

Observations Geologiques sur les Iles Volcaniques

Charles Darwin

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'idee de l'evolution telle que la formulait le Maitre, dans l'ardeur de la courageuse defense dont elle fut l'objet et dans le triomphe final de la theorie evolutionniste, on perdit peut-etre trop de vue le role preponderant que Darwin a joue comme l'un des fondateurs des sciences geologiques. Les recherches du debut de sa carriere furent comme noyees dans la gloire de ses plus

recentes decouvertes.

Cependant ces etudes et ces travaux geologiques ont eu une influence directrice sur la pensee du naturaliste anglais, et peut-etre n'est-il pas hors de propos, en presentant cette traduction, d'insister sur ce fait. On peut dire, en effet, que les recherches geologiques auxquelles ce savant s'est livre avant d'aborder la publication de l'_Origine des especes_ l'avaient admirablement prepare a la conception de l'oeuvre capitale qu'il devait edifier. Il est incontestable que c'est dans la connaissance du monde inorganique et de son developpement, dans l'observation immediate des phenomenes geologiques, dans l'application constante des principes de l'ecole de Hutton et de Lyell dont il fut un des premiers adeptes, qu'on peut voir, sinon le point de depart et l'orientation de ses theories biologiques, du moins une des bases sur lesquelles il les etablit.

C'est du reste ce qu'il declare lui-meme, avec cette noble modestie qui a caracterise toute son existence, quand il ecrit en tete de son _Journal_, dans sa dedicace a Lyell, que le merite principal de ses oeuvres a sa source dans l'etude qu'il a faite des _Principes de Geologie_. C'est la qu'il a pu puiser, en effet, cette notion des causes actuelles, fondamentale pour sa doctrine, suivre leur action dans les periodes anciennes et rattacher l'un a l'autre les phenomenes dont la terre fut le theatre. C'est a la lumiere nouvelle que ce livre avait faite dans son esprit qu'il a pu embrasser, comme nul autre avant lui, l'immense duree des temps geologiques et de la succession des faunes et des flores. Or, ces considerations constituent quelques-unes des pierres angulaires du grandiose edifice qu'est le Darwinisme.

Tous les naturalistes connaissent les deux chapitres X et XI de l'_Origine des Especes_, sur _l'insuffisance des donnees paleontologiques_ et sur _la succession geologique des etres organises_, ou Darwin traite des questions qui mettent en relation ses doctrines avec les donnees geologiques. L'une des plus hautes autorites contemporaines, Sir Archibald Geikie, les apprecie en ces termes: "Ces chapitres ont provoque, dans les theories geologiques admises, la revolution la plus profonde qui se soit produite a notre epoque"[3]. Peu d'hommes de science, toutefois, savent quelles etudes avaient prepare l'Auteur a ces conceptions geniales sur l'histoire de la terre. Pour retrouver la marche de ces etudes, de cette longue et difficile preparation, il faut remonter aux travaux de Darwin sur _la Geologie du Beagle_. C'est la qu'on peut apprecier, dans leur expression technique, ces connaissances speciales sur la nature des roches et sur la structure du globe qui servirent de base a ces generalisations. Quand on a lu et medite ces memoires, fruit de tant de recherches faites dans un contact direct avec la nature, on comprend comment l'Auteur a pu resoudre ces problemes fondamentaux avec le savoir et l'autorite incontestee qui le placent au premier rang parmi les initiateurs de la geologie.

Et ce qui temoigne hautement de la valeur de ces travaux de geologie pure, c'est qu'a cote de tant d'oeuvres de cette epoque tombees dans l'oubli ils ont resiste aux attaques du temps. Certes il y a mis son inevitable patine; mais ils demeurent des modeles dont la matiere d'un pur metal et la ligne harmonieuse et severe commandent l'admiration. Ces memoires temoignent a tous comment une intelligence maitresse d'elle-meme, en possession des connaissances speciales reclamees par les sujets qu'elle aborde, douee d'une incomparable penetration, s'entend a scruter la nature, a edifier la synthese des faits et a la traduire d'une maniere claire, concise qui frappe par sa simplicite meme. 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 devancèrent 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 illustrés 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'oeil 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 là 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 designaient pour la mission que lui ont confiee les editeurs de cette publication. Je tiens a les remercier ici, ainsi que mon savant ami M. Judd de l'autorisation qu'ils m'ont si obligeamment accordee de placer cette Introduction en tete du volume que je publie aujourd'hui. Elle m'a paru presenter un interet tres vif en rappelant, comme elle le fait, les circonstances dans lesquelles fut ecrit ce livre.

Je me suis efforce de conserver religieusement a cette traduction la simplicité de l'original et j'ai mis tous mes soins a rendre la pensee de l'Auteur avec une scrupuleuse exactitude. J'ai maintenu les denominations lithologiques qu'il avait adoptees, considerant qu'il s'agissait en cela d'un aspect historique a conserver.

En publiant cette traduction, mon but n'a pas ete seulement de rappeler la haute valeur et la portee de l'oeuvre geologique de Darwin, de completer ainsi pour les lecteurs franais la collection des oeuvres de l'immortel naturaliste: j'ai voulu aussi, par mon modeste travail, rendre hommage a ce liberateur de la pensee qu'est Darwin, a ce paisible chercheur qui marcha simplement vers la verite malgre les cris et les clameurs dont on essaya d'etouffer sa voix, a ce caractere vraiment eleve qui n'eut jamais en reponse aux insultes ineptes et haineuses que des paroles sereines. Mais la verite marcha cette fois d'un pas rapide, et, durant les dernieres annees de sa noble et laborieuse existence, il put voir le triomphe de l'evolution, et assister a ce mouvement emancipateur des sciences naturelles qu'avaient provoque ses doctrines.

Darwin a trace la route qui menait vers des horizons nouveaux: le monde intellectuel tout entier s'y est engage et ceux-la meme qui le declaraient jadis un esprit faux et superficiel, qui criaient bien haut que ses theories etaient radicalement inconciliables avec les dogmes et la morale, se sentant vaincus par l'universalite de la pousse evolutionniste, en sont reduits a une honteuse capitulation. Pour ceux-la, la marche triomphale du Darwinisme est une nouvelle et terrible defaite.

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 annees qui suivirent son retour en Angleterre, apres son voyage autour du Monde, Darwin se consacra surtout a la preparation de la serie d'ouvrages qui furent publies sous le titre general de _Geologie du Voyage du Beagle_. Le second volume de la serie comprend les _Observations geologiques sur les iles volcaniques, et les notes sur la geologie de l'Australie et du Cap de Bonne-Esperance_, il parut en 1844. Les materiaux de ce volume ont ete reunis en partie au commencement du voyage, lorsque le Beagle fit escale a San Thiago dans l'archipel du Cap-Vert, aux Rochers de Saint-Paul et a Fernando Noronha; mais surtout durant la croisiere de retour; c'est alors que Darwin etudia les iles Galapagos, qu'il traversa l'archipel des iles Pomotou et visita Tahiti. Apres avoir touche a la Baie des Iles dans la Nouvelle-Zelande, ainsi qu'a Sydney, a Hobart-Town et a King George's Sound en Australie, le _Beagle_, traversant l'Ocean Indien, fit voile vers le petit groupe des iles Keeling ou Cocos, celebre par les observations qu'y a faites Darwin, et se dirigea ensuite vers l'ile Maurice. Apres une escale au Cap de Bonne-Esperance, le navire arriva successivement a Sainte-Helene et a l'Ascension, et visita une seconde fois les iles du Cap-Vert avant de rentrer en Angleterre.

Le voyage pendant lequel Darwin eut l'occasion d'etudier tant de centres volcaniques interessants, lui reservait au debut une amere deception. Durant la derniere annee de son sejour a Cambridge il avait lu le _Personal Narrative_ de Humboldt et en avait extrait de longs

passages relatifs a Teneriffe. Il avait recueilli un ensemble de renseignements en vue d'une exploration de cette ile, lorsqu'on lui proposa d'accompagner le capitaine Fitzroy a bord du _Beagle_. Son ami Henslow lui avait conseille, en le quittant, de se procurer le premier volume des _Principes de Geologie_ qui venait de paraître, tout en le munissant contre les idees de l'auteur de cet ouvrage. Au commencement du voyage, Darwin, accable par un violent mal de mer qui le confinait dans sa cabine, consacrait tous les instants de repit que lui laissait la maladie a etudier Humboldt et Lyell. On se figure sa deception, quand, au moment ou le navire atteignait Santa-Cruz et ou le Pic de Teneriffe apparaissait au milieu des nuages, on recut la nouvelle que le cholera regnait dans l'ile et empechait tout débarquement.

Une ample compensation lui etait reservee, cependant, quand le _Beagle_ arriva a Porto-Praya dans l'ile de San Thiago, la plus grande de l'archipel du Cap-Vert. Darwin y passa trois semaines dans des conditions favorables et c'est la qu'il commença, a proprement parler, son oeuvre de geologue et de naturaliste. "Faire de la geologie dans une contrée volcanique, écrit-il a son pere, est chose charmante; outre l'interet qui s'attache a cette etude en elle-meme, 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 a errer parmi les cocotiers, les bananiers, les cafeiers et d'innombrables fleurs sauvages. Et cette ile, qui a ete pour moi si instructive et m'a prodigue tant de jouissances, est cependant l'endroit le moins interessant, peut-etre, de tous ceux que nous explorerons pendant notre voyage. Certes, elle est, en general, assez sterile, mais le contraste meme fait apparaitre les vallees admirablement belles. Il serait inutile de tenter la description de ce tableau; aussi facile serait-il d'expliquer a un aveugle ce que sont les couleurs, que de faire comprendre a quiconque n'a jamais quitte l'Europe la difference 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 echantillons s'accroissent en nombre d'une maniere etonnante, et je crois que je serai oblige d'en expedier, de Rio, une collection en Angleterre."

Un passage remarquable de l'_Autobiographie_, écrite par Darwin en 1876, temoigne de l'impression ineffacable que lui laissa cette premiere visite a une ile volcanique. "La structure geologique de San Thiago est tres frappante, quoique d'une grande simplicité. Une coulée de lave s'est etalée autrefois sur le fond de la mer, constitue par des debris de coraux et de coquilles recentes; ces couches calcaires ont ete soumises comme a une cuisson et transformees en une roche blanche et dure. L'ile entiere a ete soulevee depuis cette époque, mais l'allure de la zone de roche blanche m'a revele un fait nouveau et important: c'est qu'il s'est produit, plus tard, un affaissement autour des crateres qui avaient ete en activite depuis le soulèvement. L'idee me vint alors, pour la premiere fois, que je pourrais peut-etre écrire un livre sur la geologie des contrées que nous allons explorer, et cette pensee me fit tressaillir de joie. Ce fut pour moi une heure memorable; avec quelle nettete je me rappelle la petite falaise de lave sous laquelle je me tenais, le soleil eblouissant et torride, quelques plantes etrangeres du desert croissant aux alentours, et a mes pieds des coraux vivants, dans les lagunes inondees par la maree."

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 place 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 celebre residence de Down dans le Kent. Dans une lettre du 28 mars 1843 a son ami M. Fox, il dit: "J'avance tres lentement dans la redaction d'un livre, ou plutot d'une brochure sur les iles volcaniques que nous avons explorees; je n'y consacre qu'une couple d'heures chaque jour, et encore d'une maniere assez peu reguliere. C'est une besogne ingrate que d'ecrire des livres dont la publication coute de l'argent et que personne ne lit, pas meme les geologues."

Cette etude occupa Darwin pendant toute l'annee 1843, et le livre fut publie au printemps de l'annee suivante. D'apres 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 avions 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 ecrivit dans la preface de cette nouvelle edition: "Par suite des progres recents de la geologie, mes idees sur quelques points pourront paraître un peu vieillies, mais j'ai cru preferable de les laisser telles qu'elles ont ete publiees originellement."

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 ete completement negligees par les geologues, mais qui ont exerce depuis lors une grande influence sur la genese des theories geologiques; et, enfin, de faire ressortir l'importance qui s'attache a des causes faibles et insignifiantes en apparence, mais dont quelques-unes donnent la clef de problemes geologiques du plus haut interet.

En visitant des contrees ou von Buch et d'autres geologues avaient cru trouver la preuve de la theorie des "crateres de soulevement", Darwin fut amene a demontrer que les faits pouvaient recevoir une interpretation tout a fait differente. Les idees emises d'abord par le celebre geologue et explorateur allemand, et presque universellement admises par ses compatriotes, avaient ete soutenues par Elie de Beaumont et par Dufrenoy, les chefs du mouvement geologique en France. Elles etaient pourtant vigoureusement combattues par Scrope et par Lyell en Angleterre, et par Constant Prevost et Virlet de l'autre cote de la Manche. Dans cet ouvrage, Darwin nous montre sur quelles faibles bases repose cette theorie d'apres laquelle les grands crateres circulaires des iles de l'Atlantique devraient leur origine a des ampoules gigantesques de la croute terrestre, qui, en crevant a leur sommet, auraient donne naissance aux crateres. Reconnaisant l'influence que l'injection de la lave exerce sur la structure des cones volcaniques, en accroissant leur masse et leur hauteur, il montre qu'en general les volcans sont edifies par des ejaculations repetees qui amenant une accumulation de matieres eruptives autour de l'orifice.

Cependant, quoiqu'il arrivat aux memes vues generales que Scrope et que Lyell sur l'origine des crateres volcaniques ordinaires, Darwin vit clairement que, dans certains cas, de grands crateres peuvent s'etre formes ou s'etre agrandis par l'affaissement du plancher, a la suite d'eruptions. L'importance de ce facteur auquel les geologues avaient accorde trop peu d'attention, a ete montree recemment 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 determine le plongement des couches environnantes, a ete mis en lumiere pour la premiere fois par Darwin, comme resultat de son premier travail sur les iles du Cap-Vert. Des exemples frappants du meme fait ont ete signales depuis en Islande par M. Robert et par d'autres, dans la Nouvelle-Zelande par M. Heaphy, et dans les iles occidentales de l'Ecosse par moi-meme.

A diverses reprises, Darwin appela l'attention des geologues sur le fait que les orifices volcaniques presentent entre eux des relations qu'on ne saurait expliquer sans admettre l'existence, dans la croute terrestre, de lignes de fracture le long desquelles les laves se sont fraye un chemin vers la surface. Mais en meme 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 ete construits par des emissions repetees et moderees, emanant d'orifices volcaniques nombreux, distincts les uns des autres. Il insiste

expressement 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 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 présence d'atolls, de récifs frangeants et de récifs-barrières, offre les preuves d'un affaissement. Il parvint de cette manière à dresser une carte des aires océaniques, les répartissant en zones soumises à des mouvements de soulèvement ou d'affaissement. Ses conclusions à cet égard étaient 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 coulees 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'elevant au-dessus de plaines de lave qui s'etagent en gradins successifs. On apercoit 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'ile n'a ete eprouvee par aucun tremblement de terre violent depuis qu'elle est habitee.

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

Les roches inferieures que l'on voit sur la cote pres de Porto-Praya sont tres cristallines et fort compactes; elles semblent appartenir a des masses volcaniques anciennes et d'origine sous-marine. Frequemment elles sont recouvertes, en stratification discordante, par un depot calcaire irregulier, d'une faible epaisseur, ou abondent des coquilles appartenant a une des dernieres periodes de l'ere tertiaire; ce depot est recouvert, a son tour, par une grande nappe de lave basaltique, qui, partie du centre de l'ile, s'est repandue en coulees successives entre les collines a sommet plat marquees A, B, C, etc. Des coulees plus recentes ont ete ejaculees par les cones dissemines dans l'ile, tels que Red Hill et Signal-Post Hill. Les couches superieures des collines a sommet plat presentent, au point de vue de la constitution mineralogique et a d'autres egards encore, un rapport intime avec les

assises inferieures des couches de la cote, qui semblent former avec elles une masse continue.

Description mineralogique des roches formant les assises inferieures.--Le caractere de ces roches est extremement variable. Elles sont formees 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 frequemment une variete presque entierement composee de cristaux d'augite et d'olivine. On sait que le mica se presente rarement la ou l'augite abonde, et vraisemblablement la roche qui nous occupe n'offre pas une exception manifeste a cette regle, car le mica y est arrondi aussi parfaitement qu'un caillou dans un conglomerat (tout au moins dans le plus caracteristique de mes specimens, ou l'on voit un nodule de mica long d'un demi-pouce); il n'a evidemment pas cristallise dans la pate qui le renferme aujourd'hui, mais il doit avoir ete forme par la fusion d'une roche plus ancienne. Ces laves compactes alternent avec des tufs, des roches amygdaloides et des wackes, et, a certains endroits, avec des conglomerats grossiers. Parmi les wackes argileuses, les unes sont vert force, d'autre vert jaunatre pale, d'autres enfin presque blanches. Je constatai avec etonnement qu'un certain nombre de ces dernieres roches, meme les plus blanches, fondaient en un email noir de jais, tandis que plusieurs echantillons des varietes vertes ne donnaient qu'un globule gris pale. De nombreux dikes formes essentiellement de roches augitiques tres compactes et de varietes amygdaloides grises coupent les couches; en divers endroits celles-ci ont ete violemment disloquees et fortement redressees. Une ligne de dislocation coupe l'extremite septentrionale de Quailand, ilot de la baie de Porto-Praya, et on peut le suivre jusqu'a l'ile principale. Ces dislocations se sont produites avant le depot de la couche sedimentaire recente, et la surface de l'ile a subi, anterieurement a ce depot, une denudation importante, comme l'attestent de nombreux dikes tronques.

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 conglomerat, 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 assuré par un examen minutieux que ces soi-disant concrétions étaient des nullipores conservant leur forme propre, mais dont la surface était légèrement usée par le frottement; ces corps (considérés généralement aujourd'hui comme des végétaux) n'offrent aucune trace d'organisation intérieure, quand on les étudie sous un microscope de puissance moyenne. M. Georges R. Sowerby a bien voulu examiner les coquilles que j'ai rassemblées; elles appartiennent à quatorze espèces, dont les caractères sont assez bien conservés pour qu'il soit possible de les déterminer avec un degré de certitude suffisant, et à quatre espèces dont on ne peut établir que le genre. Parmi les quatorze mollusques dont la liste se trouve à l'appendice, onze appartiennent à des espèces récentes; un, non encore décrit, pourrait être identique à une espèce vivante que j'ai trouvée dans le port de Porto-Praya; les deux autres espèces sont nouvelles et ont été décrites par M. Sowerby. Les connaissances que nous possédons sur les mollusques de cet archipel et des côtes voisines ne sont pas encore assez complètes pour nous permettre d'affirmer que ces coquilles, même les deux dernières, appartiennent à des espèces éteintes. Parmi ces coquilles, celles qui se rapportent incontestablement à des espèces vivantes ne sont pas nombreuses, mais elles suffisent cependant pour démontrer que le dépôt appartient à une période tertiaire récente. Les caractères minéralogiques de la formation, le nombre et les dimensions des fragments qu'elle renferme, et l'abondance des patelles et des autres coquilles littorales, démontrent que tout l'ensemble s'est accumulé dans une mer peu profonde, près 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 etapes qu'on peut constater jusqu'a leur isolement parfait, et qu'on peut suivre en examinant une serie d'echantillons, montrent clairement qu'elles ont ete formees, soit par l'attraction des particules terreuses entre elles, soit plus vraisemblablement par une attraction reciproque des atomes de carbonate de chaux amenant alors la segregation de ces impuretes terreuses etrangeres. Ce fait m'a vivement interesse, car j'avais observe souvent des roches quartzeuses (par exemple aux iles Falkland, et dans les couches siluriennes inferieures des Stiper-Stones dans le Shropshire) mouchetees, d'une maniere precisement analogue, par de petites taches d'une substance terreuse blanchatre (feldspath terreux?); on avait deja toutes raisons de croire alors que ces roches avaient ete modifiees ainsi sous l'action de la chaleur, et cette hypothese recoit maintenant sa confirmation. Cette texture tachetee pourrait fournir peut-etre quelques indications pour distinguer les roches quartzeuses, qui doivent leur structure actuelle a une action ignee, de celles formees par voie purement aqueuse; distinction qui doit avoir fait hesiter bien des geologues dans l'etude des regions arenaceo-quartzeuses, si j'en juge par ma propre experience.

En s'epanchant sur les sediments etales 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 cellulaire de sa surface nous le montre. J'ai deja fait observer que la mer ou le depot calcaire s'est opere devait 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 retinite. 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 calcaireux;--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 très anciennes, probablement de formation sous-marine. La plaine environnante et le flanc oriental de la colline ont été découpés par l'érosion en falaises escarpées surplombant la mer. La couche calcaire blanche est visible dans ces ravinements à la hauteur de 70 pieds environ au-dessus du rivage, et s'étend au nord et au sud de la colline, sur une longueur de plusieurs milles, en dessinant une ligne qui paraît 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 côté du sud, et plus brusque du côté 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 affluent, 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;

matieres eruptives associees avec du calcaire terreux_--Ces laves recentes proviennent des collines coniques a teinte brun-rouge, disseminees dans l'ile et qui s'elevent brusquement dans la plaine pres de la cote. J'en ai gravi plusieurs, mais je n'en decrirai qu'une seule, Red Hill, qui peut servir de type pour ce groupe et dont certaines particularites sont remarquables. Sa hauteur est de 600 pieds environ; elle est constituee par des roches de nature basaltique, tres scoriacees et d'un rouge vif; elle presente sur l'un des cotes de son sommet une cavite qui est probablement le dernier vestige d'un cratere. Plusieurs autres collines de la meme categorie sont, a en juger par leur forme exterieure, surmontees de crateres beaucoup mieux conserves. Lorsqu'on longe la cote par mer, on voit clairement qu'une masse considerable de lave, partie de Red Hill, s'est ecoulee 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 cote et qui borne la plaine de deux cotes de la colline; ces coulees ont donc ete emises par Red Hill posterieurement a la formation des rochers de la cote, et a une epoque ou la colline se trouvait, comme aujourd'hui, au-dessus du niveau de la mer. Cette conclusion concorde avec la nature tres scoriacee de toutes les roches de Red Hill, qui semblent etre de formation subaerienne; et ce fait est important, car il existe pres du sommet quelques bancs d'une matiere calcaire, qu'a premiere vue on pourrait prendre a tort pour un depot sous-marin. Ces bancs sont formes de carbonate de chaux, blanc, terreux, et tellement friable qu'il s'ecrase sous le moindre effort, les specimens les plus compacts meme ne resistant pas a la pression des doigts. Quelques-unes de ces masses sont blanches comme la chaux vive, et paraissent absolument pures, mais on peut toujours y decouvrir a la loupe de petites particules de scories, et je n'ai pu en trouver une seule qui ne laissat pas de residu de cette nature quand on la dissolvait dans les acides. Il est difficile, pour cette raison, de decouvrir une particule de calcaire qui ne change pas de couleur au chalumeau; la plupart d'entre elles s'y vitrifient meme. Les fragments scoriaces et la matiere calcaire sont associes de la maniere la plus irreguliere, parfois en lits peu distincts, mais plus frequemment en une breche confuse, ou le calcaire predomine d'un cote et les scories de l'autre. Sir H. De La Beche a bien voulu faire analyser quelques-uns des specimens les plus purs, dans le but de decouvrir si, en raison de leur origine volcanique, ils contenaient beaucoup de magnesie; mais on n'en a deceler qu'une faible quantite, analogue a celle qui existe dans la plupart des calcaires.

Quand on brise les fragments de scories engages dans la masse calcaire, on voit qu'un grand nombre de leurs vacuoles sont tapissees et meme partiellement remplies d'un reseau de carbonate de chaux, blanc, delicat, excessivement fragile et semblable a de la mousse, ou plutot a des conferves. Ces fibres, observees a l'aide d'une loupe dont la distance focale est d'un dixieme de pouce, se montrent cylindriques; leur diametre est legerement superieur a un millieme de pouce; elles sont ou simplement ramifiees, ou plus communement unies en un reseau formant une masse irreguliere, a mailles de dimension et de forme tres variables. Quelques fibres sont recouvertes d'une couche epaisse de spicules extremement fins, parfois agreges en houppes minuscules, ce qui leur donne un aspect velu. Ces spicules ont un diametre uniforme sur toute leur longueur; ils se detachent facilement, de sorte que le porte-objet du microscope en est bientot recouvert. Le calcaire offre cette structure fibreuse dans les vacuoles d'un grand nombre de fragments des scories, mais generalement a un degre moins parfait. Ces vacuoles ne semblent pas etre reliees

l'une a 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 réticulées 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, terreux, 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 sédimentaire 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 pres du sommet de Red Hill, cone volcanique haut de 600 pieds et de formation subaerienne, du melange intime de petits fragments et de volumineux amas de scories empates dans des masses d'un calcaire presque pur, et de la maniere dont de petits noyaux et des trainees de poussiere calcaire sont renfermes dans des fragments massifs de scories, en tenant compte enfin d'une association identique de calcaire et de scories, constatee dans une coulee de lave qu'on a toutes raisons de croire moderne et subaerienne, et qui est descendue d'une colline ou l'on rencontre egalement du calcaire terreux, je pense que, sans aucun doute, le calcaire a ete ejacule a l'etat de melange avec la lave fondue. Je ne sache pas qu'aucun fait semblable ait ete decrit, et il me parait interessant de le signaler, d'autant plus qu'un grand nombre de geologues ont certainement cherche a determiner les actions qui doivent se produire dans un foyer volcanique prenant naissance dans des couches profondes, de composition mineralogique variee. La grande abondance de silice libre dans les trachytes de certaines regions (tels que ceux de Hongrie decrits par Beudant, et des iles Ponza par P. Scrope) resout peut-etre la question pour le cas ou les roches sous-jacentes seraient quartzueuses, et nous trouvons probablement ici la solution du probleme dans le cas ou les produits volcaniques ont traverse des masses sous-jacentes de calcaire. On est porte, naturellement, a se demander a quel etat se trouvait le carbonate de chaux, actuellement terreux, au moment ou il a ete ejacule avec la lave dont la temperature etait tres elevee; l'etat extremement celluleux des scories de Red Hill prouve que la pression ne peut avoir ete bien considerable, et comme la plupart des eruptions volcaniques sont accompagnees du degagement de grandes quantites de vapeur d'eau et d'autres gaz, nous trouvons ici reunies les conditions qui, suivant les idees actuelles des chimistes, sont les plus favorables pour l'elimination de l'acide carbonique[3]. On peut se demander si la lente reabsorption de ce gaz n'a pas donne au calcaire renferme dans les vacuoles de la lave cette structure fibreuse si particuliere, semblable a celle d'un sel efflorescent. Enfin je ferai remarquer la grande difference d'aspect constatee entre ce calcaire terreux, qui doit avoir ete porte a une haute temperature dans une atmosphere de vapeur d'eau et de gaz divers, et le calcaire spathique, blanc, cristallin, qui a ete forme sous une nappe de lave peu epaisse (comme a Quail-island) s'etaland sur un calcaire terreux et sur les debris d'organismes tapissant le fond d'une mer peu profonde.

Signal-Post Hill.--Nous avons deja parle de cette colline a diverses reprises, notamment lorsque nous avons signale la maniere 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 forme de roches basaltiques[4], compactes ou celluleuses, avec des bancs inclines de scories incoherentes dont quelques-uns sont associes a du calcaire terreux. Comme Red Hill, cette colline a ete le foyer d'eruptions posterieures au soulevement de la plaine basaltique environnante; mais, contrairement a la premiere colline, elle a subi des denudations importantes et a ete le siege d'actions volcaniques a une periode tres reculee, quand elle etait encore sous-marine. Pour etabliir ce point, je me base sur l'existence des derniers vestiges de trois petits centres d'eruption que j'ai decouverts sur le flanc qui regarde l'interieur des terres. Ils sont formes de scories luisantes cimentees par du spath calcaire cristallin, exactement comme le grand depot calcaire sous-marin, aux endroits ou la lave, encore a haute

temperature, s'est etalee; leur aspect ruinforme ne peut etre explique, je pense, que par l'action denudatrice des vagues de la mer. Ce qui m'a mene au premier orifice, c'est que j'ai observe une couche de lave de 200 yards carres environ, a bords abrupts, etalee sur la plaine basaltique sans qu'il y eut a proximite quelque monticule d'ou elle aurait pu etre ejaculee; et le seul vestige d'un cratere que je sois parvenu a decouvrir consistait en quelques bancs obliques de scories, a l'une de ses extremités. A 50 yards d'un second amas de lave a sommet plat comme le premier, mais beaucoup plus petit, je decouvris un groupe circulaire irregulier de plusieurs masses d'une breche formee de scories cimentees, hautes d'environ 6 pieds, et qui sans doute ont constitue autrefois le centre d'eruption. Le troisieme orifice n'est plus indique aujourd'hui que par un cercle irregulier de scories cimentees, de 4 yards de diametre environ, et ne s'elevant, en son point culminant, qu'a 3 pieds a peine au-dessus du niveau de la plaine, dont la surface presente son aspect habituel et n'offre aucune solution de continuite aux environs; nous avons ici une section horizontale de la base d'un orifice volcanique qui a ete presque entierement rase avec toutes les matieres ejaculees.

A en juger par sa direction, la coulee de lave qui comble la gorge etroite[5] situee a l'est de la ville de Praya, parait etre descendue de Signal-Post Hill, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, et s'etre repandue sur la plaine apres que celle-ci eut ete soulevee; la meme observation s'applique a une coulee (qui n'est peut-etre qu'une portion de la premiere) recouvrant les rochers du rivage, a peu de distance a l'est de la gorge. Lorsque je m'efforcai de suivre ces coulees sur la surface rocheuse de la plaine presque entierement privée de terre arable et de vegetation, je fus fort surpris de constater que toute trace distincte de ces coulees disparaissait bientot completement, quoiqu'elles soient constituees par une matiere basaltique dure et qu'elles n'aient pas ete exposees a l'action denudatrice de la mer. Mais j'ai observe depuis, a l'archipel des Galapagos, qu'il est souvent impossible de suivre des coulees de laves meme tres recentes et de tres grande dimension, au travers de coulees plus anciennes, si ce n'est en se guidant sur la dimension des buissons qui les recouvrent, ou en comparant l'etat plus ou moins luisant de leur surface,--caracteres qu'un laps de temps fort court suffit a effacer entierement. 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 amygdaloides, 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'était à l'origine autre chose que de l'olivine, et que des modifications chimiques très profondes aient dû se produire au cours de la décomposition pour avoir pu transformer un minéral très 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 isolés, dénudés et de forme arrondie, sont constitués par des roches feldspathiques ferrugineuses compactes, finement grenues, non cristallines (ou dont la nature cristalline est à peine perceptible); ces roches sont généralement à demi décomposées. Leur cassure est extrêmement irrégulière et esquilleuse, et même les petits fragments sont souvent très résistants. Elles renferment une forte proportion de matière ferrugineuse, soit en petits grains à éclat métallique, 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 jaunâtre est due partiellement aux oxydes de fer, mais surtout à d'innombrables taches microscopiques noires, qui fondent facilement lorsqu'on chauffe un fragment de roche, et sont évidemment formées de hornblende ou d'augite. Ces roches contiennent donc tous les éléments essentiels du trachyte, quoiqu'elles offrent, à première vue, l'aspect d'argile cuite ou de quelque dépôt sédimentaire modifié. Elles ne diffèrent 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 présente si souvent pour les formations trachytiques, on ne voit ici aucune trace de stratification. On croirait difficilement que ces roches ont pu couler à l'état de laves; il existe pourtant à Sainte-Hélène des coulées bien caractérisées, dont la composition est presque identique à celle de ces roches, ainsi que je le montrerai dans un autre chapitre. J'ai rencontré en trois endroits, parmi les monticules constitués par ces roches, des collines coniques, à pentes douces, formées de phonolite contenant de nombreux cristaux de feldspath vitreux bien formés, et des aiguilles de hornblende. Je crois que ces cônes de phonolite ont le même rapport avec les couches feldspathiques environnantes, que certaines masses d'une roche augitique grossièrement cristallisée ont avec le basalte qui les entoure, dans une autre partie de l'île, c'est-à-dire que dans les deux cas ces roches ont été injectées. Les roches de nature feldspathique étant plus anciennes que les nappes basaltiques qui les recouvrent et que les coulées basaltiques de la plaine côtière, obéissent à l'ordre de succession habituel de ces deux grandes divisions de la série volcanique.

Ce n'est qu'à la partie supérieure des couches de la plupart de ces collines qu'on peut distinguer les plans de séparation; les couches s'inclinent faiblement du centre de l'île vers la côte. L'inclinaison n'est pas identique dans toutes les collines; elle est plus faible dans la colline marquée A que dans les collines B, D ou E; les couches de la colline C s'écartent à peine d'un plan horizontal; et celles de la colline F (pour autant que j'ai pu en juger sans la gravir) sont faiblement inclinées en sens inverse, c'est-à-dire vers l'intérieur et vers le centre de l'île. Malgré ces différences d'inclinaison, leur similitude de forme extérieure et de constitution tant au sommet qu'à la base, leur disposition en une ligne courbe en présentant le flanc le plus escarpé vers l'intérieur de l'île, tout semble prouver qu'elles faisaient originellement partie d'un plateau qui s'étendait probablement autour d'une grande partie de la circonférence de l'île, comme je l'ai fait remarquer plus haut. Les couches supérieures 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 conglomerat 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 conglomerat solide par un ciment peu abondant, forme d'une matiere calcaire impure. Je puis dire, comme preuve de l'extreme solidite de ce conglomerat 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 été copiées de la carte dressée à bord du H.M.S. Leven. Les collines à sommet plat (A B C, etc.) y ont été reportées d'une manière purement approximative, pour rendre ma description plus claire.

[2] Je suis fort reconnaissant à M. E.-W. Brayley de m'avoir indiqué à 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'à une grande profondeur au-dessous de la surface du sol, le carbonate de chaux était à l'état liquide. On sait que Hutton attribuait la formation de toutes les roches amygdaloïdes à des gouttes de calcaire fondu flottant dans le trapp comme de l'huile dans l'eau; cette théorie est certainement fautive, 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 calcination, 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 vallee, la base du grand rocher est formee d'un basalte compact a grain fin, surmonte, en stratification concordante, d'un lit de galets. J'ai rencontre, pres de Fuentes, des collines mamelonnees constituees par des roches feldspathiques compactes.

CHAPITRE II

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

Fernando Noronha, colline escarpee de phonolite.--_Terceira_, roches trachytiques; leur decomposition remarquable par l'action de la vapeur a haute temperature.--_Tahiti_, passage de la wacke au trapp: roche volcanique interessante a vacuoles tapissees de mesotype.--_Maurice_, preuves de son emersion recente; structure de ses plus anciennes montagnes; analogie avec San Thiago.--_Rochers de Saint-Paul_. Ils ne sont pas d'origine volcanique, leur composition mineralogique singuliere.

Fernando Noronha.--J'ai observe fort peu de choses dignes d'une description pendant notre courte visite a cette ile et aux quatre iles suivantes. Fernando Noronha est situee dans l'ocean Atlantique, par 3 deg.50' lat. S., et a 230 milles de la cote de l'Amerique meridionale. Ce groupe est forme de divers ilots, ayant ensemble 9 milles de longueur sur 3 de largeur. Tout l'ensemble parait etre d'origine volcanique; bien qu'il n'y ait de trace d'aucun cratere ni d'aucune eminence centrale. Le trait le plus remarquable de l'ile est une colline haute de 1.000 pieds, dont la partie superieure, comprenant 400 pieds, constitue un cone escarpe d'une forme etrange, compose de phonolite colonnaire contenant de nombreux cristaux de feldspath vitreux et quelques aiguilles de hornblende. Du point le plus eleve qu'il m'ait ete possible d'atteindre sur cette colline, j'ai pu apercevoir, dans differentes parties du groupe, plusieurs autres collines coniques, qui sont probablement de la meme nature.

Il y a a Sainte-Helene de grandes masses protuberantes et coniques de phonolite, hautes d'environ 1.000 pieds, formees par l'injection de lave feldspathique fluide dans des couches qui ont cede sous la pression. Si, comme tout le fait supposer, cette colline a une origine semblable, la denudation doit s'etre produite ici sur une tres grande echelle. Pres de la base de la colline, j'ai observe des lits de tuf blanc coupes par de nombreux dikes de basalte amygdaloide ou de trachyte, et des lits de phonolite schisteux avec plans de feuilletage orientes N.-W. et S.-E. Certaines parties de cette roche, ou les cristaux etaient rares, ressemblaient beaucoup a une ardoise ordinaire modifiee au contact d'un dike de trapp. Ce feuilletage de roches qui ont ete incontestablement fluides me semble un sujet bien digne d'attention. Sur la plage il y avait de nombreux fragments de basalte compact, et a distance on voyait comme une facade a colonnes formees par cette roche.

Terceira dans les Acores.--La partie centrale de cette ile est constituee par des montagnes irregulierement arrondies, assez peu

elevees, formees de trachyte dont le caractere general se rapproche beaucoup de celui du trachyte de l'Ascension que nous decrirons plus loin. Cette formation est recouverte en bien des points, et suivant l'ordre de superposition ordinaire, par des coulees de lave basaltique, qui, pres de la cote, constituent la surface du sol presque tout entiere. On peut souvent suivre de l'oeil la route que ces coulees ont parcourue a partir de leurs crateres. La ville d'Angra est dominee par une colline crateriforme (Mount Brazil), entierement constituee par des couches minces d'un tuf a grain fin, rude au toucher et colore en brun. Les couches superieures paraissent recouvrir les coulees basaltiques sur lesquelles la ville est batie. Cette colline est presque identique, au point de vue de la structure et de la composition, a 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'ile, on observe en un point des vapeurs qui s'echappent constamment, en jets, du fond d'une petite depression en forme de ravin sans issue, et qui est accolee a une chaine de montagnes trachytiques. La vapeur est projete de plusieurs fentes irregulieres; elle est inodore, noircit rapidement le fer, et possede une temperature beaucoup trop elevee pour que la main puisse la supporter. Le trachyte compact est altere d'une maniere fort curieuse sur les bords de ces orifices: la base devient d'abord terreuse, avec des taches rouges dues evidemment a l'oxydation de particules de fer; ensuite elle devient tendre, et enfin les cristaux de feldspath vitreux cedent eux-memes a l'agent de decomposition. Lorsque toute la masse est transformee en argile, l'oxyde de fer semble entierement elimine de certaines parties de la roche qui sont parfaitement blanches, tandis qu'il parait s'etre depose en grande quantite sur des parties voisines colorees d'un rouge eclatant; d'autres masses sont marbrees de ces deux couleurs. Certains echantillons de cette argile blanche, maintenant desseches, ne sauraient etre distingues a l'oeil nu de la craie lavee la plus fine; et broyes sous la dent, ils presentent 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 ete dissous dans certaines parties de la roche et depose a peu de distance de la, est obscure, mais le fait a ete observe en plusieurs autres points[1]. J'ai trouve, dans des echantillons a moitie decomposes, de petits agregats globulaires d'hyalite jaune, ressemblant a de la gomme arabique, et qui a ete, sans aucun doute, deposee par la vapeur.

Comme il n'y a pas d'issue pour l'eau de pluie, qui ruisselle le long des parois de la cavite en forme de ravin d'ou s'echappe la vapeur, toute la masse doit passer au travers des fissures qui sont au fond de cette cavite et s'infiltrer dans le sol. Quelques habitants m'ont rapporte que, d'apres la tradition, des flammes (un phenomene lumineux?) s'etaient echappees autrefois de ces fissures, et qu'aux flammes avaient succede des emanations de vapeur; mais il m'a ete impossible d'obtenir des renseignements certains, quant a la date a laquelle ces faits se seraient produits, ni sur les faits eux-memes.

L'etude des lieux m'a conduit a supposer que l'injection d'une grande masse rocheuse semi-fluide, comme serait le cone de phonolite a 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'accroîtront 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 composees 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 à moitié remplies comme celles que nous venons de décrire; il est difficile de découvrir la cause pour laquelle ce minéral terreux s'est déposé au fond des vacuoles sous l'influence de son propre poids, et pour quelle raison le minéral cristallin s'est déposé en enduit d'épaisseur uniforme sur les parois des vacuoles.

Sur les flancs de la vallée, les bancs basaltiques sont doucement inclinés vers la mer, et je n'ai observé nulle part qu'ils fussent dérangés de leur position normale; ils sont séparés l'un de l'autre par des lits épais et compacts de conglomérats à fragments volumineux, quelquefois arrondis, mais généralement anguleux. Le caractère de ces bancs, l'état compact et la nature cristalline de la plupart des laves, ainsi que la nature des minéraux qui s'y sont formés par infiltration, me portent à croire que la coulée s'est étalée primitivement sous la mer. Cette conclusion s'accorde avec le fait que le Rev. W. Ellis a rencontré, à une altitude considérable, des restes d'organismes marins dans des couches qu'il croit interstratifiées avec des matières volcaniques. De plus, MM. Tyermann et Bennet ont signalé des faits semblables à Huaheine, autre île de cet archipel; en outre, M. Stutchbury a découvert une couche de corail semi-fossile au sommet d'une des montagnes les plus élevées de Tahiti, à l'altitude de plusieurs milliers de pieds. Aucun de ces restes fossiles n'a été déterminé spécifiquement. J'ai vainement cherché la trace d'un soulèvement récent sur la côte, où les grandes masses coralliennes qui s'y trouvent en auraient fourni des preuves irréfutables. Je renvoie le lecteur à mon ouvrage sur la Structure et la Distribution des récifs coralliens, pour les citations des auteurs dont j'ai parlé et pour l'exposition détaillée des raisons qui m'empêchent de croire que Tahiti a subi un soulèvement récent.

Maurice.--Lorsqu'on approche de cette île du côté du N. ou du N.-W., on voit une chaîne recourbée de montagnes escarpées, surmontées de pics très abrupts, dont le pied surgit d'une zone unie de terrain cultivé, qui s'incline doucement jusqu'à la côte. La première impression qu'on éprouve est que la mer atteignait, à une époque peu reculée, le pied de ces montagnes, et après un examen attentif cette impression se confirme, au moins pour la partie inférieure de cette zone. Divers auteurs[3] ont décrit des masses de roche corallienne soulevées sur la plus grande partie de la circonférence de l'île. Entre Tamarin Bay et Great Black River j'ai observé avec le capitaine Lloyd deux monticules de roche corallienne, dont la partie inférieure est formée de grès calcaireux dur, et la partie supérieure, de grands blocs à peine agglomérés, constitués par des Astées, des Madreporés 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 roulés. 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 decrit des lits calcaireux semblables s'etendant sur la plaine de Pamplemousses presque tout entiere. En retournant de grandes pierres qui gisaient dans le lit d'une riviere, a l'extremite d'une crique abritee, pres de Port-Louis et a quelques yards au-dessus du niveau des fortes marees, j'ai trouve plusieurs coquilles de serpules encore adherentes a la face inferieure de ces pierres.

Les montagnes dentelees voisines de Port-Louis s'elevent a la hauteur de 2 a 3.000 pieds; elles sont constituees par des couches de basalte, separees les unes des autres, d'une maniere peu nette, par des bancs de matieres fragmentaires fortement agrees, et elles sont coupees par quelques dikes verticaux. Ce basalte, generalement compact, abonde dans certaines parties en grands cristaux d'augite et d'olivine. L'interieur de l'ile est une plaine, elevee probablement d'environ 1.000 pieds au-dessus du niveau de la mer, et formee par des nappes de lave qui se sont repandues autour des montagnes basaltiques ravinees et ont comble les vallees qui les separent. Ces laves plus recentes sont egalement basaltiques, mais moins compactes, et un certain nombre d'entre elles abondent en feldspath au point qu'elles fondent en un verre de couleur pale. Sur les bords de Great River on peut voir une coupe d'environ 500 pieds de hauteur, qui met a decouvert de nombreuses nappes minces de lave basaltique separees les unes des autres par des lits de scories. Ces laves paraissent d'origine subaerienne et semblent s'etre ecoulees de divers points d'eruption situes sur le plateau central, dont le plus important est, dit-on, le Piton du Milieu. Il y a aussi plusieurs cones volcaniques qui sont probablement de cette meme periode moderne, repartis sur le pourtour de l'ile, specialement a l'extremite septentrionale, ou ils forment des ilots separees.

L'ossature principale de l'ile est formee par les montagnes de basalte plus compact et plus riche en cristaux. M. Bailly[4] affirme que toutes ces montagnes "se developpent autour d'elle comme une ceinture d'immenses remparts, toutes affectant une pente plus ou moins inclinee vers le rivage de la mer, tandis que, au contraire, vers le centre de l'ile elles presentent une coupe abrupte et souvent taillee a pic. Toutes ces montagnes sont formees de couches paralleles inclinees du centre de l'ile vers la mer". Ces observations ont ete discutees 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'ile, 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'ile, 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'ile Maurice publiee par l'Amiraute d'apres un manuscrit francais, il existe a l'autre extremite de l'ile une chaine de montagnes (M. Bambou) correspondant comme hauteur, position relative et forme exterieure, a celle que je viens de decrire. 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'ile. 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'ile, se sont etalees autour des anciennes collines basaltiques et ont comble les vallees qui les separaient; en outre, des cones d'erupsions recentes ont surgi sporadiquement sur le pourtour des deux iles; enfin, pas plus a San Thiago qu'a Maurice on ne constate d'erupsion 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 serpentineuse. Il y a encore dans l'ile d'autres roches, tendres, vesiculaires et de nature calcareo-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 etre rayee au couteau. Au chalumeau elle s'exfolie, decrepite, noircit legerement, emit une odeur fetide et devient fortement alcaline; elle ne fait pas effervescence aux acides[6]. Je suppose que cette substance a ete deposee par l'eau qui filtre au travers des excrements d'oiseaux dont les rochers sont couverts. J'ai observe a l'ile de l'Ascension des masses stalactitiques irregulieres paraissant etre de la meme nature, pres d'une cavite de la roche qui etait remplie d'une masse lamelleuse formee de fiente d'oiseaux amenee la par l'infiltration. Lorsqu'on les casse, ces masses offrent une texture terreuse, mais, a la partie externe et surtout a leur extremite, elles sont formees d'une substance perlee, ordinairement disposee en petits globules, ressemblant a l'email des dents, mais plus fortement translucide, et assez dure pour rayer le verre. Cette substance noircit legerement au chalumeau, degage une odeur desagreable, devient ensuite absolument blanche en se boursouflant 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 ride, comme si elle s'etait fortement contractee lors de la formation de la croute dure et luisante. Aux iles Abrolhos sur la cote du Bresil, ou le guano abonde, j'ai trouve, en grande quantite, une substance brune, arborescente, adherant a une roche trappeenne. Cette substance ressemble beaucoup, sous sa forme arborescente, a quelques-unes des varietes ramifiees de Nullipores. Elle presente, au chalumeau, les memes caracteres que les specimens provenant de l'Ascension; mais elle est moins dure et moins brillante, et sa surface n'a pas l'aspect ride.

Notes:

[1] Spallanzani, Dolomieu et Hoffmann ont decrit des faits analogues dans les iles volcaniques d'Italie. Dolomieu dit (Memoire sur les Isles Ponces, p. 86) qu'aux iles Ponta le fer a ete redepose sous

forme de veines. Ces auteurs croient aussi que la vapeur depose de la silice; il est demontre experimentalement aujourd'hui qu'a haute temperature la vapeur peut dissoudre la silice.

[2] Cependant Mac-Culloch a decrit et a figure (_Geolog. Trans. 1st series_, vol. IV, p. 225) un trapp dont les cavites etaient remplies de quartz et de calcedoine disposes en zones horizontales. La moitie superieure de ces cavites est souvent remplie par des couches qui suivent toutes les irregularites de la surface, et par de petites stalactites suspendues, formees des memes substances siliceuses.

[3] Dans Hooker, _Bot. Misc._, vol. II, p. 301, le capitaine Carmichael. Le capitaine Lloyd a decrit recemment quelques-unes de ces masses avec beaucoup de soin dans les _Proceedings of the geological Society_ (vol. III, p. 317). Plusieurs faits interessants sont rapportes sur ce sujet dans le _Voyage a 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 idees de M. Bailly dans la description qu'il a faite de l'ile dans le _Voyage de la "Coquille"_.

[6] J'ai decrit cette substance dans mon _Journal_. Je la croyais alors constituee par un phosphate de chaux impur.

CHAPITRE III

ASCENSION

Laves basaltiques.--Nombreux crateres tronques du meme cote.--Structure singuliere de bombes volcaniques.--Explosions de masses gazeuses.--Fragments granitiques ejacules.--Roches trachytiques.--Veines remarquables.--Jaspe, son mode de formation.--Concretions dans le tuf ponceux.--Depots calcaires et incrustations dendritiques sur la cote.--Couches laminees alternant avec de l'obsidienne et passant a cette roche.--Origine de l'obsidienne.--Lamination des roches volcaniques.

Cette ile est situee dans l'ocean Atlantique, par 8 deg. lat. S. et 14 deg. long. W. Elle a la forme d'un triangle irregulier (Voir la carte ci-jointe), dont chaque cote mesure environ 6 milles de longueur. Son point culminant se trouve a 2.870 pieds^[1] au-dessus du niveau de la mer. Elle est entierement volcanique, et, vu l'absence de preuves contraires, je la crois d'origine subaerienne. La roche fondamentale est de nature feldspathique, elle offre partout une couleur pale, et elle est generalement compacte. Dans la region sud-est de l'ile, qui est aussi la plus elevee, on trouve du trachyte bien caracterise et d'autres roches analogues appartenant a cette famille lithologique si variee. La circonference presque tout entiere est couverte de coulees de lave basaltique noire et rugueuse: on y voit poindre de-ci de-la une colline ou une simple pointe de rocher constituees par du trachyte qui n'a pas ete recouvert. L'un de ces pointements, pres du bord de la

mer, au nord du fort, n'a que 2 ou 3 yards de diametre.

Roches basaltique.--La lave basaltique sous-jacente est extremement 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 quantite d'olivine. Ces coulees semblent avoir ete singulierement peu fluides; leurs parois et leur extremite sont tres escarpees, et n'ont pas moins de 20 a 30 pieds de haut. Leur surface est extraordinairement raboteuse, et a distance elle parait parsemee d'un grand nombre de petits crateres. Ces intumescences sont des monticules larges, irregulierement coniques, traverses de fissures, et formes par un basalte plus ou moins scoriace, comme les coulees environnantes, mais possedant 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 eparpillees 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 rejetes 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 projete dans l'air, et animee d'un mouvement rotatoire rapide. En effet, pendant que la croute exterieure se solidifiait par refroidissement (et prenait l'etat ou nous la voyons aujourd'hui), la force centrifuge, en reduisant la pression a l'interieur de la bombe, devait permettre aux vapeurs chaudes de dilater les vacuoles, mais celles-ci, comprimees par la meme force contre la croute deja solidifiee, devaient diminuer graduellement de volume, et a mesure qu'elles etaient plus rapprochees de cette croute externe, leur volume devait toujours aller se reduisant jusqu'au moment ou la partie interne etait emprisonnee dans une croute massive concentrique. Nous savons que des eclats peuvent etre projetes d'une meule[3] lorsqu'elle est animee 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 a l'etat plastique. Des geologues ont fait observer que la forme exterieure d'une bombe nous revele immediatement l'histoire de sa course aerienne, et nous constatons maintenant que sa structure interne peut nous redire presque aussi clairement le mouvement rotatoire dont elle etait animee.

[Illustration: Fig. 3.--Fragment d'une bombe volcanique spherique, dont la partie interne grossierement celluleuse est entouree d'une couche de lave compacte recouverte d'une croute formee par une roche finement celluleuse.]

M. Bory de Saint-Vincent[4] a decrit des masses arrondies de lave trouvees a l'ile Bourbon, qui ont une structure tout a fait semblable; pourtant son interpretation (si je la comprends bien) est fort differente de celle que j'ai donnee, car il suppose que ces corps ont roule, comme des boules de neige, le long des flancs du cratere.

M. Beudant[5] a decrit de singulieres petites spheres d'obsidienne, dont le diametre ne depasse jamais 6 a 8 pouces, et qu'il a trouvees repandues a la surface du sol. Elles sont toujours de forme ovale, parfois elles sont fortement renflees par le milieu, et meme fusiformes; leur surface est recouverte de cretes et de sillons concentriques, disposes avec une certaine regularite, et qui sont tous perpendiculaires a un axe du globule; la partie interne est compacte et vitreuse. M. Beudant suppose que des masses de lave encore plastique ont ete projetees dans l'air et animees d'un mouvement rotatoire autour d'un meme axe, ce qui a determine la forme de la bombe et des cotes superficielles. Sir Thomas Mitchell m'a donne un echantillon qui semble etre, a premiere vue, la moitie d'un globe d'obsidienne fortement aplati; il a singulierement l'aspect d'un objet artificiel, et cet aspect est exactement represente (en grandeur naturelle) dans la gravure ci-jointe. Cet echantillon a ete trouve, tel que nous le voyons, dans une grande plaine sablonneuse, entre les rivières Darling et Murray en Australie, et a plusieurs centaines de milles de toute region volcanique connue. Il parait avoir ete enfoui dans une matiere tufacee rougeatre, et peut-etre a-t-il ete transporte par les aborigenes ou par des agents naturels. La coupe ou enveloppe externe est formee 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 côtes assez peu nettes, que dans la figure on a peut-être représentées en les exagérant. Nous avons donc ici la structure externe décrite par M. Beudant et la nature celluleuse interne des bombes de l'Ascension. La levre de la coupe extérieure est légèrement concave, exactement comme le bord d'une assiette creuse, et son bord interne surplombe un peu de lave cellulaire centrale. Cette structure est tellement symétrique sur toute la circonférence, qu'on est obligé d'admettre que la bombe a fait explosion pendant sa course aérienne, alors qu'elle était encore animée d'un mouvement de rotation, avant d'être entièrement solidifiée, et que la levre et les bords ont été ainsi légèrement modifiés et infléchis vers l'intérieur. On peut observer que les côtes extérieures sont situées dans des plans perpendiculaires à un axe oblique au grand axe de l'ovoïde aplati: nous devons supposer, pour expliquer ce fait, que, lors de l'explosion de la bombe, l'axe de rotation a subi un déplacement.

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

Explosions de masses gazeuses.--Les flancs de Green Mountain et la contrée environnante sont couverts d'une grande quantité de fragments incohérents, formant une masse épaisse de quelques centaines de pieds. Les couches inférieures consistent généralement en tufs à grain fin à peine consolidés[6], et les lits supérieurs en grands fragments détachés, alternant avec des lits de matières moins grossières[7]. Une couche blanche rubanée de brèche ponceuse décomposée était reployée d'une façon remarquable en fortes courbes ininterrompues, au-dessous de chacun des grands fragments du banc surincombant. Je suppose, d'après la position relative de ces bancs, qu'un cratère à orifice étroit, occupant à peu près l'emplacement de Green Mountain, a lancé comme un énorme fusil à air, avant son extinction finale, cette vaste accumulation de matériaux meubles. Des dislocations très importantes se sont produites postérieurement à cet événement, et un cirque ovale a été formé par affaissement. Cet espace affaissé se trouve au pied nord-est de Green Mountain, et il est nettement indiqué sur la carte qui accompagne cet ouvrage. Son grand axe, répondant à une ligne de fissure dirigée N.-E.-S.-W., a une longueur de trois cinquièmes de mille marin; les bords de ce cirque sont presque verticaux, sauf en un seul point, et ont à peu près 400 pieds de hauteur; à la partie inférieure ils sont constitués par un basalte feldspathique de couleur pale, et à la partie supérieure par du tuf et par des fragments projetés à l'état incohérent; le fond est uni, et sous tout autre climat il se serait formé en cet endroit un lac profond. À juger par l'épaisseur du banc de fragments incohérents qui recouvre la contrée environnante, la masse de matière gazeuse qui les a projetés doit avoir été énorme. Nous pouvons conclure vraisemblablement de ces faits, qu'après l'explosion, de vastes cavernes auront été formées sous le sol, et que l'écroulement de la voûte de l'une d'entre elles a formé la cavité que nous venons de décrire. Dans l'archipel des Galapagos on rencontre souvent des fosses d'un caractère semblable, mais de dimension beaucoup moindre, à la base de petits cônes d'éruption.

Fragments granitiques projetés.--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 coulée de basalte vésiculaire absolument noir, contenant de petits cristaux de feldspath vitreux d'aspect arrondi.

La pierre blanche tendre, mentionnée plus haut, est remarquable par la ressemblance frappante qu'elle offre avec un tuf sédimentaire lorsqu'on la voit en masse; j'ai été longtemps sans pouvoir me convaincre que telle n'était pas son origine, et d'autres géologues ont éprouvé les mêmes hésitations pour des formations presque identiques, dans des régions trachytiques. En deux points, cette pierre blanche terreuse forme des collines isolées, en un troisième elle est associée à du trachyte colonnaire et laminaire, mais je n'ai pu reconnaître la trace d'un contact. Cette roche contient de nombreux cristaux de feldspath vitreux et des points noirs microscopiques, et elle est mouchetée de petites taches plus foncées, exactement comme le trachyte environnant. Pourtant sa pâte vue au microscope, paraît généralement terreuse, mais parfois elle offre une structure nettement cristalline. Sur la colline désignée sous le nom de *Crater of an old volcano*, elle passe à une variété d'un gris verdâtre pâle, qui n'en diffère que par la couleur, et parce qu'elle n'est pas aussi terreuse; en un endroit, le passage s'opère insensiblement; en un autre, il se fait par l'intermédiaire de nombreuses masses anguleuses et arrondies de la variété verdâtre englobées dans la variété blanche;--dans ce dernier cas, l'aspect ressemble beaucoup à celui d'un dépôt sédimentaire disloqué et érodé pendant la formation d'une couche plus récente. Ces deux variétés de roches sont traversées d'innombrables veines tortueuses (que je décrirai plus loin); elles ne ressemblent en rien aux diques injectés ni aux veines que j'ai pu observer ailleurs. Les deux variétés renferment quelques fragments isolés, et de dimension variable, de roches scoriacées à teinte foncée; les vacuoles d'un certain nombre de ces fragments sont partiellement remplies par la pierre blanche terreuse. Les deux variétés renferment aussi d'énormes blocs d'un porphyre cellulaire[11]. Ces fragments font saillie au-dessus de la surface de la roche altérée, et ressemblent tout à fait à des fragments empâtés dans un tuf sédimentaire. Mais ce fait n'est pas un argument sérieux en faveur de l'origine sédimentaire 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 étrangers de roches celluleuses. Le passage insensible de la variété verdâtre à la variété blanche, et de même, le passage plus brusque d'une roche à l'autre déterminé par la présence de fragments de la première, empâtés dans la seconde, peut provenir de légères différences dans la composition d'une même masse de pierre fondue, et de l'action d'abrasion exercée par une masse encore fluide sur une autre masse déjà solidifiée. Je crois que les singulières veines dont il a été question plus haut ont été formées par une substance siliceuse qui s'est postérieurement isolée de la masse. Mais la principale raison qui me porte à croire que ces roches terreuses tendres, avec leurs fragments étrangers, ne sont pas d'origine sédimentaire, c'est qu'il est très peu probable que des cristaux de feldspath, des points noirs microscopiques et de petites taches de couleur foncée puissent se présenter en même proportion dans un sédiment aqueux et dans des masses de trachyte compact. En outre, comme je l'ai fait observer plus haut, le microscope décelé parfois une structure cristalline dans la masse fondamentale d'apparence terreuse. D'un autre côté, il est certainement fort difficile d'expliquer la décomposition partielle de masses de trachyte aussi considérables et formant des montagnes entières.

Veines dans les masses trachytiques terreuses.--Ces veines sont extrêmement nombreuses, elles traversent avec une allure très complexe les variétés 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 foncées, absolument comme la roche qui les environne, mais la base est fort différente, car elle est excessivement dure, compacte, assez cassante, et un peu moins fusible. L'épaisseur des veines varie beaucoup et très brusquement, d'un dixième de pouce à un pouce; fréquemment elles s'amincissent au point de disparaître tout à fait, non seulement à leur extrémité, mais leur partie centrale s'évide parfois en laissant ainsi des ouvertures rondes, irrégulières; leur surface est rugueuse. Elles sont orientées dans tous les sens ou sont horizontales, généralement curvilignes, et souvent elles se ramifient entre elles. Par suite de leur dureté, elles résistent à l'altération; elles s'élèvent de deux ou trois pieds au-dessus du sol, et s'étendent parfois sur une longueur de quelques yards; quand on frappe ces plaques de pierre, elles produisent un son analogue à celui du tambour, et on les voit distinctement vibrer, leurs fragments répandus sur le sol resonnent comme des morceaux de fer quand on les entre-choque. Elles affectent souvent les formes les plus singulières; j'ai vu un piedestal de trachyte terreux recouvert par une portion hémisphérique d'une veine, semblable à un grand parapluie, et assez large pour abriter deux personnes. Je n'ai jamais rencontré de veines semblables à celles-ci et n'en ai vu la description nulle part, mais elles ressemblent par leur forme aux veines ferrugineuses produites par ségrégation, 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 matière siliceuse, qu'on rencontre au sommet de la même colline, prouvent qu'une source abondante de silice a existé en cet endroit, et comme ces veines en forme de plaques ne diffèrent du trachyte que parce qu'elles sont plus dures, plus cassantes et moins fusibles, il semble probable que leur origine est due à la ségrégation ou à l'infiltration de matière siliceuse, de la même manière que s'opère le dépôt des oxydes de fer dans plusieurs roches sédimentaires.

Depot 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 gres. 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 irreguliers et anguleux de jaspe rouge dont les bords se confondent insensiblement avec la masse entourante; on trouve aussi d'autres fragments, d'une nature intermediaire entre le jaspe proprement dit et la base basaltique ferrugineuse decomposee. Dans ces fragments ainsi que dans les grandes masses de jaspe en forme de veines, on remarque de petites cavites arrondies; ces cavites sont exactement de la meme dimension et de la meme forme que celles du basalte scoriace remplies ou tapissees de couches de calcedoine. De petits fragments de jaspe, vus au microscope, paraissent ressembler a une calcedoine dont le pigment n'aurait pas ete depose en couches, mais serait reste melange avec quelques impuretes a la pate siliceuse. Le passage insensible du jaspe au basalte a moitie decompose, sa presence en plages anguleuses qui n'occupent evidemment pas des cavites preexistantes de la roche, et l'existence dans ce jaspe de petites vesicules remplies de calcedoine comme celles de la lave scoriacee ne peuvent s'expliquer que dans l'hypothese qu'un liquide, probablement le meme qui a depose la calcedoine dans les vacuoles, a enleve aux parties de la roche basaltique ne renfermant pas de cavites les elements constitutifs de cette roche, a depose a leur place de la silice et du fer, et a forme ainsi le jaspe. J'ai observe, dans certains echantillons de bois silicifie, que, tout comme dans le basalte, les parties solides etaient transformees en une matiere pierreuse homogene de couleur sombre, tandis que les cavites formees par les plus gros vaisseaux conducteurs de la seve (qu'on peut comparer aux vacuoles de la lave basaltique) et d'autres cavites irregulieres, produites apparemment par la decomposition du bois, etaient remplies de couches concentriques de calcedoine; il n'est pas douteux que, dans ce cas, la substance fondamentale homogene et les couches concentriques de calcedoine aient ete deposees par un meme liquide.

D'apres ces considerations, je ne puis douter que le jaspe de l'ile de l'Ascension doive etre considere comme une roche volcanique silicifiee, en donnant a ce mot absolument le meme sens qu'on y attache quand on l'applique au bois silicifie: nous ignorons aussi bien la maniere dont chaque atome de bois, alors qu'il est encore dans son etat normal, puisse etre enleve et remplace par des atomes de silice, que nous ignorons comment les parties constituantes d'une roche volcanique ont pu subir la meme modification[14]. J'ai ete amene a faire un examen minutieux de ces roches et a 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 trappeennes. Les depots siliceux paraissent etre tres frequents, sinon tout a fait constants, dans les tufs trachytiques partiellement decomposes[15]; et comme ces collines, ainsi que nous l'avons expose plus haut, sont formees de trachyte ayant perdu sa durete et decompose in situ, la presence, en ce cas, de silice libre constitue un exemple de plus de ce phenomene.

Concretions dans le tuf ponceux.--La colline que la carte indique sous le nom de "Crater of an old volcano" est designee 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 tres evasee, et d'environ un demi-mille de diametre. Cette depression a ete presque entierement comblee par un grand nombre de couches successives de cendres et de scories, diversement colorees et faiblement consolidees. Chaque couche cupuliforme successive se

montre sur toute la peripherie, de sorte qu'il se produit plusieurs anneaux de couleur differente, donnant a la colline un aspect fantastique. L'anneau exterieur est large et de couleur blanche, ce qui le fait ressembler a une piste ou l'on aurait exerce des chevaux, et lui a valu le nom de Manege du Diable, sous lequel il est le plus generalement connu. Ces couches superposees de cendres doivent etre tombees sur toute la contree environnante, mais elles ont ete completement enlevees par le vent, sauf dans cette seule depression, ou l'humidite s'accumulait sans doute, soit au cours d'une annee exceptionnelle, lorsqu'il tombait de la pluie, soit pendant les orages qui accompagnent souvent les eruptions volcaniques. Une des couches, coloree en rose et formee principalement de petits fragments de ponce decomposee, est remarquable par le grand nombre de concretions qu'elle renferme. Celles-ci sont generalement spheriques et mesurent d'un demi-pouce a trois pouces de diametre, mais elles sont parfois cylindriques comme les concretions de pyrite de fer que l'on trouve dans la craie d'Europe. Elles sont formees d'une pierre brun pale, tres tenace, compacte, a cassure unie et douce au toucher. Elles sont divisees en couches concentriques par de minces cloisons blanches ressemblant a la surface exterieure de la concretion; vers la peripherie, six ou huit de ces couches sont nettement limitees, mais les couches qui se trouvent vers l'interieur deviennent ordinairement indistinctes et se fusionnent en une masse homogene. Je pense que ces couches concentriques se sont formees par la contraction que la concretion a subie lorsqu'elle est devenue compacte. La partie interne est generalement divisee par de petites fentes ou septaria, qui sont tapissees de taches les unes noires et metalliques, les autres blanches et cristallines, dont je n'ai pu determiner la nature. Quelques-unes des concretions les plus volumineuses ne sont autre chose qu'une croute spherique remplie de cendres faiblement consolidees. Les concretions contiennent une petite quantite de carbonate de chaux; un fragment expose au chalumeau decrepite, blanchit ensuite et fond en un email globuleux, mais il ne devient pas caustique. Les cendres qui renferment les concretions ne contiennent pas de carbonate de chaux; les concretions ont donc ete formees probablement par l'agregation de cette substance, comme c'est souvent le cas. Je n'ai jamais rencontre de concretions semblables a celles-ci, et, en considerant leur degre de tenacite et de compacite, leur disposition en un lit qui n'a probablement ete expose a aucune autre humidite que celle de l'atmosphere est fort remarquable.

Formation de roches calcaires sur la cote.--Il y a sur plusieurs points de la cote d'immenses accumulations de petits fragments bien arrondis de coquilles et de coraux blancs, jaunatres et roses, entremeles de quelques particules volcaniques. A la profondeur de quelques pieds on constate qu'ils sont cimentes et forment une pierre dont on utilise les varietes les plus tendres pour les constructions; d'autres varietes, les unes grossieres et les autres a grain fin, sont trop dures pour cet usage, et j'ai vu une masse, divisee en couches uniformes d'un demi-pouce d'epaisseur et si compactes qu'elles rendaient un son semblable a celui du flint quand on les frappait avec un marteau. Les habitants croient que ces fragments sont cimentes au bout d'un an. Cette cimentation s'opere par une matiere calcareuse, et dans les varietes les plus compactes on peut voir distinctement chaque fragment arrondi de coquille ou de roche volcanique entoure d'une enveloppe translucide de carbonate de chaux. Tres peu de coquilles entieres sont engagees dans ces masses agglutinees, et j'ai meme examine au microscope un grand fragment sans parvenir a decouvrir 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 prédominants. 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 baignés par les courants, se recouvrent peu à peu d'une incrustation calcaire épaisse d'un demi-pouce. Elle est absolument blanche, compacte, légèrement spathique en quelques parties, et elle adhère fortement aux rochers. Elle disparaît graduellement après un temps assez court, soit qu'elle se redissolve quand l'eau est moins chargée de calcaire, soit qu'elle soit enlevée mécaniquement, ce qui est plus vraisemblable. Le lieutenant Evans a observé ces faits pendant les six années de son séjour à l'Ascension. L'épaisseur de l'incrustation varie suivant les années; elle était exceptionnellement forte en 1831. Lors de ma visite, au mois de juillet, il n'y avait plus de trace d'incrustation, mais elle s'était parfaitement conservée sur un pointement de basalte d'où les ouvriers carriers avaient enlevé, peu auparavant, une masse de pierre de taille. En tenant compte de la position des rochers exposés à l'action de la marée, et de l'époque de l'année pendant laquelle ils se recouvrent d'incrustations, il n'est pas douteux que, par le déplacement et le bouleversement de cette vaste accumulation de particules calcaires dont un grand nombre avaient déjà été partiellement agglutinées, les eaux de la mer se chargent tellement de carbonate de chaux qu'elles le déposent 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 côte, sur la plupart desquels il y a aussi, je crois, de grandes masses de coquilles brisées en menus fragments.

Incrustation calcaire frondescence.--C'est un dépôt très remarquable à divers points de vue; il recouvre durant toute l'année les roches volcaniques exposées à la marée et qui surplombent des plages de coquilles brisées. Son aspect général est fidèlement reproduit dans la gravure, mais les frondes ou les disques dont il est formé sont ordinairement rapprochés au point de se toucher. Les bords sinueux de ces frondes sont finement découpés, et elles surplombent leurs socles ou supports; leur surface supérieure est légèrement concave ou légèrement convexe; elles offrent un beau poli et une couleur gris-fer ou noir de jais; leur forme est irrégulière, généralement circulaire, et leur diamètre varie d'un dixième de pouce à un pouce et demi; leur épaisseur ou la hauteur dont elles s'élèvent au-dessus du rocher qui les porte, varie beaucoup; elle est, le plus ordinairement peut-être, d'un quart de pouce. Parfois les frondes deviennent de plus en plus convexes, jusqu'à passer à l'état de masses botryoïdes, 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 immediatement blanche et emit une odeur animale tres prononcee, semblable a celle de coquilles fraiches; elle est surtout composee de carbonate de chaux; traitee par l'acide chlorhydrique elle fait une vive effervescence et laisse un residu de sulfate de chaux et d'oxyde de fer, meles a une poudre noire insoluble dans les acides a chaud. Cette derniere substance, qui est evidemment la matiere colorante, parait de nature charbonneuse. Le sulfate de chaux se trouve ici a l'etat de matiere etrangere, et il se presente en lamelles distinctes, excessivement petites, repandues a la surface des frondes et engagees entre les couches minces dont elles sont formees; quand on chauffe un fragment au chalumeau, ces lamelles deviennent immediatement visibles. On peut souvent suivre le contour exterieur primitif des frondes, soit jusqu'a un petit fragment de coquille fixe dans une fente du rocher, soit jusqu'a une agglomeration de ces fragments cimentes ensemble. On constate que tout d'abord l'action des vagues corrode profondement ces esquilles et les reduit a l'etat de cretes aigues, et qu'elle les recouvre ensuite de couches successives du calcaire incrustant gris et luisant. Les inegalites du support primitif se trahissent a 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'agregation. Pourtant les decoupures des bords paraissent dues a l'action corrosive que le ressac exerce sur son propre depot, alternant avec la formation de depots nouveaux. J'ai trouve sur des roches basaltiques tendres de la cote de San Thiago une couche extremement mince de matiere calcaire brune qui, vue a la loupe, ressemblait en miniature aux frondes decoupees et polies de l'ile de l'Ascension; dans ce dernier cas, il n'y avait pas de base constituee par des particules etrangeres faisant saillie. Quoique l'incrustation persiste a l'Ascension durant toute l'annee, l'aspect delabre 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 deplace 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 epaisseur. En considerant a la fois la composition de la matiere 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 a la dissolution et au depot subsequent de la matiere qui forme les fragments arrondis de coquilles et de coraux[18]. C'est a cette source qu'elle puise la matiere organique qui constitue evidemment le principe colorant.

On peut souvent discerner nettement la nature du depot, au debut de sa formation, quand un fragment de coquille blanche se trouve serre entre deux frondes; le depot offre alors l'aspect d'une couche tres mince de

vernis gris pale. Sa teinte plus ou moins foncee varie un peu, mais la couleur noir de jais qu'offrent les frondes et les masses botryoidales parait due a la translucidite des couches grises superposees. On constate pourtant ce fait singulier que, lorsque le depot s'opere sur la face inferieure des rochers en saillie, ou dans des fissures, il parait etre toujours d'une couleur gris-perle pale, meme quand il atteint une epaisseur considerable; on est amene ainsi a 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 striee d'un grand nombre de lignes blanches, paralleles, legerement ondulees, de

l'épaisseur d'un cheveu. Ces lignes blanches sont d'une nature plus cristalline que les parties intercalées entre elles, et la roche se fend suivant leur direction; elles se dilatent fréquemment en formant alors de petites cavités qui sont souvent à peine visibles à la loupe. La matière dont les lignes blanches sont formées est mieux cristallisée dans ces cavités, et le professeur Miller est parvenu, après plusieurs essais, à déterminer 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 dénomination qu'on leur donne le plus généralement, de la diopside. À côté de ces cristaux on observe de petits points de couleur foncée, sans trace de cristallisation, et une matière cristalline blanche, fine et grenue qui est probablement du feldspath. Les petits fragments de cette roche sont facilement fusibles.

4. Une roche cristalline compacte zonée de lignes très nombreuses, droites, blanches et grises, dont la largeur varie de 1/30^e à 1/200^e de pouce; ces couches semblent composées principalement de feldspath, et elles renferment un grand nombre de cristaux bien développés de feldspath vitreux orientés dans le sens de leur longueur; elles sont aussi abondamment parsemées de points noirs microscopiques et amorphes disposés en rangées, et isolés les uns des autres, ou plus fréquemment, réunis deux à deux, trois à 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 magnétiques, caractères applicables à bien peu de minéraux, à l'exception de la hornblende et de l'augite. D'autres points, colorés en rouge, sont associés aux points noirs; ils sont magnétiques et sont certainement formés d'oxyde de fer. Dans un échantillon de cette variété, j'ai observé que les points noirs étaient agrégés sous forme de cristaux minuscules autour de deux petites cavités; ils ressemblaient à des cristaux d'augite ou de hornblende, mais ils étaient trop ternes et trop petits pour pouvoir être mesurés au goniomètre. J'ai pu distinguer aussi, dans le feldspath cristallin du même échantillon, des grains qui avaient l'aspect du quartz. J'ai constaté à l'aide d'une règle à parallèles que les couches grises minces et les lignes capillaires noires étaient absolument droites et parallèles entre elles. Il est impossible de suivre le passage de la roche grise homogène à ces variétés striées, ou même de comparer le caractère des différentes couches d'un échantillon sans se convaincre que la blancheur plus ou moins parfaite de la matière feldspathique cristalline dépend du degré d'agregation plus ou moins complet de la matière diffuse, sous forme de taches noires et rouges de hornblende et d'oxyde de fer.

5. Une roche lourde et compacte, non lamellaire, à cassure irrégulière, anguleuse et très cristalline; elle contient un grand nombre de cristaux isolés de feldspath vitreux; la base feldspathique cristalline est tachetée par un minéral noir qui, sur la surface altérée, se montre agrégé en petits cristaux, dont quelques-uns sont bien développés, tandis que le plus grand nombre ne l'est pas. J'ai montré cet échantillon à un géologue expérimenté, et je lui ai demandé quelle en était la nature. Il m'a répondu, comme tout autre je pense l'eût fait à sa place, que c'était un greenstone primitif. De même, la surface altérée de la variété zonée que nous avons étudiée tantôt (no. 4) ressemble d'une manière frappante à un fragment usé 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 contournées; 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 decire 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, feuilletée 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 feuillets 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 conchoïdale 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 constituees par d'innombrables petits globules de deux varietes d'obsidienne, et par deux varietes de spherulites empates dans une pate perlee dure ou tendre. Les spherulites sont blancs et transparents ou brun fonce et opaques; les premiers sont parfaitement spheriques, de petite dimension, a structure nettement rayonnee. Les spherulites brun fonce ne sont pas aussi exactement spheriques et leur diametre varie de 1/20e a 1/30e de pouce; lorsqu'on les brise, ils montrent une structure vaguement rayonnee vers leur centre qui est blanchatre. Quelquefois deux spherulites unis n'ont qu'un seul centre d'ou part la structure rayonnee; il existe parfois au centre comme un indice de

cavite ou de crevasse. Ces spherulites sont tantot separees et tantot reunies par deux, par trois ou en plus grand nombre, et forment des groupes irreguliers, ou plus communement des couches paralleles a la stratification de la masse. L'agregation est souvent si intime que les faces superieure et inferieure de la couche formee 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 a teinte pale qui alternent avec elles. Quand les spherulites ne sont pas agreges, ils sont generalement comprimes dans le sens de la structure lamellaire de la masse, et dans ce meme plan ils offrent souvent a l'interieur des zones de differentes nuances de couleur, et a l'exterieur ils sont ornes de petites cretes et de petits sillons. Les spherulites avec leurs sillons et leurs cretes paralleles sont representes grossis dans la partie superieure de la gravure ci-jointe, mais ils ne sont pas bien dessines; leur mode ordinaire de groupement est indique dans la partie inferieure de cette figure. Dans un autre echantillon, une couche mince de spherulites bruns, intimement unis, traverse une couche de meme composition, comme le montre la figure 7, et cette trainee de spherulites, apres avoir suivi sur une faible longueur une direction legerement courbe, la recoupe ainsi qu'une autre couche situee un peu au-dessous de la premiere.

[Illustration: FIG. 6.--Spherulites bruns opaques, grossis. Les spherulites representes dans la partie superieure de la figure portent a la surface des sillons paralleles. La structure radiee interne des spherulites du bas de la figure est accusee beaucoup trop fortement.]

Les petits nodules d'obsidienne portent aussi quelquefois des cretes et des sillons externes, disposes parallelement a la lamellation de la masse, mais toujours moins marques que ceux des spherulites. Les nodules d'obsidienne sont generalement anguleux, a bords emousses; souvent ils portent l'empreinte des spherulites adjacents qui sont toujours plus petits qu'eux. Les nodules isoles semblent rarement s'etre rapproches les uns des autres par attraction mutuelle. Si je n'avais pas trouve quelquefois un centre d'attraction distinct dans ces nodules d'obsidienne, j'aurais ete porte a les considerer comme un residu de cristallisation qui s'est isole durant la formation de la perlite qui les empate et des globules spherulitiques.

[Illustration: FIG. 7.--Couche formee 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, concretionnee 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 concretions 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 concretionnees 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 concretions 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 concretionnees. 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 préalable pile soigneusement et mélange toute la masse, et en considérant aussi le fait que la transformation s'opère le plus facilement dans du verre composé d'un grand nombre de substances. En confirmation des idées de M. Dartigues, je ferai remarquer que M. Fleuriau de Bellevue[31] a constaté que les parties spherulitiques du verre devitrifié se comportent autrement sous l'action de l'acide nitrique et au chalumeau que la pâte compacte dans laquelle elles étaient engagées.

Comparaison des bancs d'obsidienne et des couches alternantes de l'Ascension avec ceux d'autres contrées. --J'ai été frappé de voir à quel point les observations que j'ai faites à l'Ascension concordaient avec l'excellente description des roches d'obsidienne de Hongrie, qui a été donnée par Beudant[32], avec celle de la même formation au Mexique et au Pérou par de Humboldt[33], et avec les descriptions des régions trachytiques des îles italiennes données par divers auteurs[34]. Plusieurs passages auraient pu être copiés sans modifications dans les ouvrages des auteurs que je viens de citer, et auraient pu s'appliquer à notre île. Tous les auteurs s'accordent sur le caractère lamellaire et stratifié de la série entière, et de Humboldt parle de quelques bancs d'obsidienne qui sont rubanés comme du jaspe[35]. Tous constatent le caractère noduleux ou concrétionné de l'obsidienne, et le passage des nodules à des couches. Tous insistent sur les alternances répétées de couches vitreuses, perlées, lithoïdes et cristallines qui se produisent souvent suivant des surfaces ondulées. Pourtant les couches cristallines semblent beaucoup mieux développées à l'Ascension que dans les autres contrées désignées plus haut. D'après de Humboldt, un certain nombre des bancs lithoïdes ressemblent de loin à des couches de grès 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 posterieurement a leur formation, et dans certains exemples, comme dans celui du trachyte decrit par M. Scrope, il est presque certain qu'ils ont ete formes originaiement dans une position fortement inclinee. Dans plusieurs de ces cas, il est evident que la masse de roche liquefiee s'est deplacee suivant la direction des lamelles. A l'Ascension, plusieurs des vacuoles paraissent etirees et sont traversees par des fibres grossieres semi-vitreuses dirigees dans le sens des lamelles, et certaines couches qui separent les globules spheruliliques ont un aspect scoriace qui parait du au frottement que les globules leur ont fait subir. J'ai vu dans la collection de M. Stokes un specimen d'obsidienne zonee du Mexique, dans lequel les surfaces des couches les plus nettement definies etaient striees ou sillonnees de lignes paralleles, et ces lignes ou stries ressemblaient exactement a celles qui se produisent a la surface d'une masse de verre artificiel en fusion quand on le repand du vase qui le renferme. Humboldt aussi a decrit de petites cavites, qu'il compare a la queue des cometes et qui s'etalent derriere des spherulites dans des obsidiennes lamellaires du Mexique; et M. Scrope a decrit d'autres cavites a la partie posterieure de fragments empates dans un trachyte lamellaire; il croit qu'elles se sont formees pendant que la masse etait en mouvement[46]. D'apres ces faits, plusieurs auteurs ont attribue la lamellation de ces roches volcaniques au mouvement qu'elles ont subi quand elles etaient a l'etat liquide. Quoiqu'il soit facile de comprendre pourquoi chaque vacuole, ou chaque fibre de pierre ponce[47], doit etre etiree dans le sens du mouvement de la masse, on ne voit nullement pour quelle raison le mouvement aurait dispose ces vacuoles et ces fibres dans les memes plans, et en lames absolument droites et paralleles entre elles qui sont souvent d'une finesse extreme; et l'on voit encore beaucoup moins pour quelle cause ces couches arrivent a presenter une composition presque semblable avec une structure differente.

Pour chercher a etablir la cause qui a determine la lamellation de ces roches feldspathiques ignees, rappelons les faits decrits d'une maniere si detaillee a l'Ascension. Nous voyons qu'un certain nombre des couches les plus minces sont constituees, en tres grande partie, par de nombreux cristaux excessivement petits, quoique parfaits, de divers mineraux; que d'autres couches sont formees par la reunion de globules concretionnes de differentes especes, et que souvent on ne saurait distinguer les couches ainsi constituees des couches feldspathiques ordinaires et des couches de retinite, dont la masse totale est constituee en grande partie. A en juger par plusieurs cas semblables, la structure fibro-radiee des spherulites parait allier la tendance a la concretion avec la tendance a la cristallisation; en outre, les cristaux isoles de feldspath sont tous disposes dans les memes plans paralleles[48]. Ces forces en se combinant ont joue, par consequent, un role important dans la lamellation de la masse, mais elles ne sauraient etre considerees comme la force primordiale; car les nodules des differentes especes, les petits aussi bien que les plus grands, sont stries interieurement par des zones nuancees excessivement fines, paralleles a la lamellation de la masse totale; et un grand nombre d'entre eux portent aussi a la surface des sillons et des cretes paralleles diriges dans cette meme direction, et qui n'ont pas ete produits par decomposition.

On peut voir distinctement que quelques-unes des stries colorees les plus fines des couches lithoides alternant avec l'obsidienne sont dues a un commencement de cristallisation des mineraux constitutifs. On peut aussi constater avec certitude que le degre 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 où 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 spherulites 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 zonale 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 subéquente d'eau infiltrée, et dans les laves feldspathiques

lithoides par l'intervention posterieure des actions cristalline et concretionnaire. Le fragment d'obsidienne vitreuse de la collection de M. Stokes et qui est zone de petites vacuoles, doit ressembler d'une maniere frappante a un fragment de glace zonaire si on en juge d'apres la description du professeur Forbes. Si le mode de refroidissement et la nature de la masse avaient favorise sa cristallisation, ou le concretionnement, nous aurions pu constater dans l'echantillon dont il s'agit, de belles zones paralleles differenciees par leur texture et leur composition. Dans les glaciers les zones de glace poreuse et de petites fissures paraissent dues a un commencement d'etirement provoque par le fait que les parties centrales du glacier progressent plus rapidement que les parties laterales et que le fond, dont la marche est retardee par le frottement. C'est pour cette raison que les zones deviennent horizontales dans certains glaciers d'une forme determinee, et a l'extremite inferieure de presque tous les glaciers. On pourrait se demander si les laves feldspathiques a lamelles horizontales ne nous offrent pas un cas analogue. Tous les geologues qui ont etudie des regions trachytiques sont arrives a conclure que les laves de cette serie n'ont ete qu'imparfaitement fluides. Il est evident, en outre, que les matieres qui ont eu une faible fluidite sont les seules qui puissent se fissurer et ou les differences de tension puissent provoquer la disposition zonaire, comme nous l'admettons ici. C'est peut-etre pour cette raison que les laves augitiques, qui semblent generalement avoir joui d'un haut degre de fluidite, ne sont pas[52] divisees en lames de composition et de texture differentes, comme les laves feldspathiques. En outre, dans la serie augitique, il ne parait jamais exister de tendance a l'action concretionnaire qui joue, comme nous l'avons vu, un role important dans la structure lamellaire des roches de la serie trachytique, ou qui, tout au moins, contribue a rendre cette structure apparente.

Quelle que soit l'opinion qu'on puisse avoir sur l'interpretation que je viens de donner ici de la structure lamellaire des roches trachytiques, je me permets d'attirer l'attention des geologues sur ce seul fait, qu'a l'ile de l'Ascension, dans une masse rocheuse d'origine incontestablement volcanique, il s'est produit des couches souvent tres minces, absolument droites et paralleles entre elles. Une partie de ces couches sont composees de cristaux isoles de quartz et de diopside, auxquels s'ajoutent des taches amorphes de nature augitique et des grains de feldspath. D'autres couches sont entierement constituees par ces taches augitiques noires avec des granules d'oxyde de fer. Enfin, un certain nombre de couches sont formees de feldspath cristallin plus ou moins pur, associe a de nombreux cristaux de feldspath orientes dans le sens de leur longueur. Il y a des raisons de croire que, dans cette ile, les lamelles ont ete formees originellement dans la position fortement inclinee qu'elles occupent aujourd'hui, et ce fait est parfaitement etabli pour d'autres roches analogues. Les faits de ce genre sont incontestablement importants quant a l'origine de la structure de cette grande serie de roches plutoniques qui, de meme que les roches volcaniques, ont ete soumises a l'action de la chaleur, et qui sont formees de couches alternantes de quartz, de feldspath, de mica et d'autres mineraux.

Notes:

[1] _Geographical Journal_, vol. V, p. 243.

[2] M. Lesson a observe ce fait (Voir la _Zoologie du voyage de la

"Coquille"_, p. 490). M. Hennah (_Geolog. Proceedings_, 1835, p. 189) fait observer en outre qu'a l'Ascension les lits de cendre les plus etendus se trouvent invariablement du cote 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 variete de cette peperine ou tuf est assez dure pour ne pouvoir etre brisee meme sous la pression la plus forte des doigts.

[7] A la partie nord de Green Mountain, on observe une couche mince d'oxyde de fer compacte, epaisse d'un pouce environ, qui s'etend sur une surface considerable; elle est en stratification concordante avec la partie inferieure de la masse stratifiee de cendres et de fragments. Cette substance est d'un brun rougeatre, a eclat presque metallique; elle n'est pas magnetique, mais le devient lorsqu'elle a ete chauffee au chalumeau, elle noircit alors et fond en partie. Cette roche compacte retient la petite quantite d'eau de pluie qui tombe dans l'ile, et donne naissance ainsi a une petite source coulant goutte a goutte, que Dampier a decouverte le premier. C'est la seule eau douce que l'on trouve dans l'ile, de sorte qu'elle n'est habitable que grace a l'existence de cette couche ferrugineuse.

[8] Le professeur Miller a bien voulu examiner ce mineral. Il a observe deux bons clivages de 86 deg.30' et 86 deg.50'. La moyenne de plusieurs clivages que j'ai mesures etait 86 deg.30'. Le professeur Miller constate que ces cristaux, reduits en poudre fine, sont solubles dans l'acide chlorhydrique avec residu de silice; l'addition d'oxalate d'ammonium donne un abondant precipite de chaux. Il fait remarquer, en outre, que, d'apres von Kobell, l'anorthite (mineral qu'on rencontre dans les fragments projetes au Monte Somma) est toujours blanche et transparente, de sorte que, s'il en est ainsi, ces cristaux de l'Ascension doivent etre consideres comme du feldspath Labrador. Le professeur Miller ajoute qu'il a vu dans _Erdmann's Journal fuer technische Chemie_ la description d'un mineral rejete par un volcan, qui offrait les caracteres extérieurs du Labrador, mais dont la composition differait de celle donnee pour cette espece par les mineralogistes. L'auteur attribuait cette difference a 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 general les masses de roches primitives connues, je veux parler de celles qui ressemblent parfaitement a nos granites, gneiss et micaschistes, sont fort rares dans les laves; les substances que nous designons generalement sous le nom de granite et qui ont ete projetees par le Vesuve, sont des melanges de nepheline, de mica et de pyroxene".

[10] Cette aire est limitee 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 feuilletts 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 presentent les faces P, _z_, _m_ 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 _r_ du prisme hexagonal regulier.

[24] _Geological Transactions_, vol. III, part. 1, p. 37.

[25] Ces analyses ont ete prises dans le _Traite 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] _Traite de geognosie_, t. II, p. 535.

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

[29] J'ignore s'il est generalement connu qu'on rencontre parfois dans

les agates des corps presentant exactement le meme aspect que les spherulites. M. Robert Brown m'a montre une agate formee dans une cavite d'un morceau de bois silicifie, portant de petites taches a peine visibles a l'oeil nu; vues a l'aide d'une forte loupe, ces taches offraient un tres bel aspect; elles etaient exactement circulaires et consistaient en fibres extremement fines, de couleur brune, rayonnant fort regulierement autour d'un centre commun. Ces petites etoiles rayonnantes sont quelquefois coupees et partiellement entamees par les fines zones rubanees de l'agate. Dans l'obsidienne de l'Ascension, les deux moities d'une spherulite sont souvent engagees dans des zones de couleur differente, mais elles ne sont pas entamees par ces dernieres 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, *_Traite de geognosie_*, t. II, p. 534.

[35] J'ai observe 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 generalement blanches, opaques, et sont accolees en couches distinctes. Plusieurs varietes remarquables different de toutes celles de l'Ascension. Les obsidiennes presentent des zones minces, absolument droites ou ondulees, qui ne se distinguent de la masse que par des differences extremement faibles de nuance, de porosite ou d'etat vitreux plus ou moins parfait. En suivant un certain nombre des zones les moins nettement vitreuses, on constate qu'elles se montrent bientot parsemees de spherulites blanches tres petites qui deviennent de plus en plus nombreuses et finissent par se reunir en une couche distincte. A l'Ascension, au contraire, les spherulites brunes seules se reunissent et forment des couches; les blanches sont toujours disseminees irregulierement. Certains echantillons appartenant aux collections de la Societe geologique, et rapportes a une formation d'obsidienne du Mexique, ont une cassure terreuse et sont divises en lamelles extremement fines par des taches d'un mineral 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 isles Canaries_*, p. 184 et 190; pour les iles Lipari, voir le *_Voyage_* de Dolomieu, p. 34; pour l'Islande, voir *_Mackenzie's Travels_*, p. 369.

[38] *_Memoire pour servir a une description geologique de la France_*, t. IV, p. 371.

[39] Mac Culloch constate (*_Classification of Rocks_*, p. 531) que, sur les dikes de retinite a l'ile d'Arran, les surfaces exposees a l'air sont sillonnees "de lignes ondulees, ressemblant a certains genres de papier marbre et qui resultent evidemment d'une difference

correspondante dans la structure lamellaire".

[40] _Personal Narrative_, vol. I, p. 222.

[41] _Geological Transactions_, vol. II (seconde serie), p. 195.

[42] _Description des iles Canaries_, p. 184.

[43] _Voyage aux iles de Lipari_, pp. 35 et 85.

[44] Dans ce cas, comme dans celui de la pierre ponce fissile, la structure s'ecarte beaucoup de celle des roches precedentes, dont les lamelles consistent en couches alternantes qui different de composition ou de texture. Cependant il y a des raisons de croire avec d'Aubuisson que dans certaines formations sedimentaires qui semblent homogenes et fissiles, par exemple, dans une ardoise a eclat micace, les lamelles sont dues reellement a des couches alternantes de mica excessivement minces.

[45] Voir _Phillips' Mineralogy_, p. 136, pour les iles italiennes. Pour le Mexique et le Perou, voir _l'Essai geognostique_, de de Humboldt. M. Edwards decrit 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 serie), p. 200, etc. Dans certains cas, ces fragments empates consistent en trachyte lamellaire detache 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 irregulierement tachetees de fragments appartenant aux varietes qui forment ailleurs les rubans paralleles. Dans ces divers cas, nous devons supposer qu'apres qu'une partie de la masse fondue eut pris la structure lamellaire, une nouvelle eruption 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 mineral quelconque dans une roche de composition complexe suppose la reunion des atomes necessaires, en meme temps qu'une action de concretion. La cause pour laquelle tous les cristaux de feldspath sont orientes suivant le sens de leur longueur dans ces roches de l'Ascension est probablement la meme que celle de l'allongement et de l'aplatissement dans cette meme direction de tous les globules spherulitiques bruns (qui offrent au chalumeau les caracteres 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 a peu pres la meme explication que M. Scrope entendait donner en parlant (_Geolog. Transact._, vol. II, seconde serie, p. 228) de la structure rubanee de ces roches trachytiques, qui provient d'une "extension lineaire de la masse imparfaitement liquide, accompagnee d'une action de concretion".

[52] Il n'est pas rare que des laves basaltiques, ainsi que plusieurs

autres roches, soient divisees en lames ou plaques epaisses, de meme composition, et qui sont tantot droites et tantot courbees; ces lames, coupees par des lignes de fissure verticales, s'unissent quelquefois pour constituer des colonnes. Cette structure parait se rapprocher, quant a son origine, de celle que presentent un grand nombre de roches ignees et sedimentaires traversees par des systemes de fissures paralleles.

CHAPITRE IV

SAINTE-HELENE

Laves des series feldspathique, basaltique et sous-marine.--Coupe de Flagstaff Hill et du Barn.--Dikes.--Baies Turk's Cap et Prosperous.--Enceinte basaltique.--Crete centrale crateriforme avec rebord interieur et parapet.--Cones de phonolite.--Bancs superficiels de gres calcaireux.--Coquilles terrestres eteintes.--Lits de detritus.--Soulèvement de la region.--Denudation.--Crateres de soulèvement.

L'ile tout entiere est d'origine volcanique; suivant Beatson[1], sa circonference est d'environ 28 milles. Le centre et la plus grande partie de l'ile sont constituees par des roches de nature feldspathique, generalement tres decomposees, et offrant alors une remarquable succession de lits argileux tendres, alternants, rouges, pourpres, bruns, jaunes et blancs. Par suite du peu de duree de notre sejour, je n'ai pu examiner ces lits avec soin; quelques-uns d'entre eux, specialement ceux a nuances blanches, jaunes et brunes, constituaient originellement des coulees de lave, mais la plupart de ces lits ont probablement ete ejacules sous forme de scories et de cendres; d'autres lits, colores en pourpre, avec des plages a contours cristallins constituees par une substance blanche tendre, semblent avoir ete autrefois des porphyres argileux compacts et resistants; ils sont aujourd'hui onctueux au toucher, et donnent, comme la cire, une rayure luisante sous l'ongle. Les lits argileux rouges offrent generalement une structure brechiforme, et ont ete formes, sans aucun doute, par la decomposition de scories. Cependant, plusieurs coulees fort etendues, appartenant a cette serie, conservent leur caractere lithoide, elles sont soit d'une couleur vert-noiratre avec de petits cristaux aciculaires de feldspath, soit d'une teinte tres pale; dans ce dernier cas, elles sont formees principalement de petits cristaux de feldspath souvent ecailleux, portant un grand nombre de taches noires microscopiques. Ces coulees sont generalement compactes et lamellaires; pourtant d'autres coulees, d'une composition semblable, sont celluleuses et legerement alterees. Aucune de ces roches ne renferme de grands cristaux de feldspath ni ne presente la cassure rugueuse caracteristique du trachyte. Ces laves et ces tufs feldspathiques recouvrent les autres roches et appartiennent donc a la derniere phase eruptive; cependant d'innombrables dikes et de grandes masses de roches fondues y ont ete posterieurement injectes. Ils convergent, en s'elevant, vers la crete curviligne centrale, dont un point atteint l'altitude de 2.700 pieds. Cette crete est la partie la plus elevee de l'ile, et elle a constitue autrefois le bord septentrional d'un grand cratere, d'ou se sont ecoulees les laves de

cette serie; la structure de ce cratere est rendue fort obscure par l'etat de degradation dans lequel il se trouve, par la disparition de sa partie meridionale et par les dislocations violentes que l'ile a subies.

Serie basaltique. --La cote de l'ile consiste en un cercle, grossierement dessine, de grands remparts de basalte, noirs et stratifies, s'inclinant vers la mer et que les flots ont transformes en falaises souvent presque perpendiculaires, dont la hauteur varie de quelques centaines de pieds a 2.000 pieds. Ce cercle, ou plutot cette enceinte en forme de fer a cheval est ouverte du cote du sud et entamee par plusieurs autres grandes breches. Son rebord superieur ou sommet ne s'eleve ordinairement qu'a une faible altitude au-dessus du niveau de la contree interieure voisine, et les laves feldspathiques plus recentes, descendant des hauteurs centrales, viennent generalement buter contre son plan interne qu'elles recouvrent; mais, dans la partie nord-ouest de l'ile (pour autant qu'on en puisse juger de loin) les laves semblent avoir deborde cette barriere et l'avoir masquee en partie. En certains endroits ou l'anneau basaltique est rompu et ou cette enceinte noire est divisee en troncons, les laves feldspathiques ont coule entre ces derniers et surplombent aujourd'hui la cote sous forme de falaises elevees. Ces roches basaltiques ont une couleur noire et sont stratifiees en couches minces; elles sont habituellement tres celluleuses, mais parfois compactes; quelques-unes d'entre elles renferment de nombreux cristaux de feldspath vitreux et des octaedres de fer titanifere; d'autres abondent en cristaux d'augite et en grains d'olivine. Les vacuoles sont frequemment tapissees de petits cristaux (de chabasie?), ce qui donne meme parfois a la roche une structure amygdaloïdale. Les coulees de lave sont separees les unes des autres par des cendres ou par un tuf salifere friable, d'un rouge vif, offrant des lignes superposees comme celles que provoque la sedimentation et qui presente parfois une structure concretionnee mal definie. Les roches de la serie basaltique ne se montrent que pres de la cote. Dans la plupart des contrees 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 tres voisine de celle de la famille trachytique, a ete ejacule apres les nappes basaltiques: cependant les nombreux dikes injectes dans les laves feldspathiques, et ou abondent de grands cristaux d'augite, devoient peut-etre une tendance au retour vers le mode ordinaire de superposition.

Laves sous-marines de la base. --Les laves de la serie inferieure se trouvent immediatement 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'ile. Dans les coupes que j'ai etudiees, leur nature est fort variable; quelques-unes des couches abondent en cristaux d'augite; d'autres, colorees en brun, sont laminaires ou formees de galets, et plusieurs sections sont rendues fortement amygdaloïdes par la presence de matieres calcaires. Les nappes successives sont intimement unies entre elles, ou separees les unes des autres par des bancs de roches scoriacees 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 presente parfois aussi en lits minces. L'abondance de ces deux substances, la presence de cailloux roules dans les tufs et l'abondance des roches amygdaloïdes me portent a croire que ces

couches volcaniques inferieures sont d'eruption sous-marine. Peut-etre cette remarque doit-elle etre appliquee aussi a une partie des roches basaltiques surincombantes; mais je n'ai pu trouver de preuve bien nette de ce dernier fait. Partout ou j'ai examine les couches de la serie inferieure, j'ai constate qu'elles etaient traversees par un tres grand nombre de dikes.

Flagstaff Hill et le Barn.--Je decrirai maintenant quelques-unes des coupes les plus remarquables en commençant par ces deux collines qui constituent les traits les plus caracteristiques de la partie nord-est de l'ile. Le profil carre et anguleux du Barn ainsi que sa couleur noire montrent au premier coup d'oeil qu'il appartient a la serie basaltique, tandis que la surface adoucie et la forme conique de Flagstaff Hill, et ses teintes vives et variees prouvent avec la meme evidence que cette derniere colline est formee des roches feldspathiques alterees, dont il a ete question au commencement du chapitre. Ces deux hautes collines sont reunies (comme on le voit dans la figure no. 8) par une crete aigue constituee par les laves a galets de la serie inferieure. Les couches de cette crete plongent vers l'ouest sous un angle qui diminue graduellement a mesure qu'on s'avance vers le Flagstaff, et l'on peut constater, quoique assez difficilement, que les couches feldspathiques superieures de cette colline plongent uniformement vers l'W.-S.-W. Pres du Barn, les couches de la crete sont presque verticales, mais leur allure est masquee par d'innombrables dikes; leur inclinaison change probablement sous cette colline et, de verticales qu'elles etaient, les couches se montrent inclinees dans un sens oppose: en effet, les couches superieures basaltiques, qui ont environ 800 a 1.000 pieds d'epaisseur, plongent vers le nord-est sous un angle de 30 a 40 deg..

[Illustration: FIG. 8. Les lignes epaisses representent les couches basaltiques; les lignes fines, les couches sous-marines inferieures; les lignes pointillees, les couches feldspathiques superieures. Les dikes sont indiques par des hachures transversales.]

La crete ainsi que les collines de Flagstaff et de Barn sont sillonnees de dikes, dont plusieurs conservent un parallelisme remarquable suivant une direction N.-N.-W--S.-S.-E. Les dikes sont formes principalement d'une roche a laquelle de grands cristaux d'augite donnent la structure porphyrique, d'autres dikes sont formes d'un trapp brun a grains fins. La plupart de ces dikes sont recouverts d'une couche brillante[3], epaisse de un a deux dixiemes de pouce, fusible en un email noir, contrairement a ce qui se produit pour la retinite veritable. Cette couche est evidemment analogue au revetement superficiel brillant qu'on observe sur un grand nombre de coulees 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 epaisseur a peu pres toujours uniforme[4]. M. Seale rapporte qu'un dike situe pres du Barn ne decroit en largeur que de 4 pouces seulement sur toute sa hauteur, qui est de 1.260 pieds,--de 9 pieds a la base elle se reduit a 8 pieds 8 pouces au sommet. Dans cette crete la direction suivie par les dikes parait avoir ete surtout determinee par l'alternance de couches tendres et dures; souvent ils sont intimement associes aux couches les plus dures, et restent paralleles sur des longueurs si considerables que frequemment il devient impossible de distinguer les bancs qui sont de vrais dikes, des nappes de lave. Quoique les dikes soient si nombreux sur cette crete, ils sont plus nombreux encore dans les vallees voisines situees

au sud, a tel point que je n'en ai vu nulle part un aussi grand nombre. Dans ces vallees ils ont une orientation moins reguliere et couvrent le sol d'un reseau semblable a une toile d'araignee; en certains points la surface du sol parait meme exclusivement constituee par des dikes entrelaces.

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 originiairement. 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.

Baies Turks' Cap et Prosperous.--Prosperous Hill est une grande montagne noire et escarpee, situee a 2 milles et demi au sud du Barn,

et constituee de couches basaltiques comme cette derniere colline. Ces couches reposent d'un cote sur les bancs porphyriques bruns de la serie inferieure, et d'un autre cote sur une masse fissuree d'une roche fortement scoriacee et amygdaloide, qui parait avoir constitue un centre d'eruption sous-marine peu etendu et contemporain de la serie inferieure. Prosperous Hill est traverse, comme le Barn, par un grand nombre de dikes, dont la plupart courent du nord au sud, et ses couches plongent obliquement, peut-on dire, de l'ile vers la mer, sous un angle d'environ 20 deg.. Comme on le voit dans la figure no. 9, l'espace compris entre Prosperous Hill et le Barn est occupe par des falaises elevees, formees de laves de la serie superieure ou feldspathique, reposant en stratification discordante sur les strates sous-marines inferieures, comme nous avons vu qu'elles le font a Flagstaff Hill. Neanmoins, a l'oppose de ce qui se presente sur cette derniere colline, les couches superieures sont presque horizontales et s'elevent doucement vers l'interieur de l'ile. En outre, ces couches sont composees de laves compactes, noir-verdatre, ou plus communement brun pale, au lieu d'etre constituees par des materiaux devenus tendres, et colores de teintes vives. Ces laves compactes brunes sont formees presque entierement de feldspath en petits eclats luisants ou en petits cristaux aciculaires tres rapproches les uns des autres et associes a de nombreuses petites taches noires qui sont probablement de la hornblende. Les strates basaltiques de Prosperous Hill ne s'elevent qu'a une faible hauteur au-dessus du niveau des coulees feldspathiques doucement inclinees qui viennent buter contre leurs bords redresses et les entourent. L'inclinaison des couches basaltiques parait trop prononcee pour etre due au fait qu'elles auraient coule sur une pente, et elles doivent avoir ete amenees a leur position actuelle par un redressement survenu avant l'eruption des coulees feldspathiques.

[Illustration: FIG. 9.--Les lignes doubles representent les couches basaltiques; les lignes simples, les couches sous-marines inferieures; les lignes pointillees, les couches feldspathiques superieures.]

Enceinte basaltique.--En faisant le tour de l'ile, on observe qu'au sud de Prosperous Hill les laves de la serie superieure forment des falaises tres elevees surplombant la mer. Le cap designe sous le nom de Great Stony-top, et qu'on rencontre ensuite, est compose, je crois, de basalte ainsi que le promontoire appele Long Range Point, auquel aboutissent, du cote de la terre, les couches colorees. Sur la cote sud de l'ile nous voyons les strates basaltiques de South Barn plonger obliquement vers la mer sous un angle tres prononce; ce cap depasse legerement aussi le niveau des laves feldspathiques plus modernes. Plus loin encore, la cote a ete fortement denudee sur une grande longueur, de chaque cote de Sandy Bay, et il ne semble plus etre reste en cet endroit que les debris de la base du grand cratere central. Les couches basaltiques reparaissent avec leur inclinaison vers la mer, au pied de la colline appelee Man-and-Horse; et elles se poursuivent sur toute la longueur de la cote nord-ouest, depuis ce point jusqu'a Sugar-Loaf Hill, qui est situe pres du Flagstaff. Ces coulees offrent partout la meme inclinaison vers la mer, et elles reposent, en certains points au moins, sur les laves de la serie inferieure. Nous voyons ainsi que la circonference de l'ile est formee par une enceinte de basalte fortement ebrechee, ou plutot par des masses de basalte disposees en forme de fer a cheval ouvert vers le sud et coupe par plusieurs larges breches du cote de l'est. La largeur de cette frange marginale parait varier de 1 mille a 1 mille et demi du cote

nord-ouest, qui est le seul ou elle soit parfaitement complete. Les couches basaltiques et celles de la serie inferieure, qu'elles recouvrent, sont faiblement inclinees vers la mer aux endroits ou leur allure primitive n'a pas ete modifiee. La degradation plus prononcee de l'anneau basaltique autour de la moitie orientale de l'ile qu'autour de sa moitie occidentale, est due evidemment a ce que la puissance erosive des vagues est beaucoup plus considerable sur la cote orientale, exposee au vent, que sur la cote placee sous le vent, c'est ce que prouve du reste la hauteur plus forte des falaises sur la premiere de ces cotes. On ne saurait affirmer si les breches ont ete ouvertes dans la bordure de basalte avant ou apres l'erupcion des laves de la serie superieure; mais, comme certaines parties detachees de l'enceinte basaltique paraissent avoir ete redressees avant que ce phenomene se fut produit, et pour d'autres raison encore, il est fort probable que tout au moins un certain nombre des breches sont anterieures a l'erupcion. Si on reconstitue hypothetiquement cette enceinte circulaire de basalte, l'espace interne, ou la cavite, qui a ete comblee ulterieurement par les matieres ejaculees par le grand cratere central, parait avoir presente une forme ovale, longue de 8 a 9 milles sur 4 milles environ de largeur, et dont l'axe etait dirige suivant une ligne _N.-E.-S.-W._ coincidant avec le grand axe actuel de l'ile.

Crete centrale courbe.--Cette crete est formee, comme nous l'avons dit plus haut, de laves feldspathiques grises et de tufs argileux rouges, brechiformes, semblables aux couches de la serie superieure colorees 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 generalement devenues fort tendres. Sauf ce caractere et la propriete d'etre tres vesiculaires en beaucoup d'endroits, elles sont entierement semblables aux grandes nappes de lave qui surplombent la cote a Prosperous Bay. A en juger d'apres les traces de denudation, il s'est ecoule de longs intervalles de temps entre la formation des bancs successifs dont la crete est constituee. Sur le versant escarpe du nord j'ai observe dans plusieurs coupes une surface ondulee de tuf rouge fortement erodee, et recouverte de laves feldspathiques grises decomposees, sans autre interposition qu'une mince couche terreuse. En un point voisin j'ai remarque un dike de trapp, large de 4 pieds, arase et recouvert par la lave feldspathique comme le represente la figure. La crete se termine vers l'est en un crochet, qui n'est represente avec une nettete suffisante sur aucune des cartes que j'ai vues. Vers son extremite occidentale elle s'abaisse graduellement et se divise en plusieurs cretes secondaires. La partie la mieux definie de la crete, entre Diana's Peak et Nest Lodge, sert de base a des pics dont la hauteur varie de 2.000 a 2.700 pieds, et qui sont les plus eleves de toute l'ile; 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 crete recourbee n'est autre chose que le dernier vestige d'un grand cratere. Cependant, quand on cherche a retrouver le contour primitif de ce cratere, on est bien vite desorienté; son extremite occidentale s'abaisse graduellement, et s'etend vers la cote en se divisant en d'autres cretes; l'extremite orientale est plus fortement courbee, mais elle est a peine mieux definie. Quelques particularites me font supposer que le mur meridional du cratere rencontrait la crete actuelle pres de Nest Lodge; s'il en est ainsi, le cratere doit avoir a peu pres 3 milles de longueur sur 1 mille et demi de largeur environ. Nous aurions cherche vainement a reconnaitre la veritable nature de la crete, si la denudation qu'elle a subie et la decomposition des roches dont elle est formee avaient ete un peu plus avancees qu'elles ne le sont, et si la crete avait ete coupee par de grands dikes et par des masses considerables de matieres injectees, comme l'ont ete plusieurs autres parties de l'ile. Meme dans l'etat actuel des choses, nous avons vu qu'a Flagstaff Hill l'extremite inferieure d'une nappe de matiere eruptive a ete soulevee a une hauteur egale et probablement meme superieure a celle du cratere dont

elle s'est ecoulee. Il est interessant de suivre ainsi les degres par lesquels passe la structure d'une region volcanique en s'obscurcissant peu a peu pour finir par s'effacer. L'île de Sainte-Helene se rapproche tellement de cette derniere phase que jusqu'ici personne, je crois, n'a suppose que la crete centrale ou l'axe de l'île fut la derniere epave du cratere dont les coulees volcaniques les plus recentes ont ete ejaculees.

Le grand espace vide, ou la vallee, qui existe au sud de la crete centrale curviligne, et sur laquelle s'etendait autrefois la moitie du cratere, est formee de monticules et de cretes denudes et erodes, constitues par des roches rouges, jaunes et brunes, melees en une confusion cahotique, entrelacees de dikes, et sans aucune stratification reguliere. La partie principale consiste en scories rouges en voie de decomposition, associees a des tufs de diverses varietes et a des lits argileux jaunatres pleins de cristaux brises, parmi lesquels ceux d'augite sont d'une grandeur remarquable. Ca et la surgissent des masses de lave tres vesiculaires et tres amygdaloides. Sur l'une des cretes, au milieu de la vallee, se dresse brusquement une colline conique tres escarpee, designee sous le nom de Lot. C'est un trait saillant et singulier du paysage. Cette colline est formee de phonolite, dont une partie est en grands feuillets courbes, une autre partie est constituee de boules concretionnees plus ou moins anguleuses, et la troisieme consiste en colonnes disposees 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 cone qui emerge au-dessus de ces couches est haute de 197 pieds[10] et sa section horizontale est ovale. Le phonolite est gris verdatre et plein de petits cristaux aciculaires de feldspath; il offre, dans la plupart des cas, une cassure conchoidale, il est sonore et il est crible de petites cavites. Au S.-W. de Lot, on observe plusieurs autres pics colonnaires fort remarquables, mais de forme moins reguliere, notamment Lot's Wife, et les Asses' Ears, constitues d'une roche analogue. Leur forme aplatie et leur position relative demontrent 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 calcarifere tendre, en bancs superficiels fort etendus quoique peu epais. Il consiste en tres petits fragments roules 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 coquilliers 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 été laissé à nu; ces cailloux doivent donc avoir été soulevés par l'action du dépôt très lent qui s'opérerait et les recouvrirait de couches successives de carbonate de chaux. Des masses d'une roche blanche, finement oolitique, sont fixées à la surface externe d'un certain nombre de ces cailloux. Von Buch a décrit un calcaire compact de Lanzarote qui ressemble parfaitement au dépôt stalagmitique dont il s'agit; cet enduit recouvre des cailloux, et en certains endroits il est finement oolitique. Ce calcaire forme une couche très étendue dont l'épaisseur varie d'un pouce à 2 ou 3 pieds, et on le rencontre à la hauteur de 800 pieds au-dessus de la mer, mais uniquement sur celle des côtes de l'île qui est exposée aux vents violents du nord-ouest. Von Buch fait observer[13] qu'on ne le rencontre pas dans les cavités du sol, mais uniquement sur les flancs continus et inclinés de la montagne. Il croit que ce calcaire a été déposé par les embruns que ces vents violents portent au-dessus de l'île tout entière. Il me paraît cependant beaucoup plus vraisemblable que cette roche a été formée, comme à Sainte-Hélène, par l'infiltration de l'eau dans des amas de coquilles finement concassées; car lorsque le sable est transporté par le vent sur une côte très exposée, il tend toujours à s'accumuler sur des surfaces larges et unies offrant aux vents une résistance uniforme. En outre, à l'île voisine de Fuerteventura[14], il existe un calcaire terreux qui, d'après von Buch, est entièrement semblable aux spécimens provenant de Sainte-Hélène qu'il a vus, et qu'il croit formés 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 Succinée, 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, où 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 calcaireuse provenant probablement de la décomposition partielle d'une certaine quantité des coquilles. M. Seale, l'intelligent résident de

Sainte-Helene, qui a, le premier, appele l'attention sur ces coquilles, m'en a donne une collection nombreuse provenant d'une autre localite, ou elles semblent avoir ete enfouies dans une terre fort noire. M. G.-R. Sowerby a etudie ces coquilles et les a decrites dans l'Appendice. Il y en a sept especes, notamment une *Cochlogena*, deux especes du genre *Cochlicopa*, et quatre du genre *Helix*; aucune de ces especes n'est connue comme vivante et n'a ete trouvee ailleurs que la. De petites especes ont ete retirees de l'interieur des grandes coquilles de *Cochlogena auris-vulpina*. Cette derniere espece est fort singuliere a divers egards. Lamarck lui-meme l'a classee dans un genre marin, elle a ete prise ainsi erroneement pour une coquille marine, et les especes plus petites qui l'accompagnent ayant passe inaperçues, on a mesure l'altitude des endroits exactement determines ou elle a ete trouvee, et on a conclu ainsi au soulèvement de l'ile! Il est bien remarquable que toutes les coquilles de cette espece que j'ai trouvees en un meme endroit forment, d'apres M. Sowerby, une variete distincte de celle a laquelle appartiennent les coquilles provenant d'une autre localite et recueillies par M. Seale. Comme cette *Cochlogena* est une coquille grande et bien visible, j'ai soigneusement interroge plusieurs habitants fort intelligents, sur le point de savoir s'ils avaient jamais vu cet animal a l'etat vivant; ils m'ont tous affirme que non, et meme ils ne voulaient pas croire que ce fut un organisme terrestre; en outre, M. Seale, qui a collectionne des coquilles a Sainte-Helene pendant toute sa vie, ne l'a jamais rencontree a l'etat vivant. Peut-etre decouvrira-t-on que quelques-unes des especes les plus petites sont encore vivantes; mais, d'un autre cote, les deux mollusques terrestres vivant actuellement en abondance dans l'ile n'ont jamais ete trouves, que je sache, associes dans les roches avec les especes eteintes. J'ai montre dans mon journal[16] que l'extinction de ces mollusques terrestres pourrait n'etre pas fort ancienne, car un grand changement s'est produit dans l'ile il y a environ cent vingt ans; a cette epoque, les vieux arbres moururent, et ils ne furent pas remplaces parce que les jeunes arbres etaient detruits au fur et a mesure de leur naissance par les chevres et les porcs, qui vivaient dans l'ile en grand nombre et a l'etat de liberte depuis 1502. M. Seale affirme que sur Flagstaff-Hill, ou les coquilles enfouies sont surtout abondantes, comme nous l'avons vu, on peut observer partout des traces qui demontrent clairement que cette colline a ete couverte autrefois d'une epaisse foret; aujourd'hui, il n'y croit pas meme un buisson. La couche epaisse de terre vegetale noire, qui recouvre le banc coquillier sur les flancs de cette colline, a ete probablement amenee du sommet par les eaux des que les arbres perirent et que l'abri qu'ils offraient disparut.

Soulevement de l'ile.--Après avoir constate que les laves de la serie inferieure, dont l'origine est sous-marine, ont ete elevees au-dessus du niveau de la mer et atteignent en certains endroits une altitude de plusieurs centaines de pieds, je me suis efforce de retrouver des signes superficiels du soulèvement de l'ile. Le fond d'un certain nombre des gorges qui descendent vers la cote est comble, sur une hauteur de 100 pieds environ, par des couches mal definies de sable, d'argile limoneuse et de masses fragmentaires. M. Seale a trouve dans ces couches les os de l'Oiseau du Tropique et de l'Albatros; aujourd'hui le premier de ces oiseaux visite rarement l'ile, et le second n'y vient jamais. La difference qui existe entre ces couches et les amas inclines de debris qui les recouvrent me fait supposer qu'elles ont ete deposees dans les gorges lorsque celles-ci se trouvaient au-dessous du niveau de la mer. En outre, M. Seale

a montre 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 que 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 érodés et abattus par les agents atmosphériques, mais nous pouvons difficilement supposer que cela soit possible pour les couches basaltiques résistantes du Barn.

Dénudation 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'élèvent 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 dikes 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 à San Thiago et à Maurice, et on les rencontre

si souvent, que je puis difficilement me résoudre à adopter cette explication. En outre, la simultanéité fréquente des faits que je vais énumérer me porte à 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 à une dénudation puissante, et tend peut-être, en certains cas, à 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 à 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 à 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 à 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 à celles qui soulèvent l'ensemble des continents, une hypothèse, embrassant les faits que je viens de citer, se présenta à mon esprit quand j'étudiai la partie de la côte de San Thiago où la couche calcaire soulevée horizontalement plonge dans la mer, immédiatement sous un cône de lave d'éruption postérieure. Cette hypothèse consiste à 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 à 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 à 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 à partir du plan de la faille et prendront ainsi une inclinaison plus forte. Suivant cette hypothèse, que je suis tenté de n'appliquer qu'à 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 à une dénudation puissante qui aurait provoqué la rupture de l'enceinte. Nous pouvons nous attendre aussi à constater des différences accidentelles d'inclinaison entre les masses soulevées, comme cela se produit à San Thiago. Cette hypothèse rattache également le soulèvement de l'ensemble de la région à 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 modele a grande echelle de l'île de Sainte-Helene, qui merite une visite, et qui se trouve actuellement au College d'Addiscombe dans le Surrey.

[3] Ce fait a ete observe (Lyell, *_Principles of Geology_*, vol. IV, chap. x, p. 9) dans les dikes de l'Atrio del Cavallo, mais il n'est probablement pas fort commun. Sir G. Mackensie affirme cependant (*_Travels in Iceland_*, p. 372) qu'en Islande toutes les veines presentent sur leurs bords "un revetement noir vitreux". Le capitaine Carmichael dit, en parlant des dikes de Tristan d'Acunha, ile volcanique de l'Atlantique meridional, 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 (*_Memoires de la Societe Geologique_*, t. II) fait observer que "les produits volcaniques n'ont que localement et rarement meme derange le sol, a travers lequel ils se sont fait jour".

[6] Un exemple remarquable de cette structure est decrit dans *_les Polynesian Researches_*, de Ellis (seconde edition), ou l'on trouve un dessin admirable des corniches et des terrasses successives qui s'etendent sur les bords de l'immense cratere d'Hawai aux iles Sandwich.

[7] *_Personal Narrative_*, t. I, p. 171.

[8] De Humboldt, *_Pituesque Atlas_*, folio, pl. 10.

[9] Dans ses *_Views of Vesuvius_* (pl. VI), Abich a represente la maniere dont les couches sont relevees, dans des circonstances a peu pres identiques. Les couches superieures sont redressees plus fortement que les inferieures, et il explique ce fait en montrant que la lave s'introduit horizontalement entre les couches inferieures.

[10] Cette altitude est donnee par M. Seale dans sa *_Geognosie_* de l'île. La hauteur du sommet au-dessus du niveau de la mer est evaluee a 1.444 pieds.

[11] Dans son *_Traite de Geognosie_* (t. III, p. 540), d'Aubuisson insiste particulierement 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'île 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 ete communiquees de la maniere la plus obligeante par M.E. Robert, les segments de la circonference de l'Islande, qui sont formes d'anciennes couches basaltiques alternant avec du tuf, plongent vers l'interieur de l'ile, en imitant ainsi une coupe gigantesque. M. Robert a observe que cette disposition se presente le long de la cote sur une distance de plusieurs centaines de milles, sauf quelques rares interruptions tout a fait locales. Cette observation est confirmee, au moins en ce qui concerne une partie de la circonference, par Mackenzie, dans ses Travels (p. 377), et pour une autre localite par des notes manuscrites qui m'ont ete complaisamment pretees par le Dr Holland. La cote est fortement decoupee par des anses, au fond desquelles le pays est generalement bas. M. Robert m'a communique que les couches qui plongent vers l'interieur de l'ile semblent s'etendre jusqu'a cette ligne, et que leur inclinaison correspond ordinairement a celle de la surface du sol, depuis les hautes montagnes cotieres jusqu'a la contree basse qui s'etend a l'extremite des anses. Dans la coupe decrite par sir G. Mackenzie l'inclinaison est de 12 deg.. L'interieur de l'ile, pour autant qu'on le connaisse, consiste principalement en produits d'eruption

recents. Peut-etre l'etendue considerable de l'Islande, qui est presque egale a celle de l'Angleterre, devrait-elle la faire exclure de la classe d'iles que nous avons etudiees, mais je ne puis m'empecher de croire que, si les montagnes cotieres, au lieu de s'incliner doucement vers la region centrale plus basse, en avaient ete separees par des failles irregulierement recourbees, les couches auraient ete renversees de maniere a plonger vers la mer, et qu'il se serait forme un "cratere de soulèvement" comme celui de San Thiago ou de l'ile Maurice, mais de dimensions beaucoup plus vastes. Je me bornerai a faire observer en outre que l'existence frequente de lacs tres etendus au pied des grands volcans, et que l'association souvent constatee de nappes volcaniques et de depots d'eau douce paraissent demontrer que les regions voisines des volcans sont predisposees a s'abaisser au-dessous du niveau general de la contree environnante, soit qu'elles aient subi un soulèvement moins considerable, soit qu'elles se soient affaissees.

CHAPITRE V

ARCHIPEL DES GALAPAGOS

Ile Chatham.--Crateres formes d'une espece particuliere de tuf.--Petits crateres basaltiques avec cavites a leur base.--Ile Albemarle, laves liquides, leur composition.--Crateres de tuf, inclinaison de leurs couches divergentes externes, et structure de leurs couches convergentes internes.--Ile James, segment d'un petit cratere basaltique; fluidite et composition de ses coulees de lave et des fragments qu'il rejette.--Remarques finales sur les crateres de tuf et sur l'etat delabre de leurs flancs meridionaux.--Composition mineralogique des roches de l'archipel.--Soulèvement de la contree.--Direction des fissures d'eruption.

Cet archipel est situe sous l'Equateur, a la distance de 500 a 600 milles de la cote occidentale de l'Amerique du Sud. Il consiste en cinq iles principales et en plusieurs petites iles; leur ensemble est egal en surface^[1] mais non en etendue de pays, a la Sicile jointe aux iles Ioniennes. Elles sont toutes volcaniques; on a vu des crateres en eruption sur deux d'entre elles, et dans plusieurs des autres iles il y a des coulees de lave qui paraissent recentes. Les iles les plus grandes sont formees principalement de roches compactes et elles s'elevent a une altitude variant de 1.000 a 4.000 pieds, en presentant un profil peu accidenté. Parfois, elles sont surmontees d'un orifice principal, mais ce fait n'est pas general. La dimension des crateres varie, de simples orifices a d'immenses chaudières dont la circonference mesure plusieurs milles; ces crateres sont extraordinairement nombreux, a tel point que, si on les comptait, on en trouverait, je crois, plus de deux mille; ils sont formes soit de scories et de laves, soit d'un tuf colore en brun, et ces derniers crateres sont remarquables a divers egards. Le groupe entier a ete leve par les officiers du Beagle. J'ai visite moi-meme quatre des principales iles et j'ai recu des echantillons provenant de toutes les autres. Je ne decrirai sous la mention des differentes iles que celle qui me parait digne d'attention.

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

ILE CHATHAM.--_Crateres formes de tuf d'une espece particuliere_.

--Vers l'extremite orientale de l'ile on rencontre deux crateres formes de deux especes differentes de tuf; l'une d'elles est friable comme des cendres faiblement consolidees; l'autre est compacte, et d'une nature differente de tout ce dont j'ai jamais lu la description. Aux endroits ou cette derniere substance est le mieux caracterisee, elle est de couleur brun-jaunatre, translucide, et elle offre un eclat plus ou moins resineux; elle est cassante, a cassure anguleuse, rude et tres irreguliere; parfois pourtant legerement grenue, et meme vaguement cristalline; elle est facilement rayee par un couteau; certains points cependant sont assez durs pour rayer le verre; elle se fond avec facilite en un verre de couleur vert-noiratre. La masse renferme de nombreux cristaux brises d'olivine et d'augite, et de petites particules de scories noires et brunes; elle est souvent traversee par des veines minces d'une matiere calcaireuse. Elle affecte generalement une structure noduleuse ou concretionnee. Un echantillon isole de cette substance serait pris certainement pour une variete speciale de resinite a teinte pale; mais, quand on l'observe en masses, sa stratification et les nombreuses couches de fragments de basalte anguleux et arrondis demontrent a l'evidence, au premier coup d'oeil, qu'elle a ete formee sous les eaux. L'examen d'une serie de specimens montre que cette substance resiniforme est le produit d'une transformation chimique subie par de petites particules de roches scoriacees a teintes pales et foncees; et cette transformation peut etre suivie distinctement, dans ses differentes phases, autour des bords d'une seule et meme particule. D'apres la situation voisine de la cote, de presque tous les crateres composes de cette espece de tuf ou de peperine, et d'apres leur etat delabre, il est probable qu'ils ont tous ete formes sous la mer. En envisageant cette circonstance et le fait remarquable de l'absence de grands lits de cendres dans tout l'archipel, je considere comme fort probable que le tuf a ete forme presque en totalite par la trituration des laves basaltiques grises dans les crateres immerges. On peut se demander si l'eau fortement echauffee contenue dans l'interieur de ces crateres a produit cette singuliere alteration des particules scoriacees et leur a donne leur cassure translucide et resineuse; ou si la chaux qui s'y trouve associee a joue un role dans cette transformation. Je pose ces questions parce que j'ai observe a San Thiago, dans l'archipel du Cap Vert, que, lorsqu'un grand torrent de lave s'est ecoule vers la mer en passant sur des roches calcaires, sa surface externe, qui ressemble ailleurs a de la resinite, est transformee en une substance resiniforme exactement semblable aux specimens les plus caracteristiques du tuf de l'archipel des Galapagos, probablement par suite de son contact avec le carbonate de chaux[2].

Pour en revenir aux deux crateres, l'un d'entre eux se trouve a une lieue de la cote, et la plaine qui l'en separe est constituee par un tuf calcaire d'origine probablement sous-marine. Ce cratere consiste en un cercle de collines, dont quelques-unes sont entierement separees des autres, mais dont toutes les couches plongent tres regulierement vers l'exterieur, sous un angle de 30 a 40 deg.. Les bancs inferieurs sont formes, sur une epaisseur de plusieurs centaines de pieds, par la roche a aspect resineux decrite plus haut, avec fragments de lave empates. Les bancs superieurs, qui ont 30 a 40 pieds d'epaisseur, sont composes d'un tuf ou peperino[3] a grain fin, rude au toucher, friable, colore en brun et dispose en couches minces. Une masse centrale sans stratification, qui doit avoir occupe autrefois la

cavite du cratere, mais qui n'est reliee aujourd'hui qu'a un petit nombre des collines de la circonference, consiste en tuf de caractere intermediaire entre les tufs a cassure resiniforme et a cassure terreuse. Cette masse renferme une matiere calcaire blanche repandue en petites plages. Le second cratere (haut de 520 pieds) doit avoir forme un ilot separe jusqu'au moment de l'ejaculation d'une grande coulee de lave recente; dans une belle coupe, due a l'action de la mer, on voit une grande masse de basalte en forme d'entonnoir, entouree de tous cotes de parois abruptes formees par des tufs qui presentent quelquefois une cassure terreuse ou semi-resineuse. Le tuf est traverse par plusieurs larges dikes verticaux a parois unies et paralleles que j'ai consideres comme etant du basalte, jusqu'a ce que j'en eusse detache des fragments. Ces dikes sont formes de tuf semblable a celui des couches environnantes, mais plus compacte et a cassure plus unie; nous devons en conclure qu'il s'est forme des fissures, et qu'elles se sont remplies de vase ou de tuf plus fins provenant du cratere, avant que sa cavite interne fut occupee, comme aujourd'hui, par un lac solidifie de basalte. D'autres fissures se sont formees plus tard parallelement a ces singuliers dikes, et elles sont simplement comblees par des debris incoherents. La transformation des particules scoriacees normales en cette substance a 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 resinieuse. 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 a y penetrer; ces monticules n'ont pas emis de lave. On rencontre aussi d'autres monticules mamelonnees, d'une forme tres reguliere, constitues par des laves stratifiees et portant a leur sommet une cavite circulaire a parois escarpees, formee, je pense, par une masse gazeuse qui a d'abord cintre les couches en leur donnant la forme d'un monticule en ampoule et a determine ensuite l'explosion du sommet. Les monticules de ces divers genres, les puits et les nombreux petits crateres scoriaces nous montrent tous que cette plaine a ete pour ainsi dire penetree comme un crible par le passage des vapeurs echauffees. Les monticules les plus reguliers ne peuvent s'etre souleves que lorsque la lave etait a l'etat pateux[5].

ILE ALBEMARLE.--Cette ile porte cinq grands crateres a sommet plat, qui offrent entre eux et avec le cratere de l'ile voisine de Narborough une ressemblance remarquable de forme et de hauteur. Le cratere meridional a 4.700 pieds de hauteur, deux autres ont 3.720 pieds, un troisieme 50 pieds de plus que ce dernier, les autres semblent avoir a peu pres la meme hauteur. Trois d'entre eux sont situes sur une meme ligne et sont allonges dans une direction presque identique. On a trouve par des mesures trigonometriques que le cratere du nord, qui n'est pas le plus grand de tous, n'a pas moins de 3 milles 1/8 de diametre exterieur. Des deluges de lave noire, debordant la crete de ces grandes et larges chaudieres et s'echappant de petits orifices voisins de leur sommet, ont coule le long de leurs flancs denudes.

Fluidite de differentes laves.--Pres de Tagus ou Banks-Cove j'ai etudie une de ces grandes coulees de lave, fort interessante par les preuves qu'elle nous offre du haut degre de fluidite qu'elle a possedee, et qui est particulierement remarquable quand on envisage la composition de la coulee. Sur la cote cette coulee a plusieurs milles de largeur. Elle est constituee par une base noire, compacte, facilement fusible en un globule noir, presentant des vacuoles anguleuses assez clairsemees, et criblee de grands cristaux brises d'albite[6] vitreuse dont le diametre varie de un a cinq dixiemes de pouce. Quoique cette lave semble, a premiere vue; eminentement porphyrique, elle ne peut etre consideree comme telle, car il est evident que les cristaux ont ete enveloppes, arrondis et penetres par la lave, comme des fragments de roche etrangere dans un dike de trapp. C'est ce qu'on voyait tres clairement dans certains specimens d'une lave analogue provenant de l'ile Abingdon, avec la seule difference

que ses vacuoles etaient spheriques et plus nombreuses. L'albite de ces laves se trouve dans les memes conditions que la leucite du Vesuve, et que l'olivine decrite 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 epars d'un mineral vert, sans clivage distinct, et qui ressemble beaucoup a l'olivine[8]; mais, comme il se fond facilement en un verre vert, il appartient probablement a la famille de l'augite: cependant, a l'ile James une lave analogue contenait de l'olivine type. Je me suis procure des echantillons provenant de la surface, et d'autres preleves a 4 pieds de profondeur, mais ils n'offraient entre eux aucune difference. On pouvait constater avec evidence le haut degre de fluidite de cette lave par sa surface unie et doucement inclinee, par la subdivision du courant principal en petits ruisseaux, que de faibles inegalites du sol avaient suffi a produire, et surtout par la maniere dont ses extremités s'attenuaient et se reduisaient presque a rien en des points fort eloignes de sa source et ou elle devait avoir subi un certain degre de refroidissement. Le bord actuel de la coulee consiste en fragments incoherents, dont la dimension depasse rarement celle d'une tete d'homme. Le contraste est fort remarquable entre ce bord et les murs escarpes, hauts de plus de 20 pieds, qui limitent un grand nombre des coulees basaltiques de l'Ascension. On a cru generalement que les laves ou abondent de grands cristaux et qui renferment des vacuoles anguleuses[9] ont presente peu de fluidite, mais nous voyons qu'il en a ete tout autrement a l'ile Albemarle. Le degre de fluidite des laves ne semble pas correspondre a une difference _apparente_ dans leur composition; a l'ile Chatham certaines coulees qui contiennent beaucoup d'albite vitreuse et de l'olivine sont si rugueuses qu'on pourrai les comparer a de hautes vagues congelees, tandis que la grande coulee de l'ile Albemarle est presque aussi unie qu'un lac ride par la brise. A l'ile James une lave basaltique noire ou abondent de petits grains d'olivine offre un degre intermediaire de rugosite; sa surface est brillante, et les fragments detaches ressemblent d'une maniere fort singuliere a des plis de draperies, a des cables et a des morceaux d'ecorces d'arbres[10].

Crateres de tuf. --A un mille environ au sud de Banks Cove on rencontre un beau cratere elliptique, profond de 500 pieds a peu pres, et de 3/4 de mille de diametre. Son fond est occupe par un lac d'eau salee, d'ou s'elevent quelques petites eminences crateriformes de tuf. Les couches inferieures sont un tuf compact presentant les caracteres d'un depot forme sous l'eau, tandis que sur la circonference entiere les couches superieures consistent en un tuf rude au toucher, friable, et dont le poids specifique est peu eleve, mais qui contient souvent des fragments de roches disposes en couches. Ce tuf superieur renferme de nombreuses spheres pisolitiques ayant a peu pres la grandeur de petites balles, et qui ne different de la matiere environnante que par une durete un peu plus grande et un grain un peu plus fin. Les couches plongent tres regulierement dans toutes les directions, sous des angles variant de 25 a 30 deg. d'apres mes mesures. La surface externe du cratere offre une pente presque identique; elle est formee de cotes legerement convexes, comme celle de la coquille d'un pecten ou d'un petoncle, qui vont en s'elargissant de l'orifice du cratere jusqu'a sa base. Ces cotes ont, en general, de 8 a 20 pieds de large, mais parfois leur largeur atteint 40 pieds; elles ressemblent a d'anciennes voutes fortement surbaisses, et dont le revetement de platre s'ecaille et tombe par plaques; elles sont separees les unes des autres par des ravins que l'action erosive de l'eau a creuses. A leur

extremite superieure, qui est fort etroite, pres de la bouche du cratere ces cotes consistent souvent en veritables couloirs creux, un peu plus petits mais semblables a ceux qui se forment souvent par le refroidissement de la croute d'un torrent de lave dont les parties internes se sont ecolees au dehors; structure dont j'ai rencontre plusieurs exemples a l'ile Chatham. Il n'est pas douteux que ces cotes creuses ou ces voutes se soient formees d'une maniere analogue, c'est-a-dire par la consolidation, le durcissement d'une croute superficielle sur des torrents de boue qui se sont ecoles de la partie superieure du cratere. J'ai vu dans une autre partie du meme cratere des rigoles concaves ouvertes, larges de 1 a 2 pieds, qui paraissent formees par le durcissement de la face inferieure d'un torrent de boue, au lieu de la surface superieure comme dans le premier cas. D'apres ces faits, je pense que le tuf a certainement coule a l'etat de boue[11]. Cette boue peut avoir ete formee soit dans l'interieur du cratere, soit par des cendres deposees sur la partie superieure de ses flancs et entrainees ensuite par des torrents de pluie. Ce dernier mode de formation parait le plus vraisemblable pour la plupart des cas; cependant a l'ile James certaines couches du tuf de la variete friable s'etendent si uniformement sur une surface inegale, qu'il semble probable qu'elles ont ete formees par la chute d'abondantes pluies de cendres.

Dans l'interieur du meme cratere, des strates de tuf grossier, formees principalement de fragments de lave, viennent butter contre les parois internes, comme un talus qui s'est consolide. Elles s'elevent a la hauteur de 100 a 150 pieds au-dessus de la surface du lac sale interieur; elles plongent vers le centre du cratere et sont inclinees sous des angles variant de 30 a 36 deg.. Elles paraissent avoir ete formees sous les eaux, probablement a l'epoque ou la mer occupait la cavite du cratere. J'ai constate avec surprise que l'epaisseur de couches qui offrent une inclinaison aussi forte n'augmentait pas vers leur extremite inferieure, au moins sur toute la partie de leur longueur que j'ai pu suivre.

Bank's Cove.--Ce port occupe en partie l'interieur d'un cratere de tuf ruine, plus grand que celui que je viens de decrire. Tout le tuf de ce cratere est compact et renferme de nombreux fragments de lave; il offre l'aspect d'un depot qui s'est fait sous les eaux. Le trait le plus remarquable de ce cratere, c'est la grande extension des strates qui convergent vers l'interieur sous une inclinaison tres prononcee, comme dans le cas precedent, et qui sont souvent disposees en couches irregulieres courbes. Ces couches interieures convergentes, de meme que les bancs divergents qui constituent, a proprement parler, le cratere, sont representes dans le croquis (fig. 13) donnant une coupe approximative des promontoires qui forment cette anse. Les couches internes et externes different fort peu au point de vue de la composition; les premieres ont ete evidemment formees par l'erosion, le transport et le depot final des materiaux qui constituent les couches crateriformes externes. Le grand developpement de ces couches interieures pourrait faire croire a un observateur parcourant la peripherie du cratere qu'il s'agit d'une crete anticlinale circulaire formee de gres et de conglomérats stratifies. La mer attaque actuellement les couches interieures et exterieures, ces dernieres surtout, de sorte que d'ici a 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 cellulaire 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 separes 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 cellulaire 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 coulees, specialement entre leur croute scoriacee rouge, et un de ces fragments anguleux rejetes, que l'on pourrait prendre a premiere vue pour de la syenite, je crois cependant que la lave a ete formee par la fusion et le mouvement d'ecoulement d'une masse rocheuse dont la composition est absolument semblable a celle de ces fragments. Outre le specimen dont il vient d'etre question et ou nous voyons un fragment devenir legerement 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 a la pate englobante; d'autres grains sont dans un etat intermediaire. La pate semble consister en augite plus parfaitement fondue, ou, ce qui est plus probable, simplement modifiee par le mouvement de la masse, lorsque ce mineral etait a l'etat visqueux, et melangee d'oxyde de fer et d'albite vitreuse reduite en tres 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 celluleuse pseudo-porphyrique 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 croûte d'une masse de lave refroidie et cristallisée, ultérieurement brisée et refondue, et dont la croûte 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, à première vue, que dans tous les cratères formes de tuf le versant méridional soit, ou bien entièrement démolí et complètement emporté, ou bien beaucoup moins élevé que les autres versants. J'ai visité ou pris des renseignements sur vingt-huit de ces cratères; douze d'entre eux forment des îlots séparés[14] et se présentent aujourd'hui à l'état de simples croissants entièrement ouverts du côté du sud, avec, parfois, quelques pointes de rochers marquant leur circonférence primitive; parmi les seize cratères restants, quelques-uns forment des promontoires, et d'autres sont situés dans l'intérieur des îles, à une faible distance du rivage; mais pour tous le flanc méridional est plus bas que les autres ou complètement démolí. Pourtant le flanc septentrional de deux des seize cratères était également bas, tandis que les côtes de l'est et de l'ouest étaient intactes. Je n'ai rencontré ni entendu mentionner aucune exception à la règle d'après laquelle ces cratères sont ruinés ou présentent une paroi basse sur le côté qui fait face à un point de l'horizon situé entre le sud-est et le sud-ouest. Cette règle ne s'applique pas aux cratères formes de lave et de scories. L'explication en est simple: dans cet archipel la direction des vagues soulevées par les vents alizés coïncide 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 crateres de tuf sont constitues 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 crateres ont ete entierement demolis par la mer. Nous n'avons aucune raison de supposer que les crateres constitues 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 crateres, 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 crateres.

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.

Soulèvement de la region.--Les preuves du soulèvement 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 reconnaître, c'est qu'ils appartiennent à des genres marins récents. Dans l'île Charles, j'ai observé une ligne de grands blocs arrondis, entassés au sommet d'une falaise verticale, à 15 pieds au-dessus de la ligne où la mer s'élève aujourd'hui pendant les tempêtes les plus violentes. Ce fait semblait d'abord constituer une preuve évidente du soulèvement de la région, mais il était absolument décevant, car je constatai plus tard sur une partie voisine de la même côte, et j'appris de témoins oculaires, que partout où une coulée récente de lave forme un plan incliné uni en entrant dans la mer, les vagues, durant les tempêtes, _font rouler des blocs arrondis_ jusqu'à une grande hauteur au-dessus de la limite de leur action ordinaire. Comme la petite falaise est formée ici par une coulée de lave qui avant d'avoir été démolie devait plonger dans la mer en lui présentant une surface doucement inclinée, il est possible, ou plutôt il est probable que les blocs arrondis qui gisent maintenant à son sommet soient simplement les restes de ceux qui ont été élevés à leur altitude actuelle en _roulant_ sur le plan incliné pendant les tempêtes.

Direction des fentes d'éruption.—Dans cet archipel, les orifices volcaniques ne peuvent pas être considérés comme distribués au hasard. Trois grands cratères de l'île Albemarle forment une ligne nette qui s'étend du N.-N.-W. au S.-S.-E. L'île Narborough et le grand cratère situé dans la partie rectangulaire de l'île Albemarle dessinent une seconde ligne parallèle à la première. Vers l'est, l'île Hood détermine, 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. Mackenzie (*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 à 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, à 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 à 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 à l'aggrégation 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 goniomètre à réflexion, répondent à ceux de ce minéral. 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 Îles Canaries*, p. 295.

[8] De Humboldt rapporte qu'il prit pour de l'olivine un minéral 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 à la manière irrégulière dont cède à la pression des gaz une masse formée de cristaux solides et de pâte visqueuse en proportions à 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 spécimen de lave basaltique renfermant quelques petits

cristaux d'albite brises, 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 à 1/20^e de pouce.

[11] Cette conclusion offre un certain intérêt parce que M. Dufrenoy (*Mémoires pour servir*, etc., t. IV, p. 274) a soutenu que le Monte Nuovo et d'autres cratères de l'Italie méridionale 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 voûte des côtes séparées, et à ce que les tufs ne s'étendent pas en nappes horizontales autour de ces collines cratériformes, 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 ILES VOLCANIQUES

Descente des cristaux au sein de la lave liquide.--Poids spécifique des éléments constituant du trachyte et du basalte; leur séparation subséquente.--Obsidienne.--Mélange apparent des éléments des roches plutoniques.--Origine des diques de trapp plutoniques.--Distribution des îles volcaniques; leur prédominance dans les grands océans.--Elles sont généralement disposées en lignes.--Les volcans centraux de Von Buch sont problématiques.--Îles volcaniques bordant des continents.--Ancienneté des îles volcaniques et leur soulèvement en masse.--Éruptions sur des lignes de fissure parallèles durant une même période géologique.

_ Séparation des minéraux constituant de la lave suivant leur poids spécifique _.--Un des côtes de Fresh-water Bay, à l'île James, est formée des débris d'un grand cratère, dont nous avons parlé dans le chapitre précédent, et dont l'intérieur a été comblé par une coulée de basalte présentant une puissance de 200 pieds environ. Ce basalte, de couleur grise, contient une grande quantité de cristaux d'albite vitreuse, qui deviennent beaucoup plus nombreux encore dans sa partie inférieure et scoriacée. C'est le contraire qu'on se serait attendu à voir, car, si à l'origine les cristaux avaient été répandus uniformément dans toute la masse, l'expansion plus considérable subie par cette partie scoriacée inférieure aurait dû faire paraître plus petit le nombre des cristaux qui s'y trouvent. Von Buch[1] a décrit une coulée d'obsidienne du Pic de Tenerife, dans laquelle les cristaux de feldspath deviennent de plus en plus nombreux au fur et à mesure que la profondeur ou l'épaisseur augmente, de sorte que, près de la surface inférieure de la coulée, la lave ressemble même à une roche primitive. Von Buch constate, en outre, que M. Dree a trouvé par ses expériences sur la fusion de la lave que les cristaux de feldspath tendaient toujours à descendre au fond du creuset. Je crois qu'il n'est pas douteux que dans ces exemples les cristaux descendent sollicités par leur poids[2]. Le poids spécifique du feldspath varie[3] de 2,4 à 2,58, tandis que celui de l'obsidienne paraît être ordinairement 2,3 à 2,4; et il serait probablement moindre si la roche était à l'état liquide, ce qui faciliterait la descente des cristaux de feldspath. À l'île James, les cristaux d'albite, quoique incontestablement moins lourds que le basalte gris aux endroits où il est compact, peuvent facilement avoir un poids spécifique supérieur à celui de la masse scoriacée, qui est formée de lave fondue et de bulles de gaz surchauffées.

La chute des cristaux au sein d'une substance visqueuse comme celle des roches fondues, et qui est incontestablement démontrée par les expériences de M. Dree, mérite un examen plus attentif, car ce phénomène éclaire le problème de la séparation des laves trachytiques et basaltiques. M.P. Scrope a étudié cette question, mais il paraît 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'étude du phénomène, c'est-à-dire l'existence à l'état de globules ou de cristaux tantôt du minéral le moins dense et tantôt du minéral le plus dense. Il est difficilement admissible que la faible différence de densité des particules séparées 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 fluidite est imparfaite, telle qu'une roche en fusion; mais, si les molecules d'un quelconque de ces mineraux se sont reunies en cristaux ou en granules pendant que les autres conservaient l'etat liquide, on comprend facilement que la descente ou le flottage des mineraux auront ete notablement facilites par suite de l'attenuation du frottement. D'un autre cote, si tous les mineraux ont pris l'etat grenu au meme instant, il est a peu pres impossible qu'une separation quelconque ait pu s'operer, a cause de la resistance qu'ils devaient s'offrir mutuellement. On a fait dernièrement une decouverte pratique importante qui montre le role que joue l'etat grenu d'un element contenu dans une masse fluide en favorisant la separation de cette substance. Quand on agite d'une maniere 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 residu de metal fondu beaucoup plus riche en argent; tandis que si on laisse reposer le melange en le maintenant a l'etat liquide pendant un certain temps, les deux metaux ne montrent aucune tendance a se separer[4]. L'agitation parait n'avoir d'autre effet que de provoquer la formation des grains separes. Le poids specifique 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 residu metallique liquide ne contient, au maximum, que 1/119 d'argent. Puisque la difference de densite due a la proportion tres inegale suivant laquelle les deux metaux sont melanges, 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 separation.

D'apres ces faits, si un des mineraux constitutifs d'une masse rocheuse volcanique liquefiee qui repose pendant un certain temps sans subir aucune agitation violente, s'agregé en cristaux ou en grains, ou s'il a ete arrache en cet etat a quelque roche plus ancienne, nous pouvons nous attendre a ce que ces cristaux ou ces grains flotteront a des niveaux plus ou moins eleves suivant leur poids specifique relatif. Or, nous avons la preuve evidente que des cristaux ont ete empates dans un grand nombre de laves pendant que la pate ou la base demeurait fluide. Il me suffira de rappeler comme exemples les diverses grandes coulees pseudo-porphyratiques des iles Galapagos, et les coulees trachytiques de diverses regions, dans lesquelles nous trouvons des cristaux de feldspath ployes et brises par le mouvement de la masse semi-liquide environnante. Les laves sont composees, en majeure partie, de trois varietes de feldspath, dont la densite oscille entre 2,4 et 2,74; de hornblende et d'augite, allant de 3 a 3,4, d'olivine variant de 3,3 a 3,4 et enfin d'oxydes de fer avec un poids specifique de 4,8 a 5,2. Il en resulte que les cristaux de feldspath nageant dans une lave liquide mais peu vesiculaire, tendront a s'elever vers la surface, et que les cristaux ou les grains des autres mineraux tendront a descendre. Nous ne devons pas nous attendre cependant a constater une separation 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 specifique d'environ 2,45[5], tandis que le basalte, compose en majeure partie d'augite et de feldspath, auquel s'ajoute souvent une forte proportion de fer et d'olivine, atteint une densite de 3,0. Consequemment nous remarquons que dans les endroits ou des coulees basaltiques et trachytiques ont ete emises d'un meme cratere, les

coulees de trachyte ont generalement fait eruption les premieres, parce que, comme nous devons le supposer, la lave fondue appartenant a cette serie s'etait accumulee a la partie superieure du foyer volcanique. Cette succession a ete observee par Beudant, Scrope et d'autres auteurs, et j'en ai donne trois exemples dans cet ouvrage. Pourtant, comme les dernieres eruptions d'un grand nombre de volcans se sont fait jour au travers des parties inferieures 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 inferieurs des masses trachytiques centrales sont seuls enveloppes de coulees basaltiques. Peut-etre la separation des elements d'une masse lavique s'opere-t-elle quelquefois dans l'interieur 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 coulees de trachyte provenant du sommet de ce volcan, et des coulees de basalte emanees de sa base peuvent etre ejaculees presque simultanement ou a des intervalles tres rapproches; c'est ce qui parait s'etre produit a Tenerife[6]. Il me suffira de faire remarquer en outre que, naturellement, la separation des deux series doit souvent etre entravee par suite de bouleversements violents, meme quand les conditions lui sont favorables, et que, de meme, leur ordre d'eruption ordinaire doit etre interverti. En bien des cas, peut-etre, les laves basaltiques ont seules atteint la surface, a cause du haut degre de fluidite de la plupart d'entre elles.

Nous avons vu dans l'exemple decrit par Von Buch que des cristaux de feldspath descendent au sein de l'obsidienne vers la partie inferieure de la masse, parce que leur poids specifique est plus eleve, comme on le sait, que celui de cette roche; nous pouvons donc nous attendre a constater dans toute region trachytique ou l'obsidienne a coule a l'etat de lave, qu'elle a ete emise par les orifices superieurs, ou occupant la plus grande altitude. D'apres Von Buch, ce fait se confirme d'une maniere remarquable, tant aux iles Lipari qu'au pic de Tenerife. En ce dernier point l'obsidienne ne s'est jamais ecoulee par des orifices situes a moins de 9.200 pieds de hauteur. L'obsidienne parait avoir ete ejaculee aussi par les pics les plus eleves de la Cordillere peruvienne. Je me borne a faire observer, en outre, que le poids specifique du quartz varie de 2,6 a 2,8, et que par consequent, lorsque ce mineral existe dans un foyer volcanique, il ne doit pas tendre a descendre avec la masse fondamentale basaltique; ceci explique peut-etre la presence frequente et l'abondance du quartz au sein des laves trachytiques, deja signalees a plusieurs reprises dans cet ouvrage.

Peut-etre objectera-t-on a la theorie que je viens d'exposer le fait que les roches plutoniques ne sont pas divisees en deux series nettement distinctes et de pesanteur specifique differente, quoiqu'elles aient passe par l'etat liquide comme les roches volcaniques. Pour repondre a cette objection, il convient de faire remarquer d'abord qu'aucune preuve ne demontre que les atomes d'un quelconque des mineraux constitutifs des roches plutoniques se soient agreges, tandis que les autres mineraux restaient fluides, ce qui est une condition presque indispensable de leur separation, comme nous nous sommes efforces de le prouver; au contraire, les cristaux se sont moules generalement les uns sur les autres[7].

En second lieu, le calme absolu qui a preside, selon toute probabilite, au refroidissement des masses plutoniques ensevelies a 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 formes ou ces globules pâles 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 formes, permettant aux cristaux les mieux formes, 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 côtés de l'un de ces diques 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 diques 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

etre ulterieurement ramenes, peut-etre, a la surface sous forme de masses injectees de greenstone, de porphyre augitique[9] ou d'eruptions basaltiques. La plupart des difficultes que les geologues ont rencontrees en comparant les roches volcaniques et plutoniques au point de vue de leur composition se trouvent resolues, je pense, si nous pouvons admettre que ces elements relativement lourds et fusibles qui composent les roches basaltiques et trappeennes, ont ete partiellement elimines du plus grand nombre des masses plutoniques.

Distribution des iles volcaniques.--Au cours de mes recherches sur les recifs coralliens, j'ai eu l'occasion de consulter les ecrits d'un grand nombre de voyageurs, et j'ai ete constamment frappe du fait, qu'a peu d'exceptions pres, les iles innombrables qui parsement le Pacifique, l'ocean Indien et l'Atlantique sont formees soit de roches volcaniques, soit de roches coralliennes recentes. Citer une longue liste de toutes les iles volcaniques serait fastidieux, mais il est facile d'enumerer les exceptions que j'ai rencontrees. Dans l'Atlantique nous avons les rochers de Saint-Paul decrits dans cet ouvrage, et les iles Falkland formees de schiste quartzeux et argileux; mais ces dernieres iles sont fort grandes et ne sont pas tres eloignees de la cote de l'Amerique meridionale[10]. Dans l'ocean Indien, les Seychelles (situees sur une ligne qui prolonge Madagascar) consistent en granite et en quartz. Dans l'ocean Pacifique, la Nouvelle-Caledonie, qui est une grande ile, appartient (pour autant que sa constitution soit connue) a la classe des roches primitives; la Nouvelle-Zelande, qui possede beaucoup de roches volcaniques et quelques volcans en activite, est trop etendue pour que nous puissions la ranger parmi les petites iles dont nous nous occupons en ce moment. La presence de quelques roches non volcaniques, telles que des schistes argileux dans trois des Acores[11], de calcaire tertiaire a Madere, de schiste argileux a l'ile Chatham dans le Pacifique, ou de lignite a l'ile de Kerguelen, ne doit pas faire exclure ces iles ou ces archipels de la classe des iles volcaniques, si elles sont formees principalement de matieres eruptives.

La constitution de ces nombreuses iles qui parsement les grands oceans, etant presque toujours volcanique a ces rares exceptions pres, se rattache evidemment a la loi suivant laquelle presque tous les volcans actifs forment des iles ou sont situes pres du rivage de la mer; elle est un effet des phenomenes chimiques ou mecaniques qui ont determine cette repartition des volcans. Le fait que les iles oceaniques sont si generalement volcaniques est interessant aussi au point de vue de la nature des chaines de montagnes de nos continents, qui, a peu d'exceptions pres, ne sont pas volcaniques, quoique cependant nous ayons des raisons de supposer qu'un ocean s'etendait autrefois sur l'espace occupe aujourd'hui par les continents. Nous sommes amenes a nous demander si les eruptions volcaniques se produisent plus facilement au travers des fissures qui se sont formees pendant les premieres 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 iles sont ordinairement disposees en rangees, simples, doubles ou triples, suivant des lignes souvent legerement courbes[12]. Chacune des iles du groupe est arrondie, ou plus ordinairement allongee dans le meme sens que le groupe dont elle fait partie, mais parfois transversalement a cette direction. Certains groupes dont l'allongement n'est pas fortement accentue offrent peu de symetrie

dans leurs formes; M. Virlet[13] constate que ce cas se presente pour l'archipel grec; je suis porte a penser (car je sais combien il est facile de se tromper en ces matieres) que les orifices volcaniques sont ordinairement alignes suivant une meme droite ou sur une serie de lignes paralleles peu longues, coupant presque a angle droit une autre ligne ou une autre serie de lignes. L'archipel des Galapagos offre un exemple de cette structure, car la plupart des iles et les principaux crateres situes dans les plus grandes d'entre elles sont groupes de maniere a se disposer sur un systeme de lignes oriente N.-N.-W. et sur un autre systeme dirige W.-S.-W.; nous trouvons une structure du meme genre, mais plus simple, dans l'archipel des Canaries. Dans le groupe du Cap Vert qui parait etre le moins symetrique de tous les archipels oceaniques de nature volcanique, une ligne dessinee par plusieurs iles et courant N.-W.-S.-E. couperait presque a angle droit, si on la prolongeait, une courbe jalonnee par les autres iles.

Von Buch[14] a classe tous les volcans en deux categories: les _volcans centraux_ autour desquels des eruptions se sont produites en grand nombre, de tous cotes, d'une maniere presque reguliere, et les _chaines volcaniques_. Dans les exemples que l'auteur donne pour les volcans de la premiere categorie je ne puis decouvrir, au point de vue de leur situation, aucune raison qui justifie la qualification de centraux, et il n'existe, a mon avis, aucune difference essentielle de constitution mineralogique entre les volcans centraux et les chaines volcaniques. Sans doute, dans la plupart des petits archipels volcaniques l'une des iles peut etre beaucoup plus elevee que les autres; de meme que dans une ile donnee un des orifices est generalement plus haut que tous les autres, quelle que puisse etre la cause de ce fait. Von Buch ne range pas dans sa classe des chaines volcaniques, de petits archipels dont il admet que les iles sont alignees, comme il le fait pour les Acores, 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 éparpillées et de petits groupes sont mis en rapport avec les continents voisins, non seulement par leur proximité, mais encore par la direction des fentes d'éruption, relation que Von Buch considère comme caractéristique pour ses grandes chaînes volcaniques.

Dans les archipels volcaniques il est rare que les cratères soient en activité à la fois dans plus d'une île, et les grandes éruptions ne se produisent d'habitude qu'à de longs intervalles. En considérant le grand nombre de cratères que chaque île d'un groupe porte habituellement et la quantité énorme de matières qu'ils ont émises, on est porté à attribuer une très grande ancienneté à ces groupes, même à ceux dont l'origine paraît relativement récente, comme l'archipel des Galapagos. Cette conclusion concorde avec l'érosion prodigieuse que l'action lente de la mer doit avoir fait subir à leurs côtes, primitivement inclinées 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 entière des matières qui forment une île volcanique ait été toujours émise au niveau qu'elle occupe actuellement; le grand nombre de diques qui semblent invariablement sillonner l'intérieur de tout volcan prouve, d'après les principes exposés par M. Elie de Beaumont, que la masse entière a été soulevée et fissurée. En outre, je crois avoir démontré dans mon travail sur les récifs coralliens, qu'il existe un rapport entre les éruptions volcaniques et les soulèvements contemporains s'opérant en masse[16] et qui est attesté tant par la présence fréquente de débris 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'élèvent 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 donne les poids specifiques des mineraux d'apres Von Kobell, une des autorites les plus recentes et les meilleures, et celui des roches d'apres divers auteurs. Suivant Phillips, le poids specifique de l'obsidienne est 2.35, et Jameson affirme qu'il ne depasse jamais 2.4; mais j'ai reconnu qu'il etait de 2.42 pour un specimen de l'Ascension.

[4] Une notice detaillee et interessante sur cette decouverte, par M. Pattinson, a ete lue devant l'Association britannique en septembre 1838. Suivant Turner (*_Chemistry_*, p. 210), le metal le plus lourd de certains alliages descend au fond du creuset, et il parait que ce phenomene se produit lorsque les metaux sont tous deux a l'etat liquide. Lorsque la difference de densite est considerable, comme celle qui existe entre le fer et le laitier qui se forme pendant la fusion du minerai, il n'est pas etonnant que les atomes se separent sans qu'aucune des deux substances soit a l'etat grenu.

[5] Von Buch a trouve 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 moulaient 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'autorite du comte V. de Bedemar pour Flores et Graciosa (_Charlsworth Magazine of Nat. Hist_, vol. I, p. 557). Suivant le capitaine Boyd, l'ile Sainte-Marie n'a pas de roches volcaniques (_Description de Von Buch_, p. 365). L'ile Chatham a ete decrite par le Dr Dieffenbach dans le _Geographical Journal_, annee 1841, p. 201. Jusqu'a present l'expedition antarctique ne nous a fourni que des renseignements incomplets sur l'ile Kerguelen.

[12] Dans un memoire presente recemment a l'_American Association_, les professeurs William et Henry Darwin Rogers ont insiste d'une maniere speciale sur les directions de soulèvement qui affectent une courbe reguliere dans certaines parties de la chaine des Appalaches.

[13] _Bulletin de la Societe Geologique_, t. III, p. 110.

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

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

[16] Cette conclusion s'impose a la suite des phenomenes qui ont accompagne le tremblement de terre de 1835 a Conception, et qui sont decrits en detail dans la notice que j'ai publiee 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 gres.--Pseudo-fragments de schiste empates.--Stratification.--Stratification entrecroisee.--Grandes vallees.--Terre Van Diemen.--Formation paleozoique.--Formations plus recentes avec roches volcaniques.--Travertin avec feuilles de vegetaux eteints.--Soulèvement de la contree.--Nouvelle-Zelande.--King George's Sound.--Bancs ferrugineux superficiels.--Depots calcaires superficiels avec moules de branches.--Leur origine due a des particules de coquilles et de coraux amoncelées par le vent.--Leur extension.--Cap de Bonne-Esperance.--Contact du granite et du phyllade argileux.--Formation de gres.

Durant la seconde partie de son voyage, le Beagle toucha a la Nouvelle-Zelande, en Australie, a la Terre Van Diemen, et au cap de Bonne-Esperance. Desireux de consacrer la troisieme partie de ces Observations Geologiques a l'Amerique meridionale seule, je decrirai brievement ici tous les faits dignes de fixer l'attention des geologues, que j'ai observes dans les contrees que je viens de citer.

Nouvelle-Galles du Sud.--Mon champ d'observations se bornait au trajet de 90 milles geographiques que j'ai fait pour me rendre a Bathurst, a l'W.-N.-W. de Sidney. A partir de la cote, les trente premiers milles traversent une region de gres, coupee en plusieurs endroits par des rochers de trapp, et separee du grand plateau de gres des Blue Mountains par un escarpement tres eleve qui surplombe la riviere Nepean. Ce plateau superieur mesure 1.000 pieds d'altitude au bord de l'escarpement, et a une distance de 26 milles de ce bord il s'eleve jusqu'a 3.000 a 4.000 pieds au-dessus du niveau de la mer. De ce point la route descend vers une contree moins elevee, et principalement formee de roches primitives. On y rencontre beaucoup de granite qui passe en un endroit a du porphyre rouge avec cristaux octogonaux de quartz, et qui est coupe ailleurs par des dikes de trapp. Pres des Downs de Bathurst je traversai une grande etendue de pays constituee par des phyllades argileux luisants et d'un brun pale, dont les feuillettes alteres couraient du nord au sud. Je mentionne ce fait parce que le capitaine King m'a rapporte qu'aux environs du lac Georges, a une centaine de milles au sud, les micaschistes s'etendent du nord au sud d'une maniere si constante que les habitants utilisent cette particularite pour se guider dans les forets.

Le gres des Blue Mountains offre une puissance d'au moins 1.200 pieds, qui semble plus forte encore en certains endroits; il est forme de petits grains de quartz cimentes par une matiere terreuse blanche, et traverse d'un grand nombre de veines ferrugineuses. Les couches inferieures alternent quelquefois avec des schistes et de la houille; a Wolgan j'ai trouve dans le schiste des feuilles de Glossopteris Brownii, fougere qui est tres abondante dans la houille d'Australie. Le gres contient des cailloux de quartz dont le nombre et la dimension s'accroissent generalement dans les couches superieures (ils ont rarement, cependant, plus d'un ou deux pouces de diametre); j'ai observe un fait semblable dans la grande formation de gres du Cap de Bonne-Esperance. Sur la cote de l'Amerique du Sud ou des couches tertiaires ont ete soulevees sur une grande etendue, j'ai remarque a plusieurs reprises que les couches superieures etaient formees d'elements plus grossiers que les couches inferieures; cela semble indiquer que la puissance des vagues ou des courants augmentait a mesure que la mer devenait moins profonde. Pourtant, sur la plate-forme inferieure, entre les Blue Mountains et la cote, j'ai observe que les couches superieures de gres passaient souvent au schiste, ce qui provient probablement de ce que cette region moins elevee a ete protegee contre les forts courants pendant son soulevement. Le gres de Blue Mountains etant evidemment d'origine elastique et n'ayant subi aucune action metamorphique, j'ai observe avec surprise que dans certains specimens presque tous les grains de quartz offraient des facettes brillantes et qu'ils etaient cristallises d'une maniere si parfaite qu'ils n'avaient certainement pu etre empates sous leur forme presente dans une roche preexistante[1]. Il est difficile d'imaginer comment ces cristaux ont pu se former; on peut a peine croire qu'ils aient cristallise isolement au fond de la mer dans leur etat 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 originairement 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 riviere Nepean.

Stratification entrecroisee.--Dans la region cotiere basse et dans les Blue Mountains, les couches de gres sont souvent coupees par de petits lits obliques a leur direction, qui s'inclinent en divers sens souvent sous un angle de 45 deg.. La plupart des auteurs ont attribue ces couches entrecroisees a de petites accumulations successives sur une surface inclinee; mais a la suite d'un examen minutieux que j'ai fait de quelques points du nouveau gres rouge d'Angleterre, je crois que les couches de ce genre font generalement partie d'une serie de courbes, semblables a des vagues gigantesques, dont les sommets ont ete arases ulterieurement et remplaces, soit par des couches a peu pres horizontales, soit par une autre serie de grandes rides dont les plis ne coincident pas exactement avec ceux des premieres. Il est bien connu de ceux qui s'occupent du service hydrographique que, pendant les tempetes, la vase et le sable sont bouleverses, au fond de la mer, a des profondeurs considerables, atteignant au moins 300 a 450 pieds[4], de sorte que la nature du sol y est meme modifiee temporairement; on a observe aussi qu'a une profondeur de 60 a 70 pieds le fond de la mer est couvert de larges rides[5]. D'apres les observations que j'ai faites relativement a la structure du nouveau gres rouge, et que je viens de mentionner, il est donc permis de croire qu'a des profondeurs plus considerables le fond de l'ocean se recouvre pendant les tempetes de cretes et de depressions semblables a de grandes rides, qui sont nivelees ensuite par les courants pendant les periodes plus tranquilles, et qui se reforment pendant les tempetes.

Vallees dans les plateaux de gres.--Les grandes vallees qui coupent les Blue Mountains et les autres plateaux de gres de cette partie de l'Australie, et qui ont offert longtemps un obstacle insurmontable aux tentatives des colons les plus hardis pour atteindre l'interieur de la contree, constituent le trait principal de la geologie de la Nouvelle-Galles du Sud. Ces vallees sont tres vastes et bordees 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 a coup au bord d'une de ces falaises dont la verticalite est telle qu'on peut atteindre d'un coup de pierre les arbres croissant a 1.000 et 1.500 pieds au-dessous de soi, comme j'en ai fait l'experience. A droite et a gauche on apercoit des promontoires se succedant a perte de vue sur la ligne fuyante de la falaise; et sur le versant oppose de la vallee, souvent eloigne de plusieurs milles, on voit une autre ligne s'elevant a la meme hauteur que celle sur laquelle on se trouve, et formee des memes couches horizontales de gres pale. Le fond de ces vallees est peu incline, et, d'apres sir T. Mitchell, la pente des rivières qui les parcourent est faible. Souvent les vallees principales envoient vers l'interieur du plateau de grandes ramifications en forme de golfes, qui s'elargissent a leur extremite superieure; et, d'autre part, le plateau projette souvent des promontoires dans la vallee et y abandonne meme de grandes masses presque entierement detachees. Les lignes de falaises qui bordent les vallees sont si parfaitement continues que, pour descendre dans certaines d'entre elles, il est necessaire de faire des detours de 20 milles, et ce n'est meme que dernierement que les officiers du service topographique ont penetre dans quelques-unes de ces vallees, ou les colons ne sont pas encore parvenus a faire entrer leur betail. Mais le trait le plus remarquable

de la structure de ces vallees, c'est que, malgre la largeur de plusieurs milles qu'elles presentent dans leur region superieure, elles se retrecissent ordinairement vers leur extremite inferieure, a tel point qu'elles deviennent impraticables. Le _Surveyor-general_, Sir T. Mitchell[6], a tente vainement de remonter la gorge par laquelle la riviere Grose rejoint le Nepean, en marchant d'abord, et en rampant ensuite entre les grands blocs de gres ecroules; la vallee de la Grose forme cependant vers sa partie superieure, ainsi que je l'ai constate _de visu_, un bassin magnifique large de plusieurs milles, et elle est entouree de tous cotes par des falaises dont les sommets atteignent, a ce que l'on croit, une altitude qui n'est pas inferieure a 3.000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Lorsqu'on conduit des bestiaux dans la vallee de la Wolgan, par un sentier que j'ai descendu et qui a ete, en partie, entaille dans le roc par les colons, ils ne peuvent pas s'echapper, car cette vallee est entouree completement par des falaises verticales, et a 8 milles plus bas elle se resserre au point que sa largeur, qui est d'un demi-mille en moyenne, se reduit a celle d'une simple fente dans laquelle ni homme ni bete ne saurait passer. Sir T. Mitchell[7] rapporte que la grande vallee ou coule la riviere Cox avec toutes ses ramifications se resserre a 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 premiere impression qu'on eprouve en constatant la correspondance des couches horizontales sur les deux cotes de ces vallees et de ces grandes depressions en amphitheatre, c'est qu'elles ont ete creusees principalement, comme les autres vallees, par l'action erosive des eaux; mais, quand on songe a la quantite enorme de roches qui, dans cette theorie, devraient avoir ete transportees au travers de simples gorges, ou meme de fentes, lors du creusement de la plupart des vallees dont nous venons de parler, on est porte a se demander si ces depressions n'ont pas ete formees par affaissement; pourtant, si nous considerons la forme des vallees avec leurs ramifications irregulieres et celle des promontoires etroits qui, partant des plateaux, s'avancent dans les vallees, nous sommes obliges d'abandonner cette maniere de voir. Il serait absurde d'attribuer la formation de ces depressions a l'action alluviale, et les eaux qui ruissellent du plateau ne descendent pas toujours dans la vallee au niveau le plus eleve, mais sur un des cotes de ses flancs en forme de golfe, comme je l'ai observe pres 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 demeures 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 decire 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 decire, 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 carriere ou l'on exploite un travertin dur, dont les bancs inferieurs offrent de nombreuses empreintes de feuilles bien nettes. M. Robert Brown a bien voulu etudier les echantillons que j'y ai recueillis; et il m'informe qu'il y a parmi eux quatre ou cinq varietes dont il n'en reconnait aucune comme appartenant a des especes actuelles. La feuille la plus remarquable est palmee comme celle d'un palmier-eventail, et jusqu'a present on n'a decouvert sur la Terre Van Diemen aucune plante dont les feuilles presentent cette structure. Les autres feuilles ne ressemblent ni a la forme la plus ordinaire de l'Eucalyptus (dont le genre compose, pour la plus grande partie, les forets qui existent dans l'ile), ni aux especes faisant exception a la forme commune des feuilles de l'Eucalyptus et qui se rencontrent dans cette ile. Le travertin contenant ces restes d'une flore eteinte est d'une couleur jaune pale, dur, et meme cristallin en certaines parties; mais il n'est pas compact, et il est penetre dans toutes ses parties par des vacuoles etroites, 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 recherche cette roche calcaire en d'autres endroits, a cause de sa purete, mais on ne l'a jamais trouvee. D'apres ce fait et d'apres la nature du depot, il est probable qu'il a ete forme par une source calcareuse se repandant dans un petit etang ou dans une crique etroite. Plus tard les couches ont ete redressees et fissurees, et la surface a ete recouverte d'une masse de nature singuliere qui a comble aussi une grande crevasse voisine, et qui est formee de boules de trapp empatees dans un melange de wacke et d'une substance alumino-calcaire blanche et terreuse. Ceci ferait supposer que sur les bords de l'etang ou se deposait la matiere calcaire, il s'est produit une eruption volcanique qui l'a bouleverse et draine.

Soulèvement de la contree.--Aux environs de Hobart-Town les rives orientale et occidentale de la baie sont recouvertes toutes deux, en grande partie, de coquilles brisees melangees de cailloux qui s'elevent jusqu'a 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 à la hauteur où nous trouvons les coquilles aujourd'hui[2].

On a découvert des preuves plus ou moins nettes d'un changement respectif de niveau entre les continents et la mer dans presque tous les pays situés dans cet hémisphère. Le capitaine Gray et d'autres voyageurs ont trouvé dans l'Australie méridionale des amas de coquilles soulevées appartenant à une époque géologique récente, ou à une des dernières périodes de l'ère tertiaire. Les naturalistes français de l'expédition de Baudin ont observé le même fait sur la côte sud-ouest de l'Australie. Le Rev. W.B. Clarke[3] trouve au cap de Bonne-Espérance des preuves du soulèvement de la région à une hauteur de 400 pieds. Dans les environs de Bay of Islands à la Nouvelle-Zélande[4] j'ai observé que, comme à la Terre Van Diemen, les rivages étaient parsemés, jusqu'à une certaine hauteur, de coquilles marines dont les colons attribuent la présence aux indigènes. Quelle que puisse être l'origine de ces coquilles, je ne puis douter, après avoir vu une coupe de la vallée de la Thames (37 deg. S) dessinée par le Rev. W. Williams, que la contrée ait été soulevée en cet endroit. Trois terrasses disposées en gradins et formées d'une accumulation énorme de cailloux arrondis, se correspondent exactement sur les versants opposés de cette grande vallée; chaque terrasse a environ 50 pieds de hauteur. Quand on a étudié les terrasses que présentent les vallées des côtes occidentales de l'Amérique du Sud, parsemées de coquilles marines et formées pendant les intervalles de repos qu'a présentées le soulèvement lent de la contrée, on ne saurait douter que les terrasses de la Nouvelle-Zélande aient été formées de la même manière. J'ajoute que le Dr Diffenbach rapporte dans sa description des îles Chatham[5] (au sud-ouest de la Nouvelle-Zélande) qu'il est manifeste "que la mer a laissé à découvert bien des contrées, autrefois submergées".

Notes:

[1] La chlorophaeite décrite par le Dr Mac Culloch (*Western Islands*, vol. 1, p. 504) comme se présentant dans une roche basaltique amygdaloïde, se distingue de cette substance parce qu'elle est inaltérable au chalumeau, et parce qu'elle noircit par l'exposition à l'air. Pouvons-nous supposer que l'olivine passe par différentes phases en subissant la transformation remarquable que nous avons décrite à 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. I, 1re part., p. 28) se trouve une note de M. Ducatel sur la destruction de vastes bancs d'huitres et de comes 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 rencontrees dans la Bay of Islands a la Nouvelle-Zelande: 1. Une grande quantite de lave basaltique et de roches scoriacees, formant des crateres distincts;--2. une colline crenelee formee de couches horizontales de calcaire couleur de chair, offrant dans la cassure des facettes cristallines nettes; la pluie a exerce une action remarquable sur cette roche, et a ravine sa surface de maniere a la transformer en un modele reduit d'une region alpestre. J'ai observe 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 formes d'une roche feldspathique gris bleuatre, souvent fort alteree, a cassure anguleuse, et sillonnee de nombreuses veines ferrugineuses, mais sans stratification ou clivage distincts. Certaines varietes sont tres cristallines et pourraient etre rapportees sans hesitation au trapp; d'autres varietes ressemblent d'une maniere frappante a un schiste ardoisier faiblement modifie par la chaleur, je n'ai pu m'arreter a une opinion definitive sur cette formation.

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

KING GEORGE'S SOUND

Cet etablissement colonial est situe a l'angle sud-ouest du continent australien: la contree entiere est granitique et les mineraux constitutifs de la roche sont parfois irregulierement disposes en zones droites ou courbes. De Humboldt aurait donne le nom de granite gneissique a la roche presentant cette particularite. Il est interessant de constater que les collines denudees et coniques, qui paraissent etre formees par des couches a grands plis, ressemblent en petit d'une maniere frappante aux collines de granite gneissique de Rio-de-Janeiro, et a celles du Venezuela qui ont ete decrites par de Humboldt. Ces roches plutoniques sont coupees, en un grand nombre d'endroits, par des dikes de trapp, j'ai trouve en un meme point dix dikes paralleles s'etendant de l'est a l'ouest, et non loin de la un systeme de huit dikes, formes d'une autre variete de trapp et disposes dans une direction perpendiculaire a celle des premiers. J'ai observe en plusieurs regions formees de roches primaires des systemes de dikes paralleles et rapproches les uns des autres.

Bancs ferrugineux superficiels.--Les parties basses de la contree

sont uniformément recouvertes d'un banc de gres qui suit les inegalites de la surface, a structure cloisonnee comme un rayon de miel, et ou abondent les oxydes de fer. Je crois que des bancs d'une composition a peu pres semblable se rencontrent communement le long de toute la cote ouest de l'Australie et dans plusieurs des iles des Indes Orientales. Au cap de Bonne-Esperance, a 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 feuilletts 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 calcaires ramifies paraissent avoir ete formes par une matiere calcaire fine entraine 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 desagregue 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 calcaire 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 calcaires et quartzes 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 feuillets 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 calcaires 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 calcaires _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 redepose peu apres. La surface des couches substalagmitiques parait etre toujours erodee par l'eau des pluies. Comme toutes les contrees mentionnees plus haut jouissent d'une saison seche fort longue en comparaison de la saison pluvieuse, j'aurais cru que la presence des calcaires substalagmitiques etait en rapport avec le climat si le lieutenant Nelson n'avait pas decouvert cette substance en voie de formation sous la mer. Les coquilles decomposees paraissent extremement solubles; j'en ai trouve une excellente preuve en observant une roche curieuse de Coquimbo au Chili qui etait formee de petites carapaces vides et translucides cimentees. L'examen d'une serie d'echantillons montrait clairement que ces carapaces avaient

contenu primitivement de petits fragments arrondis de coquilles, cimentes et enveloppes par une matiere calcaire (comme cela se produit frequemment sur le rivage de la mer) et ensuite decomposes et dissous dans l'eau qui doit avoir traverse les enveloppes calcaires sans les attaquer.--On pouvait observer toutes les phases de ce phenomene.

[3] Voir Peron, *_Voyage_*, t. I, p. 204.

[4] Le Dr J. Macaulay a donne une description complete des moules de Madere (*_Edinb. New Phil. Jour._*, vol. XXIX, p. 350). Il considere ces corps comme des coraux (s'ecartant ainsi de l'opinion de M. Smith de Jordan Hill) et le depot calcaire comme d'origine sous-marine. Les remarques qu'il fait relativement a la structure de ces corps sont peu precises. Ses arguments s'appuient principalement sur l'abondance de la matiere calcareuse et sur le fait que les moules renferment une matiere d'origine animale dont la presence est demontree par l'ammoniaque qu'ils degagent. Si le Dr Macaulay avait vu les masses enormes de fragments de coquilles roules qui se trouvent sur le rivage de l'ile de l'Ascension et surtout sur les recifs coralliens, et s'il avait songe aux effets que l'action longtemps prolongee de vents moderes peut produire par l'amoncellement de particules fines, il aurait hesite a produire l'argument relatif a la quantite de matiere, qui est rarement admissible en geologie. Si la matiere calcaire provient de la decomposition de coquilles et de coraux, il fallait s'attendre a la presence de matiere organique. M. Anderson a analyse un fragment de moule pour le Dr Macaulay et il a trouve qu'il etait compose comme suit:

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

	98,11

[5] Pour des details plus complets sur cette formation, voir *_Appendix to the Voyage of capitain King_* par le Dr Fitton. Le Dr Fitton est porte a attribuer une origine concretionnaire aux corps ramifies; je ferai observer que j'ai vu a la Plata, dans des lits de sable, des tiges cylindriques qui avaient incontestablement cette origine, mais elles differaient beaucoup par leur aspect des tiges de Bald-Head et des autres localites citees plus haut.

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

CAP DE BONNE-ESPERANCE

Apres les descriptions geologiques de cette region donnees par Barrow, Carmichael, Basile Hall et W.-B. Clarke, je puis me borner a quelques observations sur le contact des trois formations principales. La roche fondamentale est le granite[1]; il est surmonte de phyllade argileux, generalement dur et luisant par suite de la presence de petites paillettes de mica; le phyllade alterne avec des couches d'une roche feldspathique a structure phylladeuse, faiblement cristalline, et passe a cette roche. Ce phyllade argileux est remarquable parce qu'a certains endroits (comme a Lion's Rump) il est decompose jusqu'a une

profondeur de vingt pieds, et transforme en une roche gresiforme de couleur pale, que certains observateurs ont prise erroneement, je crois, pour une formation distincte. Le Dr Andrew Smith m'a conduit a Green-Point ou l'on voit un beau contact entre le granite et le phyllade argileux; ce dernier devient un peu plus dur et plus cristallin a un quart de mille du point ou le granite apparait sur la plage (mais le granite est probablement beaucoup plus rapproche en sous-sol). A une distance plus faible quelques-uns des bancs de phyllade argileux presentent une texture homogene et sont stries de zones peu distinctes de couleurs differentes, tandis que d'autres bancs offrent des taches mal definies. A 100 yards environ de la premiere veine de granite, le phyllade argileux commence a presenter differentes varietes, les unes sont compactes et d'une teinte pourpre, d'autres brillantes avec de nombreuses petites paillettes de mica et du feldspath imparfaitement cristallise; quelques-unes sont vaguement grenues, d'autres porphyriques avec de petites taches allongees d'un mineral blanc, tendre et facilement attaquable, ce qui donne a cette variete un aspect vesiculaire. Tout pres du granite le phyllade argileux est transforme en une roche feuilletee de couleur sombre dont la cassure est rendue grenue par la presence de cristaux imparfaits de feldspath recouverts de petites paillettes brillantes de mica.

La ligne de contact actuelle entre la region granitique et la region du phyllade argileux s'etend sur une longueur d'environ 200 yards, et consiste en masses irregulieres et en nombreux dikes de granite enchevetres dans le phyllade argileux et entoures par cette derniere roche; la plupart des dikes sont diriges du N.-W. au S.-E. suivant une ligne parallele a la schistosite des phyllades. Lorsqu'on s'eloigne du point de contact, on ne voit plus que de minces lits et plus loin que de simples pellicules de phyllade argileux altere, entierement isolees, comme si elles flottaient dans le granite grossierement cristallise; mais, quoique completement isolees, elles conservent toutes des traces de la schistosite dirigee N.-W.-S.-E. Ce fait a ete observe dans d'autres cas du meme genre et a ete cite par des geologues eminents[2], comme constituant une grave objection a 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 feuillets 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 feuillets 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 etait decompose a la profondeur de quelques pouces et qu'il etait remplace soit par une mince couche d'un schiste ferrugineux, soit par une couche, epaisse de 4 ou 5 pouces, constituee par les cristaux du granite recimentes et sur laquelle reposait immediatement la grande masse de gres.

M. Schomburgh a decrit[4] une grande formation de gres du Bresil septentrional qui repose sur le granite et ressemble d'une maniere remarquable, sous le rapport de la composition et sous celui de la forme exterieure de la contree, a cette formation du cap de Bonne-Esperance. Les gres des grands plateaux de l'Australie orientale, qui reposent aussi sur le granite, different de ceux dont nous venons de parler parce qu'ils sont moins siliceux. On n'a pas decouvert de fossiles dans ces trois vastes depots. J'ajoute enfin que je n'ai vu aucun caillou roule provenant de roches amenees d'une grande distance au cap de Bonne-Esperance, sur les cotes orientales et occidentales de l'Australie, ni a la Terre Van Diemen. Dans l'ile septentrionale de la Nouvelle-Zelande j'ai observe de grands blocs de greenstone, mais je n'ai pas eu l'occasion de determiner si la roche dont ils avaient ete detaches se trouvait a une grande distance de ce point.

Notes:

[1] En plusieurs endroits j'ai observe dans le granite de petites spheres a couleur sombre composees de minuscules paillettes de mica noir, dans une pate tres resistente. En un autre point j'ai rencontre des cristaux de tourmaline noire rayonnant autour d'un centre commun.

Le Dr Andrew Smith a decouvert dans l'interieur du pays de beaux specimens de granite, avec du mica blanc d'argent rayonnant ou plutot ramifie comme de la mousse autour de points centraux. Il existe dans les collections de la Societe Geologique des echantillons de granite avec du feldspath cristallise et radie de la meme maniere.

[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, a ma grande surprise (Geological Proceedings, vol. III, p. 422), qu'en certains endroits le gres est traverse par des dikes granitiques; ces dikes doivent appartenir a une periode bien posterieure a celle ou le granite fondu reagissait 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 calcaireux tres recent, avec une espece

du genre *_Succinea_* vivant actuellement dans l'île. Ces coquilles sont mentionnées à la page 108 de ce volume.

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

Cette espèce est bien décrite et figurée fort exactement dans le onzième 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 motivé que cette coquille ne doit pas être considérée comme terrestre. Les spécimens dont il disposait avaient été achetés dans une vente publique à Hambourg, ou ils avaient été envoyés par feu G. Humphrey, qui paraît avoir fort bien connu leur véritable provenance, et qui les a vendues pour des coquilles terrestres. Chemnitz cite cependant un spécimen de la collection de Spengler qui était en meilleur état que les siens, et passait pour provenir de Chine. La figure qu'il a donnée est prise d'après cet individu, qui me semble être simplement un spécimen nettoyé de la coquille de Sainte-Hélène. On comprend facilement qu'après avoir passé par deux ou trois mains une coquille originaire de Sainte-Hélène puisse avoir été vendue comme provenant de Chine, soit fortuitement, soit dans un but intéressé. Je crois qu'il est impossible qu'une coquille appartenant à cette espèce puisse avoir été réellement trouvée en Chine; et je n'en ai jamais vu une seule parmi la quantité immense de coquilles qui nous arrivent du Céleste-Empire. Chemnitz n'a pu se décider à établir un nouveau genre pour cette remarquable coquille, quoiqu'il ne put évidemment l'assimiler à aucun des genres connus à cette époque; et bien qu'il ne la considérât pas comme terrestre, il lui donna le nom d' *_Auris Vulpina_*. Lamarck en a fait la seconde espèce de son genre *_Struthiolaria_*, sous le nom de *_Crenulata_*. Elle ne présente cependant aucune affinité avec ce genre; et on ne saurait concevoir de doutes sur l'exactitude des idées de De Ferussac, qui place cette coquille dans la quatrième division de son genre *_Cochlogena_*; Lamarck se serait montré conséquent avec ses propres principes s'il l'avait placée parmi ses *_Auriculæ_*. Cette espèce présente une variété qui peut être caractérisée 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 diffèrent ici de celles de la variété ordinaire, qui sont: longueur 1,65, longueur de la bouche 1, largeur 0,96 pouces. Faisons observer que toutes les coquilles de cette variété provenaient d'une autre partie de l'île que les spécimens cités 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 espèce a la taille de *_C. Guadeloupensis_*, mais s'en distingue facilement par la forme des spires et parce que la suture est profondément marquée. 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-pyramidali, 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-pyramidali, 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 striees 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 connaissons, 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 ete rapportee 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 inlus dentibus quinque instructo; umbilico mediocri, long. 0,07, lat. 0,10, poll.

Cette espece se rapproche plus ou moins de _*Helix contorta*_ de De Ferussac, Moll. terr. et fluv. Pl. 51. A, fig. 2; mais en differe par plusieurs details.

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 depourvue 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 espece doit etre consideree a 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 posterieur de chaque spire n'est pas; anguleux. Il convient de rapporter a cette espece des specimens qu'on a trouves associes aux especes precedentes, et a _*Coclogena fossilis*_ qui est, a son tour, associee a une *Succinee* actuellement vivante, dans le gres calcarifere moderne.

COQUILLES PALEOZOIQUES DE LA TERRE VAN DIEMEN

(Voiere chapitre VII: TERRE VAN DIEMEN).

1.--*Producta rugata*.

C'est probablement la meme espece que celle a laquelle Phillips a donne le nom de _*Producta rugata*_ (Geology of Yorkshire, part. 2, pl. VII, fig. 16); mais la coquille est en trop mauvais etat pour que je puisse me prononcer definitivement a 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 ete porte d'abord a assimiler cette coquille a *Spirifera trapezoidalis*, mais, en considerant que les cotes radiees sont simples a leur origine, et sachant qu'elles sont sujettes a des variations, j'ai cru qu'il valait mieux faire de ce specimen une variete distincte.

Il y a plusieurs autres specimens de Spiriferes appartenant probablement a des especes distinctes, mais ils consistent en de simples moules, de sorte qu'il est evidemment impossible de donner les caracteres externes de ces especes. Cependant, comme elles sont tres remarquables, j'ai cru convenable de leur donner a chacune un nom et d'en faire une courte description.

4.--Spirifera paucicostata, G. Sowerby.

Longueur egale aux deux tiers environ de la largeur; cotes peu nombreuses et variables.

5.--Spirifera Vespertilio, G. Sowerby.

Largeur depassant le double de la longueur, cotes radiees assez larges, distinctes et peu nombreuses: surface interne posterieure couverte, dans les deux valves, de ponctuations bien distinctes.

6.--Spirifera avicula, G. Sowerby.

Les proportions de cette espece sont fort remarquables, car la coquille parait etre trois fois plus large que longue; les cotes rayonnees ne sont pas tres nombreuses, et la surface interne posterieure de l'une des valves seulement (la grande valve) a ete ponctuee. L'espece ressemble par ses proportions a la *Spirifera convoluta* [1] de Phillips, mais comme notre *Spirifera avicula* n'est representee que par un moule interne, ses proportions ne sont pas aussi anormales que celles de la *Spirifera convoluta*.

Un specimen dont la forme naturelle a ete fortement alteree par la compression, mais qui semble cependant un peu different par ses proportions, presente non seulement le moule interne de la coquille, mais aussi l'empreinte de sa surface externe; ses cotes rayonnees sont fort irregulieres et tres nombreuses, mais il est possible que certaines d'entre elles seulement soient des cotes principales, les autres n'etant qu'interstitielles; leur irregularite 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 inedits, 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 relrecie (Greek: stenosis) 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'etirement 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.

Ramifiee, branches ovales; tubes relativement courts, tres divergents, bouches rondes; nombreux retrecissements ou irregularites de developpement.

Les caracteres de cette espece ont ete determines fort imparfaitement. Les branches ne sont pas uniformement ovales, meme dans un fragment unique. Les tubes divergeaient tres rapidement le long de la ligne du grand axe, leur croissance dans le sens vertical etait fort limitee. Leurs moules montrent une succession rapide d'irregularites de developpement. Les bouches, pour autant qu'on puisse determiner leur forme, etaient rondes ou legerement ovales, et les cretes de division, garnies de tubercules, etaient aigues; mais, comme la surface externe n'est pas visible, on n'a pu determiner leurs caracteres exacts et les modifications subies pendant la croissance.

Le corail est empate dans un calcaire gris-sombre.

1.--*Fenestella ampla*, Sp. n.

Cupuliforme; surface cellulifere interne; branches dichotomes, larges, aplaties, minces; mailles ovales; rangees de cellules nombreuses, rarement limitees a deux, alternantes; connexions transversales quelquefois celluleuses; couche interne de la surface non celluleuse tres fibreuse; couche externe tres grenue, non fibreuse; vesicule gemmulifere? petite.

Quelques-uns des moules de ce corail offrent une ressemblance generale avec Fenestella polypora telle qu'elle est representee 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'espece en question telle que la donnent la planche XXII, fig. 3, du meme ouvrage ou les figures originales de M. Phillips, *Geology of Yorkshire*, part. 2, pl. 1, fig. 19, 20. Il existe aussi une ressemblance generale entre *Fenestella ampla* et un corail trouve par M. Murchison dans le calcaire carbonifere de Kossalchi-Datchi sur le versant oriental de la chaine de l'Oural, mais il y a, ici encore, une difference marquee dans les details de structure.

Fenestella ampla atteignait des dimensions considerables; des fragments paraissant appartenir a un specimen unique couvraient une surface de 4 pouces et demi sur 3 pouces; cette espece offrait des contours tres massifs, les branches avaient souvent plus d'un dixieme de pouce de largeur aux points ou elles se divisaient.

Une grande uniformite domine dans l'aspect general du corail, mais la largeur des branches varie parce qu'elles s'elargissent fortement au voisinage des points de bifurcation; cependant il n'y a pas de difference marquee entre les caracteres de la base et ceux de la partie superieure de la coupe, meme quant au nombre des rangees de cellules.

Dans les specimens ou la surface cellulaire est le mieux conservee, les ouvertures des cellules sont relativement grandes, rondes ou ovales, et elles sont limitees par un bord legerement sureleve; une crete filiforme et onduleuse serpente entre elles et divise les espaces intermediaires en losanges. Le nombre des rangees de cellules situees immediatement en avant des bifurcations s'eleve parfois jusqu'a dix, et depasse ordinairement deux apres la separation. Les ouvertures des cellules des rangees laterales font saillie dans l'interieur des mailles, et les connexions transversales sont quelquefois celluleuses. Les intervalles compris entre les ouvertures, ainsi que les cretes ondulees, sont granuleuses ou portent de tres petits tubercules. Dans l'interieur les cellules presentent la disposition oblique habituelle, elles se recouvrent les unes les autres et s'arretent brusquement a la partie dorsale de la branche. Les empreintes parfaites de la surface cellulaire offrent l'inverse des caracteres qui viennent d'etre decrits; mais le plus habituellement les empreintes ne presentent guere d'autre trace de structure que des rangees longitudinales d'ouvertures circulaires.

Sur la couche interne de la surface non celluleuse on peut decouvrir quelquefois vingt fibres paralleles bien nettes, separees par des sillons etroits ou par les moules qui leur correspondent; et leur nombre est toujours considerable. L'etat de conservation de ces fossiles ne permettait pas de decouvrir la veritable nature des fibres, mais on deduit d'observations faites sur d'autres especes qu'elles sont tubulaires. Leur taille est considerable, mais dans le specimen qui montre leur structure de la maniere la plus complete elles sont frequemment coupees par des ouvertures circulaires. Leur surface arrivee a l'etat parfait est finement granuleuse. La couche externe ou partie posterieure des branches est formee d'une croute uniforme sans aucune trace de fibres, mais couverte de nombreuses papilles microscopiques avec des pores correspondants qui penetrent la substance de cette couche.

Les seules traces de vesicules gemmuliferes sont de petites cavites accidentellement situees au-dessus de la bouche et dont la position correspond a celle que les vesicules considerees comme gemmuliferes

occupent dans d'autres genres cellulieux. 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 écailleux ou terreux.

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

Cupuliforme; surface cellulifère interne; branches dichotomes, comprimées, de largeur variable; mailles oblongues, étroites; 2 à 5 rangées de cellules séparées par des crêtes longitudinales; connexions transversales courtes, sans cellules; surface non celluleuse; couche interne fortement fibreuse, couche externe finement granuleuse.

Cette espèce se distingue facilement de *Fen. ampla* par la délicatesse de sa structure; il y a en outre des différences très nettes dans le nombre des rangées de cellules qui varie de deux à cinq, et dans leur mode de développement. Elle paraît avoir atteint des dimensions considérables, car on a observé des fragments longs de 1 pouce et demi et large de 1 pouce.

Les branches ont une largeur variable, elles s'élargissent graduellement dans la direction des bifurcations, mais sans aucune altération de la forme ou de la dimension des mailles, et, pour autant que l'état des spécimens permette d'en juger, il ne survenait aucun changement notable pendant le développement de la coupe, sauf celui que nous allons exposer. À la surface cellulifère des branches il se produit des modifications importantes mais uniformes entre les bifurcations successives. Sur une faible longueur au-dessus du point de séparation la branche est étroite et anguleuse, elle porte une crête longitudinale parallèle à son axe, et il n'y a qu'une seule rangée d'ouvertures sur chaque face. À mesure que la branche se développait, la crête s'élargissait et devenait finalement cellulifère; une ligne d'ouvertures naissait à la place qu'elle occupait (*internata*). Les trois rangées d'ouvertures cellulaires étaient alors séparées sur la branche par deux crêtes, et le développement continuant, celles-ci s'élargissaient à leur tour et devenaient cellulifères, les cinq rangées étant séparées par quatre crêtes. Cette phase semble représenter la dernière période de l'accroissement, car elle était suivie immédiatement d'une nouvelle bifurcation. La partie la plus ancienne de la coupe ne porte d'ordinaire que deux ou trois rangées de bouches; et, lorsqu'il en existe un plus grand nombre, on peut observer une certaine irrégularité dans leur disposition linéaire résultant de l'expansion latérale de la branche.

Dans les spécimens les mieux conservés les bouches sont relativement grandes, rondes ou ovales, et leurs bords sont faiblement relevés. Celles des rangées médianes sont parallèles ou presque parallèles, et disposées dans la direction de l'axe de la branche; mais dans les rangées latérales elles sont souvent placées obliquement et s'inclinent vers les mailles. Sur ces spécimens 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 tres fibreuse, et l'on peut decouvrir la meme structure, plus ou moins nettement accusee dans les connexions laterales. Le nombre des fibres ne parait pas depasser douze par branche, et elles sont en general moins nombreuses. Leur longueur est considerable, car des fibres additionnelles s'intercalent lorsque la branche s'elargit; et leur surface est garnie de tres petits tubercules. On n'a pas observe d'ouvertures circulaires isolees. La couche exterieure est uniformement granuleuse quand elle est completement developpee, mais on peut suivre sur un meme specimen toutes les phases intermediaires depuis l'etat fibreux fortement accuse jusqu'a l'etat granuleux.

On n'a pas observe de traces distinctes de vesicules gemmuliferes, mais sur un specimen qui porte, a ce que l'on croit, des empreintes de cette espece, on peut observer accidentellement, pres des bouches, des moules hemispheriques a surface parfaitement arrondie, qui ne sont evidemment pas relies directement avec l'interieur des cellules, et que l'on considere comme representant peut-etre ces vesicules. *Fenestella internata* semble etre 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 constituee ordinairement par un schiste argilo-calcaireux gris, mais elle consiste parfois en un calcaire ecailleux ou en une pierre argileuse dure et ferrugineuse ou faiblement coloree.

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

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

Par son aspect general et les details de sa structure cette espece offre une grande ressemblance avec *Fenestella flustracea* de la dolomie d'Angleterre (*Retepora flustracea*, Geological Transactions, 2e serie, vol. VII, pl. XII, fig. 8), mais elle en differe par le caractere particulier que presente le moule de la surface cellulifere dont nous indiquerons la nature en decrivant cette surface.

Le specimen principal est une coupe presque intacte haute de 1 pouce et demi et mesurant environ 2 pouces de diametre dans la partie comprimee la plus large. On n'observe pas de variations notables des caracteres, mais quelquefois des irregularites de croissance, dues probablement a des accidents survenus pendant le developpement

progressif de l'organisme.

Les caracteres que nous indiquons ici ont ete observes sur des moules, car on n'a pas rencontre de surface parfaite. Les dimensions des branches sont fort uniformes, elles ne s'elargissent que tres legerement aux points de bifurcation qui sont eloignes les uns des autres, et leur epaisseur etait vraisemblablement presque egal a leur largeur. Le moule de la surface cellulaire est traverse dans le sens de son axe par une rigole etroite a bords aigus (_fossula_), a parois presque verticales, caractere distinctif entre cette espece et _Fen. flustracea_. Les moules cylindriques des ouvertures ou de l'interieur des cellules sont disposes sur un seul rang de chaque cote 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 rangee d'indentations ou de petites cavites coniques, caractere que l'on constate dans d'autres especes, particulierement dans _Fen. flustracea_. Ce ne sont evidemment pas les moules d'ouvertures de cellules, mais de papilles relativement grandes. On a observe des traces de saillies de ce genre dans plusieurs autres cas.

Sur le petit fragment garni d'ouvertures que l'on a trouve, ces ouvertures sont grandes, rondes, et font une faible saillie, elles ne sont pas fort eloignees les unes des autres, et le meme petit fragment porte une crete imparfaitement developpee. Les restes de la surface non celluleuse ne presentent pas de caracteres qui meritent d'etre signales, mais on a observe des traces d'une couche streee unie.

Les deux specimens qui ont fourni ces details de structure sont engages dans un calcaire dur de couleur sombre.

Hemitrypa sexangula, Sp. n.

Reseau fin, hexagonal; mailles rondes en rangees doubles.

Le corail auquel s'appliquent ces caracteres incomplets est empate dans la surface schistoide d'un calcaire dur de couleur sombre. Il a environ 1 pouce de largeur et un demi-pouce de hauteur, et consiste en deux reseaux superposes, l'un a mailles quadrangulaires et l'autre a mailles hexagonales, avec une aire interieure arrondie; le reseau quadrangulaire a ete enleve sur une partie considerable du specimen, de sorte que le contact des deux structures est bien visible.

On admet que les caracteres generiques essentiels de ce fossile s'accordent entierement avec ceux d'_Hemitrypa_ (Pal. Foss. Cornwall, p. 27), mais son bon etat de conservation et certaines facilites qui en resultaient pour la determination des details de structure ont fait prevaloir, au sujet de sa nature, une opinion un peu differente de celle qui est exposee dans l'ouvrage que je viens de citer.

La surface interne d'_Hemitrypa oculata_ (_loc. cit._) est decrite comme "portant des cretes radiees", et possedant "des depressions intermediaires ovales qui ne penetrent qu'a la moitie de l'epaisseur de la substance du corail, et n'atteignent nulle part la surface externe". La partie equivalente du specimen de la Terre Van Diemen correspond parfaitement a cette description, sauf quant a la forme des mailles ou depressions; pourtant il n'est pas simplement "semblable a quelques *Fenestellae*", mais il presente tous les caracteres 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 calcaireuse d'origine animale
 --Sur le verre decompose
 Brown (M.R.).--Sur des corps spheruliliques dans le bois silicifie
 --Sur des vegetaux fossiles de la Terre Van Diemen
 Buch (Von).--Sur des couches calcaireuses 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 entraine 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; tapissees 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 (Lamellation 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
Fleuriau 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
Hemitrypa (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 calcaireuse 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 calcaireuses 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-amygdaloïdale 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
Lyll (M.).--Sur les crateres de soulèvement
--Sur des oeufs de tortues empates dans une roche
--Sur un revetement luisant des dikes

Macaulay (Le Dr).--Sur des moules calcaires a Madere
Mac Tullock (Le Dr).--Sur une roche amygdaloïdale
--Sur la chlorophaeite
--Sur une retinite lamellaire
Mackensie (Sir G.).--Sur des coulees de lave cavernueuses
--Sur des coulees d'obsidienne
--Sur un revetement 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')
- (Coulees 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 calcaireuses 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 soulèvement de)

Saint-Paul (Rochers de)

Salses (Comparaison des), et des crateres de tuf

San Thiago (Ile de)

--(Cratere de soulèvement 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

Soulèvement 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*