

M. Buckland possède plusieurs échantillons de roches jurassiques contenant des bélemnites, auprès desquelles se trouvent des sacs d'encre fossile, occupant tous la même position, relativement à la bélemnite qu'ils accompagnent, et ayant la plus grande analogie avec l'encre des sèches, et si bien conservée, que des peintres qui en ont fait usage l'ont trouvée aussi bonne que celle retirée de ces animaux. Enfin, M. Erhenberg a récemment découvert des millions d'infusoires fossiles dont certains tripolis sont entièrement composés.

Comment expliquer tous ces faits qu'on pourrait multiplier à l'infini; comment concevoir que les tubes de bois soient restés creux au lieu de s'emplir les premiers; que les vers n'ont pas été collés au bois par la matière pétrifiante; que le corps mou des infusoires a pu être remplacé par de la silice? Il faut que la matière qui s'est substituée ainsi à une autre, dans ces différentes circonstances, soit arrivée molécule à molécule, et ait exactement remplacé celle qui se détachait; mais aucun phénomène chimique ne peut rendre raison de ce phénomène. M. Goppert, de Breslau, a bien adressé à l'Académie des sciences des échantillons de fossiles, préparés en faisant tremper les matières organiques dans des solutions minérales concentrées et en calcinant ensuite; mais il est douteux qu'il y ait du rapport entre ce procédé artificiel et ceux de la nature; car, du moment où la calcination détruit quelque chose, le remplacement ou l'épigénie n'a pas été complet, et il reste à savoir si un laps de temps plus long présenterait une action plus complète.

Nous plaçons ce phénomène avec les actions chimiques, pour qu'il y occupe son rang; mais nous n'avons pas la prétention de l'expliquer.

CHAPITRE QUINZIÈME.

DES ACTIONS ORGANIQUES.

Les êtres organisés ont paru à la surface du globe à une époque extrêmement reculée; car leurs débris se trouvent dans les couches de sédiment les plus anciennes. Dès lors, ils ont contribué pour leur part à la formation de toutes ces couches, et de nos jours encore, nous les voyons entrer pour quelque chose dans les dépôts que forment journellement les cours d'eau. Nous étudierons par la suite l'ordre et la disposition de ces êtres à la surface du globe, ainsi que la distribution de leurs débris dans les différentes couches de la terre. Il nous suffit pour le moment de voir la part qui leur revient dans la formation des terrains.

Les végétaux et les animaux ne paraissent pas avoir eu chacun la même influence. Les premiers ont plus d'importance, et c'est par eux que nous allons commencer.

DES ACTIONS VÉGÉTALES.

Nous n'examinerons pas ici l'influence que les végétaux exercent pendant leur vie sur les grands phénomènes de la nature, quoique cette influence s'étende très-loin; mais nous allons essayer de déterminer la nature et la puissance des dépôts qu'ils forment après leur mort.

L'humus, qu'il ne faut pas confondre avec la terre végétale, est le premier produit ou du moins le résultat actuel de la décomposition des végétaux. Tous les ans, les feuilles qui tombent des arbres ou qui se détachent de plantes herbacées, l'écorce qui s'exfolie, les organes des fleurs qui se dessèchent, les racines qui meurent, et les enveloppes des fruits qui gisent sur le sol, se décomposent et se transforment en une matière noire que l'on désigne aussi sous le nom de *terreau*. Cette matière, par son mélange avec le sable, l'argile et les alluvions qui existent aux points où elle est créée, forme la *terre végétale* qui favorise si puissamment la végétation.

L'humus est produit en très-grande quantité dans les vastes forêts de la zone torride et sous les sapins du Nord. Il s'en forme moins sous les climats tempérés, parce que les forêts y sont généralement moins étendues. Quand la décomposition des plantes, au lieu de se faire à l'air libre, se fait sous l'eau, il en résulte une variété d'humus connue sous le nom de *tourbe*, et qui se fait tous les jours sous nos yeux.

La tourbe se dépose dans tous les amas d'eau stagnante, sous quelque latitude qu'ils se trouvent; cependant on la rencontre en plus grande abondance dans le Nord que dans le Midi. On la trouve aussi à une très-grande élévation au-dessus du niveau de la mer. Toutes les plantes aquatiques concourent à former la tourbe; mais on l'attribue principalement à quelques mousses, telles que les *sphagnum*, si communs dans tous les marais; aux *conferves*, aux *callitriches*, aux *lemna*, et à diverses espèces des genres *carex*, *scirpus*, *butomus*, *equisetum*, *utricularia*, *arundo*, *typha*, *alisma*, *sparganium*, *sagittaria*, *hippuris*, *myriophyllum*, *phellandrium*, *potamogeton*, et probablement à beaucoup d'autres espèces.

On rencontre une foule de corps étrangers dans les tourbières. Les grands arbres y sont communs, ainsi que les coquilles d'eau douce, qui sont quelquefois si abondantes qu'elles communiquent à la tourbe une odeur très-désagréable. On y a signalé des ossemens humains, et même des cadavres entiers, et surtout un grand nombre d'ossemens du cerf gigantesque, espèce d'élan, qui devait être très-commun à l'époque des grands dépôts de tourbe de l'Irlande. Parmi les minéraux, on a rencontré le sulfate de chaux, le fer pyriteux prismatique, le soufre pulvérulent, le fer hydraté limoneux, le fer phosphaté bleu pulvérulent. Le sol qui est formé par de la tourbe est toujours très-élastique et très-léger; aussi il repousse les corps légers qu'on y enfonce, comme les pieux, etc., tandis qu'il absorbe les corps pesans qui se trouvent à sa surface. C'est ainsi que l'on a quelquefois trouvé des chaussées romaines dans des tourbières qui ne s'étaient pas formées après la construction de ces chaussées, mais dans lesquelles elles s'étaient enfoncées elles-mêmes.

La tourbe se trouve en lits très-puissans qui ne sont généralement recouverts que par des plantes ou des touffes de sphagnum, mais on voit aussi des tourbières cachées sous des couches de sable et de la tourbe alterner avec des lits de gravier.

Un des plus savans géologues de notre époque, M. Boué, a publié sur les tourbières des détails pleins d'intérêt et qui peuvent s'appliquer à toutes celles du nord de l'Europe, quoiqu'ils lui aient été suggérés par celles de l'Écosse :

« Lorsque les amas d'eau sont peu profonds, ou que les alluvions qui y ont été charriées sont parvenues à diminuer leur profondeur, on voit redoubler l'activité de la végétation des plantes aquatiques et marécageuses

qui auparavant ne déposaient qu'un peu de boue sur leurs bords et étaient réduites à quelques roseaux et à quelques autres plantes appartenant principalement aux familles des joncs et des cypéracées.

» C'est alors qu'on voit paraître sur l'eau ces *lemna minor* et *trisulca*, ces *callitriche*, ces *potamogeton*, etc., tandis que sur les bords, des plantes cryptogames marécageuses, et surtout le *sphagnum*, viennent peu à peu former des gazons serrés qui, en s'accumulant les uns sur les autres, et s'altérant par des décompositions, deviennent des tourbes où l'on distingue encore parfaitement leur origine végétale; petit à petit, ces masses s'avancent, chassent les roseaux et les plantes aquatiques, et viennent même à recouvrir une partie de la surface de l'eau sur les bords, d'où résultent accidentellement ces îles flottantes qu'on voit par exemple dans le lac Dochart et ailleurs.

» Enfin, à force de temps, l'amas d'eau se change en un marais tourbeux, dans lequel s'accumulent, couche sur couche, des tourbes de différentes qualités, suivant leur ancienneté et suivant les substances accidentelles qui sont venues s'y mêler.

» La partie subalpine du comté de Kircudbright présente parfaitement tous les degrés de ce travail de la nature, et ainsi a été comblé ce lac qui s'étendait dans la vallée de Dumfries depuis Tinwald jusque près de l'embouchure de la Lochar, et ainsi se sont formées tant d'autres tourbières si abondantes en Écosse.

» Outre les débris arénacés charriés dans les lacs, et la végétation des plantes aquatiques et marécageuses, les ruisseaux y amènent des eaux si chargées de matières animales et végétales qu'elles donnent une teinte noirâtre au fond de la plupart des lacs écossais, et les mollusques qui habitent les lacs et les marais produisent

par leur mort une certaine quantité de particules calcaires qui se mélangent avec des parties argileuses pour former des marnes, et viennent naturellement à s'intercaler entre des couches de tourbe.

» C'est ainsi que se sont formés ces alternats de couches tourbeuses et marneuses que l'on voit dans tant d'endroits de l'Écosse, comme par exemple, près de saint-Andrew, où la marne contient des débris de coquilles, et dans le comté de Perth, de Ross et d'Angus (1). »

On trouve en Hollande beaucoup de tourbe de ce genre, ainsi qu'en France, dans la vallée de la Somme et dans plusieurs autres lieux.

Indépendamment de cette variété de tourbe, qui est la plus commune, M. Boué en distingue trois autres, qui se retrouvent non-seulement en Écosse, mais dans beaucoup d'autres contrées. Ce sont :

1° La tourbe des montagnes et des lieux humides; 2° la tourbe des forêts; et 3° la tourbe des bords de la mer.

La première de ces variétés existe dans les lieux montagneux, et avec quelques modifications, dans les vallées élevées. Elle forme des couches moins puissantes que les précédentes, brûle avec moins de facilité, et doit son origine aussi à des *sphagnum*, mais qui sont aidés de plusieurs espèces de plantes montagneuses, comme des *vaccinium*, des *arbutus*, des *erica*, etc. Cette tourbe, commune en Écosse, se retrouve dans les Alpes, dans les Vosges, en Auvergne, etc.

« Les *tourbes des forêts* varient extrêmement, suivant la quantité de plantes qui ont servi à les pro-

(1) Boué, *Essai géologique sur l'Écosse*, p. 542.

duire, et suivant les autres circonstances accidentelles de leur position; elles sont formées par la décomposition de plusieurs des plantes précédentes, de beaucoup de mousses et de lichens, des feuilles et des petites branches des arbres les plus communs de l'Ecosse, telles que le chêne, le pin, l'orme, le bouleau, et d'autres arbres moins ordinaires, comme le frêne, le noisetier, et différentes espèces de saules. Cette variété de tourbière est assez abondante en Ecosse, sur le flanc des montagnes, par exemple, dans le district de Braemar, dans les environs de Fraserburg, dans le comté d'Aberdeen et ailleurs: elle est recouverte maintenant de bruyères, et renferme un grand nombre de troncs d'arbres coupés par la main des hommes, ou tombés naturellement, et souvent ils sont d'une grosseur que l'on ne trouve que rarement dans les forêts écossaises actuellement existantes. « C'est aussi dans ce genre de tourbières, qui approche le plus de certains dépôts de lignite, qu'on a trouvé des restes de mammifères qui habitaient autrefois ou qui existent encore maintenant en Ecosse, ainsi que différens produits de la main des hommes, tels que des chaussées de bois, des instrumens, etc. (1) »

« Les tourbes des bords de la mer n'y occupent que de petits espaces, et se forment quelquefois par la décomposition des plantes croissant dans les marais salans, ou sur les bords marécageux des plages. Les principales sont le *glaux maritima*, *juncus maritimus*, *aster tripolium*, *schœnus mariscus*, *arenaria peploides*, *scirpus holoschœnus et maritimus*, *scirpus triqueter*, *matricaria maritima*, *statice armeria*, *artemisia ma-*

(1) Boué, p. 345.

ritima, *bunias cakile*, *chenopodium maritimum*, *salicornia herbacea*. »

Il faut ajouter à ces plantes le *zostera marina*, qui, par ses longues feuilles et ses gazons sous-marins, contribue beaucoup à donner naissance à cette sorte de tourbe. M. Boué en a observé des dépôts sur les côtes du midi de l'Ecosse. Ils alternaient avec des sables, des marnes et des dépôts boueux, surtout au fond des baies qui reçoivent un torrent, comme West-Tarbet, et dans l'île d'Isle.

Il faut rapporter à cette espèce de tourbe celle qui a été découverte dernièrement par M. Coquand, entre la Chaume et les Granges, dans un terrain d'alluvion submergé par l'Océan. Ces tourbières paraissent occuper un espace considérable, que les sables qui les recouvrent vers la côte réduisent à 860 toises de long environ sur 500 de large; elles sont situées entre les stéaschistes au sud et le calcaire jurassique au nord, et sont redevables de leur état de conservation à la protection que leur prêtent ces roches contre les érosions des lames. La tourbe est brune, noirâtre, formée par l'accumulation de diverses plantes marines qui paraissent se rapporter à des ulves et à des fucus, et composée de plusieurs couches qui se divisant avec facilité, donnent à l'ensemble de la roche une apparence schisteuse. Les parties les plus profondes présentent une matière compacte, réduite à une pâte assez homogène, à cassure terreuse, tandis que celles exposées à la surface se distinguent par une couleur moins foncée, et laissent apercevoir moins décomposées les plantes qui ont concouru à leur formation. Desséchée au soleil, la tourbe éprouve un retrait considérable qui fendille la masse en tous les sens et la divise en feuillets raçornis; elle brûle avec facilité, en

dégageant une mauvaise odeur et une fumée blanche, et en donnant pour résidu une cendre très-légère, qu'on rendrait peut-être utile à l'agriculture. Elle repose en bancs épais de 10 à 12 pouces, sur un lit formé de terres d'alluvions, dans lequel on distingue avec des fucus, des coquilles d'eau douce (hélices, paludines) mêlées avec des coquilles qui vivent dans la vase des marais salans, bucardes, etc., circonstance qui lui assigne le même âge qu'aux terrains d'alluvions situés en deça des dunes. Ce lit terreux participe de la nature de la tourbe jusqu'à un certain point; si, comme elle, il n'est point carbonisé, il renferme cependant, quoiqu'en moins grande quantité, des plantes marines qui n'ont pas subi de décomposition; il présente en outre la structure schisteuse, et brûle avec beaucoup de difficulté: on dirait une tourbe blanchâtre que des circonstances particulières auraient empêchée de se carboniser, comme celle qui lui est superposée, et qui constitue la véritable tourbe (1).

Nous avons fait remarquer que les tourbières renfermaient quelquefois des troncs d'arbres très-volumineux; mais il existe dans des terrains analogues à ceux qui renferment les tourbes, des forêts tout entières qui sont ensevelies. On en a trouvé une près Paris au Port-à-l'Anglais, et elles sont très-communes sur les bords des grands fleuves de l'Amérique, où elles se forment journellement, ainsi qu'on en a la preuve dans les charriages continuels de ces fleuves, et comme le rapporte d'ailleurs M. de Humboldt.

« Notre canot toucha plusieurs fois dans la matinée.

(1) Communication de M. Coquand à la Société géologique, séance du 11 janvier 1836; et *Institut*, 4^e année, p. 211.

» Les secousses, lorsqu'elles sont très-violentes, peuvent
 » fendre de frêles embarcations: nous donnâmes sur
 » la pointe de plusieurs grands arbres qui, pendant
 » des années entières, restent dans une position obli-
 » que enfoncés dans la vase. Ces arbres descendent du
 » Sarare, à l'époque des grandes inondations. Ils rem-
 » plissent tellement le lit de la rivière, que les piro-
 » gues, en remontant, ont quelquefois de la peine à se
 » frayer un passage par les hauts-fonds où il y a des
 » tournans (1). »

Ces forêts souterraines sont très-communes sur les bords de la mer, où on les a fréquemment observées en France et dans les Iles Britanniques. Nous citerons comme exemple celle de Morlaix, dans le département du Finistère.

« Je me rendis sur le terrain au moment même d'une tempête, pendant les horribles ouragans du mois de février dernier (1811); je fus favorisé par une grande marée qui me donna l'avantage de pousser mes recherches plus avant vers le fond de la mer.

» La plage sur laquelle je me rendis forme une immense demi-cercle; son fond, dans sa partie la plus reculée, est terminé par des montagnes granitiques, presque sans végétation. La mer ne vient point jusqu'au pied de ces montagnes; elle s'est opposé une digue naturelle d'environ 30 pieds de hauteur, composée de galets, parmi lesquels se trouvent presque toutes les variétés de quartz. Au pied de cette digue, commence une grève magnifique; sa pente est d'environ deux lignes par toise; je l'avais toujours vue couverte du sable le plus fin, le plus uni et le plus blanc. Ma sur-

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. VI, p. 224.

prise fut extrême lorsqu'au lieu d'un sable éblouissant, je trouvai un terrain noir et labouré par de longs sillons; j'examinai ce terrain avec attention, et je ne tardai pas à reconnaître les traces de la plus longue et de la plus ancienne végétation; la mer avait emporté le sable.

» Ce sol, ordinairement si uni, présentait des ravins profonds qui me donnaient les moyens d'observer les différentes couches qui le composent; la première variait d'épaisseur en raison des dégradations que la mer lui avait fait éprouver; elle était entièrement composée de débris de végétaux. Les feuilles d'une plante aquatique y sont très-abondantes et les mieux conservées; elles sont presque à l'état naturel. J'ai obtenu quelques feuilles assez distinctes d'arbres forestiers et de saule. La terre qui forme le sol, ayant été exposée aux influences alternatives de la pluie et du soleil, s'est gercée et fendillée, et j'y ai trouvé des fragmens d'insectes très-bien conservés : une chrysalide entière, la partie inférieure d'une mouche avec son aiguillon.

Sur la couche noire et compacte dont il s'agit, on voyait des arbres entiers renversés dans tous les sens; ils sont pour la plupart à l'état de terre d'ombre; cependant les nœuds, en général, ont conservé de la consistance, et la qualité des bois est très-reconnaissable. L'if a conservé sa couleur, ainsi que le chêne, et surtout le bouleau, qui s'y rencontre en grande abondance; il a conservé son écorce argentée. Le chêne prend promptement à l'air une teinte noire très-foncée, et acquiert de la dureté; desséché, il brûle avec une odeur fétide. J'ai obtenu des mousses vertes comme dans leur état de végétation.

» Cette même couche, reste de la plus forte végétation, est superposée à un sol qui me semble avoir été

une prairie. J'y ai trouvé des roseaux, des racines de jonc, des asperges : toutes les plantes sont en place; leur tige est perpendiculaire; j'ai pris des racines de fougères qui ont encore le duvet, qu'elles perdent ordinairement au moment où leur végétation cesse. Le sol de la prairie dont je viens de parler est un composé de sable et de glaise grise; il se prolonge très-avant dans la mer; j'en ai retiré des jones qui avaient encore leur substance médullaire; mais, à cette distance, il n'y a plus de vestiges de la forêt, et j'ai trouvé le ro-vif. C'est aux pointes que ce roc présente, et à la résistance qu'il oppose aux efforts de la mer, qu'on doit la conservation de ce qui reste de la forêt.

» Je poursuivis mes recherches sur une étendue de grève d'environ sept lieues; je retrouvai souvent le premier sol, quelquefois le second, et presque sur toute cette étendue, la preuve de l'existence d'une immense forêt. Faute d'une tarière, il m'a été impossible de faire des recherches plus exactes. Une particularité assez remarquable, c'est que, parmi les débris de cette forêt apportés sur la grève, j'y ai trouvé la moitié d'un coco. Je me propose, cet été, de faire d'autres recherches.... (1). »

Le R. J. Yates a décrit (2) aussi une ancienne forêt de *pinus sylvestris* qui a été en partie submergée, près de l'embouchure de la rivière Dovey, par suite de la démolition accidentelle d'une digue. Un cas semblable a déjà été constaté par M. Harris, sur les rives du Hampshire; et l'on peut dire que les phénomènes de

(1) Extrait d'une lettre de M. de La Fruglaye à M. Gillet-Laumont, sur une forêt sous-marine qu'il a découverte près Morlaix (Finistère), en 1811. *Journal des Mines*, novembre 1811.

(2) Société géologique de Londres, séance du 15 février 1833.