

CHAPITRE TRENTE-SIXIÈME.

DES TERRAINS DE SÉDIMENT SUPÉRIEURS.

LORSQUE la craie eut cessé de se déposer, la terre était encore loin d'offrir les caractères extérieurs qu'elle présente aujourd'hui; mais cependant il s'était écoulé un grand laps de temps depuis les premiers dépôts de sédiment; la croûte sédimenteuse s'était épaissie, l'action de la chaleur centrale se faisait sentir à la surface avec moins d'intensité, et ce fut à cette époque remarquable que l'on vit paraître d'abord une végétation nouvelle dont celle des tropiques peut nous rappeler l'aspect, et ce nouveau développement de la vie animale qui donna naissance aux mammifères et aux oiseaux. Pendant cette longue période géologique, de nouveaux terrains se formèrent; de nombreuses assises de sable, de marnes, d'argiles, de gypse et de calcaires se succédèrent ou revinrent périodiquement à différentes époques, et comblèrent d'anciennes mers qui existaient encore, des golfes qui n'étaient pas émergés et de grands lacs d'eau douce situés au milieu des terres.

Plusieurs espèces d'animaux, et même des genres entiers appartenant à la grande classe des mollusques, s'éteignirent avant de parvenir jusque dans ces terrains supérieurs à la craie; mais en revanche, un nombre immense d'autres espèces, ainsi que des genres nou-

veaux se multiplièrent à tel point que l'on compte maintenant plusieurs milliers d'espèces (3000), dont les débris sont ensevelis dans les couches de ces terrains.

Aucune espèce fossile des terrains antérieurs n'a vécu jusqu'à notre époque, tandis qu'il n'en est pas de même des mollusques des terrains tertiaires dont nous nous occupons maintenant.

Les travaux remarquables de M. Deshaies l'ont conduit, sous ce rapport, à un résultat très-curieux, au moyen duquel, considérant seulement les caractères zoologiques de ce terrain, il le partage en trois étages.

Le premier, c'est-à-dire le plus ancien, correspond à l'époque du plus grand développement des mollusques. Il en renferme, 1,400 espèces, parmi lesquelles 38 seulement ont leurs analogues vivans, ce qui fait 3 p. 100.

Le second étage contient 900 espèces fossiles, sur lesquelles 161 ont leurs analogues vivans, ce qui donne 18 p. 100.

Enfin, le troisième renferme seulement 700 espèces, et offre plus de la moitié, ou 52 p. 100 d'espèces analogues au nôtres.

Ces considérations ont conduit M. Deshaies à des recherches du plus grand intérêt; c'est de comparer ces fossiles à ceux qui vivent maintenant sous diverses latitudes, et d'en déduire la température probable de cette époque. Il est arrivé, par ces données, à attribuer au climat de Paris, à l'époque du dépôt le plus ancien, une température moyenne de $27^{\circ} \frac{1}{2}$, qui se serait lentement abaissée jusqu'à notre époque. C'eût été par conséquent une température un peu plus élevée que celle qui existe actuellement sous la zone torride. M. de Beaumont, qui s'est aussi occupé de cette question, pense qu'en prenant en considération les travaux de M. Ad. Bron-

gniart, le climat de Paris, pendant la plus ancienne période tertiaire, doit avoir ressemblé beaucoup à celui de la Basse-Egypte, dont la température moyenne est au Caire de 22°.

En adoptant l'une ou l'autre de ces deux températures, il n'en est pas moins vrai que le climat a changé entièrement pendant la période tertiaire ou la période des terrains de sédiment supérieurs. Les espèces équatoriales se sont peu à peu éteintes; et celles qui peuplent actuellement nos contrées, les y ont lentement remplacées. C'est donc une des époques géologiques les plus curieuses que celle qui a pu opérer de tels changemens, et qui a vu naître les nombreuses tribus d'oiseaux et de mammifères.

Ces terrains reposent immédiatement sur la craie, et, dans beaucoup d'endroits, il semble que la craie ait été dégradée avant de les recevoir et qu'il se soit écoulé un laps de temps assez considérable avant qu'elle en soit recouverte. Ailleurs, il y a véritablement passage d'une couche à l'autre, et par la nature des roches et par les caractères des fossiles.

Ce terrain est ordinairement disposé en étages, dont la hauteur va décroissant jusqu'à la mer. M. J. Desnoyers a distingué dans la vallée de la Loire le plateau du Blaisois, éloigné de la mer de 50 lieues, et haut de 130 mètres, puis celui de l'Anjou, dont la hauteur n'est plus que de 50, et au-dessous celui de la Loire-Inférieure, qui est réduit à 15 et à 10 mètres (1).

On trouve peu de minéraux disséminés dans les terrains tertiaires : le fer est peut-être le seul métal que l'on y rencontre.

(1) *Annales des Sciences naturelles*, t. XVI, p. 435.

Tantôt ces terrains se sont déposés dans des eaux marines et d'autres fois dans des eaux douces. La nature des débris organiques caractérise ces deux genres de dépôts que l'on voit aussi alterner, comme si la mer avait, à plusieurs reprises, cédé aux eaux continentales des terrains qu'elle serait ensuite revenue envahir.

Cette alternance de formations marines et d'eau douce a donné lieu à diverses hypothèses; mais celle qui a été proposée par M. Constant Prevost semble s'adapter parfaitement aux faits observés dans le bassin de Paris, et nous la reproduisons un peu plus loin.

Les dépôts qui appartiennent aux terrains tertiaires, offrent des différences très-notables dans leur composition. L'influence du climat s'y fait sentir bien plus que dans toutes les formations précédentes, et l'on s'aperçoit facilement que la terre approchait alors de l'état d'équilibre et de stabilité qu'elle nous présente aujourd'hui.

L'histoire des terrains devient de plus en plus compliquée, à mesure qu'ils se rapprochent davantage de cette époque. Les descriptions générales qui s'appliquaient à la totalité des dépôts des formations plus anciennes, ne conviennent plus à des sédimens que les circonstances locales font varier sur des points même très-rapprochés, en sorte que nous ne pourrions développer les caractères nombreux des terrains tertiaires qu'en décrivant les différens bassins. Les limites de cet ouvrage ne nous le permettent pas, et nous nous contenterons de décrire celui de ces bassins qui est à la fois le mieux connu, le plus compliqué, et qui sert d'horizon géologique pour tous ceux qui appartiennent à la même série. C'est le bassin de Paris, que les travaux de M. Al. Brongniart et de Cuvier ont rendu

classique depuis la publication de leurs savans mémoires.

On peut partager le dépôt de sédiment supérieur des environs de Paris en deux étages superposés.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Il est principalement composé d'argile, de lignites, de grès et de calcaires, qui reposent immédiatement sur la formation de la craie.

La roche la plus ancienne est l'argile plastique, qui est généralement pure, onctueuse, grise ou bleuâtre, qui se délaye facilement dans l'eau, et offre çà et là des veines ou des taches rouges ou jaunâtres, quelquefois blanches. Elle présente assez souvent deux assises séparées par une couche de sable. La couche inférieure est plus pure que la supérieure. Au-dessus de ces argiles se trouvent les premiers grès, dépôts siliceux, qui se présentent sous forme de buttes isolées, et qui semblent n'être autre chose que les témoins d'une vaste couche qui aurait rempli un ancien bassin et qui ensuite aurait été dégradée.

Des lignites très-abondans et chargés de pyrites très-efflorescentes existent dans cette partie inférieure du terrain tertiaire, et y sont abondamment répandus. On y rencontre du succin. Il semble même que cette couche de lignites ait été plus étendue autrefois qu'aujourd'hui, et il est bien probable que des dégradations postérieures à leur dépôt en ont entraîné une grande partie, en même temps que le grès dont quelques buttes isolées rappellent l'ancienne puissance.

Cette assise du terrain tertiaire est évidemment d'eau douce. On y trouve des *paludines*, des *mélaniés*, des *mélanopsides*, des *physes*, des *lymnées*, etc., puis

aussi des *huitres*, des *cardium*, etc., qui annoncent un passage au terrain marin qui, en effet, vient bientôt se montrer.

Ce dépôt supérieur aux argiles à lignites est un calcaire grossier, jaunâtre, alternant avec des masses argileuses et calcaires, surmonté par des grès, et placé sur des sables verts. Cette portion de terrain tertiaire acquiert une épaisseur de 34 mètres, et se trouve quelquefois remplie par les argiles qui prennent alors un grand développement, comme dans le bassin de Londres. On trouve encore dans ce calcaire quelques empreintes de plantes, des débris de cétaquées et un grand nombre de coquilles marines, telles que des *nummulites*, des *cérithes*, des *cardium* et un grand nombre d'espèces des genres *lucina*, *voluta*, *crassatella*, *ostrea*, *turritella*, *petunculus*, *milliolites*, *cytherea*, *orbitolites*, etc.; mais l'espèce qui caractérise cette époque est le *cerithium giganteum*, que l'on rencontre principalement dans la partie inférieure du calcaire grossier.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Cet étage peut être lui-même partagé en deux; car il est composé de nombreuses assises superposées, dont les unes ont évidemment été déposées sous les eaux douces, tandis que les autres l'ont été sous les eaux de la mer.

Le calcaire siliceux constitue la base de cet étage. C'est un calcaire tantôt blanc et tendre, tantôt gris et compacte, pénétré de matière siliceuse qui s'est infiltrée à travers la masse et dans toutes les directions. Il est souvent cellulaire; les cavités sont quelquefois assez grandes et communiquent entre elles dans tous les sens.

Les parois sont recouverts par des concrétions siliceuses, mamelonnées, ou par de petits cristaux de quartz transparents. Il passe à la pierre meulière, qui, d'après les recherches de M. Dufresnoy, n'est souvent qu'un accident de ce calcaire.

Sur le *calcaire siliceux*, qui est une formation d'eau douce superposée au *calcaire grossier d'origine marine*, repose le *gypse ossifère* d'eau douce et les *marnes marines*. Cette formation gypseuse consiste en alternances de gypse et de marnes argileuses ou calcaires. Elle se développe beaucoup aux environs de Paris. On y distingue deux parties; l'inférieure, dans laquelle le gypse n'est pas encore puissant, est composée de couches multipliées et alternantes de sulfate de chaux plus ou moins cristallines et de marnes feuilletées. La partie supérieure offre le gypse en puissantes assises, tandis que la marne est réduite à de petites couches subordonnées. L'ensemble de la formation gypseuse a jusqu'à 34 mètres d'épaisseur. Elle est principalement caractérisée par la présence de nombreux débris de mammifères, que Cuvier a, pour ainsi dire, rendus à la vie. Ce sont des espèces qui n'existent plus maintenant et qui parcouraient autrefois les bords du grand lac où leurs débris ont été charriés. Ces restes appartiennent aux genres *Palæotherium*, *anoploterium*, *antrachoterium*, *lophiodon*, *cheropotamus*, *adapis vespertilio*, etc.

Des marnes d'eau douce, calcaires ou argileuses, terminent la formation gypseuse. Elles contiennent en abondance des *lymnées* et des *planorbes*, et l'on a découvert dans leur partie inférieure des feuilles de palmier d'une grandeur considérable. Ces marnes passent peu à peu à d'autres marnes marines qui contiennent beaucoup d'huîtres qui ont vécu sur les lieux mêmes.

Elles sont jaunes ou verdâtres, et renferment aussi des *cythérées*, des *ampullaires*, des *cérithes* et quelques débris de poissons.

A ces marnes succèdent les *sables et grès marins supérieurs*. Ce sont des couches irrégulières de sables et de grès siliceux, dont la partie inférieure ne contient que des restes organiques brisés et en très-petit nombre, ce qui fait supposer que ce peu de fossiles a été amené par les eaux et que leurs animaux n'ont pas vécu sur les lieux mêmes. Au-dessus d'eux se trouve un grès calcaire rempli de coquilles marines, telles que des *cerithium*, des *cytherea*, des *mélania*, *ostrea*, etc.

Enfin, cette intéressante série de dépôts marins et d'eau douce est terminée par la *formation d'eau douce supérieure*, dont les caractères sont plus variables que ceux de toutes les assises précédentes. Tantôt ce sont des marnes blanches, friables et calcaires; tantôt ce sont de vastes masses de silice auxquelles il faut rapporter une partie des pierres meulières. Celles-ci sont quelquefois tout-à-fait dépourvues de débris organiques, tandis que, dans d'autres localités, même très-rapprochées, on y trouve des *lymnées*, des *planorbes*, des *potamides*, des *hélices*, des *gyrogonites* ou graines de *chara*, le *nymphæa arethusa*, le *carpolithes thalictroides* et des *bois silicifiés*.

Telles sont les nombreuses assises du terrain tertiaire des environs de Paris. On y reconnaît successivement, comme l'ont indiqué MM. Cuvier et Brongniart :

- | | |
|--|----------------------|
| | } Argile plastique. |
| 1 ^o Première formation d'eau douce. | |
| | } Lignites. |
| | |
| | } Premier grès. |
| 2 ^o Première formation marine.... | |
| | } Calcaire grossier. |
| | |

- | | | |
|---|---|-----------------------------------|
| 3 ^e Deuxième formation d'eau douce. | } | Calcaire siliceux. |
| | | Gypse à ossements. |
| | | Marnes d'eau douce. |
| 4 ^e Deuxième formation marine. . . . | } | Marnes marines du gypse. |
| | | Sables et grès marins supérieurs. |
| | | Marnes et calcaires marins sup. |
| 5 ^e Troisième formation d'eau douce. | } | Meulières sans coquilles. |
| | | Meulières avec coquilles. |
| | | Marnes d'eau douce supérieures. |

Voilà donc des dépôts qui semblent nécessiter le retour périodique des eaux de lamer et des eaux douces, alternance que l'on a essayé d'expliquer au moyen de révolutions successives, tandis que M. Constant Prevost en a donné une théorie toute naturelle, et qui s'accorde avec les faits, sans avoir recours à ces nombreux cataclysmes que les géologues appelaient autrefois à leur secours.

Lors du dépôt du calcaire grossier, c'est-à-dire à l'époque où vivait le *cerithium giganteum*, une grande mer occupait une partie de la France et de l'Angleterre, et quelques îles seulement, formées par le terrain de craie, s'élevaient au-dessus des eaux. Cet ancien état du sol dans cette partie de l'Europe, a été représenté par M. Elie de Beaumont dans une carte jointe au Mémoire qu'il a publié sur l'étage inférieur du terrain tertiaire (1). Ce ne fut donc pas dans un bassin, mais dans une véritable mer que commencèrent ces dépôts, à une époque où l'Europe était bien loin encore

(1) Mémoires de la Société géologique de France, t. I.

d'avoir acquis l'aspect et les limites qu'elle nous offre aujourd'hui. Un fait bien remarquable, mais analogue à ceux que nous avons déjà observés, c'est l'apparition d'une grande quantité de matières charbonneuses, pendant la première période qui a donné naissance aux terrains tertiaires. Le grand développement de la craie qui l'avait précédée avait sans doute répandu dans l'air une quantité d'acide carbonique qui fut peut-être assez grande pour détruire la majeure partie des sauriens qui avaient paru pendant la formation jurassique. De nombreux végétaux se développèrent de nouveau, et leurs débris, entraînés par les eaux continentales, vinrent se déposer dans des golfes ou à l'embouchure des grands fleuves. Les phénomènes qui avaient apparu lors de la formation des houilles se renouvelèrent sur une plus petite échelle : la pression étant moindre, la chaleur moins forte, les végétaux étant différents, il se forma seulement des lignites qui, selon toute apparence débarrassèrent l'atmosphère d'une quantité surabondante d'acide carbonique et permirent alors aux mammifères et aux oiseaux de venir animer la terre où ils pourraient désormais respirer.

La mer abandonna peu à peu le sol que les eaux pluviales vinrent bientôt raviner, et tout annonce que le bassin de Paris a été occupé par un grand lac d'eau douce, après la retraite de la mer, qui venait de déposer le calcaire grossier. « Cette mer, dit M. Prevost, avait formé des sédiments non-seulement dans la cavité profonde au centre de laquelle est Paris, mais aussi sur les bords élevés du bassin qu'occupent aujourd'hui les plaines de la Champagne, de la Bourgogne, par exemple, où cependant on ne les retrouve plus aujourd'hui que par places et y formant des îlots peu nombreux.

» La mer s'est retirée; elle a abandonné totalement

les parties élevées, et les eaux restées dans les parties basses y ont formé un ou plusieurs grands lacs; sans doute qu'un grand cours d'eau venant de l'est et sud-est pour se rendre à la mer, traversait le lac ancien, de même que le Rhin traverse aujourd'hui le lac de Constance, comme le Rhône traverse celui de Genève, et que les eaux douces ont remplacé ainsi successivement les eaux salées laissées par l'Océan dans sa retraite.

» Lamanon, qui avait cette idée, va même jusqu'à supposer que les eaux courantes qui sillonnaient et lavaient les craies de la Champagne, remplies de pyrites, tenaient en dissolution le sulfate de chaux produit par suite de la décomposition de celles-ci, et qu'arrivées dans le bassin de Paris, où leur cours devenait plus lent, elles déposaient ce sel par lits plus ou moins cristallins, selon leur degré de saturation.

» Quoi qu'il en soit de cette dernière supposition, il est évident que des couches gypseuses, ou des marnes qui renferment des lymnées, des planorbes, etc., recouvrent le fond de l'ancienne mer dans le bassin de Paris, qu'au-dessus de ces premiers lits s'en voient d'autres qui contiennent des corps marins, que les gypses reparaisent, et ainsi jusqu'à sept à huit alternatives.

» Supposons maintenant que le grand lac étant formé par la retraite de la mer, les eaux devenues douces commencent à produire des dépôts dans son sein et à nourrir des animaux nouveaux; qu'alors, par une circonstance dont la cause peut être facilement appréciée, une crue d'eau momentanée ait lieu dans les fleuves qui traversent le lac; ces eaux débordées balaient les parties hautes; elles reprennent les anciennes productions de la mer qu'elles rencontrent éparses sur leur

passage; elles les charrient avec le limon et les déposent avec lui lorsque le courant se ralentit. La tranquillité revient-elle, le volume des eaux diminuant, elles se saturent de gypse, et de nouveaux dépôts cristallins et d'eau douce se forment; la répétition de la première cause produit une nouvelle couche dite marine, et ainsi de suite, jusqu'à ce que toutes les rives supérieures du fleuve qui sont à portée de ses débordemens ordinaires, soient débarrassées de tous les débris de l'ancien Océan. Alors il n'y a plus que des dépôts de gypse cristallisés, séparés seulement de temps en temps par des lits de marne sans coquilles.

» Si l'on voulait donner plus d'étendue à cette hypothèse, on pourrait l'appliquer à toute la formation de sable et de grès qui recouvre les gypses; on supposerait alors que ces sables et les fossiles marins qu'ils renferment sont contemporains de ceux du calcaire grossier; qu'ils couvraient depuis des siècles de vastes contrées à l'est et au sud-est de Paris, lorsqu'une grande débâcle qui, selon toute apparence, s'est faite du sud-est au nord-ouest, les a rencontrés dans sa route et est venue les apporter sur les gypses dont l'origine serait cependant plus nouvelle (1). »

Ce qui semblerait donner encore du poids à cette théorie des affluens, proposée par M. Prevost, c'est le mode de disposition relative de ces divers terrains. Quoique ces étages reposent l'un sur l'autre, ils sont placés, ainsi que l'observe M. Omalius d'Halloy, comme les tuiles d'un toit, plutôt que comme les étages d'une maison, c'est-à-dire qu'ils ne se recouvrent pas complètement; mais leur position diffère aussi de celle des

(1) C. PREVOST, *Sur les grès coquillers de Beau-Champ*, p. 14.

tuiles, en ce que l'étage supérieur, au lieu d'être le plus élevé est le plus bas, et que l'on voit chacun des étages suivans sortir de dessous celui qui le précède et atteindre une plus grande élévation, à l'exception cependant de l'étage inférieur, qui a peu de développement et qui est presque toujours recouvert par l'un des étages supérieurs (1).

Des terrains tertiaires, généralement moins compliqués que celui de Paris, et que l'on peut presque toujours comparer à l'un de ses étages, se représentent sur différentes parties de la France, de l'Angleterre, de l'Allemagne et même des parties septentrionales de l'Europe. L'Asie et l'Amérique septentrionale offrent aussi des formations analogues dont l'étude minutieuse doit jeter un grand jour sur quelques points encore très-obscurs des dépôts modernes. Nous ignorons si ces terrains de sédiment existent sur quelques points de l'hémisphère austral, et si les causes climatiques qui ont concouru à les modifier sous les divers parallèles ont eu la même influence sur l'autre moitié de la terre.

(1) OMALIUS D'HALLOY, *Éléments de Géologie*, p. 140.

CHAPITRE TRENTE-SEPTIÈME.

DES TERRAINS DE TRANSPORT OU DES ALLUVIONS.

LORSQUE les golfes ou les bassins dans lesquels se sont déposés les terrains tertiaires ont été comblés par ces divers sédiments, la terre présentait à peu près les caractères extérieurs qu'elle nous offre aujourd'hui. Nos grands continens étaient émergés; plusieurs chaînes de montagnes avaient été soulevées, et déjà de nombreux cours d'eau sillonnaient sa surface. Ce fut à cette époque que commencèrent les terrains de transport qui sont dus à des matières entraînées et déposées par des crues d'eau qui lavaient des surfaces, tandis que les terrains de sédiment paraissent avoir été formés par ces mêmes débris, reçus d'abord dans de grandes masses d'eau, au milieu desquelles les dépôts s'opéraient lentement et tranquillement selon les lois de la pesanteur. Tout dans le sol de sédiment annonce une opération paisible, tandis que le terrain de transport est évidemment le résultat d'une action plus ou moins violente, depuis la simple force d'un ruisseau jusqu'à la débâcle la plus tumultueuse.

Le travail d'érosion qui a produit les terrains d'alluvion, se continue de nos jours, et nous arrivons, par des nuances imperceptibles, des derniers dépôts de terrains