

fieste dans la distillation artificielle de la houille pour la fabrication du gaz d'éclairage ordinaire. La partie de la houille qui contribue à l'éclat du feu dans nos cheminées, est séparée et abandonne derrière elle le coke, qui n'est autre chose que le charbon de la houille.

Les modifications chimiques qui se produisent dans la conversion de la matière végétale en variétés multiples de houille, s'éclairent par la comparaison de leurs analyses telles que les donne le tableau suivant :

	CARBONE	HYDROGÈNE	OXYGÈNE ET AZOTE ¹
Bois (chêne)	48.94	5.94	45.12
Tourbe (Irlande).....	55.62	6.88	37.50
Lignite (Devonshire, Angleterre).	69.94	5.95	24.11 ²
Houille grasse (Newcastle)	88.42	5.61	5.97
Houille maigre (Galles du Sud) ..	92.10	5.28	2.62
Anthracite (Galles du Sud)	94.05	3.38	2.57

Les modifications indiquées par ces analyses se sont accomplies sur une immense échelle dans les siècles passés de l'histoire de la terre, et l'étendue et la profondeur considérables des dépôts de houille produits de la sorte, témoignent de la grandeur du rôle qu'a joué la vie végétale dans la formation des roches qui constituent l'écorce terrestre.

1. On a joint à l'oxygène l'azote qui n'existe qu'en quantité médiocre. Les analyses laissent de côté la cendre ou les matières minérales contenues dans les houilles.

2. Non compris l'azote.

CHAPITRE XV

FORMATION DU SOL PAR LES AGENTS ANIMAUX. — LES TERRES DE CORAIL

Nous avons déjà remarqué qu'à la mort d'un animal aquatique, les parties dures de son corps, telles que la coquille ou les os, s'il en a, viennent le plus souvent s'ajouter aux matières solides qui composent la terre, si, enfouies dans la vase, elles se trouvent ainsi préservées de la destruction.

Certains noms comme « Shell-haven¹ », près de Tilbury, sur la côte d'Essex, et « Shell-ness », dans l'île de Sheppey, indiquent suffisamment l'abondance des coquilles accumulées dans certaines parties de l'estuaire de la Tamise, et en mille endroits, le long des côtes de la Grande Bretagne et de la France, la mer sème sur ses plages ou ensevelit dans le sable et la vase, d'innombrables multitudes de coquillages.

D'énormes quantités de coquilles s'accumulent sur les bancs d'huîtres, et la drague rapporte des échantillons semblables partout où elle mord le lit de la mer autour de nos côtes. Il y a même, dans quelques parties de la Manche, de petits bancs formés par les habitations

1. « Le havre des coquillages », de *shell*, coquille, en anglais.

de sable que se construisent certains vers marins.

Les récifs et les îles de corail, dont nous parlent avec tant d'abondance les relations de voyages dans les mers tropicales, fournissent l'exemple le plus remarquable et le plus grandiose de cette formation de terres nouvelles par les agents animaux.

Rien n'est plus commun que d'entendre dire ou de lire que ces terres sont édifiées par des « insectes, » les coraux. Mais en fait les animaux qui interviennent dans la formation de ces dépôts, sont très différents de ce qu'on appelle des insectes; ils ressemblent beaucoup au contraire à certains organismes marins d'une structure beaucoup plus simple que celle de n'importe quel insecte, et qui abondent le long de nos côtes.

Il n'y a guère de personne ayant visité le bord de la mer, à qui ne soient familiers ces êtres en forme de fleurs qu'on appelle vulgairement *anémones de mer*¹. On les trouve d'ordinaire attachées aux rocs, dans les petites flaques d'eau salée que deux marées laissent entre elles. Le corps de l'anémone de mer est un sac charnu, de forme plus ou moins cylindrique; ce sac est fermé à une de ses extrémités formant la base et au moyen de laquelle l'anémone s'attache à tout objet solide. A l'occasion, elle peut lâcher prise et ramper en mouvant cette base charnue sur le fond de la mer. Dans les aquariums, on voit parfois des anémones de mer se déplacer de la sorte sur les parois de verre du réservoir. A l'extrémité opposée de leur corps cylindrique se trouve une bouche environnée d'un grand nombre de palpes ou tentacules, disposées en cercle ou plus communément en une série de cercles concentriques. Ces tentacules sont tellement sensibles, que si l'on touche

1. *Anémone*, ainsi appelée de la fleur de ce nom, de *ἀνεμος*, vent, allusion à la facilité avec laquelle la brise émeut cette fleur.

légèrement l'un d'eux, tous se contractent aussitôt et l'anémone se resserre en une petite masse conique ressemblant à une plaque transparente de gelée qui serait collée à une pierre. Mais quand les tentacules s'épanouissent librement, ils forment une couronne gracieuse, aux couleurs variées, qui donne à l'animal l'aspect d'une fleur assez semblable à la reine-marguerite ou à quelque autre membre de la grande famille de plantes représentée par les pâquerettes, les dahlias et les laitues.

Si quelque menu gibier, tel qu'une crevette, vient à passer à portée des tentacules déployés, il est aussitôt entraîné vers la bouche et introduit dans un sac qui occupe le centre du corps. Entre les parois de ce sac et celles du corps, s'étend un espace assez large; la disposition générale peut être comparée à celle d'un encrier ordinaire; le sac intérieur représente le gobelet de verre qui contient l'encre, et le reste de l'animal le corps de l'écrivoire dans lequel pénètre l'encrier proprement dit. Et, de même que des trous sont disposés pour recevoir les porte-plumes sur le pourtour de l'encrier et dans l'espace intermédiaire entre l'encrier proprement dit et le corps de l'écrivoire, ainsi tout autour de la partie supérieure du corps de l'anémone de mer, sont disposées des ouvertures qui font communiquer les cavités des tentacules avec l'espace intermédiaire entre le sac intérieur et le sac extérieur. Il existe cependant deux différences importantes entre l'anémone de mer et l'écrivoire. Le sac intérieur est ouvert au fond; l'espace intermédiaire entre les deux sacs intérieur et extérieur d'une part, et les cavités des tentacules de l'autre, communique donc librement avec la cavité du sac intérieur, c'est-à-dire, par la bouche, avec le dehors. Il en résulte que toutes les cavités sont remplies d'eau de mer. En second lieu, dans l'anémone de mer un grand nombre de cloisons verticales s'étendent du sac intérieur à la

paroi extérieure du corps et l'intervalle compris entre les deux est conséquemment divisé en chambres nombreuses.

La nourriture introduite dans le sac intérieur est soumise à la digestion ; les parties nutritives sont dissoutes et passent dans le liquide qui remplit le corps et qui joue ainsi le rôle de sang, tandis que les parties dures non susceptibles de digestion sont rejetées par la bouche. Le corps d'un insecte véritable est partagé en segments distincts ; il renferme un canal digestif qui ne débouche pas dans la cavité du corps, des organes spéciaux de circulation et de respiration et un système nerveux d'une forme particulière. Aucun de ces caractères ne convient à l'anémone de mer, qui est par conséquent un animal d'un rang bien inférieur à celui qu'occupe l'insecte. Elle est même beaucoup plus voisine des méduses au corps gélatineux qui flottent dans la mer et des polypes d'eau douce de nos étangs. En effet, on applique également à l'anémone de mer et à ces derniers le nom générique de *polype*¹.

La substance qui forme le corps de l'anémone de mer commune est tout à fait molle et aucun de ces polypes n'acquiert une consistance plus grande que celle d'un morceau de peau. Mais il existe un petit nombre d'animaux vivants à des profondeurs considérables dans nos mers et d'innombrables dans les autres parties de l'océan, dont la structure est, dans tous les caractères essentiels, semblable à celle de l'anémone de mer, mais en diffère en ce qu'ils possèdent une charpente très dure (fig. 75). Formée par la solidification de la base et des parois latérales du corps du polype, cette charpente affecte nécessairement la forme d'un calice ;

1. *Polype*, de πολλός, beaucoup, et ποδός, pieds, animal à plusieurs pieds ou tentacules.

c'est cette forme particulière qui distingue cette espèce de coraux des autres, telles que le *corail rouge*, qui, quoique provenant d'animaux semblables, revêtent une forme différente. Ce ne sont pas les seules parois du corps qui sont ainsi durcies, mais des cloisons verticales de même nature s'étendent des parois du calice à son centre et correspondent aux cloisons qui divisent la cavité entre le sac intérieur et la paroi du corps. Le durcissement de la partie inférieure du corps du polype de corail et celui des cloisons est l'œuvre du carbonate de chaux qui se dépose dans leur substance même, et est extrait de l'eau de mer dans laquelle vit l'animal, exactement comme les sels calcaires des os sont extraits du lait et se déposent dans les parties du corps qui, se développant chez un enfant, sont en train de devenir des os. Ce



FIG. 75. — *Caryophyllia Smithii*, polype de corail (côte du Devonshire, Angleterre).

dépôt convertit la base du polype en un ciment solide qui fixe l'animal à la surface à laquelle il est attaché ; et, si le polype croît non seulement en hauteur, mais en largeur, le support calcaire se développant avec l'animal lui-même, le corail prendra nécessairement la forme conique représentée dans la figure 75. Il faut bien comprendre que le dépôt de matière calcaire ne s'étend pas jusqu'à la région des tentacules, ni jusqu'au sac intérieur, en sorte que la formation de cette charpente calcaire n'arrête pas plus l'accomplissement des

fonctions du corps chez le polype que le développement des os d'un homme n'empêche cet homme de manger et de boire.

Tôt ou tard le polype de corail meurt; alors les tentacules, le sac intérieur, toutes les parties molles du haut du corps et celles qui recouvrent la charpente, se décomposent et se dissolvent, tandis que la charpente

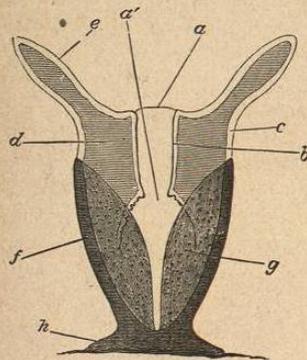


FIG. 76. — Section verticale d'un corail isolé montrant la structure générale du polype et le rapport de la charpente aux parties molles.

a, bouche; *b*, sac intérieur ou estomac; *a'*, son ouverture intérieure; *c*, paroi molle extérieure du corps; *d*, intervalle entre le sac intérieur et la paroi du corps, avec ses divisions; *e*, tentacules; *f*, paroi calcaire du corps ou calice du corail; *g*, cloison dure du corail; *h*, base par laquelle le corail se fixe.

ou le *corallum*, comme on l'appelle, subsiste et constitue une addition permanente aux matières solides du lit de la mer (fig. 76). Ces polypes de corail solitaires que nous venons de décrire donnent naissance à des œufs nombreux; les jeunes polypes qui en sortent flottent entraînés au loin et, tôt ou tard, se fixant eux-mêmes, prennent la forme du père. Très souvent ils ont d'autres modes de multiplication. Ainsi il arrive que d'un polype se détachent de petits bourgeons, dont chacun devient un animal parfait, avec son estomac, sa bouche et ses tentacules à lui, mais n'en demeure pas moins attaché au père. Dans d'autres cas, le corail se sépare spontanément en deux moitiés; et celles-ci à leur tour peuvent se diviser et se subdiviser, chaque division produisant un polype parfait. Par la répétition fréquente de ces procédés de bourgeonnement et de division, les coraux arrivent à former des masses de dimensions considé-

rables, se ramifiant dans certains cas, comme un arbre, avec des polypes qui s'épanouissent dans toutes les directions, et dans d'autres cas, se déployant en un amas confus comme ces éponges de corail si connues que l'on peut voir dans tous les musées. La multiplication des polypes pouvant être presque indéfinie, il est évident que quelque petit que soit individuellement chaque polype, ces agrégations de coraux peuvent à la longue finir par constituer une masse énorme. Ce sont en effet

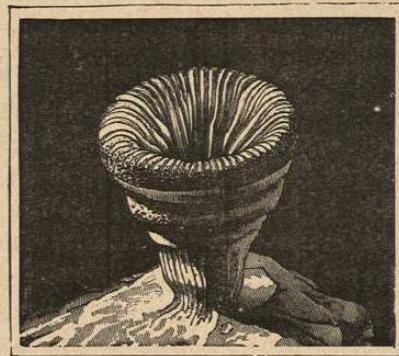


FIG. 77. — *Thecopsammia socialis*, Pourtales.

les coraux qui, en se développant de la manière que nous venons d'indiquer, ont formé ces étendues considérables de terre connues sous les noms de *récifs* et *d'îles de corail*.

On dit vulgairement que le corail « construit » ces terres nouvelles, qu'il en est l'architecte; mais il ne faut pas entendre par là un ouvrage de construction comme le nid d'un oiseau ou le rayon d'une abeille. Les terres édifiées ne sont que l'accumulation des restes calcaires ou des charpentes de polypes de corail. La formation d'une terre semblable rappelle celle des

tourbières, décrite dans le précédent chapitre. On a montré que la mousse des marais meurt dans sa partie inférieure tandis qu'elle continue à se développer dans sa partie supérieure; c'est d'une manière analogue que les polypes de corail meurent en bas, abandonnant leurs carcasses calcaires, tandis qu'ils continuent à bourgeonner et à se développer par en haut; si donc l'on peut dire que les coraux construisent une île de corail, c'est seulement dans le sens où l'on dit d'un dépôt tourbeux qu'il est l'œuvre des plantes dont les restes le constituent.

Beaucoup d'îles des mers tropicales sont bordées de récifs de coraux très bas. A haute mer, la surface des coraux est en majeure partie submergée, et leur position n'est plus indiquée que par une longue ligne blanche de brisants. Mais à basse mer la surface en est plus ou moins exposée et forme un large plateau découvert qui s'élève légèrement au-dessus du niveau des eaux. Certaines îles sont entièrement bordées d'une ceinture de ces roches de corail, tandis que d'autres en sont garnies seulement à quelques endroits comme d'une frange coupée çà et là. A l'embouchure des fleuves qui apportent des sédiments à la mer, on ne voit pas généralement de ces récifs, dits *récifs frangeants*, car les polypes de corail ne se développent pas dans l'eau limoneuse.

Dans d'autres cas, les récifs de corail ne sont pas reliés directement à la côte, mais se dressent comme une barrière; à une certaine distance au large, parfois à plusieurs kilomètres de la terre: ce sont les *récifs-barrières*. Entre le littoral et le récif, il y a un chenal relativement peu profond qui forme un port auquel on arrive par des brèches disséminées dans le récif; le récif lui-même constitue alors comme un brise-lames naturel. Des roches de corail formant de petits écueils isolés sont parfois semées dans ce chenal aux eaux tranquilles et la barrière

même peut se rompre en une chaîne de récifs détachés. Le long de la côte nord-est de l'Australie, la *Grande Barrière* forme une chaîne de récifs qui se prolonge pendant près de 1900 kilomètres, à une distance moyenne de trente à cinquante kilomètres du rivage. Le chenal entre cette barrière de récifs et la terre est un véritable passage intérieur, et c'est aussi le nom qu'on lui donne; il a une profondeur de trente-cinq à quarante-cinq mètres, tandis que les fonds s'abaissent brusquement à plusieurs centaines de mètres au delà de la Grande Barrière.

Outre ces formes de récifs de corail, il existe une autre formation de coraux qui diffère des précédentes en ce qu'elle est entièrement isolée de toute terre. La roche coralligène constitue une île véritable, qui surgit ordinairement de la mer sous la forme d'une bande de terres basses, plus ou moins annulaire, mais généralement de contours irréguliers. Çà et là, cette bande de terre se décore parfois d'une riche végétation de cocotiers et d'autres essences des forêts tropicales; à l'intérieur de la bordure circulaire formée par le rivage, s'étend un lac sans profondeur, une *lagune*, aux eaux d'un vert clair offrant un contraste frappant avec la blancheur éblouissante des roches de corail de la plage. Une brèche dans le rivage donne accès à la lagune, et l'île présente ainsi la forme d'un fer à cheval. Parfois il existe plusieurs ouvertures dans la ceinture que forme la terre, et l'île se scinde alors en une chaîne d'îlots. L'Océan Pacifique et l'Océan Indien sont semés de ces îles de corail; on les désigne du nom d'*atolls*, emprunté à la langue malaise.

Quand on explique la formation des terres de corail, il faut se rappeler que les coraux n'ont pas eux-mêmes le pouvoir d'élever leurs constructions au-dessus du niveau des basses mers, car les polypes meurent quand ils sont exposés au-dessus de l'eau. C'est mécaniquement que

la terre ferme se forme; des polypiers de corail mort sont arrachés par les vagues à un endroit de la roche et entassés sur un autre. Les blocs branlants sont cimentés en masses compactes par le sable et la vase que produit l'usure de la roche de corail. Quand il s'agit de récifs frangeant la côte, le côté qui fait face à la mer, est d'ordinaire plus élevé; dans les attolls, c'est la partie de l'anneau tournée vers les régions d'où soufflent les vents habituels, car c'est là que se développent en plus grande abondance les polypes de corail; et d'autre part, le choc des lames contre les brisants, pendant les tempêtes, bat la roche en brèche, la met en pièces, et accumule les débris sur ce côté. Enfin il faut noter que ces terres de corail ne sont pas uniquement l'œuvre des coraux; d'autres êtres vivant dans la lagune et sur les bords du récif, concourent à leur édification, en accroissant de leurs débris la masse émergée. La vie végétale ne laisse pas elle-même de contribuer à la formation de cette terre nouvelle; et la bordure extérieure d'un récif est même souvent formée en grande partie de *nullipores*, algue marine dont les tissus sont fortement imprégnés de carbonate de chaux.

Bien qu'on puisse trouver dans presque toutes les mers quelques espèces de coraux, les espèces particulières qui croissent en masses compactes et forment ainsi des bancs et des îles sont limitées aux parties les plus chaudes du monde. M. le professeur Dana, qui a recueilli une ample matière d'observations, croit que les coraux constructeurs de récifs n'existent que dans les eaux où la moyenne de la température mensuelle, ne s'abaisse jamais, même dans la saison la plus froide, au-dessous de 20 degrés centigrades¹. Si donc on tire une ligne, au nord de l'équateur, à travers toutes les parties

1. *Corals and Coral Islands*, par James D. Dana. 1875.

de l'océan où le mois le plus froid présente cette température moyenne, et une ligne semblable au sud de l'équateur, ces deux lignes renfermeront la zone à l'intérieur de laquelle sont situés tous les récifs de corail du monde. Il est à peine besoin de dire que ces deux lignes ne seront pas des lignes directes, dessinant des cercles parfaits autour du monde, comme les degrés de latitude, mais bien des lignes irrégulières s'élevant et s'abaissant selon que la température locale est affectée par la présence de courants océaniques ou par la proximité de la terre. Cette ceinture d'eau tiède que recherchent les coraux ouvriers ne s'étend jamais à une distance supérieure à 30 degrés de l'équateur.

Mais bien que les coraux constructeurs de récifs abondent en mille endroits de cette zone, on ne les y rencontre pas partout. Ainsi ils font défaut sur les côtes occidentales de l'Afrique et de l'Amérique, et, aux embouchures des grands fleuves, les sédiments et l'eau douce empêchent le développement des polypes de corail. En outre, ce n'est pas seulement dans leur distribution superficielle que sont limités à certaines *latitudes* les coraux architectes de terres nouvelles, c'est aussi dans leur distribution verticale qu'ils sont limités à certaines *profondeurs*. Les conditions nécessaires au développement des polypes ne se rencontrent même que dans une eau relativement peu profonde. Des observations de M. Darwin, il résulte que ces coraux ne se développent pas à des profondeurs supérieures à 40 ou 60 mètres, et même la plupart ne vivent pas au delà de 27 mètres. Il semble qu'on pourrait assez naturellement conclure de ce fait que les récifs et les îles de corail doivent toujours être limités aux mers sans profondeur. Mais, en fait, la sonde révèle au contraire des profondeurs énormes à l'extérieur d'un atoll ou de récifs-barrières, la paroi extérieure de la roche s'enfonçant brusquement,

comme un mur de corail. Les anciens navigateurs n'ignoraient pas que ces îles de corail étaient souvent environnées d'eaux très profondes; mais l'explication de ce fait n'offrit aucune difficulté jusqu'au jour où les naturalistes connurent les limites étroites de l'étendue verticale où peuvent vivre les coraux. On mit alors en avant plusieurs hypothèses pour concilier ces deux faits en apparence contradictoires, mais la question restait entière lorsqu'il y a environ quarante ans, M. Darwin proposa une explication des plus ingénieuses qui, non seulement fournit la solution de la difficulté, mais établit un étroit rapprochement entre les différentes formations corallines.

D'après la théorie de M. Darwin, la roche coralligène se forme à l'origine dans une eau dont la profondeur ne dépasse pas 40 mètres environ; quand elle s'enfonce à des profondeurs supérieures, c'est qu'elle s'est abaissée par suite de l'affaissement du terrain sur lequel les polypes ont vécu et sont morts.

Les détails de cette explication si simple, et cependant si complète, méritent un examen attentif.

Nous avons déjà montré que les polypes de corail peuvent se multiplier par bourgeonnement et sisiparité; mais il faut ajouter qu'ils peuvent aussi se multiplier au moyen de germes qui se détachent des parents sous la forme de corps flottant d'une manière indépendante. Que quelques-uns de ces embryons de coraux se fixent sur un rivage en pente, dans une eau peu profonde où les conditions d'existence soient favorables, ils peuvent s'y multiplier jusqu'à former des masses d'une étendue considérable, en bordure de la terre, mais ne s'étendant jamais du côté de la mer à une profondeur supérieure à 40 ou 50 mètres. Qu'ensuite la terre avec sa bordure de récifs-frangeants vienne à s'affaisser lentement, la partie qui s'abaissera au-dessous de 40 mètres consistera exclusi-

vement en corail mort, mais la partie supérieure du banc continuera à se développer, et si l'affaissement n'est pas plus rapide que l'accroissement qui se continue par en haut, le niveau du banc semblera demeurer stationnaire et ne s'écartera pas sensiblement du niveau de la mer. On a déjà dit que le polype de corail se développe de préférence sur la paroi extérieure du récif, là où il est baigné par le ressac. Pour cette raison et pour d'autres, c'est de ce côté que le récif est le plus élevé, et c'est aussi pourquoi, entre l'arête extérieure du récif et le rivage, il existe un chenal formé par l'eau qui s'est

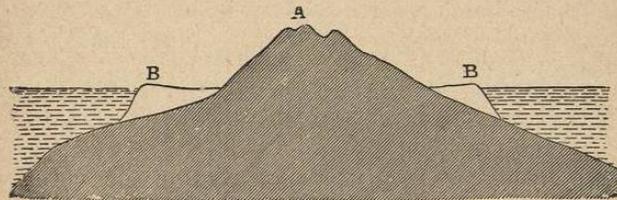


FIG. 78. — Coupe verticale d'une île entourée de récifs-frangeants.

introduite durant l'affaissement. En fait, la frange de récifs s'est transformée en une véritable barrière au fur et à mesure de son affaissement. On comprendra facilement cette transformation en se reportant aux coupes représentées dans les figures 78 et 79. Dans la figure 78, une île, A, est bordée de récifs-frangeants, BB; dans l'affaissement de la terre tel que le représente la figure 79, le banc de corail, BB, devient plus épais, par suite de la croissance du corail supérieur, et un chenal, CC, se forme entre la barrière et le rivage.

En dehors de la barrière, sur le côté qui fait face à la mer, il peut y avoir une grande profondeur d'eau, variant en raison de l'étendue du mouvement de dépression. Par suite de l'affaissement continu d'une île en-

tourée d'une barrière de récifs, la lagune, CC, s'élargit de plus en plus. Finalement, il ne reste plus que quelques rocs dans le centre du lac; et ceux-ci mêmes peuvent

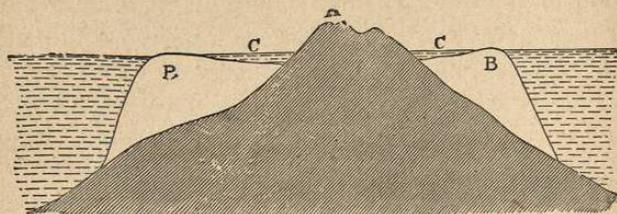


FIG. 79. — Coupe verticale d'une île entourée de récifs-barrières avec lagune intermédiaire.

finir par disparaître sans rien laisser qu'une nappe d'eau cernée par le récif, la barrière devenant alors un atoll, comme l'indique la figure 80. Ici la terre primitive, A, a disparu entièrement sous les constructions des coraux, BB, qui entourent la lagune C.

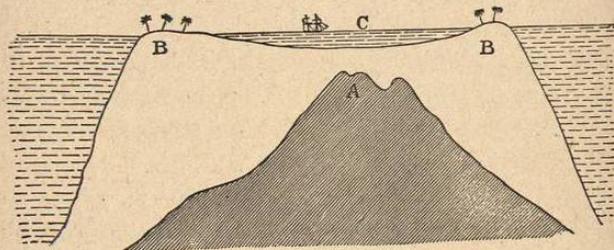


FIG. 80. — Coupe verticale d'une île de corail ou atoll avec lagune centrale.

Concluant que l'existence des récifs de barrière et des îles de corail dénote des régions d'affaissement, Darwin a pu tracer sur la carte les zones de l'Océan Pacifique et de l'Océan Indien où les terres se sont dé-

primées ou se dépriment encore lentement¹. Ces zones alternent avec des régions où s'opère probablement un soulèvement, comme l'indique la présence de volcans actifs. Les récifs-frangeants ne nous donnent pas autant d'informations sur les mouvements du fond de la mer, car ils peuvent exister là même où la terre est, soit stationnaire, soit en voie de soulèvement. Il y a tel endroit où l'on trouve, se dressant à pic et à sec au-dessus de l'eau, un ancien récif-frangeant, ce qui indique clairement que le sol a subi un exhaussement.

1. *Les coraux, leur structure et leur distribution*, par Charles Darwin, 2^e édit., 1879, traduit de l'anglais par M. Cosserat. 1 vol. in-8 (Félix Alcan, éd.).