

déposé primitivement en couches à peu près horizontales. La cause de cet arrangement ne peut être attribuée à une horizontalité primitive dans le lit des mers, car il est reconnu que dans les lieux où il n'existe aucun dépôt, le fond des mers est aussi inégal que la surface des continents, ayant de même ses montagnes et ses vallées. Cette disposition des couches nouvellement formées à prendre une position horizontale résulte surtout du mouvement de l'eau, qui entraîne les particules de limon dans le fond, et les oblige à prendre place dans les dépressions, où elles sont moins exposées à la force d'un courant que lorsqu'elles reposent sur des points plus élevés.

ARRANGEMENT DES FOSSILES. — Souvent il serait difficile d'apercevoir dans des couches une stratification régulière, si des espèces particulières de fossiles ne se présentaient çà et là dans diverses positions; ainsi telle couche est caractérisée par des coquilles bivalves d'une ou de plusieurs espèces, telle autre par des coquilles univalves, telle autre enfin par des coraux.

On comprend difficilement, au premier abord, comment des montagnes de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur peuvent s'être remplies de fossiles, depuis le sommet jusqu'à la base; mais la difficulté disparaît dès qu'on admet une durée de temps suffisante pour l'accumulation du sédiment. On ne doit jamais perdre de vue que pendant le temps que le dépôt s'est opéré, chacune des couches qui forment la montagne a été successivement la couche supérieure, et que sur elle a immédiatement reposé l'eau dans laquelle vivaient des animaux particuliers. Chaque couche, quelle que soit aujourd'hui la place qu'elle occupe, a donc formé jadis le lit d'une mer ou d'un lac; elle a été, durant le temps que l'eau la recouvrait, à l'état d'un limon boueux, dans lequel des coquilles et d'autres corps organisés ont pu s'introduire ou être entraînés aisément.

L'examen de ces fossiles nous met souvent à même de décider si le dépôt s'est formé vite ou avec lenteur, s'il a eu lieu dans une mer profonde ou dans une mer basse, près du rivage ou loin des continents, si l'eau était salée ou si elle était douce. Quelques couches de calcaires consistent presque entièrement en bancs de coraux, et leur position a évidemment été déterminée par la manière dont ces zoophytes ont pris leur croissance; car si la couche est horizontale, la tête arrondie de certaines espèces est dirigée vers le haut, et le point d'attache vers le bas. Cet arrangement s'observe souvent sur toute l'étendue d'une grande série de couches. Ce que l'on sait relativement à la croissance des zoophytes semblables qui vivent dans nos mers, conduit à supposer que leur accroissement

était extrêmement lent et que certains fossiles ont dû vivre pendant des siècles avant d'avoir atteint une aussi grande dimension.

Ainsi plusieurs couches de calcaires peuvent être comparées aux bancs d'huitres et aux récifs de corail modernes; et, comme nous pouvons l'observer, leur mode d'accroissement doit avoir été extrêmement lent. Mais, outre ces roches principales, les couches sédimentaires du globe renferment un grand nombre de dépôts pierreux provenant d'animaux et de plantes, et dont l'origine organique est parfaitement reconnue aujourd'hui. M. Ehrenberg a montré qu'une certaine espèce de pierre siliceuse appelée *tripoli* était entièrement composée de squelettes ou carapaces d'animalcules microscopiques. Cette substance est employée sous forme de poudre, pour polir les pierres et les métaux. On la tire de divers lieux, entre autres de Bilin, en Bohême, où une seule couche, s'étendant sur un grand espace, n'a pas moins de 4<sup>m</sup>,27 d'épaisseur. Quand on examine ce tripoli avec un microscope d'un fort grossissement, on voit qu'il consiste en carapaces siliceuses d'infusoires. Il est difficile de donner une idée de leur extrême petitesse. M. Ehrenberg estime que le tripoli de Bilin contient dans un poids de 5 centigrammes plus de 450 millions d'individus de la *Gaillonella distans*.

Les coquilles de ces infusoires sont de silex pur. Leurs formes, tout en étant variées, sont très marquées et très constantes dans les espèces et les genres particuliers. Les espèces fossiles conservées dans le tripoli offrent les mêmes divisions et les mêmes lignes transversales que celles qui caractérisent les coquilles vivantes de forme à peu près semblable. Celles-ci se trouvent aussi quelquefois mélangées avec les spicules siliceux, ou supports intérieurs de l'éponge d'eau douce. Ces carapaces et spicules siliceux, quoique très durs, sont fragiles et se brisent comme du verre, de sorte que, lorsqu'on les frotte, ils se réduisent très facilement en une poudre fine, propre à polir les métaux.

Les infusoires renfermés dans le tripoli de Bohême, ainsi que dans celui de Planitz, en Saxe, sont des espèces d'eau douce; mais dans d'autres localités, telles que l'île de France, les espèces que renferme le tripoli sont marines, et appartiennent toutes à des formations de l'époque *tertiaire*.

M. Ehrenberg a démontré aussi que le fer limoneux consistait en un nombre infini de filaments articulés, d'une couleur jaune d'ocre, composés en partie de silex et en partie d'oxide de fer. Ces filaments sont les carapaces d'un petit animalcule appelé *Gaillonella ferruginea*.

Il est clair que des bancs résultant de l'accumulation de cara-

paces d'infusoires ont dû mettre un temps considérable à se former; et ces données nous conduisent à soupçonner que d'autres dépôts, dont les matières ont habituellement été considérées comme inorganiques, pourraient aussi devoir leur origine à des corps organiques microscopiques. Tel est aussi le cas pour la craie blanche; on savait que ces couches renfermaient une multitude de fossiles marins, tels que des coquilles, des échinides, des coraux, des éponges, des crustacés et des poissons. M. Lonsdale, en examinant des fragments de craie blanche provenant de diverses localités, en les pulvérisant dans de l'eau, que ce qui à l'œil nu paraissait n'être que de simples grains blancs, était un composé d'une réunion de fossiles bien conservés. 100 grammes pesant de craie lui fournirent environ deux cents de ces fossiles, dont quelques uns étaient des fragments de petites Corallines, et les autres, des Cythérées et des Foraminifères entiers, qui souvent étaient remplies de plusieurs centaines d'infusoires; car, à l'aide d'un microscope puissant, il a été reconnu que beaucoup des petits grains qu'elles renfermaient et qui composaient l'enveloppe de craie, consistaient en disques circulaires, comme les articulations de la *Gaillonella*, plus pâles. En admirant ces découvertes, on est naturellement conduit à supposer que les parties des silex de la craie dans lesquelles on ne retrouve aucune trace de structure organique, peuvent néanmoins avoir constitué une multitude d'animalcules microscopiques, et l'on peut dire avec le poète: « La poussière que nous foulons aux pieds fut jadis vivante! »

Chaque molécule, pour ainsi dire, quoique invisible à l'œil nu, conserve encore la structure organique qui, à des époques éloignées, lui fut imprimée par notre divin créateur.

FOSSILES MARINS ET D'EAU DOUCE. — Soit que les couches aient été déposées dans l'eau salée ou dans l'eau douce, elles ont dans les deux cas les mêmes formes, mais les fossiles sont très différents; et cela se comprend bien, car les animaux aquatiques qui vivent dans les fleuves diffèrent de ceux qui habitent la mer. Il est très important de reconnaître ces différents fossiles.

Une formation d'eau douce se reconnaît par l'absence de plusieurs fossiles que l'on trouve toujours dans les strates marines. Ainsi, par exemple, on n'y rencontre ni coraux, ni oursins, ni coquilles cloisonnées, telles que les *nautilus*, ni *foraminifères* microscopiques. Dans un dépôt d'eau douce, le nombre des coquilles individuelles est souvent plus considérable que dans une strate marine; mais il y a moins d'espèces et de genres. Ceci pouvait être pressenti, car les espèces et les genres des coquilles terrestres

et d'eau douce modernes sont peu nombreux, comparativement à ceux des coquilles marines.

Presque toutes les coquilles bivalves, ou celles appartenant à des mollusques acéphales, sont marines; car sur quatre-vingt-dix genres, il n'y en a que dix d'eau douce environ. Parmi ces dernières, les quatre formes les plus communes, tant modernes que fossiles, sont les *cyclas*, les *cyrena*, les *unio* et les *anodonta*.

Lamarck a divisé les mollusques bivalves en *dimyaires* et en *monomyaires*. Les premiers sont caractérisés par deux grandes impressions musculaires qu'ils ont dans chaque valve. Quant aux autres, tels que l'huître et la pétoncle, ils n'ont qu'une de ces impressions. Or, comme aucun de ces derniers, c'est-à-dire aucun bivalve unimusculaire n'est originaire d'eau douce, on peut légitimement supposer qu'un dépôt dans lequel on en trouve est un dépôt marin.

Les coquilles univalves les plus caractéristiques des dépôts d'eau douce sont: les *planorbis*, les *limnea* et les *paludina*. A celles-ci sont souvent réunies des *physa*, des *succinea*, des *ancylus*, des *valvata*, des *melanopsis*, etc.

Les coquilles terrestres sont toutes univalves. Parmi les divers genres de ces coquilles, tant récentes qu'à l'état fossile, les plus abondants sont les *helix*, les *cyclostoma*, les *pupa*, les *clausilia*, les *bulimus* et les *achatina*, etc.

Toutes les coquilles univalves terrestres ont, ainsi que les coquilles d'eau douce, des ouvertures entières; cette particularité peut servir de règle très commode pour distinguer les couches d'eau douce des couches marines, puisque la rencontre d'univalves dont les ouvertures ne sont pas entières doit faire conclure que la formation qu'on observe est une formation marine.

#### AGES RELATIFS DES DIVERS DÉPÔTS DE SÉDIMENT.

Il existe plusieurs moyens pour reconnaître l'âge d'une série donnée de dépôts. Outre les principaux, qui sont au nombre de trois, et qui consistent dans les rapports de superposition, les caractères minéralogiques et la nature des fossiles, un quatrième encore peut souvent aider dans cette recherche: c'est la présence de fragments provenant d'une roche préexistante dans les couches observées; ces fragments suffisent seuls, en l'absence de toute autre preuve, pour attester l'antériorité de la roche d'où ils proviennent, par rapport à celle qui les contient.

RAPPORTS DE SUPERPOSITION. — La première méthode de déterminer l'âge d'un dépôt de sédiment, comparativement à celui d'un autre dépôt, consiste dans l'examen de sa position relative. Il est évident que, dans une série de couches horizontales, la strate

supérieure est la plus récente, de même que celle qui sert de base aux autres est la plus ancienne.

**INCLINAISON DES COUCHES.** — Dans certaines régions, les couches ont été dérangées de leur gisement primitif, et quelquefois même renversées tout-à-fait. Ces circonstances exceptionnelles ne peuvent induire en erreur. Lorsqu'on rencontre des couches fracturées, courbées, inclinées ou verticales, on voit aussitôt que l'ordre de superposition primitif offre des doutes, et alors on essaie de trouver dans les lieux environnants quelques coupes dont les couches se rapprochent de la position horizontale. Si on réussit dans cette recherche, on en conclut que la fracture, la courbure, l'inclinaison ou le redressement des premières couches n'ont pas une extension considérable, un tel dérangement n'ayant pu s'accomplir sur un très vaste espace sans laisser des traces de dislocation.

**DISCORDANCES DE STRATIFICATION.** — Les discordances de stratification dans les terrains de sédiment ont une grande importance pour déterminer l'âge des différents dépôts; car si quelques uns de ces dépôts se rencontrent en couches inclinées, tandis que d'autres leur sont superposés en strates horizontales, on doit nécessairement en conclure que les premiers ont été produits avant une certaine catastrophe qui les a redressés. On voit là nettement deux périodes de formation tranquilles, séparées par un bouleversement qui indique positivement deux époques géologiques très différentes.

**CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES.** — Plusieurs couches offrent souvent, dans la direction de leurs plans de stratification, les mêmes particularités minéralogiques, sur une étendue souvent considérable; mais cette uniformité cesse quelquefois immédiatement, quand on suit ces couches dans une direction opposée. C'est à peine alors si on peut pénétrer dans une masse stratifiée jusqu'à la distance de quelques mètres, sans rencontrer une grande diversité, soit de roches calcaires, soit argileuses, soit siliceuses, mais toujours dissemblables entre elles. Les premiers observateurs furent si frappés de l'étendue des espaces sur lesquels on pouvait suivre horizontalement certaines roches homogènes, qu'ils s'empressèrent d'adopter l'opinion qu'à l'origine le globe terrestre avait été recouvert d'une suite de formations aqueuses diverses, disposées autour de son noyau. Mais s'il est indubitable que certaines formations restent continues sur des espaces plus vastes que la moitié de l'Europe, il n'en est pas moins vrai qu'elles changent souvent de caractère minéralogique, et que souvent aussi leurs limites sont très circonscrites. Quelquefois elles vont s'amincissant graduellement, ou bien elles se terminent brusquement. Souvent encore, il

leur arrive de changer de composition minéralogique, même en suivant une direction horizontale régulière. C'est ainsi, par exemple, qu'une formation calcaire, après être restée telle sur une étendue de plus de 30 myriamètres, devient ensuite peu à peu arénacée, puis enfin passe tout-à-fait au sable ou au grès, qui, à son tour, se continue sur un espace considérable.

**NATURE DES FOSSILES.** — Les restes organiques peuvent, aux mêmes exceptions près que la composition minéralogique, servir de moyen d'épreuve pour reconnaître l'âge d'une formation.

Ainsi, lorsque l'on suit les couches dans la direction de leurs plans, on retrouve souvent les mêmes fossiles sur de très grandes étendues. Lorsqu'il y a diversité dans les fossiles, le caractère minéralogique de la roche reste souvent constant; quelquefois, au contraire, les fossiles restent les mêmes, et la nature lithologique de la roche varie. De cette manière, on peut reconnaître l'origine contemporaine de la même formation, puisqu'à défaut de l'un des moyens d'épreuve, l'autre existe et peut servir à arriver à la détermination.

Il est bien démontré que, tandis que les mêmes fossiles peuvent se rencontrer dans des séries de couches dont l'étendue horizontale embrasse jusqu'à plusieurs centaines de myriamètres, rarement on retrouve en sens vertical, c'est-à-dire transversalement par rapport aux couches, les mêmes fossiles sur un espace de plusieurs mètres, et bien moins encore de plusieurs centaines de mètres. Ce fait, qui a été vérifié presque partout, a démontré qu'à des époques successives, les mêmes étendues de terre et d'eau ont été jadis habitées par des espèces d'animaux et de plantes aussi différentes les unes des autres que le sont entre elles les espèces qui, aujourd'hui, vivent aux antipodes, ou celles qui habitent les zones arctique, tempérée et du tropique.

C'est cette circonstance qui donne aux fossiles une valeur considérable comme moyen d'épreuve chronologique.

Les diverses variétés de roches ne donnent pas des caractères aussi précis, car quelques unes d'entre elles, telles que la marne rouge et le grès rouge, par exemple, peuvent se rencontrer au sommet, au milieu et à la base des dépôts de sédiment; ils offrent, dans ces diverses positions, une si parfaite identité d'aspect minéralogique, qu'il est impossible de saisir en elles la moindre différence. Mais des répétitions aussi exactes des mêmes mélanges de sédiment, ayant eu lieu à des intervalles de temps considérables, dans les mêmes points du globe précisément, sont des exceptions assez rares; c'est alors que les fossiles et la position relative des couches permettent de fixer d'une manière exacte l'âge des roches aqueuses.

FRAGMENTS ÉTRANGERS. — L'âge relatif de deux roches peut quelquefois se déterminer par des fragments de la plus ancienne renfermés dans la plus récente. Ce moyen d'épreuve est d'un grand secours, lorsqu'à défaut de coupes qui indiquent nettement l'ordre de superposition véritable de deux formations, ou quand, par suite de la position verticale des couches dont se composent les groupes respectifs, un géologue ne pourrait, sans cela, parvenir à établir leur âge relatif. Dans de tels cas, on reconnaît souvent que la roche la plus moderne doit en grande partie son existence à la désagrégation de l'autre. Ainsi, par exemple, lorsqu'en une certaine contrée on trouve de la craie avec des fragments de silex, et que, dans une autre partie de la même contrée, on trouve une série distincte de couches alternantes d'argile, de sable et de fragments de silex, on peut, s'il s'y joint des coquilles fossiles d'espèces semblables à celles que renferme la craie, conclure que, des deux formations, c'est la craie qui est la plus ancienne.

#### COMPOSITION DE LA SURFACE DU GLOBE.

La croûte du globe est essentiellement composée de deux ordres de produits : les uns, tels que les granites, les porphyres, les laves, etc., ont une origine ignée; les autres, tels que les calcaires, les argiles, les sables, ont été déposés du sein des eaux; de là deux classes de terrains essentiellement distincts que nous allons successivement étudier. Nous allons commencer par les terrains de sédiment dont la série se prononce d'une manière assez régulière, quand on fait abstraction des soulèvements produits par les roches ignées.

#### TERRAINS DE SÉDIMENT.

Quand, dans une localité où règnent plusieurs assises appartenant aux terrains de sédiment, on ouvre une tranchée profonde, on reconnaît bien vite qu'il existe une série successive de couches superposées les unes aux autres dans un ordre constant; et s'il était possible qu'on pût pratiquer une excavation suffisante dans une localité où tous les terrains de sédiment se trouveraient réunis, on rencontrerait une série d'étages très différents les uns des autres, et ayant des caractères distinctifs bien tranchés; mais la réunion complète de toutes les espèces de terrains de sédiment n'a encore été observée sur aucun point du globe; et cela se comprend; car toutes les parties ont été soumises à des révolutions toujours partielles, qui ont produit des effets bornés.

Comme on ne peut étudier en aucun lieu la série complète des

terrains de sédiment, il a été indispensable de combiner les observations recueillies en différentes localités pour établir la succession de ces assises de sédiment, telle qu'elle se présente dans le tableau suivant.

*Groupes des couches fossilifères observées dans la partie occidentale de l'Europe, et classées par ordre de série descendante, c'est-à-dire en commençant par les plus modernes.*

Alluvions modernes.	{ Blocs erratiques. Alluvions.
Groupe tertiaire ou supracrétacé.	{ Terrain subapennin. — Dépôts de la Bresse. — Collines subapennines. Terrain de molasse. — Faluns — Molasse. Terrain parisien. — G. pse. — Calcaire grossier. — Argile.
Groupe secondaire ou ammonéen.	{ Terrain crétacé. . . — Craie blanche. — Craie marneuse. — Craie tuffan. — Craie verte. — Grès vert — Dépôts de Wealds. Terrain jurassique. — Oolite. — Lias. Terrain triasique. . . — Marnes irisées. — Calcaire conchylien. — Grès bigarré.
Groupe primaire.	{ Terrain péncén. . . — Calcaire péncén. — Grès rouge. Terrain houiller. . . — Grès houiller. — Calcaire carbonifère. Terrain devonien. . . — Vieux Grès rouge. Terrain silurien. . . — Calcaire et Schiste charbonneux. Terrain cambrien. . . — Calcaire et Schiste.
Groupe métamorphique. Groupe plutonique.	{ Les terrains qui composent ces deux derniers groupes ne sont pas fossilifères.

#### Terrains primaires.

Nous allons commencer l'histoire des terrains de sédiment par ceux qui ont été d'abord déposés à la surface du globe, ceux qui touchent le plus près aux terrains plutoniques.

M. Lyell donne à ces roches sédimentaires anciennes le nom de *Primaires Fossilifères*; Werner les désignait sous le nom de *roches de Transition*. Plusieurs géologues ont aussi appliqué à ces couches anciennes le nom de *Grauwacke*, par lequel les mineurs allemands désignent une certaine variété de grès quartzeux, consistant en un agrégat de petits fragments de quartz, de schiste siliceux et de schiste argileux; le tout réuni par une substance argileuse.

Le vieux grès rouge a été généralement regardé en Angleterre comme formant la base de la série secondaire; mais plusieurs auteurs en font, ainsi que de la formation houillère, les membres supérieurs de la série de Transition. Cette méthode a été adoptée par le docteur Buckland, et c'est elle que nous suivrons. Nous allons commencer par faire connaître les strates inférieures.

Actuellement on subdivise toutes les strates sédimentaires situées au-dessous du vieux grès rouge, en deux groupes principaux, savoir : le groupe Supérieur, auquel on donne le nom de *système Silurien*; et le groupe inférieur, que l'on appelle *système Cambrien*. On donne le nom de *Silurien* au groupe le plus récent, parce que c'est dans la partie de l'Angleterre et du pays de Galles qui formait l'ancien royaume britannique des Silures, que les roches dont il se compose ont été surtout étudiées. On a subdivisé le système silurien en quatre sections qui, par les dénominations de Ludlow, de Wenlock, de Caradoc et de Llandeilo, font connaître les lieux où les caractères essentiels de chaque formation se présentent de la façon la plus nette.

**SYSTÈME CAMBRIEN.** — Dans le nord du pays de Galles, dans le Cornouailles et en diverses autres localités de la Grande-Bretagne, on rencontre à la partie inférieure des strates sédimentaires une masse considérable de roches stratifiées, pour la plupart schisteuses et pour ainsi dire dépourvues de fossiles. Les rares débris organiques que l'on a observés dans ces couches diffèrent de ceux de la période silurienne, et sous le rapport de l'espèce, et à l'égard du genre, et n'ont été trouvés qu'en un très petit nombre d'endroits. On donne à ce système le nom de *Cambrien*, parce qu'il offre un développement considérable dans le nord du pays de Galles, où il atteint une puissance de plusieurs milliers de mètres; il consiste principalement en grès schisteux et en conglomérats, dans le milieu desquels se trouve un calcaire contenant des coquilles et des coraux.

**SYSTÈME SILURIEN.** — Les roches siluriennes sont immédiatement superposées au système cambrien; on distingue les roches siluriennes inférieures constituées par la *formation de Caradoc* et la *formation de Llandeilo*, et les roches siluriennes supérieures constituées par la *formation de Ludlow* et la *formation de Wenlock*.

**FORMATION DE LUDLOW.** — Cette couche du système silurien supérieur est d'une grande puissance. Parmi les fossiles les plus remarquables qui le caractérisent, on trouve les écailles, les mâchoires, les dents et les coprolites de poissons particuliers. Observons, comme chose digne de remarque, que ces débris d'animaux vertébrés, qui sont les plus anciens de tous ceux que l'on a signalés, appartiennent à des poissons d'une organisation très complète.

Parmi les coquilles fossiles on remarque diverses espèces de *Leptæna*, d'*Orthis*, de *Terebratula*, d'*Avicula*, de *Trochus*, de *Bellerophon*, etc.

On trouve encore dans le calcaire du Ludlow inférieur plusieurs espèces de *Trilobites* et une certaine espèce éteinte de *Crustacé*, caractéristique de la période silurienne, en général.

Parmi les grès de cette formation, quelques uns sont ondulés, et donnent ainsi la preuve de leur précipitation lente. Il en est de même des *schistes argileux* à grains fins particuliers. Ces schistes sont d'une grande puissance, par suite de leur tendance à se résoudre en boue; on les appelle *pierres de boue*; ils renferment souvent des *Zoophytes* dont la position droite indique évidemment qu'ils sont devenus fossiles aux lieux mêmes où ils ont vécu dans le fond de la mer. Les plus communs de ces *Zoophytes* sont les *Graptolites*.

**FORMATION DE WENLOCK.** — La roche de Dudley, si riche en débris organiques, appartient à cette couche du système silurien supérieur; la partie supérieure consiste en calcaire plus ou moins cristallin, et fortement chargé de *coraux* et d'*encrinites*, appartenant à des espèces particulières. Sa partie inférieure se compose principalement de *schistes argileux*. Le corail en forme de chaîne y abonde. Parmi les coquilles que renferme cette formation, il faut citer les *productus*, *atrypa*, etc.

**FORMATION DE CARADOC.** — Cette formation a 762 mètres de puissance; elle consiste en grès de diverses couleurs, auxquels s'ajoutent quelques lits subordonnés de calcaire. Presque tous les fossiles les plus abondants de ce système de couches appartiennent aux mêmes genres que ceux signalés dans les couches siluriennes supérieures; seulement les espèces sont distinctes.

**FORMATION DE LLANDEILO.** — Cette division forme la base du système silurien; elle consiste en schistes durs, noirâtres, quelquefois micacés, souvent calcarifères, caractérisés surtout par de grands *trilobites*, *Asaphus buchii*, *A. tyrannus*, qu'ils renferment. Ce dépôt contient encore plusieurs genres de mollusques, et présente une particularité intéressante : à plusieurs formes éteintes de testacés particuliers aux roches siluriennes inférieures, telles que des *Orthoceras*, des *Pantamerus*, des *Spirifer* et des *Productus*, il s'y joint souvent d'autres espèces appartenant à des genres ayant des espèces encore vivantes, comme des *Nautilus*, des *Turbo*, des *Buccinum*, des *Terebratula*, etc.

Il n'existe aucune plante terrestre dans les strates qui appartiennent à la période silurienne.

En Norvège et en Suède, la formation silurienne s'étend sur des espaces considérables; elle ressemble tout-à-fait, tant sous le rapport du caractère lithologique que sous le rapport des fossiles, à celle de l'Angleterre. Les strates consistent en vastes dépôts de grès, qui reposent sur du gneiss et des roches calcaires contenant des *Orthocerata* et des *coraux*. Le corail en forme de chaîne s'y

montre d'une manière remarquable; on y trouve également des schistes bitumineux à grains fins, contenant des graptolites.

Le docteur Beck, de Copenhague, suppose que ces corps sont des zoophytes fossiles, alliés à la famille des plumes de mer, dont les animaux vivants habitent la vase et les sédiments visqueux.

Les calcaires du lac Michigan, dans l'Amérique du Nord, appartiennent à la division silurienne. Le terrain silurien forme en Russie une bande considérable qui passe à Saint-Petersbourg en s'étendant de la Livonie à la mer Blanche.

On doit le reconnaître, les dépôts *siluriens* ou *cambriens* offrent une grande analogie; ils avaient même été confondus jusqu'à ce qu'on ait signalé des discordances de stratification. Le calcaire est plus abondant dans les dépôts siluriens; souvent les schistes y sont très charbonneux. On commence à trouver dans ces couches des combustibles qui se rapprochent de l'anthracite. La Bretagne, sur les bords de la Loire, en fournit de nombreux exemples.

Nous arrivons maintenant aux couches des terrains primaires, que plusieurs auteurs rangent, peut-être avec raison, à la partie inférieure des terrains secondaires. Nous voulons parler du vieux grès rouge, du terrain houiller et du terrain péncén.

**TERRAIN DEVONIEN** (*vieux grès rouge*). — La partie supérieure des dépôts siluriens a reçu le nom de *terrain devonien* (du Devonshire). Ce *vieux grès rouge* forme la base de la formation carbonifère, comme le nouveau grès rouge en forme la limite supérieure.

M. Murchison a estimé que dans la partie méridionale du pays de Galles la puissance du vieux grès rouge était de 3,050 mètres environ au moins. Dans cette localité, il consiste : 1° en un conglomérat quartzeux passant vers le bas à un mélange de grès et de marne de couleur verte et d'une nuance rouge-brunâtre; 2° en marnes argileuses tachetées de rouge et de vert, sillonnées de traces irrégulières de calcaire concrétionnaire impur, bigarré de rouge et de vert; 3° en grès quartzeux et micacé, rougeâtre ou vert, dur, à lames minces, et se divisant par feuillets, contenant des restes de mollusques et de poissons.

Les fossiles sont très rares dans ces grès, contenant du peroxide de fer; on y a découvert cependant plusieurs poissons appartenant aux genres *Cephalopsis* et *Onchus*. On y a trouvé encore des *Ichthyodorulites*, provenant du genre *Onchus*; une espèce de *Dipterus*, et des mollusques appartenant aux genres *Avicula*, *Arca*, *Terebratula*, *Lingula*, *Turbo*, *Trochus*, *Bellerophon*, etc.

Le terrain devonien forme dans la Russie un vaste bassin, en partie recouvert par les terrains houiller et péncén; il s'y présente

avec les caractères distinctifs que nous avons déjà signalés dans les autres terrains primaires de cette région, c'est-à-dire que, outre son prodigieux développement géographique, il est formé de couches horizontales très peu cohérentes. Il y est principalement composé de sables et de grès rouges, verts et jaunes, d'argiles, de marnes et de calcaire blanchâtre renfermant du gypse et du sel marin.

**CALCAIRE CARBONIFÈRE** ou *Calcaire métallifère*. *Calcaire de montagne*. — Dans certaines localités cette roche est placée au-dessous des terrains houillers, tandis que dans d'autres lieux elle alterne avec les argiles schisteuses et les grès propres à ces terrains. Le calcaire carbonifère est dépourvu de plantes terrestres; mais, en revanche, il contient des coraux, d'une dimension très grande, qui entrent pour une proportion considérable dans la structure de récifs de corail qui se forment encore dans les mers du Sud. Cette roche contient en outre des Crinoïdes et des Échinides. Les mollusques de cette formation consistent presque exclusivement en *Brachiopodes*, dont plusieurs espèces se rapportent à deux genres éteints, le genre *Spirifer* et le genre *Productus*. Le calcaire de montagne renferme aussi plusieurs coquilles univalves et bivalves de genres récents, telles entre autres que les *Turritella*, les *Buccinum*, les *Nucula*, les *Pecten*, etc. Quant aux *Céphalopodes*, ils s'éloignent beaucoup des formes vivantes.

Le calcaire de montagne atteint des dimensions considérables en Angleterre, dans le nord de la France et en Belgique. C'est cette roche qui nous donne tous nos beaux marbres de Flandre, parsemés d'encrinites, parmi lesquels nous devons citer le marbre de *Sainte-Anne*, qui est si employé. Le calcaire de montagne manque dans les dépôts houillers de nos départements méridionaux; le terrain houiller repose dans ces localités sur des roches cristallines dépendant des premières formations.

**TERRAIN HOULLER**. — Ce terrain est surtout caractérisé par l'abondance de la houille. Plusieurs strates de ce minéral y sont entremêlés avec des lits de grès, d'argile schisteuse, et de calcaire, substances dont se compose l'ensemble du terrain houiller. Quant à la houille, elle ne constitue qu'une petite proportion de la masse, même en Angleterre et en Belgique, où ce précieux minéral se trouve plus abondamment qu'ailleurs. On a évalué à 915 mètres la puissance des dépôts houillers du nord de l'Angleterre; tandis que celle des vingt ou trente veines de houille pure que renferment ces dépôts n'excède pas 18 mètres.

En Angleterre, la série houillère consiste : 1° en strates d'argile schisteuse et de grès, avec des veines accidentelles de houille.

L'épaisseur de ces strates excède quelquefois 183 mètres; 2° en grès quartzeux grossier, passant à un conglomérat, quelquefois employé pour faire des meules à moulin; dépourvu de houille, et ayant occasionnellement plus de 180 mètres; 3° en Roche calcaire renfermant des coquilles marines et des coraux; dépourvue de charbon, épaisseur quelquefois de 250 mètres de puissance.

Au-dessous de toutes ces diverses couches, on rencontre le terrain devonien dont nous avons parlé.

L'importance de la houille, en Angleterre, se trouve de beaucoup augmentée par la puissance des couches de minerai de fer que l'on trouve dans les argiles schisteuses associées, et par la contiguïté du calcaire de montagne, lequel est employé comme fondant, dans l'exploitation du minerai de fer.

Les observations faites sur des fragments de houille ont mis à même de reconnaître la structure de ce minéral; son origine végétale ne laisse aucun doute. Fréquemment on rencontre dans l'argile schisteuse et dans les Grès qui accompagnent la houille, des impressions de plantes et des troncs d'arbres entiers. La plupart des terrains houillers sont d'origine d'eau douce, et semblent avoir été formés dans des lacs; d'autres paraissent avoir été déposés dans des estuaires ou à des embouchures de rivières, dans des espaces alternativement occupés par l'eau douce et par l'eau de mer.

On a trouvé dans le terrain houiller des mollusques variés, tels que *Nautilus*, *Spirifer*, *Productus*, etc.

L'on n'a signalé aucun os de mammifères ou de reptiles dans les couches du terrain houiller; mais les poissons sont très abondants, et ils offrent, pour la plupart, une organisation différente de celle des espèces actuellement vivantes. Ils appartiennent presque tous à la famille des sauroïdes: ce sont des *Mégalichthys*, des *Holoptychus* et divers autres grands poissons, tous très voraces et d'une dimension considérable. Leur ostéologie rappelle un peu les squelettes des reptiles sauriens. Mais ils ne forment pas une famille intermédiaire entre les poissons et les reptiles, ce sont de véritables poissons.

M. Adolphe Brongniart a fait connaître plus de trois cents espèces de plantes terrestres particulières à cette formation.

Parmi tous ces restes de végétaux, les plus communs sont: 1° des Fougères et des *Sagillaria*; 2° des *Lepidodendra* voisins des *Lycopodiacées*; 3° des *Calamites*, voisins des *Équisétacées*? 4° des *Conifères*; 5° des *Stigmaria*, qui constituent une famille éteinte.

CLIMAT DE LA PÉRIODE HOUILLÈRE. — L'abondance des coraux lamellifères, des grands céphalopodes que l'on trouve dans les couches de la formation houillère doivent faire admettre qu'à cette époque

les eaux de la mer étaient d'une température plus élevée que celle qui règne actuellement dans les latitudes européennes où la houille abonde. Des considérations déduites de la flore des houillères ont conduit M. Ad. Brongniart à une conclusion pareille relativement à la température atmosphérique. L'existence incontestée de fougères arborescentes de dimensions considérables, qui, aujourd'hui, sont exclusivement limitées aux climats chauds et humides, et la grande variété de frondes de fougères fossiles que l'on trouve dans les dépôts de houille, suffisent pour justifier cette conclusion.

*Origine de la houille.* — Certaines portions de formations houillères s'étendent depuis l'Europe centrale jusqu'à l'île Melville et aux confins de la région arctique. Quant à la limite méridionale du terrain houiller, on peut dire qu'elle ne dépasse pas les Alpes et les Pyrénées; car le lignite et le charbon que l'on rencontre au midi des Alpes et des Pyrénées, en Espagne, en Italie, en Grèce, et en diverses autres contrées situées sur les bords de la Méditerranée, paraissent devoir être rapportés au groupe crétaqué et à différentes autres formations plus modernes.

En plusieurs localités de l'Angleterre, certains terrains houillers ont pu être engendrés dans des lacs d'eau douce, tandis que d'autres, peu éloignés des premiers, ont été produits dans des estuaires où la mer avait souvent accès; et enfin quelques uns de ces mêmes terrains paraissent avoir été formés dans le fond des mers ou dans des golfes d'eau salée dans lesquels des plantes terrestres avaient été poussées et rassemblées par une catastrophe.

On trouve souvent en France et en Allemagne des portions isolées de houille qui reposent sur le granite et autres roches plutoniques, et qui sont entièrement dépourvues de fossiles marins. Ces couches ne s'étendent que sur un espace borné, ainsi que l'on peut en juger à Saint-Étienne, département de la Loire; à Brassac, dans celui du Puy-de-Dôme; à Sarrebruck en Silésie, et en beaucoup de localités. Il est probable que tous ces dépôts ont été engendrés dans des lacs existant dans les îles de la mer au sein de laquelle fut produit le calcaire carbonifère dont nous avons parlé.

TERRAIN PÉNÉEN — Il se rencontre à la partie supérieure des formations primaires. On commence à y trouver de vrais reptiles dont on a formé les genres *protosaure*, *paléosaure* et *thécodon*. Il renferme un assez grand nombre de poissons; il faut noter surtout des *Paléonisques*, des *Platysomes*, etc.; et parmi les mollusques et les zoophytes on remarque des *Productes*, des *Spirifères*, des *Calamopores*; les *Tribolites* y deviennent très rares.

À la partie inférieure du terrain pénéen on trouve le *nouveau grès rouge*, très abondant dans la Thuringe: en France, on ne