

depuis les temps historiques. Ce fait, joint à l'existence d'anciennes moraines, semées en divers points, permet d'affirmer que le travail et les dimensions des glaciers actuels ne sont plus qu'un écho affaibli de ce qu'ils ont été autrefois. Là encore, comme pour les torrents et les rivières, nous sommes ramenés par le seul examen des faits à la notion d'une période antérieure de plus grande activité.

Glaces polaires. — Le phénomène des glaces qui, dans les régions tempérées, est localisé au cœur des massifs montagneux, prend dans les hautes latitudes une extension considérable. La limite des neiges persistantes s'y abaisse progressivement jusqu'à atteindre le niveau de la mer et le sol disparaît, comme au Groenland, sous un manteau uniforme de neige et de glace, qui laisse à peine émerger quelques cimes.

La *calotte glaciaire* des régions arctiques ne transporte que très peu de pierres, ce qui n'a rien de surprenant, puisqu'elle est rarement dominée par des escarpements. Elle chemine cependant, avec une vitesse qui paraît même supérieure à celle des glaciers suisses, striant et polissant les roches sur son passage, et de véritables fleuves circulent sous sa masse. Le trop-plein de la calotte du Groenland s'écoule à la mer par de vrais glaciers, dont le front a quelquefois une immense largeur, mais dont beaucoup débouchent simplement au fond de profondes échancrures de la côte, appelées *fjords*. Après avoir flotté quelque temps, l'extrémité des glaciers polaires se brise en morceaux, qui deviennent des *glaces flottantes* ou *ice bergs*. Ces glaces flottantes de glaciers ne doivent pas être confondues avec les *banquises* qui se forment, le long des côtes, par congélation directe de l'eau de mer; ces dernières ont rarement plus de 5 ou 6 mètres d'épaisseur dans les mers arctiques, le froid de l'atmosphère ne se faisant plus sentir sous une couche de glace de cette puissance. En revanche, elles sont chargées de pierres et de boue, provenant des éboulements de la côte, et, quand elles se détachent en été pour flotter au gré des courants, les pierres se disséminent sur le fond de la mer.

Dans les parages antarctiques, où il n'y a pas d'étés capables de fondre la surface de la banquise, la congélation continue, sous la couche déjà formée, parce que l'eau de mer, devenue plus

dense, en se refroidissant librement à l'air, tend à descendre. De cette façon la banquise, formée de *glace salée*, en couches régulières successives, s'accroît par le bas et finit par acquérir une énorme épaisseur. En beaucoup de points elle dépasse le niveau de sa ligne de flottaison de près de 40 mètres, ce qui exige entre 200 et 300 mètres d'épaisseur totale.

Si les glaces polaires n'ont pas de moraines à leur surface, du moins elles entraînent une *moraine profonde*, formée par les matériaux arrachés au terrain sous-jacent; c'est une boue grise, parsemée de cailloux, les uns arrondis, les autres anguleux, la plupart frottés et rayés.

Quelque intense que soit aujourd'hui le froid des contrées voisines du pôle, il ne paraît pas suffisant pour expliquer toutes les accumulations de glace qu'on y observe. Aussi plusieurs d'entre elles sont-elles considérées comme des restes d'une époque antérieure, où les causes de froid étaient encore plus actives.

Glaces des rivières. — Un phénomène, qui a quelque analogie avec celui des banquises flottantes, se produit en hiver dans certaines rivières rapides et peu profondes. Des plaques de glace se forment sur le fond, pendant les nuits claires, à cause du rayonnement des cailloux qu'elles enferment à leur base. Ensuite elles viennent flotter à la surface et sont emportées par le courant, servant ainsi d'instruments pour déplacer des matériaux sur lesquels la rivière n'aurait pas de prise.

Le même effet de transport se répète sur les grands cours d'eau, dans certains hivers exceptionnels, lors de la rupture des *embâcles* que l'accumulation des glaces a fait naître en travers des étranglements du fleuve.

§ 6

ACTIONS CHIMIQUES

Caractère général des actions chimiques. — Dans tout ce qui précède, on s'est borné à considérer les effets *mécaniques* des agents extérieurs. Mais ce n'est pas à cela que se borne leur intervention. Les eaux courantes ne sont jamais pures et renferment des principes qui leur permettent de dissoudre une

partie des éléments des terrains qu'elles arrosent. Les eaux d'infiltration, contenant pour la plupart de l'acide carbonique emprunté à l'air, dissolvent dans leur parcours souterrain des éléments minéraux, qu'elles vont déposer plus tard aux points d'émergence des sources, ou qu'elles conduisent en dernière analyse dans le grand réservoir de la mer, au fond duquel ces substances peuvent se déposer, soit par réaction mutuelle, soit par évaporation. Enfin les eaux marines, riches en sels dissous, sulfate de chaux, chlorure de sodium (sel marin), chlorures et bromures de potassium et de magnésium, qu'elles peuvent abandonner en s'évaporant, sont aussi capables d'attaquer en partie les roches qui subissent une trituration dans leur sein, et de se charger ainsi de carbonate de chaux ou de silicates alcalins. De là résultent des *dépôts chimiques*.

Action des eaux météoriques. — L'eau de pluie ou *eau météorique* étant toujours chargée d'oxygène, son rôle principal consiste à oxyder les roches qu'elle traverse. Cet effet est surtout sensible sur les terrains qui contiennent du fer, et qui prennent, par la suroxydation de cet élément, une teinte rouge ou brune caractéristique.

Les calcaires sont attaqués par l'eau de pluie, à la faveur de l'acide carbonique qu'elle contient. Sous cette influence, les fentes naturelles du terrain s'élargissent par corrosion des parois. En débouchant à l'air, les eaux qui tiennent du calcaire en dissolution l'abandonnent par évaporation et ainsi se forment, surtout par incrustation progressive autour des mousses qui garnissent l'orifice des suintements, des *tufs*, tantôt terreux, tantôt compacts, avec coquilles d'animaux terrestres.

Quand l'évaporation des eaux calcaires est très lente, ce qui a lieu sur les parois des grottes et autres cavités, il se fait un dépôt concrétionné de carbonate de chaux, qui, en s'accroissant par couches concentriques, donne naissance aux incrustations connues sous les noms de *stalactites* et de *stalagmites*. Descendant de la voûte en pendentifs et en colonnes, ces incrustations, chaque jour accrues par de nouveaux suintements, forment sur le sol des grottes des *planchers stalagmitiques*, où sont empâtés les ossements et les déjections des animaux qui fréquentent les cavernes.

L'activité de l'accroissement de ces revêtements est en rapport avec la puissance des infiltrations, c'est-à-dire avec l'abondance des pluies, et peut être entièrement entravée, soit par la gelée, soit par l'établissement d'un régime sec. Dans toutes les grottes renommées pour leurs ornements stalagmitiques (et dont quelques-unes sont encore parcourues par des cours d'eau souterrains), non seulement la majeure partie des incrustations est de très ancienne date, mais encore sa formation remonte certainement à une époque où l'humidité était beaucoup plus abondante qu'aujourd'hui.

Les roches granitiques elles-mêmes, malgré leur dureté et le peu de solubilité de leurs minéraux, n'échappent pas à l'action prolongée des eaux météoriques. Peu à peu les silicates alcalins qu'elles renfermaient sont entraînés, laissant un résidu argileux, analogue au *Kaolin* ou terre à porcelaine. En même temps la roche perd sa cohésion et se transforme à la surface en un sable grossier meuble, qualifié d'*arène*. C'est surtout dans les régions tropicales, exposées à des pluies abondantes et chaudes, que cette altération des roches cristallines se produit sur une grande échelle.

Beaucoup de granites contenant des parties plus dures et plus résistantes que le reste de la masse, le progrès de l'altération à l'air isole ces parties sous la forme de gros blocs généralement arrondis. Il en résulte parfois des apparences bizarres, notamment des superpositions de blocs en équilibre instable, où l'imagination populaire aime à reconnaître l'intervention des géants; tandis que la situation des blocs résulte simplement de ce que les eaux courantes ont enlevé à peu près l'arène meuble au milieu de laquelle les parties dures étaient disséminées. Ces apparences sont donc un effet combiné de l'action chimique et du ruissellement.

Action de l'eau de mer. — Les eaux courantes enlèvent chaque année à la terre ferme, par simple dissolution, et amènent dans la mer, une proportion de matières minérales qui paraît n'être pas beaucoup inférieure à *cinq kilomètres cubes*. De ces substances dissoutes, les carbonates de chaux et de magnésie forment à eux seuls la moitié, et un dixième revient à la silice. Un autre dixième appartient aux sulfates de chaux,

de soude et de potasse. La mer subirait donc un enrichissement continu en ces matières, si quelques causes ne devaient contrebalancer l'effet d'un tel apport. La première de ces causes est l'évaporation dans les lagunes des pays chauds.

L'évaporation naturelle de l'eau de mer a pour conséquence le dépôt du *sulfate de chaux* ou *gypse*, quelquefois précédé par une précipitation de *carbonate de chaux*, substance encore moins soluble. Si la concentration s'accroît encore, le *sel marin* se dépose à son tour en petits cristaux blancs (réaction que l'homme régularise par la création des *marais salants*); après quoi peut venir le tour des chlorures et sulfates de potassium et de magnésium.

Dans les mers très chaudes, l'évaporation sur les rivages suffit pour déposer, sur les grains de sable de la plage, une incrustation de carbonate de chaux, qui en fait de véritables pierres. Le même carbonate peut aussi agglomérer les galets des plages en *poudingues*. D'autres fois, comme au bord des dunes, c'est une eau ferrugineuse qui, s'infiltrant dans les sables et arrêtée à une profondeur déterminée, en fait un *grès* d'un brun noirâtre, connu sous le nom d'*alios*.

Dans les mers profondes, où aucun sédiment détritique ne parvient, les dragages ont montré qu'il se formait une argile rougeâtre, par décomposition des éléments volcaniques du fond. S'il y a sur ce fond des corps étrangers, tels que des dents de requins ou des os de baleines, il se dépose à leur surface un enduit brun d'oxydes de fer et de manganèse. Cet enduit s'accroît avec une extrême lenteur, par couches concentriques successives et finit, à la longue, par donner naissance à des concrétions arrondies ou *nodules manganésifères*, abondants sur le lit du Pacifique par des profondeurs voisines de 5000 mètres.

Mais toutes ces réactions laissent encore subsister, dans les eaux de la mer, un notable excès de substances dissoutes, provenant de l'apport des fleuves. Cet excédent demande à être fixé par un procédé différent des actions mécaniques et physiques. C'est à quoi répond l'activité des organismes marins, dont il sera question un peu plus loin.

Résumé. — En résumé, comme toutes les autres manifesta-

tions de la dynamique externe que nous avons déjà examinées, l'action chimique est double et comporte un phénomène de *destruction*, suivi d'un phénomène de *reconstitution*. Le premier s'exerce aux dépens de la terre ferme, s'attaquant à des portions que ni l'air, ni la mer, ni les eaux courantes ne pourraient atteindre, pour leur enlever quelques-uns de leurs éléments constituants. Ces derniers accomplissent alors un certain parcours de haut en bas, jusqu'au jour où une nouvelle action, physique ou chimique, les fixe, pour quelque temps au moins, dans une meilleure situation d'équilibre, en les incorporant de nouveau, mais à une moindre distance du centre commun d'attraction, à la partie solide de l'écorce.

§ 7

ACTION DES ÊTRES VIVANTS

Caractères généraux de l'action des êtres vivants. — En analysant la manière d'être des agents extérieurs, nous les avons constamment vus tendre, comme d'eux-mêmes, vers un état d'équilibre relatif dans lequel, si les circonstances extérieures demeuraient les mêmes, leur puissance mécanique serait, sinon annihilée, du moins considérablement réduite.

Dans les régions où cet équilibre est établi, le jeu de la dynamique externe n'est pas pour cela suspendu. Mais il revêt une forme nouvelle, caractérisée par l'intervention des *êtres vivants*. Non seulement les organismes, animaux ou végétaux, prennent possession des sols ou des rivages devenus assez stables pour que leur édifice délicat puisse y subsister; mais il est un bon nombre d'entre eux qui s'appliquent à accroître l'écorce solide du globe, en la faisant profiter, soit des substances que l'action chimique avait entraînées dans les eaux douces ou salées, au risque d'en altérer la composition, soit même d'une partie des éléments de l'atmosphère, désormais fixés dans le sol sous une forme durable. Ainsi se constituent, par la simple accumulation des dépouilles d'une partie du monde vivant, de véritables *terrains*, dont le mode de formation est d'autant plus instructif, que nous y trouvons la clef des phénomènes qui ont présidé au

dépôt des *calcaires* et des *combustibles minéraux*; les calcaires, avec lesquels l'homme construit la plupart de ses édifices; les combustibles minéraux, qui seuls ont rendu possible le développement de l'industrie moderne. Comme s'il était entré dans les vues de la Providence d'employer, pour la préparation de ces matériaux, si caractéristiques de l'état de civilisation, quelque chose de plus relevé que la simple intervention des forces physiques et mécaniques!

Mode de formation de la tourbe. — Ce qu'on peut appeler l'action géologique des organismes terrestres se traduit de diverses manières; mais nous n'envisagerons ici que le travail des végétaux, parce qu'il est le seul qui s'exerce sur une échelle considérable, en donnant naissance au combustible minéral connu sous le nom de *tourbe*.

La tourbe est le produit de la décomposition sous l'eau de certains végétaux, parmi lesquels dominent, avec les cypéracées du genre *Carex* ou laiches, les mousses et spécialement les *sphaignes*. Les mousses tourbeuses exigent pour se développer une eau limpide et une atmosphère humide, avec une température moyenne qui ne dépasse pas 8 degrés centigrades. Quand ces conditions sont remplies, les sphaignes poussent avec une grande vigueur, en absorbant une quantité d'eau considérable, et meurent du pied pendant que leur tête continue à croître. Mais la décomposition de la partie inférieure s'accomplissant à l'abri de l'air, une partie seulement de la matière végétale se consume. Le reste forme un produit combustible de couleur brune, contenant de 58 à 60 pour 100 de carbone et où la structure organique devient de moins en moins reconnaissable, à mesure que la transformation est plus avancée. En même temps la compacité augmente progressivement.

La rapidité d'accroissement de la tourbe est très variable. Dans le Jura, elle oscille entre 0 m. 60 et 3 mètres par siècle. Mais cet accroissement n'est pas indéfini, et quand le bassin tourbeux jurassien, qui a débuté par des laiches, pour continuer par des mousses bryacées et des sphaignes, est suffisamment exhaussé, les bruyères s'y installent et la tourbe cesse de se former.

Répartition des tourbières. — Pourvu que l'atmosphère

soit humide, la température peu élevée et l'eau toujours limpide, la nature et la pente du sol importent peu à la formation des tourbières. On en trouve sur le fond plat des vallées à versants perméables, dans les dépressions des hautes vallées jurassiennes, mais aussi sur des pentes assez raides, sur des amoncellements de blocs granitiques, parfois même sur des escarpements où la tourbe est suspendue et aérienne. En revanche, l'arrivée d'eaux limoneuses dans un bassin tourbeux suffit pour arrêter immédiatement la végétation des mousses.

Les tourbières atteignent leur principal développement dans les régions tempérées froides. Tandis que, dans le Jura et les Vosges, on n'en voit guère au-dessous de 800 mètres d'altitude, elles occupent d'immenses espaces presque au niveau de la mer en Irlande, en Écosse, dans l'Allemagne du Nord et dans l'ouest de la Russie. C'est là que, sous l'influence d'un climat humide mais moyennement rigoureux, sur un sol dépourvu de pentes caractérisées, se forment ces grands marais tourbeux, dont le centre finit par être plus élevé que les bords, parce que la croissance des mousses y est plus active, et où les grandes pluies provoquent le gonflement et le débordement du marais.

Les vallées crayeuses du nord de la France ont leur fond garni de tourbe, parce que les rivières qui les arrosent, uniquement alimentées par des sources, n'ont pu combler leur ancien lit majeur ni avec du sable, ni avec du limon. Les versants, qui sont essentiellement perméables, laissent partout suinter des eaux limpides qui, cheminant sans vitesse appréciable sur le fond plat de la vallée, sont dans les conditions voulues pour l'établissement d'une végétation tourbeuse.

Modes divers de formation de combustibles minéraux. — Ce n'est pas en raison de leur composition chimique que les mousses sont le principal agent de la formation de la tourbe; car cette composition diffère très peu de celle de la fibre ou de l'écorce du bois. C'est parce que les mousses sont les plantes qui s'accommodent le mieux des conditions physiques sous l'empire desquelles s'opère de préférence la transformation en combustible de la matière végétale. Mais cette transformation peut avoir lieu dans d'autres circonstances, notamment lorsqu'une forêt a été détruite par un ouragan et que ses débris achevè-

trés, tombés en travers des cours d'eau, ont été noyés par le débordement de ces derniers. Dans ce cas, c'est la fibre et l'écorce du bois qui se décomposent, et si le produit final n'a pas exactement la même texture que la tourbe de mousses, du moins il en diffère très peu par sa teneur en carbone, hydrogène et oxygène.

Même dans les pays chauds, où l'ardeur du soleil empêche, par l'évaporation qu'elle provoque, l'établissement des tourbières, un combustible fossile peut encore se former dans les deltas des grands fleuves. Tantôt c'est par le dépôt des troncs d'arbres et autres plantes, flottés en temps de crues; tantôt c'est par l'enfouissement périodique, sous de nouvelles alluvions vaseuses, des végétations de roseaux, de cyprès, même de chênes verts, qui avaient réussi à se développer, dans l'intervalle de deux crues exceptionnelles, sur des atterrissements de récente formation. Ce phénomène s'est répété fréquemment à l'embouchure du Mississipi, et il est probable qu'à d'autres époques géologiques ce mode de dépôt a dû jouer un rôle plus considérable.

Dépôts marins formés par les foraminifères et les diatomées. — Tandis qu'à la surface des continents, les végétaux, et surtout ceux d'ordre inférieur, s'appliquent non seulement à fixer dans le sol des éléments, carbone, hydrogène et oxygène, primitivement contenus dans l'air, mais encore à emmagasiner dans l'écorce du globe, sous forme de combustibles, une partie de l'énergie solaire qui les avait fait croître, un travail également remarquable s'accomplit dans les océans, sous l'influence des animaux les moins élevés en organisation. Par eux les sels de chaux en excès dans l'eau de mer sont décomposés et employés à construire des enveloppes calcaires, dont l'accumulation fait naître à la longue de puissantes assises.

Près des rivages, cette fonction est souvent remplie par des algues calcaires, dites *nullipores*. Loin des côtes, dans ces espaces pélagiques où nous avons vu que la sédimentation mécanique ne pouvait plus s'exercer, les eaux superficielles nourrissent, surtout dans les régions chaudes, une abondante population d'êtres microscopiques, appelés *foraminifères*. Parmi eux dominant les *globigérines*, munies d'enveloppes calcaires

grosses comme des têtes d'épingles. Ces enveloppes de globigérines tombent en pluie continue sur le fond et y constituent des couches d'une vase blanchâtre, extrêmement riche en carbonate de chaux. D'autres fois, des courants chauds, comme le Gulf-stream, amènent dans l'océan une riche provision de matières nutritives, grâce auxquelles des mollusques, des oursins et des polypiers se développent en abondance sur le lit de la mer, au-dessous du parcours des courants, construisant par l'entassement de leurs dépouilles des trainées de calcaires blancs solides. Enfin, il est des cas où la profondeur d'eau est trop grande pour permettre la conservation des coquilles si fragiles des globigérines, incapables de se maintenir intactes sous une colonne d'eau de plus de 4000 mètres, et alors, dans le Pacifique, on voit parfois le fond se tapisser des enveloppes de foraminifères siliceux, dits *Radiolaires*, qui absorbent l'excès de silice introduit dans la mer par les fleuves.

Quant aux latitudes fréquentées par les glaces flottantes, l'eau de surface y est souvent habitée par des myriades de petites algues, appelées *diatomées*, dont les frustules siliceux, mêlés aux enveloppes de radiolaires, forment une vase à diatomées, espèce de farine siliceuse douce au toucher.

Tous ces dépôts s'effectuent avec une grande lenteur, et c'est par millimètres seulement que paraît devoir se compter, en général, l'épaisseur formée dans le cours de plusieurs siècles.

Travail des coraux. — Le travail de conquête que les foraminifères poursuivent dans le silence et l'obscurité des profondeurs océaniques, les coraux l'accomplissent à leur tour près des côtes, au milieu de l'agitation des flots de la surface. Si les massifs qu'ils élèvent couvrent peut-être une moindre étendue, en revanche l'édifice est beaucoup plus solide et bien plus rapidement construit.

Les *polypiers constructeurs*, ou *coralligènes*, sont des animaux inférieurs, ayant l'apparence de plantes (fig. 11 et 12), d'où le nom de *zoophytes*, et vivant en colonies, tantôt sous forme de petits arbres ramifiés, tantôt en masses sphéroïdales ou lenticulaires. Chacun d'eux sécrète, sans doute aux dépens du sulfate de chaux de l'eau de mer, une sorte de squelette calcaire. La réunion de tous les individus de la colonie constitue une

masse qui s'accroît sans cesse par le sommet ou la surface, tandis que la base meurt, laissant en place l'édifice calcaire dépouillé de matière organique. La vague remanie et brise en partie le produit de ce travail, et les fragments qu'elle arrache, en retombant dans les interstices des individus, finissent par s'y souder, grâce au dépôt du calcaire dissous dans les eaux environnantes. Ainsi se constitue un édifice compact, appelé *récif corallien*.

Les polypiers proprement dits sont aidés dans leur œuvre par des *bryozoaires*, petits mollusques formant des colonies calcaires; par des *hydrozoaires*, animaux alliés aux méduses;



Fig. 11. — *Dendrophyllia nigrescens*.

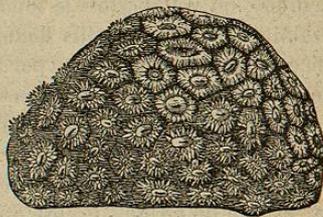


Fig. 12. — *Astræa pallida*.

Espèces coralligènes.

enfin par des *algues*, telles que les *nullipores*, qui étalent sur le bord des récifs des lames calcaires d'une grande solidité.

Les conditions absolument nécessaires au développement des organismes coralligènes sont les suivantes : la température de l'eau ne doit jamais s'abaisser, même dans le mois le plus froid, plus bas que *vingt degrés centigrades au-dessus de zéro*. L'eau doit être exempte de sédiments en suspension. Enfin la profondeur du soubassement sur lequel s'établit la végétation corallienne ne doit pas dépasser vingt brasses ou 37 mètres.

Émersion des récifs. Leurs principales variétés. — Quand ces conditions sont remplies (et elles ne peuvent l'être aujourd'hui que dans la zone tropicale), les récifs prospèrent au voisinage des côtes, s'exhaussant en moyenne de 1 à 2 millimètres par an, jusqu'à ce qu'ils aient atteint le niveau de la

basse mer; car les polypiers ne peuvent supporter une émerision trop prolongée. A ce moment le travail des organismes prend fin et le récif se signale à haute mer par une ligne de brisants. Mais la conquête du massif au profit de la terre ferme n'est pas encore complète. C'est aux vagues de tempêtes à achever l'œuvre, en détachant, du bord du récif, de gros fragments de roche corallienne, déjà perforés par des mollusques *lithophages*, et en les projetant à la surface. Par là le récif s'élève peu à peu et parvient enfin à dépasser en quelques points le niveau des hautes eaux. Bientôt le vent et la mer y apportent des semences végétales et il ne reste plus à l'homme qu'à prendre possession de ces îlots.

On constate que les coraux et, avec eux, les récifs, se développent mieux du côté de la haute mer, c'est-à-dire là où ils reçoivent les chocs les plus violents. Suivant les circonstances, les récifs sont collés à la côte qui a fourni la plate-forme nécessaire à leur premier établissement (*récifs frangeants*), ou séparés d'elle par un canal assez large (*récifs-barrières*), ou enfin tout à fait annulaires et enfermant une lagune intérieure (*atolls*). De toutes manières, en même temps qu'ils représentent une conquête opérée sur la mer par les êtres vivants, ils forment, autour des îles qui leur servent d'appui, une ceinture protectrice, amortissant le choc des vagues, sous l'effort desquelles beaucoup de ces îles, composées de matériaux peu cohérents, n'eussent pas tardé à disparaître.

Roches coralliennes diverses. — Tandis que le bord des récifs est constitué par un mélange de coraux en place et de menus débris, cimenté en un calcaire compact, les parties tournées vers l'intérieur, et auxquelles a manqué le choc violent des vagues, donnent naissance à un calcaire plus tendre, les interstices des coraux ne pouvant être comblés que par une sorte de vase crayeuse. La plage même est occupée par des sables coralliens, composés de menus morceaux roulés. Souvent les infiltrations, aidées par la puissante évaporation des contrées tropicales, amènent, autour de ces grains de sable, le dépôt d'enveloppes concentriques de carbonate de chaux, donnant naissance à des *oolithes*, ainsi nommées de leur ressemblance avec des œufs de poissons. Enfin la même cause, en

agglomérant les sables à oolithes, les transforme en *calcaires oolithiques*. Quant à la zone située au large des récifs, il s'y dépose une *vase calcaire* blanche à grain impalpable.

Épaisseur des récifs. — D'après ce qui a été dit précédemment, aucun récif corallien ne devrait avoir plus d'une quarantaine de mètres d'épaisseur. Cependant il arrive quelquefois que ce chiffre soit notablement dépassé. Voici comment on peut s'en rendre compte¹ :

La plupart des récifs polynésiens ont pour base des cônes volcaniques sous-marins, rasés par les vagues juste à la hauteur qui convient à l'établissement des espèces coralligènes, et qui est aussi celle où cesse la puissance mécanique des lames. Au pied du *bord vivant* du récif, qui souvent est vertical, la sonde rencontre un talus escarpé, formé par un entassement de blocs calcaires, que les vagues de tempêtes ont détachés du couronnement du récif et jetés sur la pente raide du cône sous-jacent. Ce talus, cimenté à la longue en une masse solide, grâce à la chute de menus fragments dans les intervalles des blocs, peut fournir par sa crête une nouvelle plate-forme, propre à servir d'assiette à des coraux. De cette manière, le récif avancerait vers la pleine mer, reposant alors sur un soubassement formé de ses propres débris et dont rien, *a priori*, ne limite la hauteur. D'ailleurs, la croissance du récif étant plus rapide du côté de la pleine mer, le bord extérieur d'une construction corallienne pourra s'élever plus vite et dépasser seul le niveau de l'eau. Ainsi une ancienne plate-forme se transformera naturellement, avec le temps, en un récif annulaire ou atoll.

D'autres fois, au lieu de s'élever directement sur une plate-forme, volcanique ou non, le récif se développera au-dessus d'un banc calcaire, préalablement édifié par des foraminifères ou autres animaux; et les deux masses, en devenant compactes avec le temps, paraîtront n'en plus former qu'une seule.

En dehors de ces possibilités, l'accroissement en hauteur d'un récif est forcément interrompu dès que son couronnement atteint le niveau des mers moyennes, à moins qu'un affaissement du sol ne permette une nouvelle reprise du travail des coraux.

1. Voir les observations faites par M. J. Murray dans la croisière du *Challenger*.

CHAPITRE III

DYNAMIQUE TERRESTRE INTERNE

§ 1

PHÉNOMÈNES VOLCANIQUES

Principe de la dynamique interne. — Le caractère commun de tous les agents extérieurs, c'est d'abord que leur action se partage en périodes, relativement courtes, de grande activité, séparées par des intervalles de repos, absolu ou relatif. C'est ensuite que tous tendent naturellement vers un état d'équilibre, dont l'établissement définitif réduirait à néant leur rôle dynamique. Par suite, au bout d'un temps plus ou moins long, les forces naturelles arriveraient partout au repos, si quelque cause n'intervenait périodiquement pour troubler les états d'équilibre acquis.

Cette cause existe et elle a son siège dans les profondeurs du globe terrestre. Comme la dynamique externe consistait dans l'action des fluides extérieurs sur l'écorce, le principe nouveau dont l'analyse va nous occuper est l'effort que cette même écorce subit par suite de l'existence de fluides intérieurs, effort qui a pour résultat de modifier l'assiette et le relief de la terre ferme, ravivant sans cesse l'activité, prête à s'endormir, des puissances externes. Enfin, de même que le principe des phénomènes extérieurs est la chaleur solaire, de même la source d'où dérivent les actions internes est l'*énergie calorifique* propre au globe terrestre. La manifestation la mieux caractérisée de cette énergie s'offrant à nous sous la forme des *phénomènes volcaniques*, c'est par là que nous aborderons l'examen.

Volcans. Éruptions. — Un *volcan* est un appareil par lequel la surface du globe est mise en communication, d'une manière continue ou intermittente, avec les matières fluides situées au-dessous de l'écorce.