

mens postérieurs à leur dépôt et par de nombreuses injections de roches porphyriques. Aussi trouve-t-on des houilles à de grandes hauteurs et dans des lieux très-profonds. Leblond en cite dans les Cordillères du Pérou, près de Santa-Fé-de-Bogota, à la hauteur de 2,200 toises; M. de Humboldt cite les mêmes couches à 1,360 toises; mais on en indique dans les Cordillères de Huarocheri à 2,300 toises; on en exploite dans les mines de Flandre à 300 toises au-dessous du sol, qui, dans ces plaines, n'est pas élevé de 50 toises au-dessus du niveau de la mer, en sorte que l'on trouve entre les deux limites connues de la houille l'espace énorme de 3,800 toises.

Les couches de houille peuvent s'enflammer spontanément et brûler pendant des années tout entières. Les grès sont souvent vitrifiés par cette chaleur; l'argile schisteuse éprouve une demi-fusion et devient semblable à de la porcelaine de couleur variée, ou bien elle se transforme en scories analogues à celles des volcans. On voit aussi de l'hydrochlorate d'ammoniaque qui se sublime en octaèdre dans les fentes des roches, du sulfate d'ammoniaque, de l'alun et quelquefois des globules d'acier provenant de petits nids d'oxide de fer que contiennent assez souvent les couches d'argile schisteuse.

CHAPITRE TRENTE-CINQUIÈME.

TERRAINS DE SÉDIMENT MOYENS.

AU-DESSUS de la formation houillère, se développe une longue série de grès et de calcaires renfermant çà et là quelques matières combustibles, et comparables, jusqu'à un certain point, aux dépôts que nous venons d'étudier. Nous allons voir revenir successivement les grès, les calcaires, les argiles et les marnes, qui indiquent la succession de plusieurs périodes géologiques pendant lesquelles les dépôts s'opéraient, pour ainsi dire, de la même manière. Nous venons de voir, dans la série précédente, les grès se développer sur une puissance de 5 à 600 mètres, et les calcaires paraître au-dessus d'eux avec une épaisseur égale à la moitié de celle des grès. Au-dessus se développe la formation houillère, pendant laquelle l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère est absorbé par la végétation. Maintenant reparaissent de nouvelles couches de conglomérat, auxquelles succèdent aussi des calcaires, mais dont l'épaisseur, en rapport avec les grès qui les supportent, n'est pas aussi considérable que celle des assises qui les ont précédés. Ce n'est que vers la fin de la longue période dont nous allons parler, que l'on voit les calcaires acquérir encore une très-grande puissance dans la formation de la craie.

Pendant cette longue succession de dépôts, nous verrons la végétation changer de nature, de nouveaux

animaux paraître successivement et laisser leurs dépouilles pour témoins de leur existence.

Nous partagerons cette série en quatre groupes : celui du grès rouge, celui du grès bigarré; celui du Jura et celui de la craie.

GROUPE DU GRÈS ROUGE.

Au-dessus des houilles, de nouveaux grès se formèrent et se déposèrent sur une épaisseur de 150 mètres. Ils sont composés de grains de quartz, et plus rarement de feldspath. La couleur rouge qu'ils offrent presque toujours est due au fer peroxidé qui enveloppe chaque grain et leur sert de ciment. Il semble qu'une sorte de transport, plutôt qu'une action de sédiment, ait produit cette roche singulière, et qu'une violente agitation ait favorisé la peroxidation du fer que les eaux contenaient alors en abondance. Le volume des galets ou plutôt des cailloux presque anguleux que l'on rencontre dans ce conglomérat, prouve qu'il ne s'est pas formé dans une eau tranquille, mais que des courans puissans ont concouru à sa formation. Les dépressions qui existaient alors sur le sol ont été remplies par ce dépôt. Les bouleversemens que l'on remarque dans les groupes antérieurs, les grandes dislocations qui ont alors agité la surface de la terre, l'apparition fréquente de roches ignées, qui semblent s'associer au grès rouge, ont été sans doute les causes qui ont contribué à la violente agitation des eaux. La végétation paraît anéantie à cette époque; aucun animal n'a laissé ses restes dans cette grande alluvion; on dirait que la vie s'était éteinte ou que l'absence de l'acide carbonique absorbé par les houilles, s'opposant au développement des végétaux, avait, par cela même, arrêté la vie animale.

Mais bientôt parut sur ce grès une nouvelle émission de calcaires, et une formation dont l'épaisseur atteignit quelquefois 150 mètres se déposa, quand les eaux, moins agitées, cessèrent d'entraîner les fragmens qui formaient le grès rouge.

On a donné le nom de *zechstein* à cette roche, qui est souvent d'un gris de fumée et dont la cassure est inégale et esquilleuse. Cette formation offre peu d'uniformité dans son épaisseur. On peut la partager en deux étages.

L'inférieur est composé de schistes marneux et souvent bitumineux recouverts de calcaire fétide. Dans ces schistes on remarque une couche d'environ un tiers de mètre d'épaisseur, qui contient le bitume et qui, de plus, renferme des minerais de cuivre gris argentifère, de cobalt arsénical et de sulfure de plomb, qui y sont disséminés en grains ou en paillettes.

L'étage supérieur est magnésifère à sa base, c'est-à-dire, que l'on y trouve des dolomies qui diffèrent de celles qui sont créées par le contact avec des roches ignées. Elles sont formées en même temps que le calcaire, qui est presque toujours celluleux, ou même caverneux. A sa partie supérieure se retrouve encore un calcaire magnésien bitumineux et fétide. Le gypse et le sel gemme existent également dans cette formation.

Quelques débris, parmi lesquels on distingue des *coraux*, des *enocrinites*, des *térébratules*, des *ammonites*, et surtout le *producta aculeata* qui est caractéristique, indiquent suffisamment un dépôt marin. Des poissons ont été trouvés dans le schiste cuivreux de Mansfeld, notamment des *palæotrissum*, et là aussi, pour la première fois, apparaissent les restes d'un reptile du genre *monitor*. On cite aussi quelques débris de végétaux, principalement des *fucoïdes*, qui attestent

encore une formation marine; une *conifère*, famille qui se montre aussi pour la première fois, et quelques monocotylédones analogues à celles des houillères. Tous ces débris sont rares.

Le grès rouge est commun en Angleterre, et se retrouve au Hartz, en Thuringe, en Saxe, etc., où il est souvent recouvert par le zechstein. Ce dernier se présente souvent en Allemagne et dans une partie de l'Angleterre. Il manque en France.

Quelques géologues, et notamment M. de Beaumont, placent au-dessus du zechstein, des grès rouges qui sont fréquents dans les Vosges; mais comme le calcaire manque entre ces deux sortes de grès, et qu'il y a passage de l'un à l'autre, comme aucun fossile ne peut non plus indiquer leur véritable place, nous le considérerons comme la partie supérieure du grès rouge, quoique, dans notre manière de voir, on doit séparer en groupes distincts tous les dépôts de grès qui ne se succèdent pas immédiatement, et surtout ceux qui sont accompagnés de leurs calcaires et de leurs marnes.

Le grès bigarré, le calcaire coquiller et les marnes irisées, sont les trois membres de ce groupe. Le dernier est le plus développé, puisqu'il atteint 150 mètres de puissance, tandis que chacun des deux autres n'a jamais plus de 90 mètres. Le second membre, le calcaire coquiller, manque aussi souvent, et la formation est alors réduite aux grès qui passent, par nuances insensibles, aux marnes irisées.

GROUPE DU GRÈS BIGARRÉ.

Le grès bigarré est un grès quarzeux, à grains fins, composé de quartz et de mica, et dont les couleurs très-variables et souvent mélangées offrent différentes teintes

de rouge, de bleuâtre, de vert ou de blanc. Sa partie inférieure est plus grossière que ses assises supérieures, qui sont souvent schisteuses et renferment du gypse et de la dolomie. On y trouve quelques substances métalliques, comme le cuivre carbonaté et oxidulé, à Chessy et dans les Pyrénées. Ces grès, quelquefois désignés sous le nom d'arkose, se rencontrent sur différents points de la France, autour des Vosges, etc.

Les débris organiques sont peu nombreux dans ce grès; on y trouve cependant des *trigonia*, des *mytilus*, des *natica*, des *cypricardia*, peut-être des *mélanies* et des empreintes de végétaux appartenant aux monocotylédons et aux dycotylédons.

Le calcaire coquiller se partage généralement en trois assises, dont celle du milieu est la principale. Elle présente un calcaire compacte, gris de fumée, contenant des cailloux dans sa partie supérieure, sur laquelle se trouvent des marnes schisteuses, grises-verdâtres, avec des masses de calcaire cellulaire. Ces lits schisteux établissent le passage aux marnes irisées. La partie inférieure est une couche mince de calcaire ou de dolomie. Le calcaire coquiller contient aussi du gypse et du sel gemme, et quelquefois du silex.

De nombreux débris organiques y sont dispersés dans la plupart des localités. Quelques-uns sont caractéristiques; ce sont l'*encrinites liliformis*, *terebratula vulgaris*, *mytilus eduliformis*, *cypricardia socialis*, *ammonites nodosus*. C'est dans ce calcaire qu'apparaissent pour la première fois les restes des *plesiosaurus* et des *ichtyosaurus*, énormes reptiles aux formes singulières, qui, par la suite, devinrent bien plus nombreux.

On trouve ce calcaire dans plusieurs parties de l'Allemagne. Il est désigné sous le nom de *muschelkalk*. Pendant la formation du calcaire, il paraît que des

matières argileuses vinrent se mélanger dans les bassins où il se déposait, et il en est résulté les *marnes irisées*, ainsi nommées à cause des bigarrures de rouge, de violet et de verdâtre qu'elles présentent très-souvent. Elles n'offrent cependant ce caractère qu'à leur partie supérieure. Immédiatement au-dessus du calcaire coquiller ou du grès bigarré, quand le second terme de la série vient à manquer, ces marnes ont une structure schisteuse, et elles renferment du sel gemme et du gypse. C'est dans ce terrain que sont situées les salines de l'est de la France. Au-dessus, elles deviennent graduellement fragmentaires, et l'on y trouve, dans quelques localités, des calcaires magnésifères, de petites couches de grès et des houilles, ou peut-être des lignites, mais qui, dans tous les cas, sont exploitées comme combustibles. Enfin, des masses de strontiane existent dans la partie supérieure des marnes irisées. Les coquilles marines y sont très-rares, ainsi que celles d'eau douce, mais on y a découvert aussi des restes d'anciens sauriens différens de ceux du calcaire coquiller. L'époque de ce dépôt est remarquable en ce qu'elle indique une période géologique pendant laquelle il y a eu une petite répétition de la formation des houilles. On y retrouve un certain nombre d'empreintes qui se rapprochent beaucoup de celles du schiste bitumineux, et l'on conçoit, en effet, que la quantité d'acide carbonique répandue dans l'atmosphère, depuis la formation du *zechstein*, devait développer une nouvelle végétation qui a condensé une partie de cet acide. Il faut cependant que ce développement d'acide carbonique ait été lent et modéré ou qu'il se soit divisé sur une longue période, pour que les grands sauriens, qui ont commencé de se montrer depuis la formation du *zechstein*, aient pu vivre et se multiplier bien au delà du dépôt que nous

venons de décrire; et il faut remarquer aussi que jusqu'ici aucun mammifère et aucun oiseau ne se sont montrés, probablement à cause de la composition de l'atmosphère, qui ne leur permettait pas de respirer dans un milieu si chargé de carbone.

Le groupe que nous venons de décrire doit aussi donner lieu à une remarque importante; c'est qu'il termine cette série de terrains dans la formation desquels les variations de climats paraissent n'avoir eu aucune influence, puisque la chaleur centrale était encore assez intense pour masquer les distances de latitude, et par conséquent, les différens dépôts d'une même formation doivent offrir partout des caractères presque uniformes. Cet état de choses cesse avec le groupe suivant, mais il ne cesse pas brusquement; on s'aperçoit seulement de quelques différences qui deviennent de plus en plus marquées, à mesure que l'on approche de l'époque actuelle.

GROUPE DU JURA.

Une longue série de couches superposées compose le groupe du Jura qui se rencontre non-seulement dans la chaîne de montagnes qui porte ce nom, mais sur une grande portion de l'Angleterre et autour des Alpes, qui s'étendent dans une partie de l'Allemagne.

Les diverses formations qui composent ce groupe paraissent s'être déposées dans le fond des mers locales, plus ou moins étendues, dont elles ont peu à peu comblé les bassins. L'épaisseur du dépôt a dû nécessairement varier de puissance, selon sa position, relativement à la profondeur des eaux, c'est-à-dire que le milieu de ces mers doit offrir de puissantes assises qui s'aminçissent à mesure que l'on approche de leurs anciens rivages. M. de Beaumont, à qui l'on doit cette ob-

servation, donne à l'appui l'exemple de la chaîne des Alpes, dont une portion semble avoir été soulevée au milieu de la partie la plus épaisse du dépôt : ces montagnes s'élèvent au centre d'une immense boutonnière dont les bords sont continus et atteignent, dans certains points, deux mille mètres de puissance, tandis que les collines de Bath et d'Oxford indiqueraient les bords du bassin et la partie la moins épaisse de cette formation.

Le groupe jurassique est très-compiqué; il offre une longue série de couches arénacées, sableuses, calcaires et argileuses; mais il s'en faut de beaucoup que toutes ces couches se rencontrent distinctement dans chaque dépôt; les unes ou les autres peuvent manquer ou se présenter avec des modifications variées.

Ici, comme dans les autres groupes, on voit d'abord des grès occuper la partie inférieure, puis les calcaires et les argiles leur succéder. Plusieurs séries de dépôts semblables sont superposées et compliquent la grande formation jurassique. On peut cependant la partager en deux étages distincts : celui du *lias* et celui de l'*oolite*.

Formation du Lias.

Trois roches principales composent l'étage inférieur du groupe jurassique : 1° Le grès à carreau ou quadersandstein; 2° le calcaire lias; 3° les marnes supérieures du lias.

Le grès inférieur de cette formation est blanc ou jaunâtre, composé de grains de quartz et de mica; on y voit des rognons d'argile et quelquefois des silex qui ont évidemment été roulés. Les grains de cette roche paraissent déjà plus fins que ceux des autres grès; lorsqu'ils

manquent, ils sont quelquefois remplacés par une roche nommée *arkose*, qui paraît être un véritable granite recomposé et qui contient en général une assez grande quantité de feldspath. Les fossiles y sont très-rares.

Au-dessus des grès, vient l'assise de calcaire, qui n'offre pas cette cassure nette et cette texture compacte que présentent ceux des formations antérieures. C'est un calcaire grossier, un peu marneux, renfermant un grand nombre de coquilles, parmi lesquelles les plus caractéristiques sont le *gryphæa incurva*, qui est extrêmement abondant, l'*ammonites bucklandii* et le *plagiostoma gigantea*. On voit ce calcaire alterner avec des couches marneuses et reposer, en Angleterre, sur des marnes noires et schisteuses, analogues aux schistes de la formation houillère; le calcaire lui-même, ordinairement blanc ou bleuâtre, devient parfois noir, compact, rempli d'entrouques, fétide et bitumineux, en un mot, analogue au calcaire noir qui se trouve au-dessus du groupe de la grauwacke et qui précède les houilles.

L'assise marneuse de la formation du lias est assez souvent la plus puissante, comme celle des marnes irisées est aussi la plus développée du groupe précédent. Ces marnes du lias sont souvent schisteuses, offrant des teintes grises ou brunes, et contiennent des noyaux de véritable calcaire; elles sont bitumineuses et fétides dans un grand nombre de localités; enfin, elles contiennent de la houille, comme à Mende et à Milhau. Ces houilles ne sont cependant pas les mêmes que celles du terrain houiller; elles en diffèrent par plusieurs caractères, mais leur présence indique que les circonstances favorables au dépôt de ce combustible s'étaient renouvelées, comme cela a eu lieu après chaque dépôt de calcaire.