

avoir été injecté depuis le dépôt entre le fond ancien et le dépôt moderne.

Il existe cependant des caractères au moyen desquels on démêle tous ces accidens, et quoique ce travail présente quelques difficultés, comme on peut le supposer en lisant ces lignes, il offre au géologue un puissant attrait qui le soutient dans ses fatigues et lui fait surmonter tous les obstacles. Son but principal est de déterminer les grandes époques géologiques que l'on suppose avec peu de vraisemblance indépendantes les unes des autres et auxquelles on donne le nom de *formations*; elles passent cependant de l'une à l'autre par une foule de nuances, comme cela a lieu pour les roches elles-mêmes. Les formations sont formées par la superposition de plusieurs *terrains particuliers*, qui se reproduisent en une multitude de *dépôts locaux*, dans des lieux souvent très-éloignés.

CHAPITRE TROISIÈME.

DES MATIÈRES MINÉRALES

ET DES DÉBRIS ORGANIQUES CONTENUS DANS LES ROCHES

ET QUI S'Y PRÉSENTENT ACCIDENTELLEMENT.

LES roches, comme nous le savons, sont des substances minérales simples qui se trouvent en grandes masses dans la nature, ou plus souvent encore des mélanges de plusieurs minéraux qui semblent s'être formés en même temps et déposés sur une grande surface; mais il n'entre réellement dans la composition de toutes ces roches qu'un petit nombre de substances minérales, en sorte que celles-ci se trouvent disséminées dans les autres masses, et y sont comme accessoires ou accidentelles. C'est ainsi que se rencontrent tous ces échantillons de minéralogie que nous recueillons pour orner nos cabinets.

Ces matières se présentent de différentes manières dans l'intérieur des roches, savoir :

Disséminées. — Quand elles sont répandues çà et là dans l'intérieur de la masse. Il faut éviter, dans ce cas, de les confondre avec les parties constituantes ou essentielles des roches composées. Ce sont tantôt des paillettes, tantôt de petits grains, des cristaux, etc. Ceux-ci

sont dits *empâtés* quand ils sont enveloppés de toutes parts par les roches, et *implantés* quand ils sont seulement fixés par une extrémité, tandis que le reste est libre dans les cavités préexistantes.

Nids. — Ce sont de petites masses ordinairement friables, n'affectant aucune forme régulière, qui se trouvent répandues çà et là dans l'intérieur des roches.

Rognons. — Ils diffèrent des nids en ce que généralement ils sont plus gros, arrondis ou réniformes, et formés par des matières solides.

Noyaux. — Ce sont de petites masses de formes diverses, mais servant assez souvent de centre à certaines matières qui se sont modelées autour d'eux.

Veines ou petits filons. — Ce sont de petites couches partielles, ou, comme leur nom l'indique, de petites veines, qui se montrent dans toutes les directions, qui se ramifient ou se divisent, s'écartent ou se suivent en lignes parallèles.

De quelque manière que les minéraux soient contenus dans les roches, ils servent toujours à les caractériser et aident même quelquefois à déterminer leur âge relatif. Mais une remarque essentielle à faire, c'est que la plus grande partie des espèces minérales sont contenues dans les roches cristallisées et non stratifiées; les autres en renferment beaucoup moins. L'étude de ces corps, leur rapport de gisement, c'est-à-dire la manière dont ils sont placés dans les roches, ont donné des notions assez positives sur leur âge relatif, et quoique certains minéraux aient paru à toutes les époques des dépôts de sédiment ou de l'intercallation des roches d'épanchement, il en est d'autres qui ne se sont montrés qu'à des époques précises, et dont l'âge a été parfaitement établi.

Dans un ouvrage spécialement consacré à la géog-

nosie, il conviendrait sans doute de passer en revue les principales espèces minérales, de décrire celles qui par leur mélange ou leur étendue composent toutes les formations et tous les terrains, mais une telle masse de détails sortirait du cadre que nous nous sommes tracé; nous nous contenterons de dire quelques mots des principales roches en parlant des terrains qu'elles forment, et nous renverrons, pour la description des roches et des minéraux, à des traités spéciaux, et à quelques articles du vocabulaire qui termine cet ouvrage.

DES DÉBRIS ORGANIQUES CONTENUS DANS LES ROCHES.

En fouillant dans le sein de la terre, on a été très-surpris de rencontrer des corps qui provenaient évidemment du règne organique, tels que des coquilles, des troncs d'arbres, des empreintes de feuilles ou de poissons, des ossemens de grands mammifères ou d'oiseaux, les restes de grands reptiles, des œufs, des insectes, et enfin les débris nombreux de tout le règne organique.

Quand ce fait, dont on a douté d'abord, a été bien constaté, on en a tiré cette conséquence toute naturelle, que les êtres organisés s'étaient montrés à la surface de la terre avant que celle-ci ne fût terminée, et que leurs dépouilles avaient été ensevelies dans ses couches à mesure qu'elles se déposaient.

On dut nécessairement chercher si toutes les roches renfermaient ces débris, et l'on reconnut un autre grand principe, c'est que les roches non stratifiées, les roches cristallisées, qui renferment un si grand nombre de minéraux, sont presque toujours dépourvues de dé-

pouilles organiques, tandis que les roches de sédiment, qui contiennent assez rarement des minéraux cristallisés, abondent en débris de toute espèce. On a donné le nom de *fossiles* à tous ces restes de la vie organique, et celui de *paléontologie* à la science qui s'en occupe. On voit déjà qu'il ne peut entrer dans notre plan de décrire tous ces fossiles, pour l'étude desquels une grande masse de connaissances devient nécessaire. Nous ne pouvons pas plus nous occuper d'anatomie comparée, que de minéralogie, que de botanique, de chimie, toutes sciences qui sont cependant nécessaires à celui qui veut étudier avec fruit la géographie physique de notre globe. C'est précisément parce que cette dernière science en résume une foule d'autres, qu'elle est à la fois si difficile, mais si belle et si attrayante. Nous devons cependant dire quelques mots des fossiles en général, ou de la paléontologie, avant de continuer l'examen des couches intérieures du globe. M. Deshayes, que l'on doit justement considérer comme un des savans qui ont le plus contribué à l'étude des débris organiques, donne du mot *fossile* la définition suivante :

Un corps organisé est celui qui a été enfoui dans la terre à une époque indéterminée, qui y a été conservé ou qui y a laissé des traces non équivoques de son existence (1).

Peu importe, dit M. Deshayes, que l'enfouissement du corps organique date d'hier ou de six mille ans, il est fossile du moment où on le trouve enfoui dans une roche. Tous les débris organiques sont bien loin de se conserver quand ils sont empâtés dans différentes matiè-

(1) DESHAYES, *Coquilles caractéristiques des terrains*, p. 5.

res, où un grand nombre se pourrit sans laisser de traces d'existence. On remarque que l'eau a joué un grand rôle dans leur conservation. D'abord enveloppés par ce liquide, ces corps ont été soustraits à l'influence de l'air atmosphérique, et les dépôts qui les ont ensuite empâtés, les ont conservés jusqu'à présent et pour ainsi dire éternellement.

Les corps organisés fossiles ne s'offrent pas toujours dans le même état. Tantôt ils sont libres dans des couches de sables, de marne ou d'argile, et y sont conservés dans l'état où ils étaient lors de leur enfouissement; tantôt ils sont engagés dans des couches solides, où ils ont le plus souvent subi des altérations diverses.

« On nomme fossile pulvérulent ou pourri, celui qui non-seulement a perdu la matière animale qui réunissait ses molécules, mais a subi encore une autre décomposition, de laquelle résulte une désagrégation complète des molécules et la pulvérulence du corps fossile lui-même. »

« Si après la désagrégation la dissolution s'opère en entier, on ne trouve que l'empreinte ou le moule intérieur du corps fossile. On nomme *empreinte* la représentation de la surface extérieure, et *moule intérieur* la représentation d'une cavité, si ce corps en avait une. On peut trouver réunis pour un seul corps fossile, et son moule, et son empreinte; par exemple: Une coquille enfouie dans une couche durcie a été remplie de la pâte de cette couche, qui a pris en même temps l'empreinte de sa forme extérieure; la coquille étant dissoute après la solidification de la couche, laisse intact son moule intérieur, compris dans une cavité dont la surface est l'empreinte exacte de sa forme et de ses accidens extérieurs. »

« Lorsque la dissolution du fossile a eu lieu, et qu'il

s'est infiltré dans la cavité qu'il a laissé vide une matière étrangère, inorganique, qui s'y est moulée de telle sorte qu'elle représente avec la plus grande exactitude le corps fossile lui-même, on nomme *contre-empreinte* le résultat de cette opération, tout-à-fait comparable à celle d'un mouleur, qui d'un moule obtient une statue de plâtre absolument semblable à celle sur laquelle le moule a été fait. La contre-empreinte peut-être produite par des matières pulvérulentes tombées dans une cavité par une fente, et agglutinées entre elles par un ciment. Souvent elle est occasionnée par l'infiltration d'un suc pierreux, par une sorte de suintement dans la cavité qu'a laissé le corps. Dans ce cas, une cristallisation confuse et quelquefois géodique a toujours lieu. »

« Il ne faut pas confondre cet état cristallin avec la spathification, qui n'appartient qu'à certains corps fossiles qui présentent toujours la même structure, quelles que soient les circonstances où ils se sont trouvés pour devenir fossiles. Il y a de fortes présomptions pour croire que l'organisation donnée à ces corps par les animaux qui les habitaient, a eu une très-grande influence sur l'état particulier où on les trouve, quoiqu'ils se présentent toujours cristallisés. M. Deshayes ne pense pas qu'ils aient été dissous, puis remplacés par une matière étrangère; il croit qu'étant poreux, leur imbibition d'un suc cristallin calcaire a pu déterminer un arrangement nouveau de molécules organiques, ou bien les a envahis, pour ainsi dire, de telle sorte, qu'elles n'ont pu s'opposer à la cristallisation, mais l'ont déterminée dans une forme constante. Les échinodermes fossiles offrent un exemple de ces corps spathifiés. On les trouve toujours cristallisés en lames rhomboïdales, lorsqu'on les brise, quelle que soit la nature de la roche dans laquelle ils sont contenus. Ce fait

s'explique par la force de la cristallisation, qui est telle que les corps étrangers ne peuvent l'empêcher (1). »

On trouve une grande différence dans l'état de conservation des différens fossiles. Les uns sont les corps eux-mêmes qui ont été conservés et qui, dans ce cas, sont presque toujours altérés. Telles sont la plupart des bois, des lignites; le mammoth qui a été trouvé avec sa chair et ses poils au milieu des glaces de la Sibérie, etc.; les autres, imprégnés, comme nous l'avons dit tout à l'heure, par un suc pierreux, ont changé de nature et ont conservé leurs formes avec une exactitude quelquefois bien remarquable.

Tantôt les fossiles sont entiers, et quelques-uns, les coquilles surtout, ont conservé une partie de leur couleur; tantôt ils sont brisés et presque méconnaissables. Les squelettes, composés de parties plus dures, se sont généralement bien conservés; mais il est bien rare qu'ils soient intacts, les os en sont presque toujours dispersés. On trouve cependant des squelettes entiers, et l'on a été jusqu'à distinguer la place qu'occupaient les intestins de certains animaux, par la présence et la disposition de cailloux roulés qu'ils avaient avalés. Les excréments fossiles se rencontrent aussi communément dans plusieurs roches de sédiment.

De la nature minérale des fossiles.

Diverses substances remplacent la matière qui formait les fossiles à l'époque de leur enfouissement, en sorte que leur nature est quelquefois entièrement changée. La roche et les débris qui y sont contenus peuvent

(1) DESHAYES, *Coquilles caractéristiques des terrains*, p. 10.

être formés par le même minéral, mais le contraire arrive aussi assez fréquemment. Les deux substances pierreuses qui se substituent le plus souvent aux corps organisés sont la *silice* et le *carbonate de chaux*.

Les matières végétales sont plutôt transformées en *silice* qu'en *carbonate de chaux*, et cette transformation se fait si exactement pour certains troncs d'arbres, que l'on retrouve les pores, les vaisseaux vides au lieu d'être remplis, et que MM. Nicol et Witham sont parvenus à déterminer des bois pétrifiés par cet examen. Quelques fossiles animaux, comme un grand nombre d'*oursins*, de *radiaires*, de *polypiers* et quelques *coquilles univalves* sont aussi changés en *silice*. On trouve aussi, mais bien plus rarement, des coquilles bivalves.

Presque tous les mollusques sont changés en *carbonate de chaux*, et ce sont les fossiles les plus répandus.

Après ces deux sortes de pétrifications, les *charbonneuses* sont les plus communes et appartiennent aussi presque toutes au règne végétal. Les tiges et souvent les fruits sont changés en une matière analogue au charbon; quelquefois l'écorce seule a subi cette modification.

On trouve aussi des fossiles formés par le *fer hydraté* et par le *fer sulfuré*, qui est tantôt la pyrite ordinaire, tantôt la pyrite blanche. Quelquefois ils sont en *cuivre gris* ou en *cuivre carbonaté*, en *arragonite*, en *chaux fluatée*, rarement en *strontiane*, en *galène* et en *gypse*.

Du gisement des fossiles dans les couches.

Les pétrifications ne sont pas toujours distribuées également dans les roches, il y a, au contraire, de grandes exceptions. Tantôt elles occupent un espace limité où

elles sont entassées pêle-mêle; tantôt elles forment de grandes masses qui se reproduisent sur des espaces plus ou moins étendus; il arrive aussi que la roche n'est qu'un agrégat de fossiles. Le plus souvent il y a un certain ordre de superposition, de sorte que certains lits de la même couche en sont abondamment pourvus, tandis que d'autres en sont tout-à-fait privés. Lorsque dans un même dépôt il y a un grand nombre de couches, ce que nous venons d'observer pour des lits d'une même assise se reproduit à plus forte raison dans cette circonstance. Tantôt c'est dans la partie supérieure du dépôt que ces débris sont déposés, tantôt c'est dans les couches inférieures ou au milieu du terrain. Il semblerait que certaines roches favorisent leur dépôt, comme celui de la silice dans les couches de craie, de la houille dans les grès houillers, etc.

D'autres fois c'est la texture de la roche qui détermine le plus ou moins d'abondance des fossiles et leur distribution dans une couche.

Leur position peut encore donner des indications fort curieuses. Ainsi, un animal posé à plat dans le sens des couches et souvent un peu comprimé; des poissons, la bouche ouverte, prouvent qu'ils ont été successivement recouverts par des dépôts qui s'opéraient dans des eaux où leurs cadavres avaient été charriés. Des squelettes entiers indiquent aussi que les animaux qui les ont fournis vivaient près des lieux où ils ont été trouvés. Une foule d'observations minutieuses peuvent faire connaître si les débris organiques sont arrivés entiers ou décomposés dans le lieu de leur enfouissement.

On trouve des pétrifications à tous les niveaux possibles, quelquefois à une grande profondeur, d'autres fois sur des montagnes très-élevées; mais souvent aussi

les roches qui les contiennent ont été déplacées après leur dépôt.

De la distribution des fossiles.

Quand on compare soigneusement les fossiles contenus dans des roches d'âge différent, on remarque une très-grande différence dans leurs caractères. Ce ne sont pas du tout les mêmes débris que l'on rencontre dans les anciens et dans les nouveaux dépôts. Aussi, on se sert avec beaucoup d'avantage de la connaissance de leurs caractères pour déterminer l'âge des couches.

Dans les terrains modernes, c'est-à-dire, dans les roches de sédiment, qui sont très-rapprochées de la surface de la terre, on trouve que les fossiles se rapportent à des espèces actuellement vivantes; mais dans les terrains anciens, les espèces sont tout-à-fait distinctes; on ne peut les rapporter à aucune espèce vivante; ce sont les débris d'un ancien monde organique qui n'existe plus et dont nous essayerons, par la suite, de faire connaître quelques habitans.

Cependant, au milieu de cette abondance de débris, on distingue facilement, même parmi les espèces perdues, celles qui vivaient dans les eaux douces et à la surface de la terre, de celles qui habitaient les mers, et l'on partage ainsi très-naturellement les fossiles en deux classes, selon leur origine présumée.

On conçoit très-bien que certains dépôts ne contiennent que des espèces appartenant à l'une ou à l'autre de ces deux divisions; mais ce qui est plus difficile à expliquer et ce que nous devons seulement citer ici, c'est le mélange de ces deux sortes de coquilles dans un même dépôt. Ordinairement, il est vrai, les fossiles

d'eau douce occupent la partie supérieure, mais souvent aussi il y a plusieurs superpositions successives et quelquefois même l'ordre ordinaire est renversé.

C'est ici surtout qu'il importe de bien examiner l'état des fossiles pour deviner, s'il est possible, dans quelles circonstances ils ont été enfouis, s'ils ont vécu près des lieux où ils se trouvent, si des cours d'eau les ont charriés, et comment enfin il a pu se faire que des êtres aussi différens par leur habitation puissent se trouver réunis dans de communes catacombes.

Nous ne pousserons pas plus loin pour le moment les intéressantes considérations qui nous sont offertes par les fossiles. Nous aurons fréquemment à revenir sur ce sujet; d'abord en examinant les causes qui ont agi pendant le dépôt des roches de sédiment; ensuite en étudiant séparément les grandes formations qui recouvrent la terre, et enfin en nous occupant de la distribution géographique des êtres organisés aux diverses périodes d'existence de notre planète.