf altere a cassure semi-resineuse que nous avons etudie plus haut. Son fond est occupe par un lac d'eau salee peu profond recouvrant des couches de sel qui reposent sur un lit tres epais de boue noire. L'autre cratere, eloigne de quelques milles, n'est remarquable que par ses dimensions et parce qu'il est fort bien conserve. Son sommet est a 1200 pieds au-dessus du niveau de la mer, et la cavite interieure est profonde de 600 pieds. Ses flancs externes inclines offrent un aspect curieux du a l'uniformite de la surface de ces grandes couches de tuf qui ressemblent a un vaste pavement cimente. L'ile Brattle est, je crois, le plus grand cratere de tuf qui existe dans l'archipel; son diametre interieur est de pres de 1 mille marin. Ce cratere, aujourd'hui en ruines, est dispose sur un arc de cercle qui mesure un peu plus d'une demi-circonference; il est ouvert du cote du sud, ses grandes dimensions sont probablement dues, pour une part notable, a l'erosion de l'interieur du cratere par l'action de la mer.

Segment d'un petit cratere basaltique.--L'anse designee sous le nom de Fresh-water Bay, dans l'ile James, est limitee d'un cote par un promontoire qui constitue la derniere epave d'un grand cratere. Un segment, en forme de quart de cercle, ayant fait partie d'un petit centre d'eruption subordonne, se trouve a decouvert sur le rivage de ce promontoire. Il consiste en neuf petites coulees de lave distinctes, accumulees les unes au-dessus des autres, et en une sorte de pic colonnaire irregulier, haut de 15 pieds environ, forme de basalte celluleux brun-rougeatre, et contenant en abondance de grands cristaux d'albite vitreuse et de l'augite fondue. Ce pic, avec quelques mamelons rocheux adjacents repandus sur le rivage, represente l'axe du cratere. Les coulees de lave peuvent etre suivies dans un petit ravin, perpendiculairement a la cote, sur une longueur de 10 a 15 yards; elles sont cachees ensuite sous des debris. Le long du rivage on les voit sur un espace de pres de 80 yards, et je ne crois pas qu'elles s'etendent beaucoup plus loin. Les trois coulees inferieures sont soudees a ce pic, et sont legerement recourbees au

point de jonction, comme si elles se repandaient encore par-dessus la levre du cratere (ainsi qu'on le voit dans le croquis grossierement dessine (fig. no. 14) qui a ete pris sur place). Les six coulees superieures etaient, sans aucun doute, primitivement unies a la meme colonne avant que celle-ci eut ete demolie par la mer. La lave de ces coulees a la meme composition que celle de la colonne, sauf que les cristaux d'albite ne paraissent pas etre reduits en fragments aussi petits, et que les grains d'augite fondue manquent. Chaque coulee est separee de celle qui la surmonte par une couche, epaisse de quelques pouces ou tout au plus de 1 a 2 pieds, de scories en fragments incoherents, produites sans doute par la friction des coulees passant les unes au-dessus des autres. Toutes ces coulees sont fort remarquables par leur faible epaisseur. J'ai mesure soigneusement plusieurs d'entre elles et j'en ai trouve une de 8 pouces d'epaisseur, mais elle etait recouverte sur les deux faces par une couche fortement adherente d'une roche scoriacee rouge, epaisse de 3 pouces (comme cela se presente pour toutes les coulees); tout l'ensemble avait une epaisseur de 14 pouces qui demeurait tres uniforme sur toute la longueur de la coupe. Une seconde coulee n'avait que 8 pouces d'epaisseur, en y comprenant les surfaces scoriacees inferieure et superieure. Avant d'avoir vu cette coupe, je n'aurais pas cru possible que la lave put se repandre en nappes aussi uniformement minces sur une surface qui est loin d'etre unie. Ces petites coulees ressemblent beaucoup par leur composition aux grands flots de lave de l'ile Albemarle qui doivent avoir presente, eux aussi, un haut degre de fluidite.

[Illustration: FIG. 14--Segment d'un tres petit centre d'eruption sur le rivage de Fresh-water Bay.]

Fragments d'apparence platonique rejetes par ce cratere.--Dans la lave et dans les scories de ce petit cratere j'ai trouve plusieurs fragments qui, par leur forme anguleuse, leur structure grenue, leur fragilite, l'action calorifique qu'ils ont subie, et par l'absence de vacuoles, ressemblent beaucoup aux fragments de roches primitives que les volcans de l'ile de l'Ascension rejettent quelquefois. Ces fragments consistent en albite vitreuse fortement usee et a clivages tres imparfaits, melangee d'un mineral bleu d'acier en grains semi-arrondis, a surface trouble et luisante. Les cristaux d'albite sont recouverts d'un oxyde de fer rouge qui semble etre un residu, et leurs plans de clivage sont parfois separees aussi par des couches excessivement fines de cet oxyde, dessinant sur le cristal des lignes semblables a celles d'un micrometre de verre. Il n'y avait pas de quartz. Le mineral bleu d'acier qui abonde dans la partie colonnaire, mais qui est absent dans les coulees derivant de ce pic, offre l'aspect d'un corps qui a subi une fusion, et presente rarement quelque trace de clivage. Pourtant j'ai pu demontrer par une mesure prise sur un echantillon que c'etait de l'augite. Dans un autre fragment, qui se distinguait de ses congeneres parce qu'il etait legerement celluleux et passait graduellement a la pate de la roche, les petits grains d'augite etaient assez bien cristallises. Quoiqu'il y ait, en apparence, une difference si considerable entre la lave des

petites coulées, spécialement entre leur croute scoriacée rouge, et un de ces fragments anguleux rejetés, que l'on pourrait prendre à première vue pour de la syénite, je crois cependant que la lave a été formée par la fusion et le mouvement d'écoulement d'une masse rocheuse dont la composition est absolument semblable à celle de ces fragments. Outre le spécimen dont il vient d'être question et où nous voyons un fragment devenir légèrement cellulaire et se fondre dans la masse environnante, la surface de quelques-uns des grains d'augite bleu d'acier devient finement vacuolaire et passe à la pâte englobante; d'autres grains sont dans un état intermédiaire. La pâte semble consister en augite plus parfaitement fondue, ou, ce qui est plus probable, simplement modifiée par le mouvement de la masse, lorsque ce minéral était à l'état visqueux, et mélangée d'oxyde de fer et d'albite vitreuse réduite en très petits fragments. C'est probablement pour cette raison que l'augite fondue, abondante dans le pic, disparaît dans les coulées. L'albite se trouve exactement au même état dans la lave et dans les fragments empates, sauf que la plupart des cristaux sont plus petits, mais ils paraissent moins abondants dans les fragments. Ceci pourrait cependant se produire naturellement par l'intumescence de la base augitique donnant lieu à un accroissement apparent de son volume. Il est intéressant de suivre ainsi les phases par lesquelles passe une roche grenue et compacte pour se transformer d'abord en une lave cellulaire pseudo-porphyrrique et finalement en scories rouges. La structure et la composition des fragments empates montrent qu'ils ont été détachés d'une roche primitive et ont subi des alterations considérables par l'action volcanique ou, plus probablement, qu'ils ont été arrachés à la croute d'une masse de lave refroidie et cristallisée, ultérieurement brisée et refondue, et dont la croute a été attaquée moins fortement que le reste de la masse par la nouvelle fusion et le nouveau mouvement qu'elle a subis.

Remarques finales sur les cratères de tuf.--Ces cratères constituent le trait le plus frappant de la géologie de l'archipel, par la présence d'une substance résiniforme qui intervient pour une grande part dans leur composition, par leur structure, leur dimension et leur nombre. La plupart d'entre eux forment des îlots séparés ou des promontoires reliés aux îles principales, et ceux qui se trouvent actuellement à une petite distance de la côte, dans l'intérieur des îles, sont ruinés et percés de brèches comme s'ils avaient été exposés à l'action de la mer. Je suis porté à conclure de cette condition générale de leur situation et de la faible quantité de cendres rejetées dans l'archipel, que le tuf a été formé principalement par le broyage mutuel de fragments de lave dans l'intérieur de cratères en activité qui communiquaient avec la mer. Par l'origine et la composition du tuf, et par la présence fréquente d'un lac central d'eau salée et de couches de sel, ces cratères représentent, sur une grande échelle, les "salses" ou monticules de boue qui existent en grand nombre dans certaines régions de l'Italie et dans d'autres contrées[13]. Cependant les rapports plus intimes des cratères de cet archipel avec les phénomènes ordinaires de l'action volcanique sont mis en évidence par ces masses de basalte solidifié qui les remplissent quelquefois jusqu'au bord.

Il semble fort singulier, a première vue, que dans tous les cratères formes de tuf le versant meridional soit, ou bien entierement demoli et completement emporte, ou bien beaucoup moins eleve que les autres versants. J'ai visite ou pris des renseignements sur vingt-huit de ces cratères; douze d'entre eux forment des ilots separes[14] et se presentent aujourd'hui a l'etat de simples croissants entierement ouverts du cote du sud, avec, parfois, quelques pointes de rochers marquant leur circonference primitive; parmi les seize cratères restants, quelques-uns forment des promontoires, et d'autres sont situees dans l'interieur des iles, a une faible distance du rivage; mais pour tous le flanc meridional est plus bas que les autres ou completement demoli. Pourtant le flanc septentrional de deux des seize cratères etait egalement bas, tandis que les cotes de l'est et de l'ouest etaient intacts. Je n'ai rencontre ni entendu mentionner aucune exception a la regle d'apres laquelle ces cratères sont ruines ou presentent une paroi basse sur le cote qui fait face a un point de l'horizon situe entre le sud-est et le sud-ouest. Cette regle ne s'applique pas aux cratères formes de lave et de scories.

L'explication en est simple: dans cet archipel la direction des vagues soulevees par les vents alizes coincide avec celle de la houle venant des regions eloignees de l'ocean largement ouvert (contrairement a ce qui se passe dans plusieurs parties du Pacifique) et attaquent la cote meridionale de toutes les iles, avec leurs forces reunies; il en resulte que le versant meridional est invariablement plus escarpe que le versant septentrional, meme quand il est forme completement de roches basaltiques dures. Comme les cratères de tuf sont constituees par une matiere tendre, et que probablement ils ont tous ou presque tous traverse une periode d'immersion, il n'est pas etonnant qu'ils montrent invariablement les effets de cette grande puissance erosive sur ceux de leurs flancs qui s'y sont trouves exposes. Il est probable, d'apres l'etat ruine d'un grand nombre d'entre eux, que plusieurs autres cratères ont ete entierement demolis par la mer. Nous n'avons aucune raison de supposer que les cratères constituees par des scories et des laves ont ete formes dans la mer, et cela nous montre pourquoi la regle ne leur est pas applicable. Nous avons montre qu'a l'Ascension les orifices des cratères, qui sont tous d'origine terrestre, ont ete attaques par les vents alizes; ce meme agent peut contribuer egalement ici a abaisser, des le moment de leur formation, les flancs exposes au vent dans certains de ces cratères.

Composition mineralogique des roches.--Dans les iles septentrionales, les laves basaltiques paraissent generalement contenir plus d'albite que dans la moitie meridionale de l'archipel; mais presque toutes les coulees en renferment une quantite plus ou moins grande. L'albite est associee assez souvent a l'olivine. Je n'ai observe de cristaux determinables d'augite ou de hornblende dans aucun echantillon, a l'exception des grains fondus contenus dans les fragments rejetes et dans le pic du petit cratere decrit plus haut. Je n'ai rencontre aucun specimen de vrai trachyte, quoique quelques-unes des laves les plus pales presentent une certaine ressemblance avec cette roche lorsqu'elles contiennent en abondance de grands cristaux d'albite vitreuse et rude au toucher; mais la pate est toujours

fusible en email noir. Ainsi que nous l'avons constate plus haut, les lits de cendres et les scories rejetees au loin manquent presque toujours; et je n'ai vu ni un fragment d'obsidienne ni de pierre ponce. Von Buch[15] croit que l'absence de ponce sur l'Etna provient de ce que le feldspath y appartient a la variete Labrador; si la presence de la ponce depend de la nature du feldspath, il est singulier qu'elle manque dans cet archipel et abonde dans les Cordilleres de l'Amerique meridionale, puisque dans ces deux regions le feldspath appartient a la variete albitique. Par suite de l'absence des cendres, et de la nature generalement inalterable des laves de cet archipel, les iles se couvrent lentement d'une maigre vegetation et le paysage presente un aspect desole et sinistre.

Soulevement de la region--Les preuves du soulevement de la contree sont rares et peu nettes. J'ai remarque a l'ile Chatham de grands blocs de lave cimentes par une matiere calcaire qui contenait des coquilles recentes; mais ils se trouvaient a la hauteur de quelques pieds seulement au-dessus de la laisse de haute mer. Un des officiers m'a donne des fragments de coquilles qu'il avait trouvees a plusieurs centaines de pieds au-dessus de la mer, empatees dans le tuf de deux crateres fort eloignes l'un de l'autre. Il est possible que ces fragments aient ete portes a l'altitude qu'ils occupent aujourd'hui, par une eruption de boue; mais comme sur l'un des crateres ils etaient associes a des coquilles d'huitres brisees constituant en quelque sorte un banc, il est plus vraisemblable que le tuf a ete souleve en masse avec les coquilles. Les specimens sont en si mauvais etat que tout ce qu'on peut y reconnaitre, c'est qu'ils appartiennent a des genres marins recents. Dans l'ile Charles, j'ai observe une ligne de grands blocs arrondis, entasses au sommet d'une falaise verticale, a 15 pieds au-dessus de la ligne ou la mer s'eleve aujourd'hui pendant les tempetes les plus violentes. Ce fait semblait d'abord constituer une preuve evidente du soulevement de la region, mais il etait absolument decevant, car je constatai plus tard sur une partie voisine de la meme cote, et j'appris de temoins oculaires, que partout ou une coulee recente de lave forme un plan incline uni en entrant dans la mer, les vagues, durant les tempetes, _font rouler des blocs arrondis_ jusqu'a une grande hauteur au-dessus de la limite de leur action ordinaire. Comme la petite falaise est formee ici par une coulee de lave qui avant d'avoir ete demolie devait plonger dans la mer en lui presentant une surface doucement inclinee, il est possible, ou plutot il est probable que les blocs arrondis qui gisent maintenant a son sommet soient simplement les restes de ceux qui ont ete eleves a leur altitude actuelle en _roulant_ sur le plan incline pendant les tempetes.

Direction des fentes d'eruption--Dans cet archipel, les orifices volcaniques ne peuvent pas etre consideres comme distribues au hasard. Trois grands crateres de l'ile Albemarle forment une ligne nette qui s'etend du N.-N.-W. au S.-S.-E. L'ile Narborough et le grand cratere situe dans la partie rectangulaire de l'ile Albemarle dessinent une seconde ligne parallele a la premiere. Vers l'est, l'ile Hood

determine, avec les îles et les rochers qui sont situés entre elle et l'île James, une autre ligne presque parallèle, dont le prolongement passe par les îles Culpepper et Wenman situées à 70 milles au nord. Les autres îles, qui se trouvent plus à l'est, forment une quatrième ligne moins régulière. Plusieurs d'entre elles et les orifices volcaniques de l'île Albemarle sont disposés de telle sorte qu'ils se trouvent sur une série de lignes approximativement parallèles, coupant les premières lignes à angles droits; il en résulte que les principaux cratères paraissent être situés aux points où deux séries de fissures se croisent. Les îles elles-mêmes, à l'exception de l'île Albemarle, ne sont pas allongées dans le même sens que les lignes sur lesquelles elles se trouvent. L'orientation de ces îles est à peu près la même que celle qui domine d'une manière si remarquable dans les nombreux archipels de l'océan Pacifique. Je dois faire observer, enfin, que dans les îles Galapagos il n'y a pas de cratère qui domine les autres, c'est-à-dire d'orifice volcanique principal beaucoup plus élevé que tous les autres cratères, comme on le remarque dans plusieurs archipels volcaniques; le cratère le plus élevé est le grand remblai situé à l'extrémité sud-ouest de l'île Albemarle, et qui ne dépasse que de 1.000 pieds seulement plusieurs autres cratères voisins.

Notes:

[1] Je ne comprends pas dans cette évaluation les petites îles volcaniques de Culpepper et de Wenman, situées à 70 milles au nord du groupe. On voit des cratères dans toutes les îles de l'archipel, sauf dans l'île Towers, qui est l'une des plus basses; cette île est formée, cependant, de roches volcaniques.

[2] Les concrétions contenant de la chaux, que j'ai décrites à l'Ascension comme formées dans un lit de cendres, offrent un certain degré de ressemblance avec cette substance, mais leur cassure n'est pas résineuse. J'ai trouvé également à Sainte-Hélène des veines d'une substance plus ou moins semblable; elle était compacte mais non résineuse, et se présentait dans un lit de cendres ponceuses qui ne contenait probablement pas de matière calcaire: l'action de la chaleur n'avait pu intervenir dans aucun de ces deux cas.

[3] Les géologues qui restreignent le terme de "tuf" aux cendres blanches provenant de la trituration de laves feldspathiques, donneraient le nom de "peperino" à ces couches colorées en brun.

[4] M. Elie de Beaumont a décrit (*Mémoires pour servir*, etc., t. VI, p. 113) plusieurs "petits cirques d'éboulement" qu'on observe sur l'Etna et dont l'origine est connue historiquement, au moins pour quelques-uns d'entre eux.

[5] Sir G. Mackensie (*Travels in Iceland*, p. 389 à 392) a décrit une plaine de lave s'étendant au pied de l'Hecla, et qui est soulevée de tous côtés en grandes bulles ou grandes ampoules. Sir George rapporte que cette lave cavernueuse constitue la couche superficielle. Le même fait est affirmé par Von Buch (*Description des îles Canaries*, p.

139) au sujet de la coulée basaltique qui se trouve près de Rialejo a Tenerife. Il semble singulier que les coulées supérieures soient plus cavernueuses que les autres, car on ne voit aucune raison pour que les coulées, tant les plus élevées que les plus inférieures, n'aient pas toutes subi une action identique, a des époques différentes.--Les coulées inférieures se sont-elles répandues sous la mer, et ont-elles été comprimées par sa pression au point de s'aplatir, postérieurement au passage des masses gazeuses qui les ont traversées?

[6] Dans les Cordillères du Chili j'ai vu des laves ressemblant beaucoup a cette variété de l'archipel des Galapagos. Elle renfermait pourtant, outre l'albite, des cristaux d'augite nettement formés, et la pâte offrait une couleur un peu plus pâle, due peut-être a l'agregation des particules augitiques. Je dois faire remarquer ici que, dans tous les cas dont il s'agit, je désigne sous le nom d'albite les cristaux de feldspath dont les clivages, mesurés au goniometre a reflexion, répondent a ceux de ce mineral. Cependant, comme on a découvert dans ces derniers temps que d'autres espèces de la même famille présentent des clivages très voisins de ceux de l'albite, cette détermination doit être considérée comme purement provisoire. J'ai étudié les cristaux contenus dans les laves de diverses parties de l'archipel des Galapagos, et j'ai reconnu que, sauf quelques cristaux provenant d'un seul point de l'île James, ils ne présentaient jamais les clivages de l'orthose ou feldspath potassique.

[7] _Description des Isles Canaries_, p. 295.

[8] De Humboldt rapporte qu'il prit pour de l'olivine un mineral augitique vert, que l'on trouve dans les roches volcaniques de la Cordillère de Quito.

[9] La forme irrégulière et anguleuse des vacuoles est probablement due a la manière irrégulière dont cède a la pression des gaz une masse formée de cristaux solides et de pâte visqueuse en proportions a peu près égales. Comme on pouvait s'y attendre, il semble certain que, dans la lave qui a possédé une grande fluidité ou un grain uniforme, les vacuoles sont sphériques et leurs parois intérieures lisses.

[10] Un specimen de lave basaltique renfermant quelques petits cristaux d'albite brisés, et qui m'a été donné par un des officiers, mérite peut-être une description. Il consiste en ramifications cylindriques, dont quelques-unes n'ont que 1/20^e de pouce de diamètre et sont étirées en pointes très aiguës. La masse n'a pas été formée, comme une stalactite, car les pointes sont dirigées tantôt vers le haut, tantôt vers le bas. Des globules dont le diamètre n'est que de 1/40^e de pouce sont tombés de quelques-unes des pointes et adhèrent aux ramifications voisines. La lave est vésiculaire, mais les vacuoles n'atteignent jamais la surface des branches, qui sont unies et luisantes. Comme on croit généralement que les vacuoles sont toujours allongées suivant la direction du mouvement de la masse fluide, je dois faire observer que toutes les vacuoles sont sphériques dans ces branches cylindriques dont le diamètre varie de 1/4 a 1/20^e de pouce.

[11] Cette conclusion offre un certain intérêt parce que M. Dufrenoy (*Memoires pour servir*, etc., t. IV, p. 274) a soutenu que le Monte Nuovo et d'autres cratères de l'Italie meridionale ont été formés par soulèvement, en s'appuyant sur le fait que des couches de tuf, d'une composition probablement semblable à celle du tuf décrit plus haut, y sont inclinées sous des angles de 18 à 20 degrés. En présence des faits que nous avons cités relativement à la disposition en voute des côtes séparées, et à ce que les tufs ne s'étendent pas en nappes horizontales autour de ces collines crateriformes, personne ne supposera que les couches ont été formées ici par soulèvement; nous voyons cependant que leur inclinaison dépasse 20 degrés, et atteint même souvent 30 degrés. Les strates consolidées du talus interne plongent également d'un angle supérieur à 30 degrés, comme nous allons le montrer à l'instant.

[12] Je crois que ce fait se présente actuellement aux îles Açores où le Dr Webster (*Description*, p. 185) a décrit une petite île en forme de bassin, constituée par des couches de tuf plongeant vers l'intérieur et limitées extérieurement par des falaises escarpées découpées par la mer. Le Dr Daubeny suppose (*On Volcanoes*, p. 266) que cette cavité a été formée par un affaissement circulaire. Il me paraît beaucoup plus vraisemblable que nous sommes ici en présence de couches déposées primitivement dans la cavité d'un cratère dont les parois externes ont été enlevées plus tard par érosion marine.

[13] *Traité de Géognosie* de D'Aubuisson, t. I, p. 189. Je dois faire observer que j'ai vu à Terceira, aux îles Açores, un cratère de tuf ou peperino ressemblant beaucoup à ceux de l'archipel des Galapagos. On en rencontre de semblables aux îles Sandwich, d'après la description qu'en donne le *Voyage de Freycinet*, et il est probable qu'il existe des cratères de ce genre dans plusieurs autres contrées.

[14] Ce sont: les trois îlots de Crossman dont le plus grand a 600 pieds de haut; l'île Enchantée; l'île Gardner (760 pieds de hauteur); l'île Champion (331 pieds de hauteur); l'île Enderby; l'île Brattle; deux îlots voisins de l'île Infatigable, et un îlot situé près de l'île James. Un second cratère voisin de l'île James (avec un lac sale au centre) présente du côté du sud une paroi haute de 20 pieds seulement, tandis que les autres parties de la circonférence atteignent 300 pieds de hauteur.

[15] *Description des îles Canaries*, p. 328.

CHAPITRE VI

TRACHYTE ET BASALTE.--DISTRIBUTION DES ÎLES VOLCANIQUES

Descente des cristaux au sein de la lave liquide.--Poids spécifique des éléments constitutifs du trachyte et du basalte; leur séparation

subsequente.--Obsidienne.--Melange apparent des elements des roches plutoniques.--Origine des dikes de trapp plutoniques.--Distribution des iles volcaniques; leur predominance dans les grands oceans.--Elles sont generalement disposees en lignes.--Les volcans centraux de Von Buch sont problematiques.--Iles volcaniques bordant des continents.--Anciennete des iles volcaniques et leur soulevement en masse.--Eruptions sur des lignes de fissure paralleles durant une meme periode geologique.

Separation des mineraux constituant de la lave suivant leur poids specifique.--Un des cotes de Fresh-water Bay, a l'ile James, est forme des debris d'un grand cratere, dont nous avons parle dans le chapitre precedent, et dont l'interieur a ete comble par une coulee de basalte presentant une puissance de 200 pieds environ. Ce basalte, de couleur grise, contient une grande quantite de cristaux d'albite vitreuse, qui deviennent beaucoup plus nombreux encore dans sa partie inferieure et scoriacee. C'est le contraire qu'on se serait attendu a voir, car, si a l'origine les cristaux avaient ete repandus uniformement dans toute la masse, l'expansion plus considerable subie par cette partie scoriacee inferieure aurait du faire paraître plus petit le nombre des cristaux qui s'y trouvent. Von Buch[1] a decrit une coulee d'obsidienne du Pic de Tenerife, dans laquelle les cristaux de feldspath deviennent de plus en plus nombreux au fur et a mesure que la profondeur ou l'epaisseur augmente, de sorte que, pres de la surface inferieure de la coulee, la lave ressemble meme a une roche primitive. Von Buch constate, en outre, que M. Dree a trouve par ses experiences sur la fusion de la lave que les cristaux de feldspath tendaient toujours a descendre au fond du creuset. Je crois qu'il n'est pas douteux que dans ces exemples les cristaux descendent sollicites par leur poids[2]. Le poids specifique du feldspath varie[3] de 2,4 a 2,58, tandis que celui de l'obsidienne parait etre ordinairement 2,3 a 2,4; et il serait probablement moindre si la roche etait a l'etat liquide, ce qui faciliterait la descente des cristaux de feldspath. A l'ile James, les cristaux d'albite, quoique incontestablement moins lourds que le basalte gris aux endroits ou il est compact, peuvent facilement avoir un poids specifique superieur a celui de la masse scoriacee, qui est formee de lave fondue et de bulles de gaz surchauffes.

La chute des cristaux au sein d'une substance visqueuse comme celle des roches fondues, et qui est incontestablement demontree par les experiences de M. Dree, merite un examen plus attentif, car ce phenomene eclaire le probleme de la separation des laves trachytiques et basaltiques. M.P. Scrope a etudie cette question, mais il parait n'avoir eu connaissance d'aucun fait positif, comme ceux que je viens de signaler, et il a perdu de vue un facteur qui me semble indispensable dans l'etude du phenomene, c'est-a-dire l'existence a l'etat de globules ou de cristaux tantot du mineral le moins dense et tantot du mineral le plus dense. Il est difficilement admissible que la faible difference de densite des particules separees infiniment petites de feldspath, d'augite ou de quelque autre mineral, suffise a vaincre le frottement produit par leur mouvement au sein d'une

substance dont la fluidité est imparfaite, telle qu'une roche en fusion; mais, si les molécules d'un quelconque de ces minéraux se sont réunies en cristaux ou en granules pendant que les autres conservaient l'état liquide, on comprend facilement que la descente ou le flottage des minéraux auront été notablement facilités par suite de l'atténuation du frottement. D'un autre côté, si tous les minéraux ont pris l'état grenu au même instant, il est à peu près impossible qu'une séparation quelconque ait pu s'opérer, à cause de la résistance qu'ils devaient s'offrir mutuellement. On a fait dernièrement une découverte pratique importante qui montre le rôle que joue l'état grenu d'un élément contenu dans une masse fluide en favorisant la séparation de cette substance. Quand on agite d'une manière ininterrompue, pendant son refroidissement, du plomb fondu contenant une faible proportion d'argent, il devient grenu, et ces grains ou cristaux imparfaits de plomb presque pur descendent au fond du creuset en abandonnant un résidu de métal fondu beaucoup plus riche en argent; tandis que si on laisse reposer le mélange en le maintenant à l'état liquide pendant un certain temps, les deux métaux ne montrent aucune tendance à se séparer[4]. L'agitation paraît n'avoir d'autre effet que de provoquer la formation des grains séparés. Le poids spécifique de l'argent est 10,4 et celui du plomb 11,35; le plomb grenu qui tombe au fond du creuset n'est jamais absolument pur, et le résidu métallique liquide ne contient, au maximum, que 1/119 d'argent. Puisque la différence de densité due à la proportion très inégale suivant laquelle les deux métaux sont mélangés, est si excessivement faible, il est probable que celle qui existe entre le plomb liquide et le plomb grenu quoique encore chaud, intervient pour une grande part dans l'acte de la séparation.

D'après ces faits, si un des minéraux constitutifs d'une masse rocheuse volcanique liquéfiée qui repose pendant un certain temps sans subir aucune agitation violente, s'agrége en cristaux ou en grains, ou s'il a été arraché en cet état à quelque roche plus ancienne, nous pouvons nous attendre à ce que ces cristaux ou ces grains flotteront à des niveaux plus ou moins élevés suivant leur poids spécifique relatif. Or, nous avons la preuve évidente que des cristaux ont été empâtés dans un grand nombre de laves pendant que la pâte ou la base demeurait fluide. Il me suffira de rappeler comme exemples les diverses grandes coulées pseudo-porphyrétiques des îles Galapagos, et les coulées trachytiques de diverses régions, dans lesquelles nous trouvons des cristaux de feldspath ployés et brisés par le mouvement de la masse semi-liquide environnante. Les laves sont composées, en majeure partie, de trois variétés de feldspath, dont la densité oscille entre 2,4 et 2,74; de hornblende et d'augite, allant de 3 à 3,4, d'olivine variant de 3,3 à 3,4 et enfin d'oxydes de fer avec un poids spécifique de 4,8 à 5,2. Il en résulte que les cristaux de feldspath nageant dans une lave liquide mais peu vésiculaire, tendront à s'élever vers la surface, et que les cristaux ou les grains des autres minéraux tendront à descendre. Nous ne devons pas nous attendre cependant à constater une séparation parfaite au sein de substances aussi visqueuses. Le trachyte, qui consiste principalement en feldspath avec un peu de hornblende et d'oxyde de fer, a un poids spécifique d'environ 2,45[5], tandis que le basalte, composé en

majeure partie d'augite et de feldspath, auquel s'ajoute souvent une forte proportion de fer et d'olivine, atteint une densité de 3,0. Conséquemment nous remarquons que dans les endroits où des coulées basaltiques et trachytiques ont été émises d'un même cratère, les coulées de trachyte ont généralement fait éruption les premières, parce que, comme nous devons le supposer, la lave fondue appartenant à cette série s'était accumulée à la partie supérieure du foyer volcanique. Cette succession a été observée par Beudant, Scrope et d'autres auteurs, et j'en ai donné trois exemples dans cet ouvrage. Pourtant, comme les dernières éruptions d'un grand nombre de volcans se sont fait jour au travers des parties inférieures de ces montagnes, par suite de l'accroissement de la hauteur et du poids de la colonne interne de roche fondue, nous voyons pourquoi dans la plupart des cas les flancs inférieurs des masses trachytiques centrales sont seuls enveloppés de coulées basaltiques. Peut-être la séparation des éléments d'une masse lavique s'opère-t-elle quelquefois dans l'intérieur d'une montagne volcanique, dont la hauteur et les autres dimensions sont suffisamment grandes, au lieu de se faire dans le foyer souterrain. Dans ce cas, des coulées de trachyte provenant du sommet de ce volcan, et des coulées de basalte émanées de sa base peuvent être éjectées presque simultanément ou à des intervalles très rapprochés; c'est ce qui paraît s'être produit à Tenerife[6]. Il me suffira de faire remarquer en outre que, naturellement, la séparation des deux séries doit souvent être entravée par suite de bouleversements violents, même quand les conditions lui sont favorables, et que, de même, leur ordre d'éruption ordinaire doit être interverti. En bien des cas, peut-être, les laves basaltiques ont seules atteint la surface, à cause du haut degré de fluidité de la plupart d'entre elles.

Nous avons vu dans l'exemple décrit par Von Buch que des cristaux de feldspath descendent au sein de l'obsidienne vers la partie inférieure de la masse, parce que leur poids spécifique est plus élevé, comme on le sait, que celui de cette roche; nous pouvons donc nous attendre à constater dans toute région trachytique où l'obsidienne a coulé à l'état de lave, qu'elle a été émise par les orifices supérieurs, ou occupant la plus grande altitude. D'après Von Buch, ce fait se confirme d'une manière remarquable, tant aux îles Lipari qu'au pic de Tenerife. En ce dernier point l'obsidienne ne s'est jamais écoulée par des orifices situés à moins de 9.200 pieds de hauteur. L'obsidienne paraît avoir été éjectée aussi par les pics les plus élevés de la Cordillère péruvienne. Je me borne à faire observer, en outre, que le poids spécifique du quartz varie de 2,6 à 2,8, et que par conséquent, lorsque ce minéral existe dans un foyer volcanique, il ne doit pas tendre à descendre avec la masse fondamentale basaltique; ceci explique peut-être la présence fréquente et l'abondance du quartz au sein des laves trachytiques, déjà signalées à plusieurs reprises dans cet ouvrage.

Peut-être objectera-t-on à la théorie que je viens d'exposer le fait que les roches plutoniques ne sont pas divisées en deux séries nettement distinctes et de pesanteur spécifique différente, quoiqu'elles aient passé par l'état liquide comme les roches

volcaniques. Pour répondre à cette objection, il convient de faire remarquer d'abord qu'aucune preuve ne démontre que les atomes d'un quelconque des minéraux constitutifs des roches plutoniques se soient agglomérés, tandis que les autres minéraux restaient fluides, ce qui est une condition presque indispensable de leur séparation, comme nous nous sommes efforcés de le prouver; au contraire, les cristaux se sont moulés généralement les uns sur les autres[7].

En second lieu, le calme absolu qui a présidé, selon toute probabilité, au refroidissement des masses plutoniques ensevelies à de grandes profondeurs, devait être très probablement fort défavorable à la séparation de leurs minéraux constitutifs, car, si la force attractive qui rapproche les molécules des divers minéraux pendant le refroidissement progressif de la masse est suffisante pour les maintenir réunies, le frottement entre ces cristaux à demi formés ou ces globules pâteux doit empêcher les plus lourds d'entre eux de descendre au fond du bain et les plus légers de monter. D'autre part, les petites perturbations qui doivent probablement se produire dans la plupart des foyers volcaniques, et qui ne suffiraient pas, comme nous l'avons vu, à empêcher la séparation de grains de plomb dans un mélange de plomb et d'argent en fusion ou de cristaux de feldspath dans une coulée de lave, pourraient pourtant amener la rupture et une nouvelle fusion des globules les moins bien formés, permettant aux cristaux les mieux formés, et qui pour cette raison ne se brisent pas, de descendre ou de monter suivant leur pesanteur spécifique.

Quoiqu'on ne constate pas dans les roches plutoniques l'existence des deux types distincts correspondant aux séries trachytique et basaltique, j'ai lieu de croire qu'il s'est produit souvent une séparation plus ou moins prononcée de leurs parties constitutives. Je soupçonne qu'il doit en être ainsi, parce que j'ai observé la grande fréquence avec laquelle des diques de greenstone et de basalte coupent les formations étendues de granite et de roches métamorphiques qui s'y rattachent. Je n'ai jamais étudié un district d'une région granitique étendue sans y découvrir des diques; je puis citer comme exemples les nombreux diques de trapp que l'on rencontre dans plusieurs provinces du Brésil, du Chili, de l'Australie, et au cap de Bonne-Espérance; de même, il existe un grand nombre de diques dans les vastes contrées granitiques de l'Inde, du nord de l'Europe et d'autres pays. D'où le greenstone et le basalte qui forment ces diques sont-ils venus? Devons-nous supposer, avec quelques anciens géologues, qu'une zone de trapp s'étend uniformément sous les roches granitiques qui, suivant l'état actuel de nos connaissances, constituent la base de l'écorce du globe? N'est-il pas plus vraisemblable de croire que ces diques sont dus à des fissures sillonnant des roches granitiques et métamorphiques imparfaitement refroidies, dont les éléments les plus fusibles consistant surtout en hornblende ont été en quelque sorte sollicités à monter dans ces fissures? À Bahia, au Brésil, j'ai vu dans une contrée de gneiss et de greenstone primitif, de nombreux diques constitués par une roche à augite de couleur foncée (car un cristal que j'ai détaché appartenait incontestablement à ce minéral), ou par une roche amphibolique formée, comme plusieurs preuves le démontraient clairement, avant la solidification de la masse environnante, ou ayant

subi plus tard un ramollissement complet simultanément avec cette masse[8]. Des deux cotés de l'un de ces dikes le gneiss était pénétré, à la profondeur de plusieurs yards, par de nombreux fils ou stries curvilignes d'une matière à teinte foncée et dont la forme ressemblait à celle des nuages désignés sous le nom de "cirrhi-comae"; on pouvait suivre quelques-uns de ces filaments jusqu'à leur point de jonction avec le dike. Lorsque je les examinai, il me parut douteux que des veines aussi fines et aussi curvilignes aient pu être injectées, et je crois maintenant, qu'au lieu d'avoir été injectées par le dike, elles ont été, au contraire, comme ses vaisseaux nourriciers. Si on admet comme vraisemblable cette théorie sur l'origine des dikes de trapp dans des régions granitiques très étendues, et loin de roches appartenant à quelque autre série, nous pouvons admettre aussi que, quand une grande masse de roche plutonique est poussée par des efforts répétés dans l'axe d'une chaîne de montagnes, ses éléments les plus liquides peuvent s'écouler dans des abîmes profonds et inconnus, pour être ultérieurement ramenés, peut-être, à la surface sous forme de masses injectées de greenstone, de porphyre augitique[9] ou d'éruptions basaltiques. La plupart des difficultés que les géologues ont rencontrées en comparant les roches volcaniques et plutoniques au point de vue de leur composition se trouvent résolues, je pense, si nous pouvons admettre que ces éléments relativement lourds et fusibles qui composent les roches basaltiques et trappeennes, ont été partiellement éliminés du plus grand nombre des masses plutoniques.

Distribution des îles volcaniques.--Au cours de mes recherches sur les récifs coralliens, j'ai eu l'occasion de consulter les écrits d'un grand nombre de voyageurs, et j'ai été constamment frappé du fait, qu'à peu d'exceptions près, les îles innombrables qui parsement le Pacifique, l'Océan Indien et l'Atlantique sont formées soit de roches volcaniques, soit de roches coralliennes récentes. Citer une longue liste de toutes les îles volcaniques serait fastidieux, mais il est facile d'énumérer les exceptions que j'ai rencontrées. Dans l'Atlantique nous avons les rochers de Saint-Paul décrits dans cet ouvrage, et les îles Falkland formées de schiste quartzéux et argileux; mais ces dernières îles sont fort grandes et ne sont pas très éloignées de la côte de l'Amérique méridionale[10]. Dans l'Océan Indien, les Seychelles (situées sur une ligne qui prolonge Madagascar) consistent en granite et en quartz. Dans l'Océan Pacifique, la Nouvelle-Calédonie, qui est une grande île, appartient (pour autant que sa constitution soit connue) à la classe des roches primitives; la Nouvelle-Zélande, qui possède beaucoup de roches volcaniques et quelques volcans en activité, est trop étendue pour que nous puissions la ranger parmi les petites îles dont nous nous occupons en ce moment. La présence de quelques roches non volcaniques, telles que des schistes argileux dans trois des Açores[11], de calcaire tertiaire à Madère, de schiste argileux à l'île Chatham dans le Pacifique, ou de lignite à l'île de Kerguelen, ne doit pas faire exclure ces îles ou ces archipels de la classe des îles volcaniques, si elles sont formées principalement de matières éruptives.

La constitution de ces nombreuses îles qui parsement les grands

océans, étant presque toujours volcanique à ces rares exceptions près, se rattache évidemment à la loi suivant laquelle presque tous les volcans actifs forment des îles ou sont situés près du rivage de la mer; elle est un effet des phénomènes chimiques ou mécaniques qui ont déterminé cette répartition des volcans. Le fait que les îles océaniques sont si généralement volcaniques est intéressant aussi au point de vue de la nature des chaînes de montagnes de nos continents, qui, à peu d'exceptions près, ne sont pas volcaniques, quoique cependant nous ayons des raisons de supposer qu'un océan s'étendait autrefois sur l'espace occupé aujourd'hui par les continents. Nous sommes amenés à nous demander si les éruptions volcaniques se produisent plus facilement au travers des fissures qui se sont formées pendant les premières phases de la transformation du lit de la mer en une surface terrestre.

Quand on examine les cartes des nombreux archipels volcaniques, on voit que les îles sont ordinairement disposées en rangées, simples, doubles ou triples, suivant des lignes souvent légèrement courbes[12]. Chacune des îles du groupe est arrondie, ou plus ordinairement allongée dans le même sens que le groupe dont elle fait partie, mais parfois transversalement à cette direction. Certains groupes dont l'allongement n'est pas fortement accentué offrent peu de symétrie dans leurs formes; M. Virlet[13] constate que ce cas se présente pour l'archipel grec; je suis porté à penser (car je sais combien il est facile de se tromper en ces matières) que les orifices volcaniques sont ordinairement alignés suivant une même droite ou sur une série de lignes parallèles peu longues, coupant presque à angle droit une autre ligne ou une autre série de lignes. L'archipel des Galapagos offre un exemple de cette structure, car la plupart des îles et les principaux cratères situés dans les plus grandes d'entre elles sont groupés de manière à se disposer sur un système de lignes orienté N.-N.-W. et sur un autre système dirigé W.-S.-W.; nous trouvons une structure du même genre, mais plus simple, dans l'archipel des Canaries. Dans le groupe du Cap Vert qui paraît être le moins symétrique de tous les archipels océaniques de nature volcanique, une ligne dessinée par plusieurs îles et courant N.-W.-S.-E. couperait presque à angle droit, si on la prolongeait, une courbe jalonnée par les autres îles.

Von Buch[14] a classé tous les volcans en deux catégories: les _volcans centraux_ autour desquels des éruptions se sont produites en grand nombre, de tous côtés, d'une manière presque régulière, et les _chaînes volcaniques_. Dans les exemples que l'auteur donne pour les volcans de la première catégorie je ne puis découvrir, au point de vue de leur situation, aucune raison qui justifie la qualification de centraux, et il n'existe, à mon avis, aucune différence essentielle de constitution minéralogique entre les volcans centraux et les chaînes volcaniques. Sans doute, dans la plupart des petits archipels volcaniques l'une des îles peut être beaucoup plus élevée que les autres; de même que dans une île donnée un des orifices est généralement plus haut que tous les autres, quelle que puisse être la cause de ce fait. Von Buch ne range pas dans sa classe des chaînes volcaniques, de petits archipels dont il admet que les îles sont alignées, comme il le fait pour les Açores, mais il est difficile de

croire qu'il existe quelque difference essentielle entre les chaines volcaniques plus ou moins allongees. Si l'on jette un coup d'oeil sur une mappemonde, on constate combien sont parfaites les transitions qui unissent de petits groupes d'iles volcaniques alignees aux series presque ininterrompues d'archipels se suivant en ligne droite, et finalement a une grande muraille comme la Cordillere americaine. Von Buch soutient[15] que des chaines volcaniques couronnent des chaines de montagnes de formation primitive, ou sont en rapport intime avec elles; mais si, dans le cours des temps, des archipels allonges sont transformes en chaines de montagnes sous l'action prolongee des forces de soulevement et eruptives, il en resultera naturellement que les roches primitives inferieures seront souvent soulevees et deviendront visibles.

Quelques auteurs ont fait remarquer que les iles volcaniques sont repandues, quoiqu'a des distances tres inegales, le long des rivages des grands continents, comme si elles etaient, jusqu'a un certain point, en rapport avec eux. Pour l'ile de Juan Fernandez, situee a 330 milles de la cote du Chili, il existait indubitablement un rapport entre les forces volcaniques agissant sous cette ile et celles qui agissaient sous le continent, comme cela a ete montre par le tremblement de terre de 1835. En outre, les iles de quelques-uns des petits groupes volcaniques bordant des continents, comme nous venons de le dire, sont situees sur des lignes qui presentent une relation avec la direction que suivent les rivages voisins. Je citerai comme exemples les lignes d'intersection aux archipels des Galapagos et du Cap Vert, et la ligne la mieux definie des iles Canaries. Si ces faits ne sont pas purement fortuits, nous voyons qu'un grand nombre d'iles volcaniques eparpillees et de petits groupes sont mis en rapport avec les continents voisins, non seulement par leur proximite, mais encore par la direction des fentes d'eruption, relation que Von Buch considere comme caracteristique pour ses grandes chaines volcaniques.

Dans les archipels volcaniques il est rare que les crateres soient en activite a la fois dans plus d'une ile, et les grandes eruptions ne se produisent d'habitude qu'a de longs intervalles. En considerant le grand nombre de crateres que chaque ile d'un groupe porte habituellement et la quantite enorme de matieres qu'ils ont emises, on est porte a attribuer une tres grande anciennete a ces groupes, meme a ceux dont l'origine parait relativement recente, comme l'archipel des Galapagos. Cette conclusion concorde avec l'erosion prodigieuse que l'action lente de la mer doit avoir fait subir a leurs cotes, primitivement inclinees en pente douce et qui ont du, si souvent, reculer en se transformant en hautes falaises. Nous ne devons pas croire, cependant, que la masse entiere des matieres qui forment une ile volcanique ait ete toujours emise au niveau qu'elle occupe actuellement; le grand nombre de dikes qui semblent invariablement sillonner l'interieur de tout volcan prouve, d'apres les principes exposes par M. Elie de Beaumont, que la masse entiere a ete soulevee et fissuree. En outre, je crois avoir demontre dans mon travail sur les recifs coralliens, qu'il existe un rapport entre les eruptions volcaniques et les soulevements contemporains s'operant en masse[16] et qui est atteste tant par la presence frequente de debris organiques

soulevés que par la structure des récifs coralliens établis sur les roches volcaniques. Je dois faire observer enfin que des éruptions se sont produites dans un même archipel, depuis le commencement des temps historiques, sur plus d'une des lignes de fissure parallèles; ainsi dans l'archipel des Galapagos on a signalé les éruptions d'un cratère de l'île Narborough et d'un cratère de l'île Albemarle, qui ne se trouvent pas sur la même ligne; aux îles Canaries des éruptions se sont produites à Tenerife et à Lanzarote; et aux Açores sur les trois lignes parallèles de Pico, de Saint-Georges et de Terceira. Ce fait me paraît intéressant si nous admettons qu'il n'existe d'autre différence essentielle entre une chaîne de montagnes et un volcan que celle qui distingue une injection de roches plutoniques d'une éjaculation de matières volcaniques, car il nous permet d'admettre comme probable que lors du soulèvement des chaînes de montagnes deux ou plusieurs des lignes parallèles d'une chaîne puissent avoir été soulevées et injectées pendant une même période géologique.

Notes:

[1] *Description des îles Canaries*, pp. 190 et 191.

[2] On a trouvé que dans une masse de fer en fusion (*Edinburgh New Philosophical Journal*, vol. XXIV, p. 66) les substances dont l'affinité pour l'oxygène est plus grande que celle du fer pour ce même gaz s'élevaient de l'intérieur de la masse vers la surface. Mais il est difficile d'attribuer une cause analogue à la séparation des cristaux de ces coulées de lave. Le refroidissement paraît avoir modifié dans certains cas la composition de la surface des laves, car Dufrenoy (*Mem. pour servir*, etc., t. IV, p. 271) a constaté que les parties internes d'une coulée située aux environs de Naples étaient formées pour les deux tiers par un minéral attaqué aux acides, tandis que la surface était composée principalement d'un minéral inattaqué par ces réactifs.

[3] J'ai donné les poids spécifiques des minéraux d'après Von Kobell, une des autorités les plus récentes et les meilleures, et celui des roches d'après divers auteurs. Suivant Phillips, le poids spécifique de l'obsidienne est 2.35, et Jameson affirme qu'il ne dépasse jamais 2.4; mais j'ai reconnu qu'il était de 2.42 pour un spécimen de l'Ascension.

[4] Une notice détaillée et intéressante sur cette découverte, par M. Pattinson, a été lue devant l'Association britannique en septembre 1838. Suivant Turner (*Chemistry*, p. 210), le métal le plus lourd de certains alliages descend au fond du creuset, et il paraît que ce phénomène se produit lorsque les métaux sont tous deux à l'état liquide. Lorsque la différence de densité est considérable, comme celle qui existe entre le fer et le laitier qui se forme pendant la fusion du minerai, il n'est pas étonnant que les atomes se séparent sans qu'aucune des deux substances soit à l'état grenu.

[5] Von Buch a trouvé 2,47 pour le trachyte de Java; De la Beche 2,42

pour celui d'Auvergne, et moi-meme 2,42 pour celui de l'Ascension. Jameson et d'autres auteurs attribuent au basalte un poids specifique de 3,0, mais De la Beche a trouve qu'elle n'etait que de 2,78 pour certains specimens d'Auvergne, et de 2.91 pour des specimens de la Chaussee des Geants.

[6] Consulter l'admirable *_Description physique_* si connue de cette ile par Von Buch, qui peut etre consideree comme un modele de geologie descriptive.

[7] La pate cristalline de la phonolite est souvent traversee de longues aiguilles de hornblende, ce qui prouve que ce mineral, quoique l'element le plus fusible de la phonolite, a cristallise avant ou en meme temps qu'une substance plus refractaire. Si mes observations sont exactes, la phonolite se presente toujours a l'etat de roche injectee comme celles de la serie plutonique; elle s'est donc probablement solidifiee comme ces dernieres sans subir de derangements violents ni repetes. Les geologues qui ont doute que le granite ait pu se former par liquefaction ignee parce que des mineraux de fusibilite differente s'y moulent les uns sur les autres, doivent avoir ignore le fait que la hornblende cristallisee penetre la phonolite, roche dont l'origine ignee est incontestable. L'etat visqueux que le quartz et le feldspath conservent tous deux a une temperature bien inferieure a leur point de fusion, comme on le sait aujourd'hui, explique facilement leur moulage mutuel. Voir a ce sujet le travail de M. Horner sur Bonn. *_Geolog. Transact._*, vol. IV, p. 439; et pour le quartz, l'*_Institut_*, 1839, p. 161.

[8] Des fragments de ces dikes ont ete brises et sont entoures maintenant par les roches primitives dont les feuilletés les environnent en restant paralleles a eux-memes. Le Dr Hubbard a decrit aussi (*_Silliman's Journal_*, vol. XXXIV, p. 119) un entrecroisement de veines de trapp dans le granite des White Mountains, qui doit avoir ete forme, selon lui, lorsque les deux roches etaient a l'etat pateux.

[9] M. Phillips (*_Lardner's Encyclop._*, vol. II, p. 115) cite l'opinion de Von Buch suivant laquelle le porphyre augitique s'etend parallelement aux grandes chaines de montagnes et se rencontre toujours a leur base. De Humboldt a constate egalement l'existence frequente de roches trappeennes dans une position geologique analogue; et moi-meme j'ai observe plusieurs exemples de ce fait au pied de la Cordillere chilienne. L'existence du granite dans l'axe des grandes chaines de montagnes est toujours probable, et je suis tente de croire que les masses de porphyre augitique et de trapp injectees lateralement ont a peu pres la meme relation avec l'axe granitique que les laves basaltiques avec les masses trachytiques centrales, autour des flancs desquelles elles ont si souvent fait eruption.

[10] A en juger d'apres les recherches incompletes de Forster, il est possible que l'ile Saint-Georges ne soit pas volcanique. En ce qui concerne les Seychelles je me base sur les affirmations du Dr Allan. J'ignore de quel genre de roches est formee l'ile Rodriguez dans l'ocean Indien.

[11] Ceci s'appuie sur l'autorité du comte V. de Bedemar pour Flores et Graciosa (_Charlsworth Magazine of Nat. Hist., vol. I, p. 557). Suivant le capitaine Boyd, l'île Sainte-Marie n'a pas de roches volcaniques (_Description de Von Buch_, p. 365). L'île Chatham a été décrite par le Dr Dieffenbach dans le _Geographical Journal_, année 1841, p. 201. Jusqu'à présent l'expédition antarctique ne nous a fourni que des renseignements incomplets sur l'île Kerguelen.

[12] Dans un mémoire présenté récemment à l'_American Association_, les professeurs William et Henry Darwin Rogers ont insisté d'une manière spéciale sur les directions de soulèvement qui affectent une courbe régulière dans certaines parties de la chaîne des Appalaches.

[13] _Bulletin de la Société Géologique_, t. III, p. 110.

[14] _Description des Îles Canaries_, p. 324.

[15] _Description des Îles Canaries_, p. 393.

[16] Cette conclusion s'impose à la suite des phénomènes qui ont accompagné le tremblement de terre de 1835 à Conception, et qui sont décrits en détail dans la notice que j'ai publiée dans les _Geological Transactions_ (vol. V, p. 601).

CHAPITRE VII

NOUVELLE-GALLES DU SUD, TERRE VAN DIEMEN, KING GEORGE'S SOUND, CAP DE BONNE-ESPERANCE

Nouvelle-Galles du Sud.--Formation de grès.--Pseudo-fragments de schiste empâtés.--Stratification.--Stratification entrecroisée.--Grandes vallées.--Terre Van Diemen.--Formation paléozoïque.--Formations plus récentes avec roches volcaniques.--Travertin avec feuilles de végétaux éteints.--Soulèvement de la contrée.--Nouvelle-Zélande.--King George's Sound.--Bancs ferrugineux superficiels.--Dépôts calcaires superficiels avec moules de branches.--Leur origine due à des particules de coquilles et de coraux amoncelées par le vent.--Leur extension.--Cap de Bonne-Espérance.--Contact du granite et du phyllade argileux.--Formation de grès.

Durant la seconde partie de son voyage, le _Beagle_ toucha à la Nouvelle-Zélande, en Australie, à la Terre Van Diemen, et au cap de Bonne-Espérance. Désireux de consacrer la troisième partie de ces Observations Géologiques à l'Amérique méridionale seule, je décrirai brièvement ici tous les faits dignes de fixer l'attention des géologues, que j'ai observés dans les contrées que je viens de citer.

Nouvelle-Galles du Sud--Mon champ d'observations se bornait au trajet de 90 milles géographiques que j'ai fait pour me rendre à Bathurst, à l'W.-N.-W. de Sidney. À partir de la côte, les trente premiers milles traversent une région de grès, coupée en plusieurs endroits par des rochers de trapp, et séparée du grand plateau de grès des Blue Mountains par un escarpement très élevé qui surplombe la rivière Nepean. Ce plateau supérieur mesure 1.000 pieds d'altitude au bord de l'escarpement, et à une distance de 26 milles de ce bord il s'élève jusqu'à 3.000 à 4.000 pieds au-dessus du niveau de la mer. De ce point la route descend vers une contrée moins élevée, et principalement formée de roches primitives. On y rencontre beaucoup de granite qui passe en un endroit à du porphyre rouge avec cristaux octogonaux de quartz, et qui est coupé ailleurs par des diques de trapp. Près des Downs de Bathurst je traversai une grande étendue de pays constituée par des phyllades argileux luisants et d'un brun pâle, dont les feuillets alterés couraient du nord au sud. Je mentionne ce fait parce que le capitaine King m'a rapporté qu'aux environs du lac Georges, à une centaine de milles au sud, les mica-schistes s'étendent du nord au sud d'une manière si constante que les habitants utilisent cette particularité pour se guider dans les forêts.

Le grès des Blue Mountains offre une puissance d'au moins 1.200 pieds, qui semble plus forte encore en certains endroits; il est formé de petits grains de quartz cimentés par une matière terreuse blanche, et traverse d'un grand nombre de veines ferrugineuses. Les couches inférieures alternent quelquefois avec des schistes et de la houille; à Wolgan j'ai trouvé dans le schiste des feuilles de *Glossopteris Brownii*, fougère qui est très abondante dans la houille d'Australie. Le grès contient des cailloux de quartz dont le nombre et la dimension s'accroissent généralement dans les couches supérieures (ils ont rarement, cependant, plus d'un ou deux pouces de diamètre); j'ai observé un fait semblable dans la grande formation de grès du Cap de Bonne-Espérance. Sur la côte de l'Amérique du Sud où des couches tertiaires ont été soulevées sur une grande étendue, j'ai remarqué à plusieurs reprises que les couches supérieures étaient formées d'éléments plus grossiers que les couches inférieures; cela semble indiquer que la puissance des vagues ou des courants augmentait à mesure que la mer devenait moins profonde. Pourtant, sur la plate-forme inférieure, entre les Blue Mountains et la côte, j'ai observé que les couches supérieures de grès passaient souvent au schiste, ce qui provient probablement de ce que cette région moins élevée a été protégée contre les forts courants pendant son soulèvement. Le grès de Blue Mountains étant évidemment d'origine élastique et n'ayant subi aucune action métamorphique, j'ai observé avec surprise que dans certains spécimens presque tous les grains de quartz offraient des facettes brillantes et qu'ils étaient cristallisés d'une manière si parfaite qu'ils n'avaient certainement pu être empâtés sous leur forme présente dans une roche préexistante[1]. Il est difficile d'imaginer comment ces cristaux ont pu se former; on peut à peine croire qu'ils aient cristallisé isolément au fond de la mer dans leur état actuel de cristallisation. Est-il possible que des grains de quartz arrondis aient pu être

attaques par un liquide qui a corrodé leur surface et y a déposé de la silice fraîche? Je dois faire observer que pour le gres du cap de Bonne-Esperance il est évident que de la silice a été déposée en abondance d'une solution aqueuse.

En plusieurs points du gres j'ai observé des enclaves de schiste qu'on aurait pu prendre, à première vue, pour des fragments étrangers; cependant leurs feuillets horizontaux parallèles à ceux du gres montraient que ces enclaves étaient les restes de lits minces continus. L'un de ces fragments (constitué probablement par la coupe transversale d'une bande longue et étroite) et qui se montrait sur la paroi d'un rocher, présentait une épaisseur verticale plus grande que sa largeur, ce qui prouve que ce lit de schiste doit s'être légèrement consolidé après son dépôt et avant d'avoir été entamé par les courants. Chaque enclave de schiste montre ainsi avec quelle lenteur un grand nombre des couches de gres se sont déposées. Ces pseudo-fragments de schiste expliqueront peut-être, dans certains cas, l'origine de fragments étrangers en apparence, empâtés dans des roches cristallines métamorphiques. Je mentionne ce fait parce que j'ai trouvé près de Rio-de-Janeiro un fragment anguleux nettement terminé, long de 7 yards et large de 2, constitué par du gneiss contenant des grenats et du mica disposés en couches, et empâté dans le gneiss porphyrique stratifié commun dans cette contrée. Les feuillets de ce fragment et ceux de la masse englobante suivaient exactement la même direction, mais ils plongeaient sous des angles différents. Je ne veux pas affirmer que ce fragment (constituant un cas isolé, à ma connaissance au moins) ait été originellement déposé à l'état de couche, comme le schiste des Blue Mountains, entre les strates du gneiss porphyrique, avant qu'elles aient subi le métamorphisme; mais il existe entre les deux cas une analogie suffisante pour rendre cette explication plausible.

Stratification de l'escarpement.--Les couches des Blue Mountains paraissent horizontales à première vue, mais elles ont probablement un plongement semblable à celui de la surface du plateau qui s'incline de l'ouest vers l'escarpement bordant la rivière Nepean, sous un angle de 1 deg. ou de 100 pieds par mille[2]. Les strates de l'escarpement plongent presque exactement comme sa surface inclinée en pente rapide, et avec tant de régularité qu'elles semblent n'avoir jamais eu d'autre position; mais on voit, à un examen plus attentif, qu'elles s'épaississent d'un côté, et s'amincissent de l'autre au point de disparaître, et qu'à leur partie supérieure elles sont surmontées et pour ainsi dire coiffées par des bancs horizontaux. Il est probable, d'après cela, que nous sommes ici en présence d'un escarpement original qui n'est pas formé par l'érosion marine, mais par le fait qu'à l'origine les strates ne se sont pas étendues au-delà de ce point. Ceux qui ont l'habitude de consulter des cartes détaillées de côtes sur lesquelles s'accumulent des sédiments sauront que la surface des bancs ainsi formés s'incline, en général, fort lentement de la côte vers une certaine ligne du large au-delà de laquelle la profondeur devient brusquement très grande dans la plupart des cas. Je puis citer comme exemple les grands bancs de sédiments de l'archipel

des Antilles[3] qui se terminent en pentes sous-marines inclinées de 30 à 40 deg. et parfois même de plus de 40 deg.; chacun sait combien une pente semblable paraîtrait escarpée sur terre. Si des bancs de ce genre étaient soulevés, ils auraient probablement la même forme extérieure, à peu près, que le plateau des Blue Mountains à l'endroit où il se termine brusquement au bord de la rivière Nepean.

Stratification entrecroisée.--Dans la région côtière basse et dans les Blue Mountains, les couches de grès sont souvent coupées par de petits lits obliques à leur direction, qui s'inclinent en divers sens souvent sous un angle de 45 deg.. La plupart des auteurs ont attribué ces couches entrecroisées à de petites accumulations successives sur une surface inclinée; mais à la suite d'un examen minutieux que j'ai fait de quelques points du nouveau grès rouge d'Angleterre, je crois que les couches de ce genre font généralement partie d'une série de courbes, semblables à des vagues gigantesques, dont les sommets ont été arasés ultérieurement et remplacés, soit par des couches à peu près horizontales, soit par une autre série de grandes rides dont les plis ne coïncident pas exactement avec ceux des premières. Il est bien connu de ceux qui s'occupent du service hydrographique que, pendant les tempêtes, la vase et le sable sont bouleversés, au fond de la mer, à des profondeurs considérables, atteignant au moins 300 à 450 pieds[4], de sorte que la nature du sol y est même modifiée temporairement; on a observé aussi qu'à une profondeur de 60 à 70 pieds le fond de la mer est couvert de larges rides[5]. D'après les observations que j'ai faites relativement à la structure du nouveau grès rouge, et que je viens de mentionner, il est donc permis de croire qu'à des profondeurs plus considérables le fond de l'océan se recouvre pendant les tempêtes de crêtes et de dépressions semblables à de grandes rides, qui sont nivelées ensuite par les courants pendant les périodes plus tranquilles, et qui se reforment pendant les tempêtes.

Vallées dans les plateaux de grès.--Les grandes vallées qui coupent les Blue Mountains et les autres plateaux de grès de cette partie de l'Australie, et qui ont offert longtemps un obstacle insurmontable aux tentatives des colons les plus hardis pour atteindre l'intérieur de la contrée, constituent le trait principal de la géologie de la Nouvelle-Galles du Sud. Ces vallées sont très vastes et bordées par des lignes ininterrompues de hautes falaises. Il est difficile d'imaginer un spectacle plus majestueux que celui qui s'offre aux regards lorsqu'en s'avancant sur le plateau on arrive tout à coup au bord d'une de ces falaises dont la verticalité est telle qu'on peut atteindre d'un coup de pierre les arbres croissant à 1.000 et 1.500 pieds au-dessous de soi, comme j'en ai fait l'expérience. À droite et à gauche on aperçoit des promontoires se succédant à perte de vue sur la ligne fuyante de la falaise; et sur le versant opposé de la vallée, souvent éloigné de plusieurs milles, on voit une autre ligne s'élevant à la même hauteur que celle sur laquelle on se trouve, et formée des mêmes couches horizontales de grès pâle. Le fond de ces vallées est peu incliné, et, d'après sir T. Mitchell, la pente des rivières qui

les parcourent est faible. Souvent les vallées principales envoient vers l'intérieur du plateau de grandes ramifications en forme de golfes, qui s'élargissent à leur extrémité supérieure; et, d'autre part, le plateau projette souvent des promontoires dans la vallée et y abandonne même de grandes masses presque entièrement détachées. Les lignes de falaises qui bordent les vallées sont si parfaitement continues que, pour descendre dans certaines d'entre elles, il est nécessaire de faire des détours de 20 milles, et ce n'est même que dernièrement que les officiers du service topographique ont pénétré dans quelques-unes de ces vallées, ou les colons ne sont pas encore parvenus à faire entrer leur bétail. Mais le trait le plus remarquable de la structure de ces vallées, c'est que, malgré la largeur de plusieurs milles qu'elles présentent dans leur région supérieure, elles se rétrécissent ordinairement vers leur extrémité inférieure, à tel point qu'elles deviennent impraticables. Le *Surveyor-general*, Sir T. Mitchell[6], a tenté vainement de remonter la gorge par laquelle la rivière Grose rejoint le Nepean, en marchant d'abord, et en rampant ensuite entre les grands blocs de grès écroulés; la vallée de la Grose forme cependant vers sa partie supérieure, ainsi que je l'ai constaté *de visu*, un bassin magnifique large de plusieurs milles, et elle est entourée de tous côtés par des falaises dont les sommets atteignent, à ce que l'on croit, une altitude qui n'est pas inférieure à 3.000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Lorsqu'on conduit des bestiaux dans la vallée de la Wolgan, par un sentier que j'ai descendu et qui a été, en partie, entaillé dans le roc par les colons, ils ne peuvent pas s'échapper, car cette vallée est entourée complètement par des falaises verticales, et à 8 milles plus bas elle se resserre au point que sa largeur, qui est d'un demi-mille en moyenne, se réduit à celle d'une simple fente dans laquelle ni homme ni bête ne saurait passer. Sir T. Mitchell[7] rapporte que la grande vallée où coule la rivière Cox avec toutes ses ramifications se resserre à son confluent avec le Nepean en une gorge large de 2.200 yards et profonde de 1.000 pieds environ. On pourrait citer encore d'autres exemples semblables.

La première impression qu'on éprouve en constatant la correspondance des couches horizontales sur les deux côtés de ces vallées et de ces grandes dépressions en amphithéâtre, c'est qu'elles ont été creusées principalement, comme les autres vallées, par l'action érosive des eaux; mais, quand on songe à la quantité énorme de roches qui, dans cette théorie, devraient avoir été transportées au travers de simples gorges, ou même de fentes, lors du creusement de la plupart des vallées dont nous venons de parler, on est porté à se demander si ces dépressions n'ont pas été formées par affaissement; pourtant, si nous considérons la forme des vallées avec leurs ramifications irrégulières et celle des promontoires étroits qui, partant des plateaux, s'avancent dans les vallées, nous sommes obligés d'abandonner cette manière de voir. Il serait absurde d'attribuer la formation de ces dépressions à l'action alluviale, et les eaux qui ruissellent du plateau ne descendent pas toujours dans la vallée au niveau le plus élevé, mais sur un des côtés de ses flancs en forme de golfe, comme je l'ai observé près de Weatherboard. Des habitants m'ont dit qu'ils ne voient jamais une de ces falaises dont l'allure rappelle celle d'une

baie, avec leurs promontoires fuyant a droite et a gauche, sans etre frappees de leur ressemblance avec une cote marine elevee. Il en est incontestablement ainsi; en outre, les beaux et nombreux ports de la cote actuelle de la Nouvelle-Galles du Sud avec leurs bras largement ramifies, et qui sont ordinairement relies a la mer par un etroit goulet large de 1 mille a un quart de mille traversant des falaises de gres, ressemblent aux grandes vallees de l'interieur, en miniature il est vrai. Mais alors se presente immediatement une grave difficulte: pourquoi la mer a-t-elle creuse ces depressions si etendues quoique circonscrites, dans un vaste plateau et a-t-elle laisse intactes de simples gorges au travers desquelles l'enorme masse des materiaux broyes doit avoir ete transportee tout entiere? La seule lumiere que je puisse apporter a la solution de cette enigme, c'est de faire observer que dans certaines mers il s'edifie des bancs affectant les formes les plus irregulieres, et que leurs bords sont si escarpes (comme nous l'avons vu plus haut) qu'il suffirait d'une erosion relativement faible pour les transformer en falaises. J'ai observe en plusieurs points de l'Amerique meridionale que les vagues peuvent former des falaises a pic, meme dans les ports entoures de tous cotes par les terres. Dans la mer Rouge des bancs d'un contour extremement irregulier, et formes de sediments sont coupes par des criques aux formes les plus singulieres et a embouchure etroite; le meme cas se presente, mais sur une plus grande echelle, pour les bancs de Bahama. J'ai ete amene a croire[8] que ces bancs ont ete formes par des courants qui accumulaient des sediments sur un fond de mer inegal. Quand on a etudie les cartes marines des Antilles, on est force de reconnaitre que la mer accumule parfois des sediments autour de rochers sous-marins et de certaines iles, au lieu de les etendre en une nappe uniforme. Appliquant ces theories aux plateaux de gres de la Nouvelle-Galles du Sud, je suppose que les strates peuvent avoir ete accumulees sur un fond marin inegal par l'action de courants puissants et des vagues d'une mer largement ouverte, et que les flancs escarpes des espaces en forme de vallees demeurees vides peuvent avoir ete transformees en falaises par l'erosion produite durant le soulèvement lent de la contree; le gres enleve par les flots a ete emporte, soit au moment ou la mer a creuse les gorges etroites en se retirant, soit plus tard par action alluviale.

Notes:

[1] J'ai lu dernièrement dans un travail de Smith (le pere des geologues anglais), publie dans le *Magazine of Natural History*, que les grains de quartz du *mill-stone grit* d'Angleterre sont souvent cristallises. Dans une notice presentee en 1840 a la *British Association*, Sir David Brewster affirme que, dans le verre ancien en voie de decomposition, la silice et les metaux se separent et se disposent en anneaux concentriques, et que la silice reprend la structure cristalline, comme le prouvent ses proprietes optiques.

[2] Cette assertion est basee sur l'autorite de Sir T. Mitchell, dans ses *Voyages*, vol. II, p. 357.

[3] J'ai decrit ces bancs tres curieux dans l'appendice (p. 196) a mon ouvrage sur la structure des recifs coralliens. J'ai determine l'inclinaison des parois des bancs d'apres les renseignements que m'a donnees le capitaine B. Allen, l'un des hydrographes, et en mesurant soigneusement les distances horizontales comprises entre le dernier sondage situe sur le banc et le premier qui se trouve en eau profonde. Des bancs tres etendus offrent la meme forme generale de surface dans tout l'archipel des Antilles.

[4] Voir Martin White, *_Soundings in the British Channel_*, pp. 4 et 166.

[5] M. Siau, *_On the Action of Waves. Edin. New Phil. Journ_*, vol. XXXI, p. 245.

[6] *_Travels in Australia_*, vol. I, p. 154.--Je dois exprimer ma reconnaissance envers sir T. Mitchell pour plusieurs communications fort interessantes qu'il m'a faites personnellement au sujet de ces vallees de la Nouvelle-Galles du Sud.

[7] *_Travels in Australia_*, vol. II, p. 358.

[8] Voir l'appendice au travail sur les recifs coralliens (pp. 192 et 196). L'accumulation de vase, par l'action des flots, autour d'un noyau submerge est un fait digne d'attirer l'attention des geologues, car il se forme ainsi des couches exterieures au noyau offrant la meme composition que les bancs qui constituent la cote, et si ces couches viennent plus tard a etre soulevees et que les flots les transforment en falaises, on les considerera naturellement comme primitivement reunies aux couches de la cote elle-meme.

TERRE VAN DIEMEN

La partie meridionale de cette ile est constituee principalement par des montagnes de *_greenstone_*, qui prend un caractere syenitique et contient beaucoup d'hypersthene. Ces montagnes sont generalement enchassees jusqu'a la moitie de leur hauteur dans des couches qui renferment une grande quantite de petits coraux et quelques coquilles. Ces coquilles ont ete etudiees par M. G.-B. Sowerby et sont decrites dans l'appendice; elles consistent en deux especes de productus et six de spiriferes. Pour autant que l'etat imparfait de leur conservation permette de les comparer, deux de ces coquilles, notamment *_P. Rugata_* et *_S. Rotundata_*, ressemblent a des coquilles du *_calcaire carbonifere_* d'Angleterre. M. Lonsdale a bien voulu etudier les coraux, ils consistent en six especes non decrites appartenant a trois genres. Des especes se rapportant a ces genres se trouvent dans les couches siluriennes, devoniennes et carboniferes d'Europe. M. Lonsdale fait observer que tous ces fossiles ont incontestablement un caractere paleozoique, et qu'ils correspondent, sous le rapport de l'age, a une division du systeme, superieure aux formations siluriennes.

Les couches qui renferment ces fossiles sont interessantes par l'extreme variabilite de leur composition mineralogique. On y rencontre toutes les varietes intermediaires entre le schiste siliceux, le schiste ardoisier passant a la grauwacke, le calcaire pur, le gres et une roche porcellanique; et l'on ne saurait decrire certains bancs qu'en disant qu'ils sont formes d'un schiste argileux calcareo-siliceux. Pour autant que j'aie pu en juger, la puissance de cette formation est de 1.000 pieds au moins; la partie superieure consiste ordinairement, sur une epaisseur de quelques centaines de pieds, en gres siliceux contenant des cailloux et sans fossiles. Les couches inferieures sont les plus variables; elles sont formees generalement d'un schiste siliceux de couleur pale, et ce sont elles qui renferment le plus grand nombre de fossiles. Pres de Newtown on exploite une couche d'une masse calcareuse blanche et tendre, qui se trouve comprise entre deux bancs de calcaire cristallin dur, et qu'on utilise pour badigeonner les maisons. Suivant les renseignements qui m'ont ete donnes par le _Surveyor General_, M. Frankland, on rencontre cette formation paleozoique en divers endroits dans l'ile entiere; je puis ajouter suivant la meme autorite qu'il existe des depots primaires fort etendus sur la cote nord-est et dans le detroit de Bass.

Les rivages de Storm Bay sont bordes, jusqu'a la hauteur de quelques centaines de pieds, par des couches de gres contenant des galets appartenant a la formation que je viens de decrire, avec ses fossiles caracteristiques, et qui sont pour cette raison plus recentes que cette formation. Ces couches de gres passent souvent au schiste et alternent avec des couches de houille impure; elles ont ete energiquement bouleversees en certains endroits. J'ai observe pres de Hobart-Town un dike large d'environ 100 yards, sur l'un des cotes duquel les couches etaient redressees sous un angle de 60 deg., tandis que de l'autre cote elles etaient verticales en certains endroits et modifiees par l'action de la chaleur. Sur la cote ouest de Storm Bay j'ai constate que ces strates etaient surmontees par des coulees de lave basaltique contenant de l'olivine; et tout pres de la on voyait une masse de scories brechiformes renfermant des galets de lave, et indiquant probablement la place d'un ancien cratere sous-marin. Deux de ces coulees de basalte etaient separees l'une de l'autre par une couche de wacke argileuse, dont on pouvait suivre le passage a des scories partiellement alterees. La wacke contenait un grand nombre de grains arrondis d'un mineral tendre, vert d'herbe, a eclat cireux et translucide sur les bords. Au chalumeau ce mineral devenait immediatement noir, et ses aretes aigues se fondaient en un email noir fortement magnetique; il ressemble par ces caracteres aux masses d'olivine decomposee que j'ai decrites a San Thiago dans l'archipel du Cap Vert, et j'aurais cru qu'il avait la meme origine, si je n'avais pas trouve dans les vacuoles du basalte une substance[1] semblable en filaments cylindriques, etat sous lequel l'olivine ne se presente jamais; je crois que cette substance serait rangee avec le bol par les mineralogistes.

Travertin avec plantes fossiles--Il existe en arriere de

Hobart-Town une petite carrière où l'on exploite un travertin dur, dont les bancs inférieurs offrent de nombreuses empreintes de feuilles bien nettes. M. Robert Brown a bien voulu étudier les échantillons que j'y ai recueillis; et il m'informe qu'il y a parmi eux quatre ou cinq variétés dont il n'en reconnaît aucune comme appartenant à des espèces actuelles. La feuille la plus remarquable est palmée comme celle d'un palmier-éventail, et jusqu'à présent on n'a découvert sur la Terre Van Diemen aucune plante dont les feuilles présentent cette structure. Les autres feuilles ne ressemblent ni à la forme la plus ordinaire de l'Eucalyptus (dont le genre compose, pour la plus grande partie, les forêts qui existent dans l'île), ni aux espèces faisant exception à la forme commune des feuilles de l'Eucalyptus et qui se rencontrent dans cette île. Le travertin contenant ces restes d'une flore éteinte est d'une couleur jaune pâle, dur, et même cristallin en certaines parties; mais il n'est pas compact, et il est pénétré dans toutes ses parties par des vacuoles étroites, cylindriques et tortueuses. Il contient quelques rares cailloux de quartz, et accidentellement des couches de nodules de calcedoine, comme les nodules de chert dans notre greensand. On a recherché cette roche calcaire en d'autres endroits, à cause de sa pureté, mais on ne l'a jamais trouvée. D'après ce fait et d'après la nature du dépôt, il est probable qu'il a été formé par une source calcaire se répandant dans un petit étang ou dans une crique étroite. Plus tard les couches ont été redressées et fissurées, et la surface a été recouverte d'une masse de nature singulière qui a comblé aussi une grande crevasse voisine, et qui est formée de boules de trapp empâtées dans un mélange de wacke et d'une substance alumino-calcaire blanche et terreuse. Ceci ferait supposer que sur les bords de l'étang ou se déposait la matière calcaire, il s'est produit une éruption volcanique qui l'a bouleversé et drainé.

Soulevement de la contrée.--Aux environs de Hobart-Town les rives orientale et occidentale de la baie sont recouvertes toutes deux, en grande partie, de coquilles brisées mélangées de cailloux qui s'élèvent jusqu'à la hauteur de 30 pieds au-dessus de la laisse de haute mer. Les colons croient que ces coquilles ont été apportées là par les aborigènes pour s'en nourrir; il est incontestable que plusieurs grands monticules ont été formés de cette manière, comme M. Frankland me l'a fait remarquer; mais, d'après le nombre des coquilles, d'après l'abondance des espèces de petite taille, d'après la manière dont elles sont clairsemées, et d'après certains traits de la forme du pays, je crois que nous devons attribuer la présence du plus grand nombre de ces monticules à un léger soulèvement de la contrée. Sur le rivage de Ralph Bay (qui débouche dans Storm Bay) j'ai observé un banc continu, s'étendant à 15 pieds environ au-dessus de la laisse de haute mer, et qui était recouvert de végétation; en y fouillant, je trouvai des cailloux incrustés de serpules; j'ai trouvé aussi le long des bords de la rivière Derwent un lit de coquilles brisées au-dessus du niveau de la rivière, et à un endroit où l'eau est aujourd'hui beaucoup trop peu salée pour que des mollusques marins puissent y vivre; mais dans ces deux cas il est possible qu'avant la formation de certaines pointes de sable et de certains bancs de vase qui existent actuellement dans Storm Bay, les marées se soient élevées

a la hauteur ou nous trouvons les coquilles aujourd'hui[2].

On a decouvert des preuves plus ou moins nettes d'un changement respectif de niveau entre les continents et la mer dans presque tous les pays situes dans cet hemisphere. Le capitaine Gray et d'autres voyageurs ont trouve dans l'Australie meridionale des amas de coquilles souleves appartenant a une epoque geologique recente, ou a une des dernieres periodes de l'ere tertiaire. Les naturalistes francais de l'expedition de Baudin ont observe le meme fait sur la cote sud-ouest de l'Australie. Le Rev. W.B. Clarke[3] trouve au cap de Bonne-Esperance des preuves du soulèvement de la region a une hauteur de 400 pieds. Dans les environs de Bay of Islands a la Nouvelle-Zelande[4] j'ai observe que, comme a la Terre Van Diemen, les rivages etaient parsemes, jusqu'a une certaine hauteur, de coquilles marines dont les colons attribuent la presence aux indigenes. Quelle que puisse etre l'origine de ces coquilles, je ne puis douter, apres avoir vu une coupe de la vallee de la Thames (37 deg. S) dessinee par le Rev. W. Williams, que la contree ait ete soulevee en cet endroit. Trois terrasses disposees en gradins et formees d'une accumulation enorme de cailloux arrondis, se correspondent exactement sur les versants opposes de cette grande vallee; chaque terrasse a environ 50 pieds de hauteur. Quand on a etudie les terrasses que presentent les vallees des cotes occidentales de l'Amerique du Sud, parsemees de coquilles marines et formees pendant les intervalles de repos qu'a presentes le soulèvement lent de la contree, on ne saurait douter que les terrasses de la Nouvelle-Zelande aient ete formees de la meme maniere. J'ajoute que le Dr Diffenbach rapporte dans sa description des iles Chatham[5] (au sud-ouest de la Nouvelle-Zelande) qu'il est manifeste "que la mer a laisse a decouvert bien des contrees, autrefois submergees".

Notes:

[1] La chlorophaeite decrite par le Dr Mac Culloch (*Western Islands*, vol. 1, p. 504) comme se presentant dans une roche basaltique amygdaloide, se distingue de cette substance parce qu'elle est inalterable au chalumeau, et parce qu'elle noircit par l'exposition a l'air. Pouvons-nous supposer que l'olivine passe par differentes phases en subissant la transformation remarquable que nous avons decrite a San Thiago?

[2] Il semble que certains changements s'operent actuellement a Ralph Bay, car un fermier des environs, homme fort intelligent, m'a affirme que les huitres y abondaient autrefois, mais qu'elles ont disparu vers l'annee 1884 sans cause apparente. Dans les *Transactions of the Maryland Academic* (vol. 1, 1re part., p. 28) se trouve une note de M. Ducatel sur la destruction de vastes bancs d'huitres et de cames par le comblement graduel des lagunes a faible profondeur et des canaux sur les cotes des Etats-Unis meridionaux. A Chiloe, dans l'Amerique du Sud, j'ai entendu parler d'une perte semblable subie par les habitants par la disparition d'une espece comestible d'ascidie sur une partie de la cote.

[3] *_Proceedings of the Geological Society_*, vol. III, p. 420.

[4] Voici la liste des roches que j'ai rencontrées dans la Bay of Islands à la Nouvelle-Zélande: 1. Une grande quantité de lave basaltique et de roches scoriacées, formant des cratères distincts;--2. une colline crénelée formée de couches horizontales de calcaire couleur de chair, offrant dans la cassure des facettes cristallines nettes; la pluie a exercé une action remarquable sur cette roche, et a raviné sa surface de manière à la transformer en un modèle réduit d'une région alpestre. J'ai observé en cet endroit des bancs de chert et de limonite argileuse, et dans le lit d'un ruisseau des galets de phyllade argileux;--3. les rivages de Bay of Islands sont formés d'une roche feldspathique gris bleuâtre, souvent fort altérée, à cassure anguleuse, et sillonnée de nombreuses veines ferrugineuses, mais sans stratification ou clivage distincts. Certaines variétés sont très cristallines et pourraient être rapportées sans hésitation au trapp; d'autres variétés ressemblent d'une manière frappante à un schiste ardoisier faiblement modifié par la chaleur, je n'ai pu m'arrêter à une opinion définitive sur cette formation.

[5] *_Geographical Journal_*, vol. XI, pp. 202, 205.

KING GEORGE'S SOUND

Cet établissement colonial est situé à l'angle sud-ouest du continent australien: la contrée entière est granitique et les minéraux constitutifs de la roche sont parfois irrégulièrement disposés en zones droites ou courbes. De Humboldt aurait donné le nom de granite gneissique à la roche présentant cette particularité. Il est intéressant de constater que les collines dénudées et coniques, qui paraissent être formées par des couches à grands plis, ressemblent en petit d'une manière frappante aux collines de granite gneissique de Rio-de-Janeiro, et à celles du Venezuela qui ont été décrites par de Humboldt. Ces roches plutoniques sont coupées, en un grand nombre d'endroits, par des diques de trapp, j'ai trouvé en un même point dix diques parallèles s'étendant de l'est à l'ouest, et non loin de là un système de huit diques, formés d'une autre variété de trapp et disposés dans une direction perpendiculaire à celle des premiers. J'ai observé en plusieurs régions formées de roches primaires des systèmes de diques parallèles et rapprochés les uns des autres.

Bancs ferrugineux superficiels--Les parties basses de la contrée sont uniformément recouvertes d'un banc de grès qui suit les inégalités de la surface, à structure cloisonnée comme un rayon de miel, et où abondent les oxydes de fer. Je crois que des bancs d'une composition à peu près semblable se rencontrent communément le long de toute la côte ouest de l'Australie et dans plusieurs des îles des Indes Orientales. Au cap de Bonne-Espérance, à la base des montagnes

de granite surmontees de gres, le sol est recouvert partout soit d'une masse ocreuse formee de petits fragments a grain fin comme celle de King George's Sound, soit d'un gres plus grossier avec fragments de quartz, qu'une forte proportion d'hydrate de fer rend dur et lourd, et dont la cassure fraiche presente un eclat metallique. Dans ces deux varietes la roche possede une texture fort irreguliere et renferme des cavites arrondies ou anguleuses remplies de sable, de sorte que la surface est toujours cloisonnee. L'oxyde de fer est surtout abondant sur les parois des cavites, et c'est la seulement qu'il offre une cassure metallique. Il est evident que dans cette formation, comme dans un grand nombre de depots sedimentaires veritables le fer tend a se concretionner, soit en affectant une structure geodique, soit en prenant une disposition retiforme. Bien qu'elle soit fort obscure, l'origine de ces bancs superficiels parait due a une action alluviale s'exercant sur des detritus riches en fer.

Depot calcaireux superficiel--Un depot calcaire qui se trouve au sommet de Bald-Head et qui contient des corps ramifies consideres par certains auteurs comme des coraux, est devenu celebre par les descriptions de plusieurs explorateurs distingues[1]. Ce depot entoure et recouvre de petites eminences irregulieres de granite, a l'altitude de 600 pieds au-dessus du niveau de la mer. Son epaisseur est fort variable; la ou il est stratifie, les bancs sont souvent fortement inclines, et leur angle atteint parfois 30 deg.; ils plongent dans toutes les directions. Ces bancs sont coupes quelquefois par des feuillets obliques a faces planes. Le depot consiste soit en une poudre calcaireuse blanche et fine ou l'on ne discerne aucune trace de structure, soit en grains arrondis excessivement petits, de couleur brune, jaunatre ou pourpree; les deux varietes sont generalement, sinon toujours, melees de petites particules de quartz, et cimentees de maniere a constituer une pierre plus ou moins compacte. Les grains calcaireux arrondis perdent instantanement leurs couleurs quand on les chauffe legerement; sous ce rapport comme sous tous les autres ils ressemblent beaucoup aux petits fragments reguliers de coquilles et de coraux qui ont ete transportes sur les flancs des montagnes a Sainte-Helene, et ont ete ainsi debarrasses par vannage de tout fragment plus grossier. Je ne doute pas que les particules calcaires colorees aient eu ici une origine semblable. La poussiere impalpable provient probablement de la destruction des particules arrondies, et cette interpretation est plausible, car sur la cote du Perou j'ai suivi le passage graduel de _grandes_ coquilles _non brisees_ a une substance aussi fine que de la craie reduite en poudre. Les deux varietes de gres calcaireux mentionnees plus haut alternent frequemment avec des couches minces d'une roche substalagmitique[2] et se fondent avec elle; cette substance est entierement depourvue de quartz, meme lorsque la roche qui se trouve en contact avec chacune de ses faces contient des particules de ce mineral; nous devons en conclure que ces couches, comme certaines masses en forme de veines, sont dues a l'action de la pluie qui a dissous la matiere calcaire et l'a deposee ensuite, ainsi que cela s'est produit a Sainte-Helene. Chaque couche marque probablement une surface fraichement mise a nu a l'epoque ou les particules aujourd'hui solidement cimentees etaient a l'etat de

sable incoherent. La roche de ces couches est parfois brechiforme avec fragments recimentes, comme si elle avait ete brisee par suite de la disparition du sable a un moment ou elle etait encore tendre. Je n'ai pas trouve un seul fragment de coquille marine, mais les coquilles blanchies d'_Helix melo_, espece terrestre vivante, abondent dans toutes les couches, et j'ai trouve aussi un autre Helix et un Oniscus.

La forme des branches est absolument semblable a celle des tiges brisees et droites d'un buisson; leurs racines sont souvent a decouvert et l'on voit qu'elles divergent dans tous les sens; ca et la une branche git abattue. Les branches sont generalement formees de gres plus dur que la matiere environnante, et leur partie centrale est remplie de matiere calcaire friable ou d'une variete substalagmitique de cette roche; cette partie centrale est souvent aussi penetree de crevasses lineaires contenant parfois, mais rarement, une trace de matiere ligneuse. Ces corps calcaireux ramifies paraissent avoir ete formes par une matiere calcaire fine entrainee par l'eau dans les moules ou cavites produits par la destruction de branches et de racines de buissons qui ont ete ensevelis sous le sable accumule par le vent. La surface entiere de la colline se desagregé aujourd'hui, et il en resulte que les moules, qui sont durs et compacts, resistent mieux et font saillie au dehors. Au cap de Bonne-Esperance j'ai trouve dans le sable calcaireux les moules decrits par Abel entierement semblables a ceux de Bald-Head; mais leur partie centrale est souvent remplie d'une matiere charbonneuse noire non encore eliminee. Il n'est pas etonnant que la matiere ligneuse ait ete presque entierement eliminee des moules de Bald-Head, car plusieurs siecles doivent certainement s'etre ecoules depuis l'epoque ou les buissons ont ete ensevelis. Par suite de la forme et de la hauteur de cet etroit promontoire il ne s'y accumule pas de sable actuellement, et la surface entiere subit une erosion active comme je l'ai fait observer. Nous devons donc rapporter a une epoque ou l'altitude de la contree etait plus faible, l'amoncellement des sables calcaireux et quartzeux au sommet de Bald-Head et l'ensevelissement des debris vegetaux qui en a ete la suite. Les naturalistes francais[3] ont etabli la realite de ce fait par des coquilles soulevees appartenant a des especes recentes. Une seule circonstance m'avait d'abord inspire des doutes sur l'origine des moules, c'est que les racines les plus fines appartenant a des souches differentes s'unissaient parfois pour former des feuillettes ou des veines verticales; mais cette circonstance ne constitue pas une objection serieuse, si l'on se rappelle la maniere dont ces radicules remplissent souvent les crevasses formees dans une terre dure, et si l'on considere que ces racines se detruiront et laisseront des cavites aux endroits qu'elles occupaient, tout comme les souches. Outre les branches calcaireuses du cap de Bonne-Esperance, j'ai vu des moules presentant des formes identiques et provenant de Madere[4] et des Bermudes; dans ces dernieres iles, a en juger d'apres les specimens rassembles par le lieutenant Nelson, les roches calcaires environnantes sont analogues a celles du Cap et d'origine subaerienne. Si l'on tient compte de la stratification des depots de Bald-Head,--des couches de roche substalagmitique qui alternent irregulierement,--des particules arrondies et de dimension uniforme provenant probablement de coquilles marines et de coraux,--de

l'abondance des coquilles terrestres dans toute la masse,--et enfin de la ressemblance absolue des moules calcaires avec les souches, les racines et les branches des vegetaux qui peuvent croitre sur des collines de sable, je crois, malgre l'opinion differente de certains auteurs, que l'on ne peut mettre raisonnablement en doute la verite de la theorie que je viens d'exposer sur leur origine.

Des depots calcaires semblables a ceux de King George's Sound occupent une vaste surface sur les cotes de l'Australie. Le Dr Fitton fait remarquer que "pendant le voyage de Baudin on a trouve une breche calcaire recente (terme par lequel il designe tous ces depots) sur un espace qui ne mesure pas moins de 25 deg. en latitude et une largeur egale en longitude, sur les cotes sud, ouest et nord-ouest"[5]. Suivant M. Peron, dont les observations et les opinions sur l'origine de la matiere calcaire et des moules ramifies concordent parfaitement avec les miennes, il parait que le depot est generalement beaucoup plus continu qu'aux environs de King George's Sound. L'archidiacre Scott[6] rapporte qu'a Swan River le depot s'etend, en un point, a 10 milles dans l'interieur des terres. En outre, le capitaine Winckham m'a raconte que, pendant sa derniere inspection de la cote occidentale, il a observe qu'en tous les points ou le navire jetait l'ancre le fond de la mer etait forme d'une matiere calcaire blanche, ainsi qu'il s'en est assure en faisant descendre au fond des pinces en fer. Il semble donc que le long de cette cote, comme aux Bermudes et a l'Atoll Keeling, il se forme simultanement des depots sous-marins et subaeriens qui se produisent par la desintegration d'organismes marins. L'etendue de ces depots est tres remarquable en egard a leur origine, et on ne peut les comparer sous ce rapport qu'aux grands recifs coralliens de l'ocean Indien et du Pacifique. Dans d'autres parties du monde, dans l'Amerique du Sud par exemple, il existe des depots calcaireux _superficiels_ d'une grande etendue, dans lesquels on ne peut decouvrir aucune trace de structure organique. Ces observations stimuleront peut-etre les recherches quant a savoir si les depots de cette nature ne pourraient pas etre formes aussi par des debris de coquilles et de coraux.

Notes:

[1] J'ai visite cette colline avec le capitaine Fitz-Roy, et nous sommes arrives tous les deux a la meme conclusion au sujet de ces corps ramifies.

[2] J'adopte ce terme d'apres l'excellent travail du lieutenant Nelson sur les iles Bermudes (_Geolog. Transactions_, vol. V, p. 106) pour la pierre dure, compacte, de couleur creme ou brune, sans aucune structure cristalline, qui accompagne si souvent les accumulations calcaires superficielles. J'ai observe des bancs superficiels semblables recouverts de roche substalagmitique au cap de Bonne-Esperance, dans plusieurs parties du Chili et sur de grandes etendues a la Plata et en Patagonie. Quelques-uns de ces bancs ont ete formes par la destruction de coquilles, mais l'origine du plus grand nombre d'entre eux est fort obscure. Je pense que l'on ne connait pas

les causes pour lesquelles l'eau dissout du calcaire et le redépose peu après. La surface des couches substalagmitiques paraît être toujours érodée par l'eau des pluies. Comme toutes les contrées mentionnées plus haut jouissent d'une saison sèche fort longue en comparaison de la saison pluvieuse, j'aurais cru que la présence des calcaires substalagmitiques était en rapport avec le climat si le lieutenant Nelson n'avait pas découvert cette substance en voie de formation sous la mer. Les coquilles décomposées paraissent extrêmement solubles; j'en ai trouvé une excellente preuve en observant une roche curieuse de Coquimbo au Chili qui était formée de petites carapaces vides et translucides cimentées. L'examen d'une série d'échantillons montrait clairement que ces carapaces avaient contenu primitivement de petits fragments arrondis de coquilles, cimentés et enveloppés par une matière calcaire (comme cela se produit fréquemment sur le rivage de la mer) et ensuite décomposés et dissous dans l'eau qui doit avoir traversé les enveloppes calcaires sans les attaquer.--On pouvait observer toutes les phases de ce phénomène.

[3] Voir Peron, *«Voyage»*, t. I, p. 204.

[4] Le Dr J. Macaulay a donné une description complète des moules de Madère (*«Edinb. New Phil. Jour.»*, vol. XXIX, p. 350). Il considère ces corps comme des coraux (s'écartant ainsi de l'opinion de M. Smith de Jordan Hill) et le dépôt calcaire comme d'origine sous-marine. Les remarques qu'il fait relativement à la structure de ces corps sont peu précises. Ses arguments s'appuient principalement sur l'abondance de la matière calcaire et sur le fait que les moules renferment une matière d'origine animale dont la présence est démontrée par l'ammoniaque qu'ils dégagent. Si le Dr Macaulay avait vu les masses énormes de fragments de coquilles roulées qui se trouvent sur le rivage de l'île de l'Ascension et surtout sur les récifs coralliens, et s'il avait songé aux effets que l'action longtemps prolongée de vents modérés peut produire par l'amoncellement de particules fines, il aurait hésité à produire l'argument relatif à la quantité de matière, qui est rarement admissible en géologie. Si la matière calcaire provient de la décomposition de coquilles et de coraux, il fallait s'attendre à la présence de matière organique. M. Anderson a analysé un fragment de moule pour le Dr Macaulay et il a trouvé qu'il était composé comme suit:

Carbonate de chaux	73,15
Silice	11,90
Phosphate de chaux	8,81
Matière organique	4,25
Sulfate de chaux	trace.

98,11

[5] Pour des détails plus complets sur cette formation, voir *«Appendix to the Voyage of capitain King»* par le Dr Fitton. Le Dr Fitton est porté à attribuer une origine concrétionnaire aux corps ramifiés; je ferai observer que j'ai vu à la Plata, dans des lits de sable, des tiges cylindriques qui avaient incontestablement cette origine, mais

elles différeraient beaucoup par leur aspect des tiges de Bald-Head et des autres localités citées plus haut.

[6] Proceedings of the Geological Society, vol. I, p. 320.

CAP DE BONNE-ESPERANCE

Après les descriptions géologiques de cette région données par Barrow, Carmichael, Basile Hall et W.-B. Clarke, je puis me borner à quelques observations sur le contact des trois formations principales. La roche fondamentale est le granite[1]; il est surmonté de phyllade argileux, généralement dur et luisant par suite de la présence de petites paillettes de mica; le phyllade alterne avec des couches d'une roche feldspathique à structure phylladeuse, faiblement cristalline, et passe à cette roche. Ce phyllade argileux est remarquable parce qu'à certains endroits (comme à Lion's Rump) il est décomposé jusqu'à une profondeur de vingt pieds, et transformé en une roche gresiforme de couleur pâle, que certains observateurs ont prise, à tort, je crois, pour une formation distincte. Le Dr Andrew Smith m'a conduit à Green-Point où l'on voit un beau contact entre le granite et le phyllade argileux; ce dernier devient un peu plus dur et plus cristallin à un quart de mille du point où le granite apparaît sur la plage (mais le granite est probablement beaucoup plus rapproché en sous-sol). À une distance plus faible quelques-uns des bancs de phyllade argileux présentent une texture homogène et sont striés de zones peu distinctes de couleurs différentes, tandis que d'autres bancs offrent des taches mal définies. À 100 yards environ de la première veine de granite, le phyllade argileux commence à présenter différentes variétés, les unes sont compactes et d'une teinte pourpre, d'autres brillantes avec de nombreuses petites paillettes de mica et du feldspath imparfaitement cristallisé; quelques-unes sont vaguement grenues, d'autres porphyriques avec de petites taches allongées d'un minéral blanc, tendre et facilement attaquant, ce qui donne à cette variété un aspect vésiculaire. Tout près du granite le phyllade argileux est transformé en une roche feuilletée de couleur sombre dont la cassure est rendue grenue par la présence de cristaux imparfaits de feldspath recouverts de petites paillettes brillantes de mica.

La ligne de contact actuelle entre la région granitique et la région du phyllade argileux s'étend sur une longueur d'environ 200 yards, et consiste en masses irrégulières et en nombreux dikes de granite enchevêtrés dans le phyllade argileux et entourés par cette dernière roche; la plupart des dikes sont dirigés du N.-W. au S.-E. suivant une ligne parallèle à la schistosité des phyllades. Lorsqu'on s'éloigne du point de contact, on ne voit plus que de minces lits et plus loin que de simples pellicules de phyllade argileux altéré, entièrement isolées, comme si elles flottaient dans le granite grossièrement cristallisé; mais, quoique complètement isolées, elles conservent toutes des traces de la schistosité dirigée N.-W.-S.-E. Ce fait a été observé dans d'autres cas du même genre et a été cité par des géologues éminents[2], comme constituant une grave objection à la

theorie, generalement admise, suivant laquelle le granite a ete injecte a l'etat liquide; mais, si nous songeons a l'etat que doit vraisemblablement presenter la surface inferieure d'une masse feuilletee comme le phyllade argileux, apres qu'elle a ete violemment ployee en arche par un amas de granite fondu, nous pouvons admettre qu'elle doit etre pleine de fissures paralleles aux plans de la schistosite, et que ces fissures doivent s'etre remplies de granite, de sorte que, partout ou les fissures etaient rapprochees les unes des autres, de simples couches en forme de cloison ou des coins de phyllade resteront comme suspendus dans le granite. Par consequent, si, plus tard, la masse rocheuse entiere se desagrege et est enlevee par denudation, les extremités inferieures de ces masses subordonnees ou de ces coins de phyllade demeureront entierement isolees dans le granite, elles conserveront cependant leurs plans de schistosite propres parce qu'elles ont fait partie d'un revetement continu de phyllade argileux a l'epoque ou le granite etait liquide.

En suivant avec le Dr A. Smith la ligne de contact entre le granite et le phyllade qui s'etend vers l'interieur du pays dans la direction du S.-E., nous arrivames a un endroit ou le phyllade etait transforme en un gneiss a grain fin parfaitement caracterise, compose de feldspath grenu brun jaunatre, d'une grande quantite de mica noir brillant, et de quelques couches minces de quartz. Nous devons conclure de l'abondance du mica dans ce gneiss comparee a la faible proportion qui s'en trouve dans le phyllade luisant, et de l'extreme petitesse de ses paillettes, qu'il a ete forme ici par action metamorphique,--fait qui a ete mis en doute par certains auteurs, dans des circonstances a peu pres identiques. Les feuilletés du phyllade argileux sont droits, et il etait interessant d'observer que, quand ils prenaient le caractere gneissique, ils devenaient onduleux et quelques-uns des plus petits plis etaient anguleux, comme c'est le cas pour les feuilletés d'un grand nombre de schistes metamorphiques.

Formation de gres--Cette formation constitue le trait le plus saillant de la geologie de l'Afrique australe. Les couches sont horizontales en un grand nombre de localites, et atteignent une puissance de 2.000 pieds environ. Le caractere du gres varie; la roche contient peu de matiere terreuse, mais elle est souvent tachetee par du fer; certains bancs ont le grain tres fin et sont tout a fait blancs; d'autres sont aussi compacts et aussi homogenes que du quartzite. En certains endroits j'ai observe une breche de quartz dont les fragments etaient presque entierement fondus dans une pate siliceuse. Il existe des veines de quartz larges et tres nombreuses qui renferment souvent de grands cristaux parfaitement developpes, et il est evident que dans presque toutes les couches une quantite importante de silice s'est deposee par solution. Parmi ces varietes de quartzite, la plupart offrent exactement l'aspect de roches metamorphiques; mais, comme les couches superieures sont aussi siliceuses que celles de la base et que les contacts avec le granite sont tout a fait normaux dans tous les points que j'ai pu observer, il me semble difficile de croire que ces couches de gres aient ete exposees a l'action de la chaleur[3]. J'ai constate en plusieurs

points, sur les lignes de contact entre ces deux grandes formations, que le granite était décomposé à la profondeur de quelques pouces et qu'il était remplacé soit par une mince couche d'un schiste ferrugineux, soit par une couche, épaisse de 4 ou 5 pouces, constituée par les cristaux du granite recimentés et sur laquelle reposait immédiatement la grande masse de gres.

M. Schomburgk a décrit^[4] une grande formation de gres du Brésil septentrional qui repose sur le granite et ressemble d'une manière remarquable, sous le rapport de la composition et sous celui de la forme extérieure de la contrée, à cette formation du cap de Bonne-Espérance. Les gres des grands plateaux de l'Australie orientale, qui reposent aussi sur le granite, diffèrent de ceux dont nous venons de parler parce qu'ils sont moins siliceux. On n'a pas découvert de fossiles dans ces trois vastes dépôts. J'ajoute enfin que je n'ai vu aucun caillou roulé provenant de roches amenées d'une grande distance au cap de Bonne-Espérance, sur les côtes orientales et occidentales de l'Australie, ni à la Terre Van Diemen. Dans l'île septentrionale de la Nouvelle-Zélande j'ai observé de grands blocs de greenstone, mais je n'ai pas eu l'occasion de déterminer si la roche dont ils avaient été détachés se trouvait à une grande distance de ce point.

Notes:

[1] En plusieurs endroits j'ai observé dans le granite de petites sphères à couleur sombre composées de minuscules paillettes de mica noir, dans une pâte très résistante. En un autre point j'ai rencontré des cristaux de tourmaline noire rayonnant autour d'un centre commun. Le Dr Andrew Smith a découvert dans l'intérieur du pays de beaux spécimens de granite, avec du mica blanc d'argent rayonnant ou plutôt ramifié comme de la mousse autour de points centraux. Il existe dans les collections de la Société Géologique des échantillons de granite avec du feldspath cristallisé et radié de la même manière.

[2] Voir le travail de M. Keilhau "Theory on Granite", dans l'Edinburgh New Philosophical Journal, vol. XXIV, p. 402.

[3] Le Rev. W.-B. Clarke affirme cependant, à ma grande surprise (Geological Proceedings, vol. III, p. 422), qu'en certains endroits le gres est traversé par des diques granitiques; ces diques doivent appartenir à une période bien postérieure à celle où le granite fondu réagissait sur le phyllade argileux.

[4] Geographical Journal, vol. X, p. 246.

APPENDICE

DESCRIPTION DE COQUILLES FOSSILES

Par G.-B. SOWERBY, Esq. F.L.S.

Coquilles provenant d'un depot tertiaire situe au-dessous d'une grande coulee basaltique a San Thiago dans l'archipel du Cap Vert, et mentionne a la page 5 de ce volume.

1.--Littorina Planaxis, G. Sowerby.

_Testa subovata, crassa, loevigata, anfractibus quatuor, spiraliter striatis; apertura subovata; labio columellari infimaque parte anfractus ultimi planatis: long. 0,6. _lat. 0,45, _poll_.

Cette coquille a la taille et a peu pres la forme d'un petit bigorneau; elle en differe essentiellement cependant, parce que la partie inferieure de la derniere spire et la levre columellaire sont coupees et aplaties, comme dans les _Purpurees_. Parmi les coquilles recentes de la meme localite il y en a une qui ressemble beaucoup a celle-ci, et qui lui est peut-etre identique, mais c'est une coquille tres jeune, de sorte qu'elle ne se prete pas a une comparaison minutieuse.

2.--Cerithium Aemulum, G. Sowerby.

Testa oblongo-turrita, subventricosa, apice subulato, anfractibus decem leviter spiraliter striatis, primis serie unica tuberculorum instructis, intermediis irregulariter obsolete tuberculiferis, ultimo longe majori absque tuberculis, sulcis duobus fere basalibus instructo: labii externi margine interno intus crenulato: long. 1,8; lat. 0,7, poll.

Cette espece ressemble tellement a l'une des coquilles reunies par Lamarck sous le nom de Cerithium Vertagus, qu'a premiere vue je croyais pouvoir l'identifier avec cette derniere coquille, mais elle s'en distingue facilement parce qu'elle n'offre pas, au centre de la columelle, le pli qui est si remarquable dans l'espece de Lamarck. Il n'y en avait qu'un seul exemplaire, et la partie inferieure de la levre externe lui manquait, de sorte qu'il est impossible de decrire la forme de la bouche.

3.--Venus Simulans, G. Sowerby.

Testa rotundata, ventricosa, loeviuscula, crassa; costis obtusis, latiusculis, concentricis, antice posticeque tuberculatim solulis; area cardinali postica alterae valvae latiuscula; impressione subumbonali postica circulari: long. 1,8, lat. 1,5, poll.

Coquille a caracteres intermediaires, se placant entre la *Venus verrucosa* de la Manche et la *V. rosalina* Rang. de la cote occidentale d'Afrique, mais qui se distingue suffisamment de ces deux especes par ses cotes concentriques larges et obtuses, divisees en tubercules tant en avant qu'en arriere. Sa forme est aussi plus arrondie que celle de ces deux especes.

Les coquilles suivantes, provenant de la meme couche, sont connues comme especes recentes, pour autant qu'on puisse les determiner.

- 4.--*Purpura Fucus*.
- 5.--*Amphidesma australe*, Sowerby.
- 6.--*Conus venulatus*, Lam.
- 7.--*Fissurella coarctata*, King.
- 8.--*Perna*. Deux valves depareillees, en si mauvais etat qu'on ne saurait les determiner.
- 9.--*Ostrea cornucopiae*, Lam.
- 10.--*Arca ovata*, Lam.
- 11.--*Patella nigrita*, Budgin.
- 12.--*Turritella bicingulata*? Lam.
- 13.--*Strombus*. Trop use et trop mutile pour etre determinable.
- 14.--*Hipponyx radiata*, Gray.
- 15.--*Natica uber*, Valenciennes.
- 16.--*Pecten*. Ressemble par sa forme a *P. opercularis*, mais s'en distingue par divers caracteres. Il n'y en a qu'une seule valve, de sorte que je n'ai pas les garanties necessaires pour pouvoir le decrire.
- 17.--*Pupa subdiaphana*, King.
- 18.--*Trochus*. Indeterminable.

COQUILLES TERRESTRES FOSSILES DE SAINTE-HELENE

Les six especes suivantes ont ete trouvees ensemble a la partie inferieure d'un lit epais de terre vegetale; les deux dernieres especes, c'est-a-dire le *Cochlogena fossilis* et l'*Helix biplicata*, ont ete trouvees dans un gres calcareux tres recent, avec une espece du genre *Succinea* vivant actuellement dans l'ile. Ces coquilles sont mentionnees a la page 108 de ce volume.

- 1.--*Cochlogena Auris-Vulpina*, De Fer.

Cette espece est bien decrite et figuree fort exactement dans le onzieme volume de l'ouvrage de Martini et Chemnitz. Chemnitz exprime des doutes quant au genre auquel il convient de la rapporter, et l'avis fortement motive que cette coquille ne doit pas etre consideree comme terrestre. Les specimens dont il disposait avaient ete achetes

dans une vente publique a Hambourg, ou ils avaient ete envoyes par feu G. Humphrey, qui parait avoir fort bien connu leur veritable provenance, et qui les a vendues pour des coquilles terrestres. Chemnitz cite cependant un specimen de la collection de Spengler qui etait en meilleur etat que les siens, et passait pour provenir de Chine. La figure qu'il a donnee est prise d'apres cet individu, qui me semble etre simplement un specimen nettoye de la coquille de Sainte-Helene. On comprend facilement qu'apres avoir passe par deux ou trois mains une coquille originaire de Sainte-Helene puisse avoir ete vendue comme provenant de Chine, soit fortuitement, soit dans un but interesse. Je crois qu'il est impossible qu'une coquille appartenant a cette espece puisse avoir ete reellement trouvee en Chine; et je n'en ai jamais vu une seule parmi la quantite immense de coquilles qui nous arrivent du Celeste-Empire. Chemnitz n'a pu se decider a etabli un nouveau genre pour cette remarquable coquille, quoiqu'il ne put evidemment l'assimiler a aucun des genres connus a cette epoque; et bien qu'il ne la considerat pas comme terrestre, il lui donna le nom d'_'Auris Vulpina_'. Lamarck en a fait la seconde espece de son genre '_Struthiolaria_', sous le nom de '_Crenulata_'. Elle ne presente cependant aucune affinite avec ce genre; et on ne saurait concevoir de doutes sur l'exactitude des idees de De Ferussac, qui place cette coquille dans la quatrieme division de son genre '_Cochlogena_'; Lamarck se serait montre consequent avec ses propres principes s'il l'avait placee parmi ses '_Auriculae_'. Cette espece presente une variete qui peut etre caracterisee comme suit:

Cochlogena auris-vulpina, Var.

Testa subpyramidalis, apertura breviori, labio tenuiori: long. 1,68, aperturæ 0,77, lat. 0,86, poll.

OBSERVATIONS.--Les proportions different ici de celles de la variete ordinaire, qui sont: longueur 1,65, longueur de la bouche 1, largeur 0,96 pouces. Faisons observer que toutes les coquilles de cette variete provenaient d'une autre partie de l'ile que les specimens cites en premier lieu.

2.--*Cochlogena fossilis*, G. Sowerby.

Testa oblonga, crassiuscula, spira subacuminata, obtusa, anfractibus senis, subventricosis, leviter striatis, sutura profunde impressa; apertura subovata; peritremate continuo, subincrassato; umbilico parvo: long. 0,8, lat. 0,37, poll.

Cette espece a la taille de '_C. Guadeloupensis_', mais s'en distingue facilement par la forme des spires et parce que la suture est profondement marquee. Les proportions varient un peu pour les divers specimens. Cette espece n'a pas ete trouvee par M. Darwin, mais provient de la collection de la Societe geologique.

1.--*Cochlicopa subplicata*, G. Sowerby.

Testa oblonga, subacuminato-pyramidalis, apice obtuso, anfractibus novem loevibus, postice subplicatis, sutura crenulata; apertura ovata, postice acuta, labio externo tenui; columella obsolete subtruncata; umbilico minimo: long. 0,93, lat. 0,28, poll.

Cette espece et la suivante sont rangees dans le sous-genre *Cochlicopa* de De Ferussac, parce qu'elles se rapprochent beaucoup de sa *Cochlicopa Folliculus*. Elles en sont cependant toutes les deux parfaitement distinctes au point de vue specifique, car elles sont beaucoup plus grandes que *C. Folliculus* et ne sont pas brillantes et lisses comme cette derniere coquille que l'on trouve dans le Midi de l'Europe et a Madere. On a trouve quelques coquilles tres jeunes et un oeuf qui appartiennent, je pense, a cette espece.

2.--*Cochlicopa terebellum*, G. Sowerby.

Testa oblonga, cylindraceo-pyramidalis, apice obtusiusculo, anfractibus septenis, loevibus; sutura postice crenulata; apertura ovali, postice acuta, labio externo tenui; antice declivi; columella obsolete truncata, umbilico minimo: long. 0,77, lat. 0,29, poll.

Cette espece differe de la precedente parce que sa forme est plus cylindrique, et qu'a l'etat de developpement complet elle est presque entierement debarrassee des plis obtus des spires posterieures; elle s'en distingue aussi par la forme de la bouche. Dans cette espece les jeunes coquilles sont stries longitudinalement et elles presentent quelques plis longitudinaux fortement uses.

1.--*Helix Bilamellata*, G. Sowerby.

Testa orbiculato-depressa, spira plana, anfractibus senis, ultimo subtus ventricosus, superne angulari; umbilico parvo; apertura semilunari, superne extus angulata, labio externo tenui; interno plicis duabus spiralibus, postica majori: long. 0,15, lat. 0,33, poll.

Les jeunes coquilles de cette espece ont des proportions tres differentes de celles dont nous avons parle plus haut, car leur axe est presque egal a leur longueur. Le plus grand specimen est blanc avec des raies irregulieres couleur de rouille. Cette espece s'ecarte beaucoup de toutes les especes recentes que nous connaissions, quoiqu'elle semble avoir quelque analogie avec plusieurs d'entre elles, telles que *Helix epistylum* ou *Cookiana*, et *H. gularis*; pourtant, dans ces deux especes, les plis spiraux internes sont places sur la face interne de la paroi externe de la coquille, et non sur la lame interne comme chez l'*Helix bilamellata*. Il existe une autre espece recente assez analogue a celle-ci; elle n'a pas encore ete decrite et differe de *Bilamellata* et de *Cookiana* parce qu'elle possede quatre plis spiraux internes dont deux sont places sur la face interne de la paroi exterieure, et deux sur la paroi interne de la

coquille; elle a été rapportée de Tahiti par le *_Beagle_*.

2.--*Helix polyodon*, G. Sowerby.

Testa orbiculato-subdepressa, anfractibus sex, rotundatis, striatis; apertura semilunari, labio interno, plicis tribus spiralibus, posticis gradatim majoribus, externo inclusis dentibus quinque instructo; umbilico mediocri, long. 0,07, lat. 0,10, poll.

Cette espèce se rapproche plus ou moins de *_Helix contorta_* de De Ferussac, Moll. terr. et fluv. Pl. 51. A, fig. 2; mais en diffère par plusieurs détails.

3.--*Helix spurca*, G. Sowerby.

Testa suborbiculari, spira subconoidea, obtusa; anfractibus quatuor turnidis, substriatis; apertura magna, peritremate tenui; umbilico parvo, profundo; long. 0,1, lat. 0,13, poll.

Se distingue facilement de l'*_Helix polyodon_* par sa bouche large et dépourvue de dents.

4.--*Helix biplicata*, G. Sowerby.

Testa orbiculato-depressa, anfractibus quinque rotundatis, striatis; apertura semilunari, labio interno, plicis duobus spiralibus, postica majori; umbilico magno; long. 0,04, lat. 0,1, poll.

Cette espèce doit être considérée à cause de sa forme, comme parfaitement distincte de *_Helix bilamellata_*; l'ombilic est beaucoup plus grand, le sommet n'est pas aplati, et le bord postérieur de chaque spire n'est pas anguleux. Il convient de rapporter à cette espèce des spécimens qu'on a trouvés associés aux espèces précédentes, et à *_Coclogena fossilis_* qui est, à son tour, associée à une Succinée actuellement vivante, dans le grès calcaire moderne.

COQUILLES PALEOZOIQUES DE LA TERRE VAN DIEMEN

(Voir chapitre VII: TERRE VAN DIEMEN).

1.--*Producta rugata*.

C'est probablement la même espèce que celle à laquelle Phillips a donné le nom de *_Producta rugata_* (Geology of Yorkshire, part. 2, pl. VII, fig. 16); mais la coquille est en trop mauvais état pour que je puisse me prononcer définitivement à ce sujet.

2.--*Producta brachythaerus*_, G. Sowerby.

Producta, testa subtrapeziformi, compressa, parte antica latiori, sub-biloba, postica angustiori, linea cardinali brevi.

Les caracteres les plus remarquables de cette espece sont le peu de longueur de la ligne cardinale et la largeur relativement grande de la partie anterieure de la coquille; sa face externe est ornee de petits tubercules emousses, disposes irregulierement; l'exemplaire est empate dans un calcaire offrant la couleur grise habituelle au calcaire carbonifere. Un autre specimen, que je suppose etre une empreinte de la face interne de la valve aplatie, est empate dans une pierre de couleur brun de rouille clair. Un troisieme specimen, probablement une empreinte de la face interne de la valve la plus profonde, se trouve dans une roche presque semblable, associee a d'autres coquilles.

1.--*Spirifera subradiata*, G. Sowerby.

Spirifera, testa loecissima, parte mediana lata, radiis lateralibus utriusque lateris paucis, inconspicuis.

La largeur de cette coquille est, peut-on dire, plus grande que sa longueur. Les raies des surfaces laterales sont en tres petit nombre et peu distinctes, et le lobe median est d'une grandeur et d'une largeur peu communes.

2.--*Spirifera rotundata*? Phillips: _Geology of Yorkshire_, pl. IX, fig. 17.

Quoique cette coquille ne soit pas exactement semblable a la figure citee, il serait peut-etre impossible de decouvrir des caracteres qui l'en distinguent nettement. Notre specimen est fortement tordu; c'est d'ailleurs un exemple de ce genre de variations accidentelles qui montre quelle faible importance il convient d'attribuer, en certains cas, aux caracteres particuliers, car les cotes radiees sont beaucoup plus nombreuses et plus serrees sur l'un des cotes d'une des valves que sur l'autre cote de cette meme valve.

3.--*Spirifera trapezoidalis*, G. Sowerby.

Spirifera, testa subtetragona, mediana parte profunda, radiis nonnullis, subinconspicuis; radiis lateralibus utriusque lateris seplem ad octo distinctis: long. 1,5, lat. 2, poll.

Il y a deux specimens de cette espece empates dans un calcaire couleur de rouille foncee grisatre, probablement bitumineux.

Spirifera trapezoidalis, _var.? G. Sowerby.

Spirifera, testa radiis lateralibus tripartitum divisis, lineis incrementi antiquatis, caeleroquin omnino ad spiriferam trapezoidalem simillima_.

J'ai été porté d'abord à assimiler cette coquille à *Spirifera trapezoidalis*_, mais, en considérant que les côtes rayonnées sont simples à leur origine, et sachant qu'elles sont sujettes à des variations, j'ai cru qu'il valait mieux faire de ce spécimen une variété distincte.

Il y a plusieurs autres spécimens de Spirifères appartenant probablement à des espèces distinctes, mais ils consistent en de simples moules, de sorte qu'il est évidemment impossible de donner les caractères externes de ces espèces. Cependant, comme elles sont très remarquables, j'ai cru convenable de leur donner à chacune un nom et d'en faire une courte description.

4.--*Spirifera paucicostata*, G. Sowerby.

Longueur égale aux deux tiers environ de la largeur; côtes peu nombreuses et variables.

5.--*Spirifera Vespertilio*, G. Sowerby.

Largeur dépassant le double de la longueur, côtes rayonnées assez larges, distinctes et peu nombreuses: surface interne postérieure couverte, dans les deux valves, de ponctuations bien distinctes.

6.--*Spirifera avicula*, G. Sowerby.

Les proportions de cette espèce sont fort remarquables, car la coquille paraît être trois fois plus large que longue; les côtes rayonnées ne sont pas très nombreuses, et la surface interne postérieure de l'une des valves seulement (la grande valve) a été ponctuée. L'espèce ressemble par ses proportions à la *Spirifera convoluta*_[1] de Phillips, mais comme notre *Spirifera avicula*_ n'est représentée que par un moule interne, ses proportions ne sont pas aussi anormales que celles de la *Spirifera convoluta*_.

Un spécimen dont la forme naturelle a été fortement altérée par la compression, mais qui semble cependant un peu différent par ses proportions, présente non seulement le moule interne de la coquille, mais aussi l'empreinte de sa surface externe; ses côtes rayonnées sont fort irrégulières et très nombreuses, mais il est possible que certaines d'entre elles seulement soient des côtes principales, les autres n'étant qu'interstitielles; leur irrégularité rend cette question insoluble.

Note:

[1] *Geology of Yorkshire*, part. 2, p. IX, fig. 7.

DESCRIPTION DE SIX ESPECES DE CORAUX

PROVENANT D'UN DEPOT PALEOZOIQUE DE LA TERRE VAN DIEMEN

Par W. LONSDALE, Esq. F. G. S.

1.--*Stenopora Tasmaniensis*, Sp. n.[1]

Note:

[1] Quoique les caracteres de ce genre soient inedites, il a paru convenable de ne pas les donner avec tous leurs details dans cette notice, parce qu'un fort petit nombre d'especes seulement ont ete etudiees. Le corail est essentiellement compose de simples tubes agreges de diverses manieres et rayonnant vers l'exterieur. La bouche est ronde ou oblongue, et entouree de bourrelets en relief, portant le long de la crete une rangee de tubercules. La bouche d'abord ovale est relencie (Greek: *stenos*) graduellement par une bande qui s'eleve sur la paroi interne du tube et finit par la fermer.

Ramifie, branches cylindriques, inclinees ou contournes de diverses manieres; tubes plus ou moins divergents, bouches ovales, cretes de subdivision portant de forts tubercules; 1 a 2 marques du retrecissement progressif dans chaque tube.

Ce corail ressemble par son mode general de croissance a *Calamopora* (*Stenopora?*) *tumida* (Phillips, *Geology of Yorkshire*, part. 2, pl. 1, fig. 62), mais la forme de la bouche et d'autres details de structure presentent de tres grandes differences avec cette derniere espece. *Stenopora Tasmaniensis* atteint des dimensions considerables, car un des specimens mesure 4 pouces et demi de long et un demi-pouce de diametre. Les branches considerees individuellement offrent une circonference tres uniforme, mais elles different l'une de l'autre dans un meme specimen, et il n'y a pas de mode defini de subdivision, ni de direction d'accroissement determinee. Les extremités sont quelquefois creuses, et un specimen, long de 1 pouce et demi a peu pres et large d'un demi-pouce, est ecrase de maniere a devenir completement plat. Dans les specimens ou ils sont le mieux visibles, les tubes offrent une longueur considerable, ils naissent presque toujours isolement sur l'axe de la branche et divergent sous un angle tres faible, jusqu'a ce qu'ils parviennent tout pres de la circonference, ils se recourbent alors vers l'exterieur. Dans l'interieur de la branche les tubes ont une section polygonale due a

des pressions laterales, mais en approchant de la surface externe elle devient ovale parce que les tubes, en divergeant de plus en plus, laissent entre eux des espaces libres. Leur diametre est toujours tres uniforme, a l'exception des retrecissements qui existent pres de l'extremite des tubes parvenus a leur developpement complet. Dans l'interieur des branches les parois etaient vraisemblablement fort minces, mais a la peripherie la matiere presente une epaisseur relativement considerable. On n'a pas trouve de traces de diaphragmes transversaux dans l'interieur des tubes.

On rencontre rarement des exemples bien demonstratifs des modifications successives que subit l'extremite ovale des tubes jusqu'au complet developpement et a l'obliteration finale, mais on a observe les cas suivants: Quand la bouche devient libre et prend la forme ovale, les parois sont minces et tranchantes, et sont disposees perpendiculairement dans l'interieur du tube. Elles se touchent parfois, mais d'autres fois elles sont separees par des sillons de dimensions variables, ou l'on peut decouvrir de tres petites ouvertures ou pores. Lorsque la bouche approche de son complet developpement, les sillons sont plus ou moins completement combles, et les parois s'epaississent, car on peut voir le long de la crete une rangee de tres petits tubercules. A cette epoque la face interne du tube cesse d'etre verticale, elle est tapissee interieurement d'une bande oblique tres etroite. Les bouches arrivees a leur developpement complet sont separees par une crete tres prononcee, generalement simple, mais assez souvent subdivisee par un sillon; la crete, double ou simple, est surmontee d'une rangee de tubercules saillants qui sont presque en contact les uns avec les autres. On n'a observe qu'un seul exemple d'occlusion des bouches, mais il offre une preuve suffisante de l'expansion graduelle de la bande interne, avec soudure finale au centre, dont j'ai parle plus haut. A cette phase extreme on constate une obliteration generale des details, mais la plupart des tubercules restent distincts.

Chez cette espece on n'observe pas, a l'interieur des longues branches cylindriques rectilignes, de marques bien nettes d'un retrecissement de la bouche, anterieur a la formation du tube parfait et a la contraction finale, mais pres du point ou les tubes se recourbent vers l'exterieur il existe une indentation annulaire qu'on peut suivre successivement d'un moule a l'autre suivant une ligne parallele a la surface; et entre l'etranglement saillant et la surface parfaite les parois des tubes etaient legerement rugueuses. Dans une autre branche courte que l'on croyait appartenir a cette espece, mais dont les tubes divergeaient tres rapidement vers l'exterieur, le retrecissement est fortement marque, quoiqu'a des degres variables, dans les divers tubes de ce specimen.

La roche dans laquelle le fossile est engage est un schiste argilo-calcaire grossier ou un calcaire gris; on y rencontre aussi *Fenestella internata*, etc.

2.--*Stenopora ovata*, Sp. n.

Ramifiée, branches ovales; tubes relativement courts, très divergents, bouches rondes; nombreux rétrécissements ou irrégularités de développement.

Les caractères de cette espèce ont été déterminés fort imparfaitement. Les branches ne sont pas uniformément ovales, même dans un fragment unique. Les tubes divergeaient très rapidement le long de la ligne du grand axe, leur croissance dans le sens vertical était fort limitée. Leurs moules montrent une succession rapide d'irrégularités de développement. Les bouches, pour autant qu'on puisse déterminer leur forme, étaient rondes ou légèrement ovales, et les crêtes de division, garnies de tubercules, étaient aiguës; mais, comme la surface externe n'est pas visible, on n'a pu déterminer leurs caractères exacts et les modifications subies pendant la croissance.

Le corail est empâté dans un calcaire gris-sombre.

1.--Fenestella ampla, Sp. n.

Cupuliforme; surface cellulaire interne; branches dichotomes, larges, aplaties, minces; mailles ovales; rangées de cellules nombreuses, rarement limitées à deux, alternantes; connexions transversales quelquefois cellulaires; couche interne de la surface non cellulaire très fibreuse; couche externe très grenue, non fibreuse; vésicule gemmulifère? petite.

Quelques-uns des moules de ce corail offrent une ressemblance générale avec *Fenestella polypora* telle qu'elle est représentée dans Captain Portlock's *Report on the Geology of Londonderry*, pl. XXII, A, fig. 1_a., 1_d.; mais il n'y a pas de similitude de structure entre le fossile de la Terre Van Diemen et l'espèce en question telle que la donnent la planche XXII, fig. 3, du même ouvrage ou les figures originales de M. Phillips, *Geology of Yorkshire*, part. 2, pl. 1, fig. 19, 20. Il existe aussi une ressemblance générale entre *Fenestella ampla* et un corail trouvé par M. Murchison dans le calcaire carbonifère de Kossalchi-Datchi sur le versant oriental de la chaîne de l'Oural, mais il y a, ici encore, une différence marquée dans les détails de structure.

Fenestella ampla atteignait des dimensions considérables; des fragments paraissant appartenir à un spécimen unique couvraient une surface de 4 pouces et demi sur 3 pouces; cette espèce offrait des contours très massifs, les branches avaient souvent plus d'un dixième de pouce de largeur aux points où elles se divisaient.

Une grande uniformité domine dans l'aspect général du corail, mais la largeur des branches varie parce qu'elles s'élargissent fortement au voisinage des points de bifurcation; cependant il n'y a pas de différence marquée entre les caractères de la base et ceux de la partie supérieure de la coupe, même quant au nombre des rangées de cellules.

Dans les specimens ou la surface cellulaire est le mieux conservée, les ouvertures des cellules sont relativement grandes, rondes ou ovales, et elles sont limitées par un bord légèrement surélevé; une crête filiforme et onduleuse serpente entre elles et divise les espaces intermédiaires en losanges. Le nombre des rangées de cellules situées immédiatement en avant des bifurcations s'élève parfois jusqu'à dix, et dépasse ordinairement deux après la séparation. Les ouvertures des cellules des rangées latérales font saillie dans l'intérieur des mailles, et les connexions transversales sont quelquefois celluleuses. Les intervalles compris entre les ouvertures, ainsi que les crêtes onduleuses, sont granuleuses ou portent de très petits tubercules. Dans l'intérieur les cellules présentent la disposition oblique habituelle, elles se recouvrent les unes les autres et s'arrêtent brusquement à la partie dorsale de la branche. Les empreintes parfaites de la surface cellulaire offrent l'inverse des caractères qui viennent d'être décrits; mais le plus habituellement les empreintes ne présentent guère d'autre trace de structure que des rangées longitudinales d'ouvertures circulaires.

Sur la couche interne de la surface non celluleuse on peut découvrir quelquefois vingt fibres parallèles bien nettes, séparées par des sillons étroits ou par les moules qui leur correspondent; et leur nombre est toujours considérable. L'état de conservation de ces fossiles ne permettait pas de découvrir la véritable nature des fibres, mais on déduit d'observations faites sur d'autres espèces qu'elles sont tubulaires. Leur taille est considérable, mais dans le spécimen qui montre leur structure de la manière la plus complète elles sont fréquemment coupées par des ouvertures circulaires. Leur surface arrivée à l'état parfait est finement granuleuse. La couche externe ou partie postérieure des branches est formée d'une croûte uniforme sans aucune trace de fibres, mais couverte de nombreuses papilles microscopiques avec des pores correspondants qui pénètrent la substance de cette couche.

Les seules traces de vésicules gemmulifères sont de petites cavités accidentellement situées au-dessus de la bouche et dont la position correspond à celle que les vésicules considérées comme gemmulifères occupent dans d'autres genres cellulaires. Des moules de cavités semblables sont répandus fort uniformément entre les empreintes des bouches, sur le spécimen russe dont on a parlé plus haut.

On n'a pas observé le corail à son état le plus jeune, et on n'a constaté aucun changement notable provenant de l'âge de l'organisme, à l'exception de l'épaississement graduel de la surface non celluleuse, à la suite de son recouvrement par la couche fibreuse.

Les spécimens sont empâtés dans un calcaire gris-sombre écaillé ou terreux.

2.--*Fenestella internata*, Sp. n.

_Cupuliforme; surface cellulifère interne; branches dichotomes,

comprimees, de largeur variable; mailles oblongues, etroites; 2 a 5 rangees de cellules separees par des cretes longitudinales; connexions transversales courtes, sans cellules; surface non celluleuse; couche interne fortement fibreuse, couche externe finement granuleuse_.

Cette espece se distingue facilement de _Fen. ampla_ par la delicatesses de sa structure; il y a en outre des differences tres nettes dans le nombre des rangees de cellules qui varie de deux a cinq, et dans leur mode de developpement. Elle parait avoir atteint des dimensions considerables, car on a observe des fragments longs de 1 pouce et demi et large de 1 pouce.

Les branches ont une largeur variable, elles s'elargissent graduellement dans la direction des bifurcations, mais sans aucune alteration de la forme ou de la dimension des mailles, et, pour autant que l'etat des specimens permette d'en juger, il ne survenait aucun changement notable pendant le developpement de la coupe, sauf celui que nous allons exposer. A la surface cellulifere des branches il se produit des modifications importantes mais uniformes entre les bifurcations successives. Sur une faible longueur au-dessus du point de separation la branche est etroite et anguleuse, elle porte une crete longitudinale parallele a son axe, et il n'y a qu'une seule rangee d'ouvertures sur chaque face. A mesure que la branche se developpait, la crete s'elargissait et devenait finalement cellulifere; une ligne d'ouvertures naissait a la place qu'elle occupait (_internata_). Les trois rangees d'ouvertures cellulaires etaient alors separees sur la branche par deux cretes, et le developpement continuant, celles-ci s'elargissaient a leur tour et devenaient celluluses, les cinq rangees etant separees par quatre cretes. Cette phase semble représenter la derniere periode de l'accroissement, car elle etait suivie immediatement d'une nouvelle bifurcation. La partie la plus ancienne de la coupe ne porte d'ordinaire que deux ou trois rangees de bouches; et, lorsqu'il en existe un plus grand nombre, on peut observer une certaine irregularite dans leur disposition lineaire resultant de l'expansion laterale de la branche.

Dans les specimens les mieux conserves les bouches sont relativement grandes, rondes ou ovales, et leurs bords sont faiblement releves. Celles des rangees medianes sont paralleles ou presque paralleles, et disposees dans la direction de l'axe de la branche; mais dans les rangees laterales elles sont souvent placees obliquement et s'inclinent vers les mailles. Sur ces specimens presque intacts les cretes de subdivision sont filiformes et legerement ondulees, mais il n'existe pas de traces des compartiments en losanges, qui se montrent si distinctement chez _Fenestella ampla_. Les espaces intermediaires entre les bouches sont planes ou legerement convexes. Dans des specimens moins bien conserves ou prives de leur surface primitive, les bouches n'offrent pas une figure uniforme et n'ont pas de bord en saillie. Les cretes de subdivision sont aussi relativement plus larges; et la surface entiere, y compris les connexions laterales, est granuleuse ou finement tuberculee.

La couche interne de la surface non celluleuse est très fibreuse, et l'on peut découvrir la même structure, plus ou moins nettement accusée dans les connexions latérales. Le nombre des fibres ne paraît pas dépasser douze par branche, et elles sont en général moins nombreuses. Leur longueur est considérable, car des fibres additionnelles s'intercalent lorsque la branche s'élargit; et leur surface est garnie de très petits tubercules. On n'a pas observé d'ouvertures circulaires isolées. La couche extérieure est uniformément granuleuse quand elle est complètement développée, mais on peut suivre sur un même spécimen toutes les phases intermédiaires depuis l'état fibreux fortement accusé jusqu'à l'état granuleux.

On n'a pas observé de traces distinctes de vésicules gemmulifères, mais sur un spécimen qui porte, à ce que l'on croit, des empreintes de cette espèce, on peut observer accidentellement, près des bouches, des moules hémisphériques à surface parfaitement arrondie, qui ne sont évidemment pas reliés directement avec l'intérieur des cellules, et que l'on considère comme représentant peut-être ces vésicules. *Fenestella internata* semble être un fossile abondant; une pierre plate mesurant environ 8 pouces de longueur et 6 de largeur est couverte, sur les deux faces, de fragments de ce corail, et il existe dans la collection un grand nombre de fragments plus petits.

La roche encaissante est constituée ordinairement par un schiste argilo-calcaire gris, mais elle consiste parfois en un calcaire écaillé ou en une pierre argileuse dure et ferrugineuse ou faiblement colorée.

3.--*Fenestella fossula*, Sp. n.

Capuliforme, surface cellulifère interne; branches dichotomes, déliées; mailles ovales; deux rangées de cellules; connexions transversales non celluleuses; couche interne de la surface non cellulifère finement fibreuse; couche externe polie ou granuleuse.

Par son aspect général et les détails de sa structure cette espèce offre une grande ressemblance avec *Fenestella flustracea* de la dolomie d'Angleterre (*Retepora flustracea*, Geological Transactions, 2e série, vol. VII, pl. XII, fig. 8), mais elle en diffère par le caractère particulier que présente le moule de la surface cellulifère dont nous indiquerons la nature en décrivant cette surface.

Le spécimen principal est une coupe presque intacte haute de 1 pouce et demi et mesurant environ 2 pouces de diamètre dans la partie comprimée la plus large. On n'observe pas de variations notables des caractères, mais quelquefois des irrégularités de croissance, dues probablement à des accidents survenus pendant le développement progressif de l'organisme.

Les caractères que nous indiquons ici ont été observés sur des moules, car on n'a pas rencontré de surface parfaite. Les dimensions des

branches sont fort uniformes, elles ne s'élargissent que très légèrement aux points de bifurcation qui sont éloignés les uns des autres, et leur épaisseur était vraisemblablement presque égale à leur largeur. Le moule de la surface cellulaire est traversé dans le sens de son axe par une rigole étroite à bords aigus (*_fossula_*), à parois presque verticales, caractère distinctif entre cette espèce et *_Fen. flustracea_*. Les moules cylindriques des ouvertures ou de l'intérieur des cellules sont disposés sur un seul rang de chaque côté de la rigole, et on ne peut pas observer nettement une augmentation de leur nombre aux bifurcations. Le long de l'axe de la rigole il y a une rangée d'indentations ou de petites cavités coniques, caractère que l'on constate dans d'autres espèces, particulièrement dans *_Fen. flustracea_*. Ce ne sont évidemment pas les moules d'ouvertures de cellules, mais de papilles relativement grandes. On a observé des traces de saillies de ce genre dans plusieurs autres cas.

Sur le petit fragment garni d'ouvertures que l'on a trouvé, ces ouvertures sont grandes, rondes, et ont une faible saillie, elles ne sont pas fort éloignées les unes des autres, et le même petit fragment porte une crête imparfaitement développée. Les restes de la surface non celluleuse ne présentent pas de caractères qui méritent d'être signalés, mais on a observé des traces d'une couche striée unie.

Les deux spécimens qui ont fourni ces détails de structure sont engagés dans un calcaire dur de couleur sombre.

Hemitrypa sexangula, Sp. n.

Réseau fin, hexagonal; mailles rondes en rangées doubles.

Le corail auquel s'appliquent ces caractères incomplets est empâté dans la surface schistoïde d'un calcaire dur de couleur sombre. Il a environ 1 pouce de largeur et un demi-pouce de hauteur, et consiste en deux réseaux superposés, l'un à mailles quadrangulaires et l'autre à mailles hexagonales, avec une aire intérieure arrondie; le réseau quadrangulaire a été enlevé sur une partie considérable du spécimen, de sorte que le contact des deux structures est bien visible.

On admet que les caractères génériques essentiels de ce fossile s'accordent entièrement avec ceux d'*_Hemitrypa_* (Pal. Foss. Cornwall, p. 27), mais son bon état de conservation et certaines facilités qui en résultent pour la détermination des détails de structure ont fait prévaloir, au sujet de sa nature, une opinion un peu différente de celle qui est exposée dans l'ouvrage que je viens de citer.

La surface interne d'*_Hemitrypa oculata_* (*_loc. cit._*) est décrite comme "portant des crêtes radiales", et possédant "des dépressions intermédiaires ovales qui ne pénètrent qu'à la moitié de l'épaisseur de la substance du corail, et n'atteignent nulle part la surface externe". La partie équivalente du spécimen de la Terre Van Diemen correspond parfaitement à cette description, sauf quant à la forme des mailles ou dépressions; pourtant il n'est pas simplement "semblable à quelques *Fenestellae*", mais il présente tous les caractères essentiels

de ce genre, et l'on croit que c'est un fragment de *Fen. fossula*. On est arrive a cette conclusion par l'etude d'un petit fragment detache mecaniquement, et qui portait une rangee de grandes ouvertures rondes faisant saillie. La surface externe d'*Hem. oculata* est decrite comme "completement couverte de nombreux pores ou cellules ronds"--"disposes en rangees doubles", et l'on a constate que la partie correspondante d'*Hem. sexangula* consiste aussi en une surface semblable formee de doubles rangees de mailles rondes ou "pores" mais a contours hexagonaux, et l'on voit sur le specimen engage dans sa gangue qu'ils penetrent jusqu'a la surface de la Fenestella ou reseau quadrangulaire.

Ces details de structure ont paru suffisants pour etabli un rapport generique entre le corail de la Terre Van Diemen et *Hemitrypa oculata*; et l'examen d'un specimen de ce genre provenant d'Irlande a confirme pleinement les details de structure que montre la "surface interne" du specimen auquel on donne provisoirement le nom d'*Hemitrypa sexangula*.

Aucune opinion n'a ete formulee sur la veritable nature du reseau "externe". Il est forme presque en totalite d'une matiere calcaire gris sombre qui parait remplir les vides d'un organisme a structure originaiement celluleuse; mais on a observe aussi quelques petites plages de la couverture externe qui consistent en une croute blanche opaque, sur la surface primitivement en contact avec le reseau externe. Il ne parait pas douteux que ce soit un parasite, et la similitude interessante qui existe entre l'espace occupe par la double rangee de mailles et par les branches paralleles de la Fenestella, provient probablement de ce que ce dernier corail a presente des lignes de base favorables pour la fixation de l'*Hemitrypa*. Dans le specimen de la Terre Van Diemen le rapport est decele par un accroissement de la largeur du reseau et par une rangee de points saillants. Il existe aussi une concordance remarquable entre la disposition des ouvertures de la Fenestella et les mailles du reseau "interne". Des concordances de ce genre sont admirablement representees dans les excellentes figures de M. Phillips (*Pal. Fos.*, pl. XIII, fig. 38).

Les parties solides de l'organisme etant excessivement fines, au point de ressembler au fil de la dentelle la plus delicate, les essais que l'on a tentes pour decouvrir des caracteres interieurs satisfaisants ont echoue, excepte en un endroit ou l'on a cru reconnaitre une veritable disposition cellulaire[1]. Rien non plus n'a ete determine au sujet de la croute de revetement.

Quoique l'on puisse faire des objections a l'application du nom d'*Hemitrypa* a ces coraux, on a cru devoir conserver le mot, jusqu'a ce que les caracteres du genre aient ete determines d'une maniere complete.

Note:

[1] On a constamment fait usage d'une loupe Codrington d'un demi-pouce

de diametre, pour l'etude des coraux decrits dans cette notice.

FIN

TABLE

Abel (M.).--Sur des moules calcaires au cap de Bonne-Esperance
Abingdon (Ile)
Abrolhos (Incrustations aux iles)
Acores
Affaissee (Region) a l'Ascension
Albatros; leur disparition de Sainte-Helene
Albemarle (Ile)
Albite aux iles Galapagos
Amygdaloidales (Origine calcaire des roches)
Amygdaloides (Vacuoles) a moitie remplies
Ascension
--Absence de dikes, absence actuelle d'action volcanique et etat des
coulees de lave a l'Ascension
--Incrustations arborescentes sur des roches de l'Ascension
Ascidies (Extinction des)
Atlantique. Nouveau foyer volcanique dans l'ocean Atlantique
Augite fondue
Australie

Bahia au Bresil (Dikes a)
Bailly (M.).--Sur les montagnes de l'ile Maurice
Baldhead
Bank's Cove
Barn (Le), a Sainte-Helene
Basalte colonnaire
--(Poids specifique du)
Basaltiques (Montagnes) cotieres a l'ile Maurice
--a Sainte-Helene
--a San Thiago
Beaumont (M. Elie de).--Sur des cirques d'eboulement dans la lave
--Sur des dikes demontrant le soulèvement
--Sur des dikes lamellaires
--Sur l'inclinaison des coulees laviques
Beudant (M.).--Sur les bombes volcaniques
--Sur le jaspe
--Sur l'obsidienne de Hongrie
--Sur la presence de la silice dans le trachyte
--Sur le trachyte lamellaire
Bermudes (Roches calcaireuses des)

Bol
Bombes volcaniques
Bonne-Esperance (Cap de)
Bory de Saint-Vincent.--Sur les bombes volcaniques
Boue (Torrents de) a l'archipel des Galapagos
Brattle (Ile)
Brewster (Sir D.).--Sur une substance calcareuse d'origine animale
--Sur le verre decompose
Brown (M.R.).--Sur des corps spheruliques dans le bois silicifie
--Sur des vegetaux fossiles de la Terre Van Diemen
Buch (Von).--Sur des couches calcareuses superficielles aux iles
Canaries
--Sur des coulees d'obsidienne
--Sur la lave caverneuse
--Sur la lave lamellaire
--Sur la descente des cristaux dans l'obsidienne
--Sur la presence de l'olivine dans le basalte
--Sur les volcans centraux

Cailloux (Absence des) en Australie et au cap de Bonne-Esperance
--de greenstone a la Nouvelle-Zelande
Calcaires (Depots) a San Thiago modifies par la chaleur
--(gres) a Sainte-Helene
--(Incrustations) a l'Ascension
--(Lits) superficiels a King George's Sound
--(Matiere), fibreuse entrainee et empatee dans des scories
--(Roche), a l'Ascension
Calcedoine dans le basalte et dans le bois silicifie
Calcedoine (Nodules de)
Cap de Bonne-Esperance
Carbonique (Acide), son expulsion par la chaleur
Carmichael (Le capitaine).--Sur les revetements vitreux de certains
dikes
Cerithium (fossile)
Chaleur (Action de la) sur une matiere calcaire
Chatham (Ile)
Chaux (Sulfate de), a l'Ascension
Chlorophaeite
Clarke (Le Rev. W.).--Sur le cap de Bonne-Esperance
Cochlicopa (fossile)
Cochlogena auris Vulpina
Comptes rendus. Rapport sur les phenomenes volcaniques de
l'Atlantique
Conception (Tremblement de terre de)
Concretions, leur comparaison dans les roches aqueuses et ignees
--dans le tuf
--d'obsidienne
Conglomerat recent a San Thiago
Coquilles (Colloration des), modifiee par la lumiere
--fossiles de Sainte-Helene, de San Thiago, de la Terre Van Diemen
--(Fragments de), transportes par le vent a Sainte-Helene
--(Matiere calcaire provenant des), deposee par les vagues

--terrestres fossiles a Sainte-Helene
Coquimbo (Roche curieuse de)
Coraux fossiles de la Terre Van Diemen
Cotes (Denudation des), a Sainte-Helene
Coulees d'obsidienne
Cratere (Corniche interieure et parapet entourant un)
--(Grand) central a Sainte-Helene
--(Segment de) aux Galapagos
Crateres basaltiques a l'Ascension
--(Etat ruine des)
--(Forme des), modifiee par le vent alize
--(Petits) basaltiques a l'archipel des Galapagos
--a San Thiago
--de soulèvement
--de tuf a l'archipel des Galapagos
--a Terceira
Cristallisation, favorisee par l'espace

Dartigue (M.)--Sur les spherulites
Daubeny (Le Dr.)--Sur des fragments empates dans le trachyte
--Sur une ile en forme de bassin
D'Aubuisson--Sur des collines de phonolite
--Sur la composition de l'obsidienne
--Sur la structure fissile du phyllade argileux
De la Beche (Sir H.)--Sur le poids specifique du calcaire
--Sur la presence de la magnesie dans le calcaire eruptif
Denudation de la cote a Ste-Helene
Diana's Peak a Sainte-Helene
Dieffenbach (Le Dr.)--Sur les iles Chatham
Dikes a Sainte-Helene; leur nombre; tapisses d'une couche luisante,
uniformite de leur epaisseur
--de trapp dans les roches plutoniques
Dikes de tuf
Dikes (Grands) paralleles, a Sainte-Helene
--N'ont pas ete rencontres a l'Ascension
Dikes (Reste de) s'etendant a une grande distance au large, autour
de Sainte-Helene
--tronques, sur la crete centrale crateriforme de Sainte-Helene
Dislocation a l'Ascension
--a Ste-Helene
Distribution des iles volcaniques
Dolomieu--Sur la lave lamellaire
--Sur l'obsidienne
--Sur le trachyte decompose
Dree (M.)--Sur la descente des cristaux dans la lave
Dufrenoy (M.)--Sur la composition de la surface de certaines coulees
de lave
--Sur l'inclinaison des couches de tuf

Ejacules (Fragments) a l'Ascension
--(Fragments) a l'archipel des Galapagos

Ellis (Le Rev. W.)--Sur des corniches a l'interieur du grand cratere
d'Hawai
--Sur des fossiles marins a Tahiti
Eruption (Fissures d')
Explosion de masses gazeuses
Extinction de coquilles terrestres a Sainte-Helene

Faraday (M.)--Sur le degagement de l'acide carbonique
Feldspath (Fusibilite du)
--en cristaux rayonnees
--labradorite ejacule
Feldspathiques (Lamination des roches) et causes de ce phenomene
Feldspathiques (Laves)
--a Ste-Helene
--(Roches) alternant avec l'obsidienne
Fenestella (fossile)
Fernando Noronha (Ile)
Ferrugineux (Bancs) superficiels
Feuilletee du phyllade argileux en Australie
Fibreuse (Matiere calcaire) a San Thiago
Fissures d'eruption
Fitton (Le Dr.)--Sur une breche calcaire
Flagstaff Hill a Sainte-Helene
Fleuriu de Bellevue (M.)--Sur les spherulites
Fluidite des laves
Forbes (Le Professeur)--Sur la structure des glaciers
Fragments ejacules a l'archipel des Galapagos
--a l'Ascension
Fresh-water Bay
Fuerteventura (Bancs calcaires de)

Galapagos (Archipel des)
--(Parapets autour des crateres aux)
Gay-Lussac--Sur le degagement de l'acide carbonique
Glaciers, leur structure
Glossopteris Brownii
Gneiss, avec grand fragment empate
--provenant du phyllade argileux
Gorges etroites a Sainte-Helene
Granite (Contact du) avec le phyllade argileux au cap de
Bonne-Esperance
Granite gneissique (forme des collines de)
Granitiques (Fragments) ejacules
Gres du Bresil
--du cap de Bonne-Esperance
--(Plateaux de) a la Nouvelle Galles du Sud
Gypse a l'Ascension
Gypse a la surface du sol a Sainte-Helene
--dans des couches volcaniques a Sainte-Helene

Hall (Sir J.).--Sur le degagement de l'acide carbonique
Helene (Ile de Sainte-)
Helix (fossile)
Helix melo
Hemitypa (fossile)
Hennah (M.).--Sur des cendres a l'Ascension
Henslow (Le Professeur).--Sur la calcedoine
Hoffmann.--Sur le trachyte decompose
Holland (Le D').--Sur l'Islande
Horner (M.).--Sur une substance calcareuse d'origine animale
--Sur la fusibilite du feldspath
Hubbard (Le Dr).--Sur les dikes
Huitres (Extinction des)
Humboldt (Alex. de).--Sur les formations d'obsidienne
--Sur les fragments ejacules
--Sur les parapets des crateres
--Sur les spherulites
Hutton.--Sur les roches amygdaloidales
Hyalite dans le trachyte decompose

Iles volcaniques (Distribution des)
--(Soulèvement des)
Incrustation sur les rochers de Saint-Paul
Incrustations calcareuses a l'Ascension
Islande (Stratification des collines cotieres de l')
James (Ile)
Jaspe (Origine du)
Jonnes (M. Moreau de).--Sur les crateres transformes par le vent
Juan Fernandez (Ile de)

Keilhau (M.).--Sur le granite
Kicker Rock
King George's Sound

Labrador. Feldspath ejacule
Lacs a la base de volcans
Lamellation des roches volcaniques
Lanzarote (Lits calcaires de)
Lave, son adherence aux parois d'une gorge
--feldspathique
--semi-amygdaloidale avec vacuoles
Laves avec monticules irreguliers a l'Ascension
--(Composition de la surface des)
--(Coulees de) se confondant a San Thiago
--des Galapagos
--(differences d'etat de la surface des)
--(Fluidite des)
--(Minceur extreme des coulees de)
--(Poids specifique des)
Lesson (M.).--Sur les crateres de l'Ascension

Leucite

Littorina (fossile)

Lonsdale (M.).--Sur des coraux fossiles de la Terre Van Diemen

Lot, a Sainte-Helene

Lyell (M.).--Sur les crateres de soulèvement

--Sur des oeufs de tortues empates dans une roche

--Sur un revêtement luisant des dikes

Macaulay (Le Dr).--Sur des moules calcaires a Madere

Mac Tullock (Le Dr).--Sur une roche amygdaloïdale

--Sur la chlorophaeïte

--Sur une retinite lamellaire

Mackensie (Sir G.).--Sur des coulées de lave cavernueuses

--Sur des coulées d'obsidienne

--Sur un revêtement luisant des dikes

--Sur la stratification de l'Islande

Madere (Moules calcaires a)

Magazine (Nautical): rapport sur des phenomenes volcaniques ayant leur siege dans l'Atlantique

Marekanite

Maurice (Ile)

--(Cratere de soulèvement de)

Mica en nodules arrondis

--(Disposition rayonnee du)

--(Origine du) dans des phyllades metamorphiques

Miller (Le Professeur).--Sur des cristaux de quartz dans des lits d'obsidienne

--Sur du feldspath labradorique ejacule

Mitchell (Sir T.).--Sur des bombes volcaniques

--Sur les vallees australiennes

Moules calcaireux de branches

Narborough (Ile)

Nelson (Le Lieutenant).--Sur les iles Bermudes

Nouveau gres rouge (Stratification entrecroisee du)

Nouvelle-Caledonie

Nouvelle-Galles du Sud

Nouvelle-Zelande

Nullipores (fossiles) ressemblant a des concretions

Obsidienne (Absence de l') a l'archipel des Galapagos

--(Bombes d')

--(Composition et origine de l')

--(Coulées d')

--(Descente des cristaux de feldspath au sein de l')

--(Emission de l') par des craterestres eleves

--(Passage de bancs a l')

--(Poids specifique de l')

Oeufs d'oiseaux empates dans une roche a Sainte-Helene

--de tortues empates dans une roche a l'Ascension

Olivine a la Terre Van Diemen
--dans les laves a l'archipel des Galapagos
--decomposee a San Thiago
Oolitique(Structure) de bancs calcaires recents a Sainte-Helene
Otaheite

Pattinson (M.)--Sur la separation du plomb et de l'argent
Paul (Rochers de Saint-)
Peperino
Perlite
Peron (M.)--Sur des roches calcaires d'Australie
Phonolite avec hornblende plus fusible que la pate
--(Collines de)
--fissile
Phyllade argileux, sa decomposition et son contact avec le granite
au cap de Bonne-Esperance
Plantes fossiles
Plomb (Separation du) et de l'argent
Plutoniennes (Roches), repartition de leurs elements par ordre de
densite
Poids specifique des laves
--de roches calcareuses recentes et du calcaire
Ponce lamellaire.
--manque a l'archipel des Galapagos
Ponza (Iles). (Trachyte lamellaire des)
Porto-Praya
Prevost (M.C.)--Sur la rarete des grandes dislocations dans les iles
volcaniques
Producta
Prosperous Hill, a Sainte-Helene
Puy-de-Dome (Trachyte du)

Quail-island, a San Thiago
Quartz cristallise dans le gres
--(Cristaux de) dans des couches alternant avec de l'obsidienne
--(Fusibilite du)
Quartzite tachete d'une matiere terreuse a la suite d'une action
metamorphique.

Red Hill
Resineux (Aspect) de scories alterees
Retinite
--(Dikes de)
Rio de Janeiro (Gneiss de)
Robert (M.)--Sur des couches observees en Islande
Rogers (Les Professeurs)
--Sur des lignes de soulèvement courbes.

Sainte-Helene (Ile de)

--(Crateres soulevement de)
Saint-Paul (Rochers de)
Salses (Comparaison des), et des crateres de tuf
San Thiago (Ile de)
--(Cratere de soulevement de)
--(Effets produits par une matiere calcaire sur la lave a)
Scrope (M.P.)--Sur l'obsidienne.
--Sur la presence de la silice dans le trachyte
--Sur la separation du trachyte et du basalte
--Sur les spherulites
--Sur le trachyte lamellaire
Seale (M.)--Geognosie de Sainte-Helene.
--Sur des coquilles fossiles de Sainte-Helene.
--Sur les dikes
--Sur des ossements d'oiseaux empates dans une roche
Sedgwick (Le Professeur)--Sur les concretions
Sel dans des couches volcaniques
--depose par la mer
--(Lacs riches en) dans des crateres
Septaria en concretions dans le tuf
Serpules dans des roches soulevees
Seychelles
Siau (M.)--Sur le ridement au fond de la mer par l'action des vagues
Signal--Post Hill
Silice deposee par la vapeur
--(Forte proportion de la) dans l'obsidienne
--(Poids specifique de la)
Siliceux (Depot)
Smith (Le Dr A.)--Sur le contact du granite et du phyllade argileux
Soulevement de l'archipel des Galapagos
--d'iles volcaniques
--de Sainte-Helene
--de la Terre Van Diemen, du cap de Bonne-Esperance,
de la Nouvelle-Zelande, de l'Australie et de l'ile Chatham
Spallanzani--Sur le trachyte decompose
Spherulites dans le verre et dans le bois silicifie
--dans l'obsidienne
Spirifera
Sowerby (M.G.B.)--Description de coquilles fossiles (a l'Appendice)
--Sur des coquilles fossiles de San Thiago
--Sur des coquilles fossiles de la Terre Van Diemen
--Sur des coquilles fossiles terrestres de Sainte-Helene
Stenopora (fossile)
Stokes (M.)--Collection de spherulites et d'obsidienne de
Stony-top (Great)
--(Little)
Stratification du gres a la Nouvelle-Galles du Sud
Stutchbury (M.)--Sur des fossiles marins a Otaheite

Tahiti
Talus stratifies dans l'interieur de crateres de tuf
Terceira

Tertiaire (Depot) a San Thiago
Thiago (Ile de San)
Tourmaline rayonnee
Trachyte (Absence du) a l'archipel des Galapagos
--(Decomposition du) par la vapeur
--de l'Ascension
--de Terceira
--devenu tendre a l'Ascension
--(Lamellation du)
--(Poids specifique du)
--(Separation du) et du basalte
--(Veines singulieres dans le)
Trapp (Dikes de) a King George's Sound.
--dans des roches plutoniques
Travertin a la Terre Van Diemen
Tropiques (Oiseau des) devenu rare a Sainte-Helene
Tuf (Crateres de)
--(Espece particuliere de)
--(Etat ruine des crateres de)
Turner (M.)--Sur la separation de metaux fondus
Tyerman et Bennet.--Sur des fossiles marins a Huaheine

Vallees en forme de gorges a la Nouvelle-Galles du Sud
--a San Thiago
--a Sainte-Helene
Van Diemen (Terre)
Veines dans le trachyte
--de jaspe
Vent (Effets du) sur la forme des crateres
Venus (fossile)
Vincent (Bory de Saint-).--Sur les bombes volcaniques
Vitreuse (Origine de la structure)
Volcaniques (Iles) en voie de formation dans l'Atlantique
--(Iles), leur distribution

Wacke (Passage de la) a la lave
Wackes argileuses
Webster (Le Dr)--Sur le gypse de l'Ascension
--Sur une ile en forme de bassin
White (Martin)--Sur des sondages

End of the Project Gutenberg EBook of Observations Geologiques sur les Iles
Volcaniques, by Charles Darwin

*** END OF THE PROJECT GUTENBERG EBOOK OBSERVATIONS GEOLOGIQUES ***

This file should be named 7geol10.txt or 7geol10.zip

Corrected EDITIONS of our eBooks get a new NUMBER, 7geol11.txt
VERSIONS based on separate sources get new LETTER, 7geol10a.txt

Produced by David Starner, Anne Dreze, Marc D'Hooghe
and the PG Online Distributed Proofreaders

Project Gutenberg eBooks are often created from several printed editions, all of which are confirmed as Public Domain in the US unless a copyright notice is included. Thus, we usually do not keep eBooks in compliance with any particular paper edition.

We are now trying to release all our eBooks one year in advance of the official release dates, leaving time for better editing. Please be encouraged to tell us about any error or corrections, even years after the official publication date.

Please note neither this listing nor its contents are final til midnight of the last day of the month of any such announcement. The official release date of all Project Gutenberg eBooks is at Midnight, Central Time, of the last day of the stated month. A preliminary version may often be posted for suggestion, comment and editing by those who wish to do so.

Most people start at our Web sites at:
<http://gutenberg.net> or
<http://promo.net/pg>

These Web sites include award-winning information about Project Gutenberg, including how to donate, how to help produce our new eBooks, and how to subscribe to our email newsletter (free!).

Those of you who want to download any eBook before announcement can get to them as follows, and just download by date. This is also a good way to get them instantly upon announcement, as the indexes our cataloguers produce obviously take a while after an announcement goes out in the Project Gutenberg Newsletter.

<http://www.ibiblio.org/gutenberg/etext03> or
<ftp://ftp.ibiblio.org/pub/docs/books/gutenberg/etext03>

Or /etext02, 01, 00, 99, 98, 97, 96, 95, 94, 93, 92, 91 or 90

Just search by the first five letters of the filename you want, as it appears in our Newsletters.

Information about Project Gutenberg (one page)

We produce about two million dollars for each hour we work. The time it takes us, a rather conservative estimate, is fifty hours to get any eBook selected, entered, proofread, edited, copyright searched and analyzed, the copyright letters written, etc. Our

projected audience is one hundred million readers. If the value per text is nominally estimated at one dollar then we produce \$2 million dollars per hour in 2002 as we release over 100 new text files per month: 1240 more eBooks in 2001 for a total of 4000+ We are already on our way to trying for 2000 more eBooks in 2002 If they reach just 1-2% of the world's population then the total will reach over half a trillion eBooks given away by year's end.

The Goal of Project Gutenberg is to Give Away 1 Trillion eBooks!
This is ten thousand titles each to one hundred million readers,
which is only about 4% of the present number of computer users.

Here is the briefest record of our progress (* means estimated):

eBooks Year Month

1	1971	July
10	1991	January
100	1994	January
1000	1997	August
1500	1998	October
2000	1999	December
2500	2000	December
3000	2001	November
4000	2001	October/November
6000	2002	December*
9000	2003	November*
10000	2004	January*

The Project Gutenberg Literary Archive Foundation has been created to secure a future for Project Gutenberg into the next millennium.

We need your donations more than ever!

As of February, 2002, contributions are being solicited from people and organizations in: Alabama, Alaska, Arkansas, Connecticut, Delaware, District of Columbia, Florida, Georgia, Hawaii, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Louisiana, Maine, Massachusetts, Michigan, Mississippi, Missouri, Montana, Nebraska, Nevada, New Hampshire, New Jersey, New Mexico, New York, North Carolina, Ohio, Oklahoma, Oregon, Pennsylvania, Rhode Island, South Carolina, South Dakota, Tennessee, Texas, Utah, Vermont, Virginia, Washington, West Virginia, Wisconsin, and Wyoming.

We have filed in all 50 states now, but these are the only ones that have responded.

As the requirements for other states are met, additions to this list will be made and fund raising will begin in the additional states. Please feel free to ask to check the status of your state.

In answer to various questions we have received on this:

We are constantly working on finishing the paperwork to legally request donations in all 50 states. If your state is not listed and you would like to know if we have added it since the list you have, just ask.

While we cannot solicit donations from people in states where we are not yet registered, we know of no prohibition against accepting donations from donors in these states who approach us with an offer to donate.

International donations are accepted, but we don't know ANYTHING about how to make them tax-deductible, or even if they CAN be made deductible, and don't have the staff to handle it even if there are ways.

Donations by check or money order may be sent to:

Project Gutenberg Literary Archive Foundation
PMB 113
1739 University Ave.
Oxford, MS 38655-4109

Contact us if you want to arrange for a wire transfer or payment method other than by check or money order.

The Project Gutenberg Literary Archive Foundation has been approved by the US Internal Revenue Service as a 501(c)(3) organization with EIN [Employee Identification Number] 64-622154. Donations are tax-deductible to the maximum extent permitted by law. As fund-raising requirements for other states are met, additions to this list will be made and fund-raising will begin in the additional states.

We need your donations more than ever!

You can get up to date donation information online at:

<http://www.gutenberg.net/donation.html>

If you can't reach Project Gutenberg,
you can always email directly to:

Michael S. Hart <hart@pobox.com>

Prof. Hart will answer or forward your message.

We would prefer to send you information by email.

The Legal Small Print

(Three Pages)

START**THE SMALL PRINT!**FOR PUBLIC DOMAIN EBOOKS**START

Why is this "Small Print!" statement here? You know: lawyers. They tell us you might sue us if there is something wrong with your copy of this eBook, even if you got it for free from someone other than us, and even if what's wrong is not our fault. So, among other things, this "Small Print!" statement disclaims most of our liability to you. It also tells you how you may distribute copies of this eBook if you want to.

***BEFORE!* YOU USE OR READ THIS EBOOK**

By using or reading any part of this PROJECT GUTENBERG-tm eBook, you indicate that you understand, agree to and accept this "Small Print!" statement. If you do not, you can receive a refund of the money (if any) you paid for this eBook by sending a request within 30 days of receiving it to the person you got it from. If you received this eBook on a physical medium (such as a disk), you must return it with your request.

ABOUT PROJECT GUTENBERG-TM EBOOKS

This PROJECT GUTENBERG-tm eBook, like most PROJECT GUTENBERG-tm eBooks, is a "public domain" work distributed by Professor Michael S. Hart through the Project Gutenberg Association (the "Project"). Among other things, this means that no one owns a United States copyright on or for this work, so the Project (and you!) can copy and distribute it in the United States without permission and without paying copyright royalties. Special rules, set forth below, apply if you wish to copy and distribute this eBook under the "PROJECT GUTENBERG" trademark.

Please do not use the "PROJECT GUTENBERG" trademark to market any commercial products without permission.

To create these eBooks, the Project expends considerable efforts to identify, transcribe and proofread public domain works. Despite these efforts, the Project's eBooks and any medium they may be on may contain "Defects". Among other things, Defects may take the form of incomplete, inaccurate or corrupt data, transcription errors, a copyright or other intellectual property infringement, a defective or damaged disk or other eBook medium, a computer virus, or computer codes that damage or cannot be read by your equipment.

LIMITED WARRANTY; DISCLAIMER OF DAMAGES

But for the "Right of Replacement or Refund" described below, [1] Michael Hart and the Foundation (and any other party you may receive this eBook from as a PROJECT GUTENBERG-tm eBook) disclaims all liability to you for damages, costs and expenses, including legal fees, and [2] YOU HAVE NO REMEDIES FOR NEGLIGENCE OR UNDER STRICT LIABILITY, OR FOR BREACH OF WARRANTY OR CONTRACT,

INCLUDING BUT NOT LIMITED TO INDIRECT, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE OR INCIDENTAL DAMAGES, EVEN IF YOU GIVE NOTICE OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

If you discover a Defect in this eBook within 90 days of receiving it, you can receive a refund of the money (if any) you paid for it by sending an explanatory note within that time to the person you received it from. If you received it on a physical medium, you must return it with your note, and such person may choose to alternatively give you a replacement copy. If you received it electronically, such person may choose to alternatively give you a second opportunity to receive it electronically.

THIS EBOOK IS OTHERWISE PROVIDED TO YOU "AS-IS". NO OTHER WARRANTIES OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, ARE MADE TO YOU AS TO THE EBOOK OR ANY MEDIUM IT MAY BE ON, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

Some states do not allow disclaimers of implied warranties or the exclusion or limitation of consequential damages, so the above disclaimers and exclusions may not apply to you, and you may have other legal rights.

INDEMNITY

You will indemnify and hold Michael Hart, the Foundation, and its trustees and agents, and any volunteers associated with the production and distribution of Project Gutenberg-tm texts harmless, from all liability, cost and expense, including legal fees, that arise directly or indirectly from any of the following that you do or cause: [1] distribution of this eBook, [2] alteration, modification, or addition to the eBook, or [3] any Defect.

DISTRIBUTION UNDER "PROJECT GUTENBERG-tm"

You may distribute copies of this eBook electronically, or by disk, book or any other medium if you either delete this "Small Print!" and all other references to Project Gutenberg, or:

[1] Only give exact copies of it. Among other things, this requires that you do not remove, alter or modify the eBook or this "small print!" statement. You may however, if you wish, distribute this eBook in machine readable binary, compressed, mark-up, or proprietary form, including any form resulting from conversion by word processing or hypertext software, but only so long as *EITHER*:

[*] The eBook, when displayed, is clearly readable, and does *not* contain characters other than those intended by the author of the work, although tilde

(~), asterisk (*) and underline () characters may be used to convey punctuation intended by the author, and additional characters may be used to indicate hypertext links; OR

[*] The eBook may be readily converted by the reader at no expense into plain ASCII, EBCDIC or equivalent form by the program that displays the eBook (as is the case, for instance, with most word processors); OR

[*] You provide, or agree to also provide on request at no additional cost, fee or expense, a copy of the eBook in its original plain ASCII form (or in EBCDIC or other equivalent proprietary form).

[2] Honor the eBook refund and replacement provisions of this "Small Print!" statement.

[3] Pay a trademark license fee to the Foundation of 20% of the gross profits you derive calculated using the method you already use to calculate your applicable taxes. If you don't derive profits, no royalty is due. Royalties are payable to "Project Gutenberg Literary Archive Foundation" the 60 days following each date you prepare (or were legally required to prepare) your annual (or equivalent periodic) tax return. Please contact us beforehand to let us know your plans and to work out the details.

WHAT IF YOU *WANT* TO SEND MONEY EVEN IF YOU DON'T HAVE TO?

Project Gutenberg is dedicated to increasing the number of public domain and licensed works that can be freely distributed in machine readable form.

The Project gratefully accepts contributions of money, time, public domain materials, or royalty free copyright licenses.

Money should be paid to the:

"Project Gutenberg Literary Archive Foundation."

If you are interested in contributing scanning equipment or software or other items, please contact Michael Hart at: hart@pobox.com

[Portions of this eBook's header and trailer may be reprinted only when distributed free of all fees. Copyright (C) 2001, 2002 by Michael S. Hart. Project Gutenberg is a TradeMark and may not be used in any sales of Project Gutenberg eBooks or other materials be they hardware or software or any other related product without express permission.]

*END THE SMALL PRINT! FOR PUBLIC DOMAIN EBOOKS*Ver.02/11/02*END*

RINT! FOR PUBLIC DOMAIN EBOOKS*Ver.02/11/02*END*

h EIN

[Employee Identification Number] 64-622154. Donations are tax-deductible to the maximum extent permitted by law. As fund-raising requirements for other states are met, additions to this list will be made and fund-raising will begin in the additional states.

We need your donations more than ever!

You can get up to date donation information online at:

<http://www.gutenberg.net/donation.html>

If you can't reach Project Gutenberg,
you can always email directly to:

Michael S. Hart <hart@pobox.com>

Prof. Hart will answer or forward your message.

We would prefer to send you information by email.

****The Legal Small Print****

(Three Pages)

*****START**THE SMALL PRINT!**FOR PUBLIC DOMAIN EBOOKS**START*****

Why is this "Small Print!" statement here? You know: lawyers.

They tell us you might sue us if there is something wrong with

your copy of this eBook, even if you got it for free from

someone other than us, and even if what's wrong is not our

fault. So, among other things, this "Small Print!" statement

disclaims most of our liability to you. It also tells you how

you may distribute copies of this eBook if you want to.

***BEFORE!* YOU USE OR READ THIS EBOOK**

By using or reading any part of this PROJECT GUTENBERG-tm

eBook, you indicate that you understand, agree to and accept

this "Small Print!" statement. If you do not, you can receive

a refund of the money (if any) you paid for this eBook by

sending a request within 30 days of receiving it to the person

you got it from. If you received this eBook on a physical

medium (such as a disk), you must return it with your request.

ABOUT PROJECT GUTENBERG-TM EBOOKS

This PROJECT GUTENBERG-tm eBook, like most PROJECT GUTENBERG-tm eBooks,

is a "public domain" work distributed by Professor Michael S. Hart

through the Project Gutenberg Association (the "Project").

Among other things, this means that no one owns a United States copyright on or for this work, so the Project (and you!) can copy and distribute it in the United States without permission and without paying copyright royalties. Special rules, set forth below, apply if you wish to copy and distribute this eBook under the "PROJECT GUTENBERG" trademark.

Please do not use the "PROJECT GUTENBERG" trademark to market any commercial products without permission.

To create these eBooks, the Project expends considerable efforts to identify, transcribe and proofread public domain works. Despite these efforts, the Project's eBooks and any medium they may be on may contain "Defects". Among other things, Defects may take the form of incomplete, inaccurate or corrupt data, transcription errors, a copyright or other intellectual property infringement, a defective or damaged disk or other eBook medium, a computer virus, or computer codes that damage or cannot be read by your equipment.

LIMITED WARRANTY; DISCLAIMER OF DAMAGES

But for the "Right of Replacement or Refund" described below,

[1] Michael Hart and the Foundation (and any other party you may receive this eBook from as a PROJECT GUTENBERG-tm eBook) disclaims all liability to you for damages, costs and expenses, including legal fees, and [2] YOU HAVE NO REMEDIES FOR NEGLIGENCE OR

UNDER STRICT LIABILITY, OR FOR BREACH OF WARRANTY OR CONTRACT,
INCLUDING BUT NOT LIMITED TO INDIRECT, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE
OR INCIDENTAL DAMAGES, EVEN IF YOU GIVE NOTICE OF THE
POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

If you discover a Defect in this eBook within 90 days of
receiving it, you can receive a refund of the money (if any)
you paid for it by sending an explanatory note within that
time to the person you received it from. If you received it
on a physical medium, you must return it with your note, and
such person may choose to alternatively give you a replacement
copy. If you received it electronically, such person may
choose to alternatively give you a second opportunity to
receive it electronically.

THIS EBOOK IS OTHERWISE PROVIDED TO YOU "AS-IS". NO OTHER
WARRANTIES OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, ARE MADE TO YOU AS
TO THE EBOOK OR ANY MEDIUM IT MAY BE ON, INCLUDING BUT NOT
LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A
PARTICULAR PURPOSE.

Some states do not allow disclaimers of implied warranties or
the exclusion or limitation of consequential damages, so the
above disclaimers and exclusions may not apply to you, and you
may have other legal rights.

INDEMNITY

You will indemnify and hold Michael Hart, the Foundation, and its trustees and agents, and any volunteers associated with the production and distribution of Project Gutenberg-tm texts harmless, from all liability, cost and expense, including legal fees, that arise directly or indirectly from any of the following that you do or cause: [1] distribution of this eBook, [2] alteration, modification, or addition to the eBook, or [3] any Defect.

DISTRIBUTION UNDER "PROJECT GUTENBERG-tm"

You may distribute copies of this eBook electronically, or by disk, book or any other medium if you either delete this "Small Print!" and all other references to Project Gutenberg, or:

[1] Only give exact copies of it. Among other things, this requires that you do not remove, alter or modify the eBook or this "small print!" statement. You may however, if you wish, distribute this eBook in machine readable binary, compressed, mark-up, or proprietary form, including any form resulting from conversion by word processing or hypertext software, but only so long as
***EITHER*:**

[*] The eBook, when displayed, is clearly readable, and does ***not*** contain characters other than those

intended by the author of the work, although tilde

(~), a