

de diverses couleurs, on aura une idée assez exacte de la composition du minerai de Platine.

Le Platine appartient au même gisement que le Diamant; mais les sables platinifères ne se trouvent jamais associés au Diamant. Le Platine n'a été connu pendant longtemps que dans le Nouveau-Monde. Les endroits les plus riches sont le Choco et Barbacoa (Nouvelle-Grenade), Matto-Grosso au Brésil, Quito, Pérou. Il existe en grande proportion aussi en Sibérie dans les monts Ourals, où il est utilement exploité. Le Platine constitue une monnaie légale en Russie.

La propriété qu'a le Platine de résister au feu le plus violent, d'être inattaquable par tous les acides, le rend très précieux dans les arts; on en fait des vases évaporatoires pour les fabriques d'acide sulfurique et des instruments divers, tels que cornues, creusets, capsules, tubes, etc. Il est une observation à faire relativement à la durée des vases en Platine, c'est d'avoir soin d'éviter de les mettre en contact, à une température élevée, avec des alcalis caustiques et des métaux fusibles, qui le détériorent rapidement.

Trente-quatrième famille : *PALLADIDES*. — *PALLADIUM*. — Métal blanc d'Argent; densité 11,8; attaqué par l'Acide nitrique à chaud; solution rouge, qui précipite par le Prussiate de potasse. On le trouve en paillettes mélangées avec le Platine du Brésil ou de l'Oural.

Trente-cinquième famille : *OSMIDES*. — *IRIDOSMIDE* (*Osmiure d'iridium*). — Cette substance a un aspect métallique; elle se présente sous forme de grains blancs; sa densité est de 19,25; elle est inattaquable par les acides. C'est un composé en proportions non encore exactement déterminées d'Osmium et d'Iridium. Jusqu'à présent ces deux métaux n'ont pas d'usages.

L'Iridosmide a les mêmes gisements que le Platine.

Nous avons rapidement esquissé l'histoire des minéraux utiles. Les limites de notre ouvrage ont dû naturellement nous restreindre, nous renvoyons les personnes qui voudraient approfondir ces questions à la deuxième édition du *Traité de Minéralogie* de M. Beudant qui nous a servi de guide.

Remarquons en terminant que l'exploitation des minéraux précieux, tels que l'Or, l'Argent, le Diamant, ne procurent point aux peuples qui possèdent ces mines des richesses aussi stables et aussi considérables que l'exploitation des minéraux utiles, tels que les Houilles et les mines de Fer, qui forment la base de la richesse des nations.

Ajoutons encore que les travaux des mines sont périlleux et souvent insalubres. On ne saurait trop répéter aux riches propriétaires que ces exploitations enrichissent, qu'ils doivent toujours avoir pour

but principal d'adoucir le sort des ouvriers qu'ils emploient, et de mettre en usage tous les moyens que la science possède pour diminuer les dangers auxquels ils sont exposés. Ils seraient responsables devant Dieu des malheurs que leur incurie ou leur avidité pourrait occasionner.

GÉOLOGIE.

NOTIONS SUR LA FORME GÉNÉRALE DE LA TERRE ET SUR LA COMPOSITION DE SON ÉCORCE SOLIDE.

La géologie est la science de la terre. Elle a pour but de nous faire connaître sa configuration, la nature des matériaux qui la composent, l'arrangement de ces matériaux, les phénomènes qui se passent dans son intérieur, ceux qui agissent incessamment à sa surface, et enfin ceux qui l'ont successivement modifiée depuis la création.

FORME DE LA TERRE. — La terre a la forme d'un sphéroïde légèrement aplati vers ses deux pôles. On entend par sphéroïde un solide peu différent d'une sphère, et par pôles les deux points fixes du globe terrestre autour duquel il tourne sans cesse.

On a reconnu, par les observations du pendule (voyez *Physique*), que la quantité d'aplatissement du sphéroïde terrestre était d'environ un $\frac{1}{300}$, c'est-à-dire que la différence entre les rayons de l'équateur et du pôle était la $\frac{1}{300}$ partie du rayon de l'équateur. Le rayon du pôle est de 1428 lieues, celui de l'équateur de 1433, la différence est de 5 lieues; il en résulte que la terre est de 10 lieues moins allongée dans le sens de son axe que dans le sens du diamètre de l'équateur. Ces déterminations ont été confirmées par des mesures géodésiques. Dans toutes ces mesures, on a fait abstraction des inégalités du sol, qui sont, pour ainsi dire, insensibles lorsqu'on les compare à la masse totale de la terre; sa figure a été déterminée par la surface de l'Océan, qu'on suppose uniformément étendue sur les continents et les îles.

Les calculs de géométrie démontrent qu'une masse fluide, lancée dans l'espace, prendrait en se refroidissant précisément la forme que le calcul et l'expérience donnent au globe terrestre; les astronomes ont en outre reconnu la même figure dans d'autres planètes tournant sur elles-mêmes, et la quantité d'aplatissement s'est toujours trouvée proportionnelle à la rapidité de la rotation. Ces faits mathématiques conduisent naturellement à conclure que l'aplatissement de la terre a été déterminé par son mouvement ro-

tatoire, et que la terre, ainsi que les autres planètes, était primitivement à l'état liquide. Cette hypothèse reçoit encore un grand appui de la chaleur intérieure du globe; car, plus on pénètre dans l'intérieur de la terre, plus la chaleur va en augmentant, et cela selon des lois régulières.

La densité de la terre est estimée à 5,48, par rapport à celle de l'eau distillée; celle de Jupiter à 14,00 et celle de Saturne à 0,5.

Si on compare l'épaisseur de la partie extérieure connue du globe terrestre au diamètre de la terre, on voit qu'elle n'en fait pas la 2/1000 partie; on voit combien relativement à la masse de la terre est bornée jusqu'à présent la partie que nous connaissons; pour arriver à ces notions, il a fallu mettre en usage une foule de moyens, et profiter des circonstances accidentelles. Ainsi on ne s'est point borné à observer la surface de la terre; les escarpements des montagnes, les excavations pratiquées pour les mines, les puits et les grands travaux publics, nous ont fait connaître successivement plusieurs couches de cette écorce du globe, et nous ont montré qu'elles présentaient de grandes variétés sous le rapport de l'aspect et de la composition.

COMPOSITION DE L'ÉCORCE SOLIDE DE LA TERRE. —

L'écorce solide de la terre ne nous est donc que très superficielle-ment connue, car combien sont peu étendues les excavations les plus profondes que nous connaissons, comparées au rayon de la terre! Quoi qu'il en soit, on a pu constater que cette couche superficielle est constituée par une foule d'éléments hétérogènes.

On nomme *roches* les minéraux simples ou les associations constantes de plusieurs minéraux qui existent en grandes masses dans différentes parties du globe, conservant constamment les mêmes caractères de composition et de structure; tels sont les *Granits*, les *Schistes*, les *Calcaires grenus, compactes*, etc. Nous étudierons plus loin les roches les plus importantes qui entrent dans la structure du globe. On nomme *dépôt* un groupe de roches dans lesquelles il y en a une qui est dominante et les autres subordonnées; exemple: la montagne de Montmartre, près Paris, est un dépôt gypseux accompagné de marnes. On entend par *stratification* le parallélisme qui existe entre toutes les masses minérales dont se compose un dépôt, ou un terrain composé de plusieurs dépôts; quand ces dépôts sont régulièrement placés les uns au-dessus des autres, on dit qu'il y a *superposition*. On nomme *fossiles* les empreintes de différentes sortes que l'on trouve dans les couches du globe, et qui proviennent de corps organisés qui vivaient à l'époque où se formait le terrain qui les renferme. Tous ces débris organiques servent, comme nous le verrons plus loin, à caractériser les différents âges du globe, et

à distinguer les couches dont il se compose. On désigne par le mot *formation* un dépôt qui a été produit d'une manière déterminée, comme par les volcans, par les eaux de la mer ou par les eaux douces. On désigne encore par ce mot un ensemble de dépôts qui représente une certaine période de temps pendant laquelle les causes qui les ont produits ont agi d'une manière continue. On emploie le mot *terrain* pour désigner des sous-groupes établis parmi les formations qui composent du globe: ainsi l'on dit terrain de gneiss, terrain de granit, etc. On nomme *sol* un ensemble de formations de terrains qui constituent une des grandes divisions établies dans la série des couches du globe: ainsi on dit sol primaire, sol secondaire, sol tertiaire.

Si l'on examine les produits actuellement formés par les eaux et par les volcans, si on les compare avec les roches, on acquiert la preuve que deux causes semblables ont fait les uns et les autres. L'origine ignée des produits volcaniques est évidente; on retrouve des produits parfaitement analogues parmi les roches. Les eaux de mer et les eaux courantes laissent déposer des produits qui ont la plus grande analogie avec les roches qui forment l'écorce du globe, et qui ont dû être également formés par les eaux.

Ainsi on reconnaît qu'il existe deux séries de roches: les unes, et ce sont en général les plus profondes, sont de nature cristalline, formant des masses extrêmement épaisses; rarement des couches, presque toutes composées de silicates de potasse, de soude, d'alumine; les autres, au contraire, superposées aux précédentes et arrivant jusqu'à la surface du sol actuel, sont des couches, et plus minces et plus nombreuses, horizontales ou onduleuses dans les plaines, plus ou moins inclinées quand elles se rapprochent des chaînes de montagnes, essentiellement composées de carbonate calcaire dans ses différents états, entremêlé de cailloux roulés, de sables, de grès formés par des fragments arrachés à des roches fort différentes d'elles-mêmes, et présentant dans leurs différentes assises des débris d'êtres organisés, végétaux et animaux, qui y ont été successivement enfouis, et dont il n'existe aucun vestige dans les terrains de la première série. Cet examen amène naturellement à conclure que les terrains de la première série, ceux qui ne renferment pas de débris d'êtres organisés, préexistaient à ces êtres; tandis que ceux de la seconde série, dans lesquels on observe ces cailloux roulés, et les débris d'animaux et de végétaux à l'état fossile, ont été formés postérieurement à l'apparition des êtres organisés à la surface du globe. De là la désignation de ces terrains sous le nom de *primitifs* et de *secondaires*. Nous verrons plus bas que ces désignations ne sont pas aussi exactes qu'elles semblent l'être au premier abord.

Avant d'exposer l'histoire des différentes couches qui composent l'écorce solide du globe, avant de rechercher les causes et l'origine des différentes superpositions qu'on a étudiées, il est bon de jeter un coup d'œil sur les causes actuellement agissantes; il est bon de montrer comment les volcans, les soulèvements et les tremblements de terre modifient la surface du globe, comment agissent tous les modificateurs physiques, et en particulier l'air, l'eau, qui déterminent la formation d'alluvions que nous voyons se produire sous nos yeux; comment enfin les êtres animés qui peuplent l'immensité des mers donnent lieu à ces étonnantes formations madréporiques que les voyageurs ont décrites.

TREMBLEMENTS DE TERRE. — Les récits des historiens, la tradition, l'examen de la croûte du globe, les faits contemporains, tout concourt à nous faire admettre que les tremblements de terre ont eu une influence immense pour modifier la surface de la terre. Souvent ces grands phénomènes ont été accompagnés de tels désastres que ces faits sont encore présents à la mémoire de tous les hommes. Chacun connaît le tremblement de terre de Lisbonne de 1755, celui de la Calabre en 1783, et personne de nous n'oubliera le désastre de la Guadeloupe en 1843. Quelques tremblements de terre sont assez limités; d'autres, au contraire, se font sentir dans une très grande étendue: ainsi le tremblement de terre de Lisbonne se propagea jusqu'à la Martinique d'une part, et de l'autre jusqu'en Laponie.

Je ne puis donner une idée complète des bouleversements que notre globe a éprouvés sous l'influence des tremblements de terre; je vais me borner à citer, d'après M. Perrey, les tremblements de terre les plus remarquables des Antilles. Ces contrées ont eu le triste privilège d'être souvent ravagées par ce fléau.

«En 1530, le 1^{er} septembre, on observa un tremblement de terre sur la côte de Cumana, proche l'île de Cubagua; la mer s'éleva de 4 brasses et déborda. La terre s'ouvrit en différents endroits; il en sortit beaucoup d'eau salée noire comme de l'encre et puante comme la pierre ponce. La montagne qui est à côté du golfe de Cariaco resta ouverte; il y eut un fort renversé, ainsi que plusieurs maisons.

En 1677, Fort-Royal (Jamaïque) fut englouti par un tremblement de terre.

En 1688, le 4^{er} mars, à la Jamaïque, trois secousses en une minute, accompagnées d'un bruit souterrain, se firent sentir dans toute l'île, au même instant à peu près. Toutes les maisons furent ébranlées et endommagées; les vaisseaux qui étaient dans la rade du Port-Royal en furent ébranlés; un vaisseau venant d'Europe, se

trouvant à l'est de l'île, fut considérablement battu par un ouragan. Le terrain parut se soulever comme les flots de la mer, en avançant toujours vers le nord.

En 1692, 7 juin, entre onze heures et midi, à la Jamaïque, violentes secousses qui continuèrent pendant deux mois; au Fort-Royal trois mille personnes périrent; la plus haute montagne de l'île fut culbutée dans la mer. Le ciel, qui était bleu et clair, parut tout-à-coup sombre et rougeâtre après le tremblement. On était persuadé à la Jamaïque que toute l'île s'était un peu abaissée. Alors on s'y attendait tous les ans à des tremblements de terre après de grandes pluies. Hales aussi prétend qu'il n'y en a pas quand il a fait beaucoup de vent.

En 1718, à la Martinique, secousse terrible; une terre surgit de la mer voisine avec un bruit épouvantable, et s'abîma ensuite dans les flots.

En 1727, à la Martinique, il y eut un affaissement considérable, pendant des secousses de tremblement de terre.

En 1797, à l'époque du fameux tremblement de terre du 4 février, qui fit périr quarante mille personnes dans les provinces de Tatunga, Ambato, Niabamba, etc., et dont les secousses durèrent jusqu'au 20, d'une manière tellement forte que la nuit du 11 au 12, dans laquelle on compta quatorze secousses, fut une des nuits tranquilles. Les Antilles éprouvèrent des commotions qui se continuèrent pendant huit mois, jusqu'à l'éruption du volcan de la Guadeloupe, le 27 septembre.

En 1812, le 30 avril, à deux heures du matin, à Caracas, à Calabozo, et sur les bords du Rio-Apure, dans une étendue de 400 lieues carrées, bruit souterrain, pareil à des décharges d'artillerie du plus gros calibre. Il n'y eut pas de secousse: c'était le bruit de l'éruption du volcan de Saint-Vinans, dont la première éruption de 1718 eut lieu le 27 avril. Ce volcan est à 84 kilomètres de Rio-Apuré. On remarqua que dans ce tremblement toutes les villes furent renversées comme des châteaux de cartes.

En 1831, les 10 et 11 août, à la Barbade, pendant un ouragan excessivement violent, tremblements de terre accompagnés d'effets électriques épouvantables. On porta à trois mille le nombre des personnes qui ont péri sous les décombres des habitations. Il y a eu coïncidence d'ouragan, de tremblement de terre et d'éruption volcanique.

En 1843, le 8 février, à dix heures trente-cinq minutes du matin, à la Guadeloupe, violente secousse de quatre-vingt-dix secondes, destruction de la Pointe-à-Pitre. Les secousses se sont continuées jusqu'au 17 mars: celle du 8 a été ressentie dans toutes les An-

tilles ; le 22 février, on a encore compté neuf secousses à la Guadeloupe. On en a ressenti trois fortes, au large, à l'est de Saint-Domingue ; le 21 mars, vers le soir, à Saint-Thomas (Havane), un choc très violent ; le 30 mars, la nuit, à Kingston (Jamaïque), deux fortes secousses.»

La cause des tremblements de terre n'est pas encore bien connue, et peut-être ces grands bouleversements sont-ils déterminés par des causes différentes.

Dans plusieurs régions de l'Amérique, des croyances populaires se sont promptement établies relativement aux tremblements de terre, et cela se conçoit facilement, puisque les secousses y sont fréquentes. Ainsi, dès 1692, aux Antilles, on s'attendait tous les ans à des tremblements de terre après de grandes pluies. On peut pourtant citer plus d'un fait qui prouve le contraire : plus d'une fois des pluies diluviales ont suivi, mais non précédé les commotions du sol ; plus d'une fois, contrairement à une opinion accréditée, la terre a tremblé après une longue sécheresse.

A Lima, c'est une opinion reçue que les tremblements de terre sont accompagnés de bouleversements des eaux de la mer ; comme au Chili, on pense qu'ils y sont suivis de soulèvements persistants de la croûte du globe. Ces croyances ne sont fondées que sur des faits isolés ; fussent-elles vraies, il ne serait pas permis encore de les donner comme telles, parce que les observations ne sont point encore assez nombreuses.

La plupart des géologues admettent qu'il existe une relation intime entre les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques ; voici comment M. de Humboldt s'exprime à cet égard : « La haute colonne de fumée que le volcan de Pasto, à l'est du cours de la Guaytara, vomit pendant trois mois en 1797, disparut à l'instant même où, à une distance de 60 lieues, le grand tremblement de terre de Rio-Bamba et l'éruption boueuse de la Moga firent perdre la vie à 40,000 individus ; l'apparition soudaine de l'île de Sabrina, dans l'est des Açores, le 30 janvier 1811, fut l'annonce de l'épouvantable tremblement de terre qui, bien plus loin, à l'ouest, depuis le mois de mai 1811, ébranla, presque sans interruption, d'abord les Antilles, ensuite les plaines de l'Ohio et du Mississipi ; enfin les côtes de Venezuela, situées du côté opposé. Trente jours après la destruction totale de la ville de Caracas, arriva l'explosion du volcan de Saint-Vincent, île des petites Antilles éloignée de 130 lieues de la contrée où s'élevait cette cité. Au moment même où cette éruption avait lieu, le 30 avril 1811, un bruit souterrain se fit entendre et répandit l'effroi dans toute l'étendue d'un pays de 2,200 lieues carrées. Les habitants

des rives de l'Apuré, au confluent du Rio-Nula, de même que ceux de la côte maritime, comparèrent ce bruit à celui que produit la décharge de grosses pièces d'artillerie. Or, depuis le confluent du Rio-Nula et de l'Apuré, jusqu'au volcan de Saint-Vincent, on compte 157 lieues en droite ligne. L'intensité de ce bruit était à peine plus considérable sur les côtes de la mer des Antilles, près du volcan en éruption, que dans l'intérieur.

M. Boussingault combat cette opinion ; voici comme il s'exprime : « Les tremblements de terre les plus mémorables de l'Amérique, ceux qui ont ruiné les villes de Latacunga, Rio-Bamba, Honda, Caracas, la Guayra, Barquisimeto, et dans lesquelles plus de cent mille personnes ont perdu la vie, n'ont coïncidé avec aucune éruption volcanique bien constatée. Dans les Andes, ajoute ce naturaliste, l'oscillation du sol, due à une éruption volcanique, est pour ainsi dire locale ; tandis qu'un tremblement de terre qui, en apparence du moins, n'est lié à aucune action volcanique, se propage à des distances incroyables ; et dans ce cas, on a remarqué que les secousses suivaient de préférence la direction des chaînes de montagnes. Le tremblement qui détruisit Caracas en 1812 exerça son action suivant la direction de la Cordillère orientale des Andes, en renversant, comme des châteaux de cartes, toutes les villes situées dans cette direction. On a remarqué cependant que les tremblements de terre sont plus fréquents dans les contrées où il y a des volcans que dans celles où il n'y en a pas ; ils sont plus communs aussi dans les pays de montagnes que dans ceux de plaines, et ils ont une certaine tendance à agir de préférence dans les lieux qu'ils ont déjà secoués. C'est ainsi qu'on ne cite point de tremblements de terre réellement désastreux dans le nord de l'Europe, tandis que plusieurs villes du midi ont été détruites par ces terribles phénomènes. Mais c'est surtout dans la chaîne des Andes que les tremblements de terre exercent leurs ravages le plus fréquemment ; ils s'y répètent si souvent que M. Boussingault dit « qu'il y a tout lieu de présumer que si l'on enregistrait dans les endroits peuplés de l'Amérique tous les tremblements de terre qui s'y font sentir, on trouverait probablement que la terre tremble presque sans interruption. »

M. Boussingault avance une autre théorie sur la cause des tremblements de terre ; il attribue ces tremblements à un tassement qui s'opérerait dans les montagnes. Partant de l'idée que celles-ci ont été formées par un soulèvement, ainsi que nous l'exposerons, M. Boussingault suppose que, quand les Andes ont été soulevées, le terrain trachytique, qui en forme la masse principale, était à l'état de solidité rigide et susceptible de se fracturer plutôt que de

se prêter à un changement de forme. Il rapporte, à l'appui de cette opinion, la circonstance que les énormes blocs de trachytes que l'on voit sur ces montagnes ont des angles aigus, souvent même tranchants, et qu'ensuite là où le trachyte a percé et soulevé des couches de schiste, comme au Tunguragua, ou de micaschistes, comme à l'Antisana, on ne voit nullement un déversement de la roche soulevante sur la roche soulevée. Or on conçoit que, dans ce cas, l'immense quantité de fragments anguleux qui se sont formés et qui se sont entassés confusément les uns sur les autres, a laissé une infinité de vides entre eux; que ces vides tendent successivement à se combler par un tassement analogue à celui qu'éprouvent les tas de décombres formés par les travaux de l'homme, et que les gaz renfermés dans les cavités qui se remplissent par les matières solides qui s'éboulent doivent tendre à s'échapper et agiter le sol dans leur mouvement.

Pour appuyer sa théorie, M. Boussingault se base sur l'abaissement successif des montagnes. Lorsque La Condamine se rendit, il y a un siècle, à Quito, pour des travaux relatifs à la détermination de la figure de la terre, les opérations, à la station de Guaguapichischa étaient, très gênées par la neige; cependant, depuis assez longtemps, on n'aperçoit plus de neige sur ce pic. C'est aussi une opinion généralement reçue à Popayan, dit M. Boussingault, que la limite inférieure des neiges qui recouvrent le volcan de Purace s'élève graduellement; or, cette élévation n'a pu être occasionnée que par deux raisons, ou parce que la température moyenne de la contrée s'est augmentée, ou bien parce que la montagne s'est abaissée, et cependant on n'a aucune raison pour admettre une augmentation dans la température de cette contrée, les observations faites par M. de Humboldt et par Caldas, trente ans auparavant, donnant les mêmes résultats. D'un autre côté, toutes les mesures que M. Boussingault a prises dans les Andes annoncent des hauteurs moindres que celles qui avaient été données trente ans auparavant par Caldas et par M. de Humboldt.

Il paraît très probable, d'après cela, que des affaissements ont pu donner lieu à des tremblements de terre. Mais il est vraisemblable aussi que plusieurs de ces grandes perturbations ont été déterminées par les mêmes causes que celles qui forment les volcans, et on comprend très bien qu'une grande éruption volcanique pourra prévenir un tremblement de terre, tout comme, si on compare les petites choses aux grandes, une fissure dans une chaudière prévient la rupture qu'une élévation considérable de température déterminerait.

SOULÈVEMENTS ET AFFAISSEMENTS. — Nous avons vu que les tremblements de terre occasionnaient des perturbations considérables à la surface du globe. Les phénomènes connus des géologues, sous les noms de soulèvements et d'affaissements, dont la réalité est parfaitement constatée, paraissent tenir aux mêmes causes.

Tous les géologues admettent aujourd'hui que la terre ferme, par suite de soulèvements et d'abaissements successifs, a éprouvé des changements de niveau par rapport à celui de la mer. Cette hypothèse non seulement rend compte de la position élevée des masses d'origine marine, dans lesquelles la stratification demeure horizontale, mais, de plus, elle est d'accord avec l'observation bien constatée du soulèvement graduel qu'éprouvent les continents en certains endroits et à leur abaissement en d'autres localités. Plusieurs changements de ce genre ont été observés de nos jours; d'autres s'accomplissent encore aujourd'hui, et ces phénomènes, qui dans certaines circonstances sont accompagnés de perturbations violentes, se manifestent d'autres fois d'une manière insensible et ne sont appréciables qu'à l'aide d'observations délicates.

Constance du niveau des mers. — L'expérience n'a jamais constaté d'une façon positive l'abaissement du niveau de la mer dans aucune région du monde; les eaux de l'Océan ne pourraient s'affaisser en un seul point sans que leur niveau fût déprimé sur toute l'étendue de la terre.

Ces remarques préliminaires préparent à comprendre le grand intérêt théorique qui se rattache à tous les faits ayant quelque rapport avec la position des couches, avec leurs soulèvements et leurs affaissements.

La plus simple de ces dispositions est celle que présentent les couches d'origine marine placées horizontalement au-dessus du niveau de la mer. Telles sont, dans la partie méridionale de la Sicile, les couches remplies de coquilles d'espèces semblables à celles qu'on pêche journellement dans la Méditerranée. Quelques uns de ces dépôts sont à la hauteur de 640 mètres et plus. On pourrait citer encore d'autres masses de montagnes dont les strates horizontales, extrêmement anciennes, renferment des fossiles de formes différentes de celles des espèces vivantes connues. Un dépôt situé dans les environs du lac Wener, au midi de la Suède, du genre de ceux que les géologues ont appelés siluriens ou de transition, présente un bel exemple de cette sorte de stratification régulière: la surface des couches qui forment ce dépôt est aussi parfaitement horizontale que si ces couches avaient fait partie récemment du delta de quelque grand fleuve, et qu'elles eussent été laissées à sec par la retraite des eaux. Des dépôts sédimentaires du

même âge, environ, s'étendent sur le district lacustre de l'Amérique du Nord; ils offrent de même une stratification exempte d'inégalités. La montagne de la Table, au cap de Bonne Espérance, peut présenter un autre exemple de couches très élevées et toujours horizontales; ces couches, dont l'épaisseur est de 1,067 mètres, consistent dans un grès d'un âge très ancien.

On ne suppose plus aujourd'hui que ces roches fossilifères ont toujours été à leur niveau actuel, et que la mer jadis a été assez haute pour les couvrir; on admet qu'elles ont anciennement formé le lit de l'Océan, et que, graduellement, elles se sont élevées jusqu'à leur hauteur présente. Cette idée, quelque surprenante qu'elle puisse sembler, s'accorde complètement avec les changements qui, à l'époque actuelle, s'opèrent dans certaines régions du globe. En voici un exemple remarquable: la Suède, ainsi que les côtes et les îles du golfe de Bothnie, éprouve, depuis plusieurs siècles, et aujourd'hui même encore, un mouvement très lent de soulèvement. En 1802, Playfair énonça ce fait, et en 1807, M. de Buch annonça qu'il était convaincu que la terre ferme était en voie d'élévation. Celsius, et plusieurs autres auteurs suédois, avaient depuis longtemps annoncé qu'un changement graduel avait eu lieu, durant plusieurs siècles, dans le niveau relatif de la mer et du continent. Ils attribuaient ce changement à l'abaissement lent des eaux de l'Océan et de la Baltique; mais, depuis, cette hypothèse fut réfutée; on acquit la certitude que l'altération du niveau relatif n'avait été ni universelle ni d'une quantité uniforme partout. Dans l'espace d'un siècle, par exemple, quelques régions ont été élevées de plusieurs mètres, tandis que d'autres ne l'ont été que d'un petit nombre de centimètres; de plus, la Scanie, province située à l'extrémité méridionale de la Suède, au lieu même d'avoir éprouvé un soulèvement, a subi un abaissement, circonstance qui se trouve démontrée par la dépression graduelle des bâtiments au-dessous du niveau de la mer.

M. Darwin a montré que certaines régions très étendues de l'Amérique méridionale ont été le théâtre d'un soulèvement lent et progressif, lequel a donné naissance aux plaines unies de la Patagonie, couvertes de coquilles marines récentes, et aux pampas de Buénos-Ayres. D'un autre côté, l'abaissement successif d'une partie de la côte occidentale du Groënland, qui, durant ces quatre siècles derniers, a eu lieu, du nord au sud, sur une étendue de plus de 217 lieues, a été démontré par les observations nombreuses de Pingel. Les preuves de l'élévation et de la dépression des continents, par des mouvements lents et insensibles, s'accroissent chaque jour. Si on compare ces faits aux changements de niveau con-

tinus, résultant des convulsions violentes qu'éprouvent les pays sujets à des tremblements de terre fréquents, on devra comprendre l'analogie de ces phénomènes et des bouleversements contemporains. On a vu les roches déchirées et élevées ou déprimées de plusieurs mètres à la fois, ce qui occasionne en elles un dérangement capable de produire à la longue une modification sensible dans la position primitive des couches, et souvent sur une assez grande étendue.

M. Darwin a également montré que dans les mers où abondent des îles de corail, les montagnes sous-marines, qui servent de base à ces masses de corail, éprouvent un abaissement continu et lent; tandis que dans certaines régions de la mer du Sud, où le corail se trouve au-dessus du niveau de la mer et dans l'intérieur des îles, au lieu de former une barrière alentour, ou un récif circulaire, la terre est en voie continue de soulèvement.

On admet donc généralement aujourd'hui la réalité de ces mouvements souterrains, soit qu'ils proviennent d'un soulèvement ou d'une dépression, soit qu'ils se manifestent accompagnés d'un tremblement de terre, soit enfin qu'ils s'accomplissent lentement et sans produire aucun désordre local. De tels changements doivent être considérés comme faisant partie du cours actuel de la nature. Ce principe étant admis, il servira de clef à l'interprétation des divers phénomènes géologiques, tels que l'élévation des couches marines, la superposition des dépôts fluviaux, par rapport à des formations marines, et plusieurs autres encore qui seront mentionnés plus loin.

VOLCANS. — Les phénomènes volcaniques ont de tout temps attiré l'attention des naturalistes et des historiens; ils paraissent dépendre des mêmes causes qui déterminent les tremblements de terre et les soulèvements.

Ces phénomènes avaient jadis une puissance et une généralité beaucoup plus grandes, attestées par les restes volcaniques qu'on trouve dans un grand nombre de localités aujourd'hui tranquilles. Cependant il est encore plusieurs volcans en activité qui suffisent pour nous indiquer combien sont grandes les perturbations déterminées par ces causes. L'histoire nous a transmis la relation de plusieurs éruptions volcaniques célèbres; chacun a en sa mémoire l'éruption de l'an 79 après J.-C., où périt le naturaliste romain, et qui produisit un grand bouleversement qui précipita une partie de la montagne dans la mer, et qui ensevelit Herculanium, Strabia et Pompéi sous d'immenses débris de ponces. On admet aujourd'hui que les volcans établissent une communication facile entre l'intérieur de la terre qui est embrasée et l'extérieur. Sous ce point de vue, les volcans peuvent être considérés comme des préservatifs

contre les tremblements de terre. Les volcans n'apparaissent pas toujours sur la terre. On a signalé plusieurs éruptions sous-marines. C'est ainsi qu'on a vu, en 1831, s'élever au sein des mers l'*île Julia*, et que les flots eurent bientôt abîmée. Beaucoup d'îles et un grand nombre de récifs n'ont pas d'autre origine.

Les phénomènes volcaniques donnent en général lieu à des soulèvements; mais ils produisent aussi des affaissements et font quelquefois disparaître des montagnes considérables. L'exemple le plus mémorable de cette catastrophe est celui du volcan de Popadayan, dans l'île de Java, qui s'enfonça, en 1772, avec quarante villages bâtis sur ses flancs, et fut remplacé par un lac de plusieurs kilomètres de diamètre.

VOLCANS ANCIENS. — Lorsque les géologues commencèrent à étudier avec soin la structure des parties septentrionales et occidentales de l'ancien continent, ils n'avaient point des connaissances exactes sur les phénomènes volcaniques actuels. Ils trouvèrent certaines roches, non stratifiées pour la plupart, et d'une composition minéralogique particulière, auxquelles ils donnèrent différents noms, tels que ceux de *basalte*, de *grunstein*, de *porphyre* et d'*amygdaloïde*. Toutes ces roches ayant été reconnues comme appartenant à un seul et même groupe, elles reçurent de Bergmann le nom de *trapp* (du suédois, *trappa*, escalier), par suite de la remarque que plusieurs roches de cette classe se présentent en grandes masses tabulaires, d'inégale étendue, et disposées de manière à former une suite de terrasses ou degrés sur les flancs des collines. Cette configuration paraît provenir de deux causes, savoir : 1° de la terminaison abrupte originelle des nappes de matières fondues qui se sont répandues sur une surface de niveau, soit à la surface de la terre, soit dans le fond des mers. C'est ainsi que, de nos jours, se passent ordinairement les phénomènes analogues. Lorsqu'un courant de lave s'échappe d'un volcan et cesse de couler, il se termine par une pente escarpée; 2° les masses horizontales de roche ignée, intercalées entre les couches aqueuses, ont, postérieurement à leur origine, et à diverses hauteurs, été mises à découvert par la dénudation résultant de l'action incessante des eaux.

Les roches trappéennes se présentent tantôt en masses tabulaires non stratifiées, ou en blocs informes et en cônes irréguliers, formant de petites chaînes de collines; tantôt sous forme de *dykes* ou de masses semblables à des murs; elles traversent des couches remplies de fossiles, et quelquefois elles offrent une structure colonnaire, ou se décomposent en sphéroïdes, dont le diamètre varie depuis quelques centimètres jusqu'à plusieurs mètres. Par suite de l'oxidation de la matière ferrugineuse, si abondante dans les trapps

qui renferment du pyroxène ou de l'amphibole, la surface en décomposition se recouvre d'une couche de couleur rouille; tandis que, dans les variétés feldspathiques de trapp, elle se revêt d'une couche de couleur blanche opaque. Là où ces produits volcaniques n'ont point éprouvé de décomposition profonde, on peut reconnaître une structure cristalline, soit dans l'un seulement, soit dans plusieurs des minéraux dont ils se composent. Quelquefois la texture de la masse est cellulaire; mais souvent on ne retrouve en elle que de simples traces de cette texture, les cellules étant remplies de calcaire ou de quelque autre minéral qui, en s'y infiltrant, en a emprunté la forme globulaire.

La plupart des roches volcaniques donnent lieu par leur décomposition lente à un sol très fertile; la silice, l'alumine, la chaux, la potasse, le fer et les diverses autres substances dont elles sont formées, s'y trouvent en proportions convenables pour favoriser la végétation.

Dans les régions où l'éruption de la matière volcanique s'est produite dans l'atmosphère et non au sein des mers, et à la surface desquelles l'eau n'a jamais depuis occasionné de dégradation considérable, les cônes et les cratères offrent une apparence très caractéristique. Quelques provinces de la France centrale, telles que l'Auvergne, le Velay et le Vivarais, renferment plusieurs centaines de ces cônes, qui, pour la plupart, présentent dans ces diverses localités un arrangement linéaire, et y forment des chaînes de collines. Quoique, depuis les temps historiques, aucun de ces volcans n'ait fait éruption, on distingue très nettement encore sur les flancs de plusieurs cratères, et jusqu'aux points les plus bas des vallées actuelles, les traces des courants de lave lancée par ces volcans. Quant à l'origine du cône et de la forme en cratère de la colline, on s'en rend compte d'après les observations historiques exactes qui, lors de diverses éruptions volcaniques, ont été faites à l'égard de la formation de plusieurs collines du même genre. Il se produit d'abord dans la terre une ouverture ou une fissure d'où s'échappent d'énormes quantités de vapeur et différents autres gaz, tels que les gaz sulfureux, chlorhydrique, etc. Les explosions sont si violentes qu'elles lancent dans l'air des fragments de pierre brisée, dont plusieurs parties sont réduites en poudre très fine; en même temps, la lave ou pierre fondue, monte et sort ordinairement par l'ouverture qui donne issue aux gaz. Quoique très pesante, cette lave est élevée, soutenue par la force expansive des gaz comprimés. De grandes quantités de lave sont ainsi lancées dans l'atmosphère, où elles se divisent en fragments, et acquièrent une texture spongieuse par la dilatation instantanée des gaz comprimés; ainsi modifiées, elles