

**Zeitschrift:** Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Herausgeber:** Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Band:** 3 (1846)

**Artikel:** Quelques recherches sur les marais tourbeux en général  
**Autor:** Lesquereux, Léo  
**Kapitel:** IV: Rapports entre les divers combustibles minéraux  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-100100>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Le préjugé subsiste cependant, et il ne sera pas sans doute déraciné de sitôt. Car, pour excuser son égoïste incurie, l'homme s'applique à trouver aux œuvres de Dieu un côté faible, défectueux ou nuisible. D'ailleurs nous le savons tous, il est très-difficile de persuader ceux qui ont pour eux la raison la plus opiniâtre, celle de l'intérêt.



## CHAPITRE IV.

### RAPPORTS ENTRE LES DIVERS COMBUSTIBLES MINÉRAUX.

On ne me blâmera pas, sans doute, de terminer ce travail en jetant un rapide coup-d'œil sur les rapports qu'ont entre eux les divers combustibles minéraux, la tourbe, les lignites, la houille, l'anhracite et les bitumes : car c'est une question sans cesse agitée par les géologues, que celle de la formation de ces substances si précieuses, que les plus savantes recherches n'ont pu encore suffisamment expliquer.

La première difficulté, devant laquelle ont échoué tous les efforts des observateurs, c'est une classification exacte des matières. De même que dans plusieurs dépôts tourbeux on arrive par des transitions insensibles de la tourbe la moins dense à la matière la plus compacte, ainsi passe-t-on de la tourbe aux lignites, des lignites à la houille, de la houille à l'anhracite, par des nuances insaisissables, au milieu desquelles il est impossible de fixer des lignes d'arrêt. Ne trouve-t-on pas, au fond de certains dépôts tourbeux, les végétaux passés à l'état de lignite? J'ai cité la couche de tourbe du Locle qui, à mesure qu'elle s'amincit sous des marnes plus épaisses, devient dure, fragile, à cassure brillante, de telle sorte qu'elle semble se rapprocher plutôt de la houille que de la tourbe. Plusieurs véritables dépôts ligniteux sont envisagés par ceux qui les exploitent comme de véritables tourbières; et de même des lignites prennent chez certains géologues le nom de houille, et ne se distinguent de cette matière que par les terrains

dans lesquels on les trouve. « Les affleurements des couches de houille des grands bassins du Hainaut offrent, jusqu'à plusieurs mètres au-dessous du sol, le combustible dans un tel état de décomposition, que ce produit ressemble à peine au charbon fossile. M. Drapier le considère comme une espèce de lignite, et le range sous ce nom dans la distribution méthodique des combustibles du Hainaut <sup>(1)</sup>. »

Enfin la houille et l'anhracite sont souvent confondus. Parfois les couches de houille passent à l'anhracite dans leur prolongement. Cela se remarque en Angleterre et dans les mines de Creuzot, où l'on exploite dans la même couche d'un côté de la houille, et de l'autre l'anhracite.

La chimie est impuissante aussi pour établir dans la série des combustibles minéraux des groupes distincts, auxquels on puisse rattacher les espèces. Les travaux de Liebich prouvent en effet que ces substances ont la même composition, et qu'elles ne diffèrent que par la proportion de leurs éléments. Le ligneux des végétaux soumis à la lente décomposition qui le modifie quand il est soustrait à l'action de l'air, finit par passer à l'état de charbon. Cette matière étant inaltérable, l'effet de la compression et le mélange des parties minérales doit avoir nécessairement pour résultat une condensation prolongée, qui amène enfin une véritable pétrification, sans détruire les éléments combustibles. Entre les deux points extrêmes, le principe et le dernier terme de ce travail de la nature, il n'y a pas de repos, de halte possible, et par conséquent rien de fixe, pour baser une classification. Si même les lignites paraissent avoir été totalement ou presque entièrement soustraits à l'action de l'air, par la superposition de couches étrangères, il n'en est pas moins vrai que leur formation est due à la même cause ; car on trouve par l'analyse que dans le travail de leur décomposition, les éléments de l'acide carbonique se sont séparés du bois, soit seuls, soit simultanément avec une certaine quantité d'eau. « Tous les lignites, dit Liebich, quelles que soient les localités d'où ils proviennent, renferment plus d'hydrogène que le bois, et moins d'oxygène qu'il n'en faut pour former de l'eau avec cet hydrogène ; ils se sont donc tous formés par un seul et même mode de décomposition. L'hydrogène du bois y est resté tel qu'il était, ou bien il s'est accru d'une certaine quantité venue du dehors ; mais l'air a été intercepté, et c'est ce qui a empêché la destruction du carbone par l'oxygène. Le ligneux soumis à une espèce de pourriture humide et imbreigné de matières résineuses et terreuses, est donc la matière essentielle des lignites. Il existe cependant toujours pour ce corps combustible une cause de décomposition, c'est la présence de l'air, qui, bien qu'en petite quantité, ne peut être entièrement intercepté. Il agit sur les couches supérieures, en produisant une

(1) Pelouse, père.

véritable combustion lente ; de sorte que les lignites perdent ainsi de l'hydrogène, tout en formant de l'acide carbonique <sup>(1)</sup>. Ils tendent donc à se rapprocher de la nature des houilles.

« On trouve, en effet, en examinant les analyses des chimistes anglais, que les parties combustibles de la houille représentent exactement le ligneux dont se seraient séparés de l'acide carbonique et une certaine quantité de carbures d'hydrogène à l'état de gaz oléfiant, de gaz des marais ou d'huile combustible. En retranchant de la composition du ligneux 3 atomes de gaz des marais, 3 atomes d'eau et 9 atomes d'acide carbonique, on obtient la composition du *splint-coal* de Newcastle et du *cannel-coal* de Lancashire. Le développement continu du gaz des houillères, qui se compose d'un mélange variable de gaz des marais, de gaz oléfiant, d'azote et d'acide carbonique prouve d'une manière incontestable que dans la houille même il existe une cause de décomposition qui tend à effectuer une séparation de l'hydrogène sous forme de gaz ou de composés carburés. Arrivée à un certain terme, la houille doit donc se transformer en anthracite. »

Quoiqu'il en soit, l'on est maintenant assez généralement d'accord sur ce point, que la tourbe, les lignites et la houille doivent leur origine à un enfouissement de végétaux. Cette opinion est en effet justifiée d'abord par les empreintes de végétaux que renferme le terrain houiller. Les lames de houilles et surtout les schistes qui recouvrent les dépôts conservent des empreintes d'une quantité de plantes qui ont été reconnues et déterminées. On trouve souvent au milieu des couches de houille des troncs d'arbres, des palmiers, qui ont conservé leur forme, bien qu'ils aient pris la structure et l'éclat du charbon végétal.

On peut également invoquer en faveur de cette opinion l'autorité de la chimie qui, comme nous l'avons vu, reconnaît dans toutes ces matières le même élément, le carbone, principe essentiellement végétal. Un célèbre expérimentateur anglais, M. Hatchett a même reconnu que les substances bitumineuses doivent leur origine à la résine des végétaux, modifiée par l'action de quelque principe minéralisateur. En analysant un bois bitumineux du Devonshire, nommé *bovey-coal*, il l'a trouvé composé d'une fibre ligneuse à l'état de semi-carbonisation, imprégnée de bitume et d'une petite portion d'une résine tout-à-fait semblable à celle que contiennent un grand nombre de végétaux récents. Cette fibre n'est encore qu'en partie et imparfaitement convertie en charbon fossile ; après ce ligneux, c'est la résine qui, dans les végétaux passant à l'état

(1) Les gaz qui dans les mines de lignites menacent la vie des ouvriers, ne sont pas, comme dans les autres mines, inflammables et combustibles ; ils se composent seulement d'acides carboniques. (Liebich.)

de minéralisation, résiste le plus longtemps et le plus puissamment à toute altération. Lorsque ce changement a lieu, elle se convertit en bitume. M. Hattchett a appuyé son opinion par l'analyse d'une substance particulière qu'on rencontre avec le Bovey-coal. On avait d'abord pris cette substance pour une terre marneuse saturée de pétrole; mais l'auteur anglais a reconnu que c'était un véritable bitume. L'analyse qu'il en a faite a montré que cette substance est *sui generis*, qu'elle est en partie composée de résine et en partie du bitume appelé asphalte. La proportion de la résine est de 55 sur 100; celle de l'asphalte de 44. C'est là un exemple avéré d'une substance trouvée au milieu de circonstances qui en font un minéral, quoique par ses caractères elle appartienne en grande partie au règne végétal.

De ses expériences et de ses savantes recherches, M. Hattchett a tiré les conclusions générales suivantes: c'est que dans les bitumes, le procédé de la transformation du végétal en minéral a été complet, tandis que dans le Bovey-coal et dans la substance qui l'accompagne, la nature paraît n'avoir achevé que la moitié de son travail et par quelque cause inconnue s'être arrêtée au milieu du procédé bituminisant.

Enfin M. Hutton a prouvé encore cette même origine de la houille par la décomposition des végétaux, en reconnaissant nettement au microscope dans les lames très-minces de houille la texture des plantes originaires <sup>(1)</sup>. Il a observé de plus dans le charbon minéral des cellules arrondies remplies d'une matière bitumineuse jaune. L'auteur pense qu'elles sont dues à la texture réticulée de la plante mère, et qu'elles ont été arrondies et confondues par l'énorme pression à laquelle la masse végétale a dû être soumise.

Cette première question de la formation des houilles ainsi résolue, il s'en présente une autre fort intéressante pour la géologie, c'est celle de savoir si les houilles doivent leur origine à des dépôts tourbeux ou à des dépôts ligniteux?

Tout ce que nous avons dit des différentes formations des dépôts tourbeux et des accidents qui modifient les apparences de la matière, pourra peut-être jeter quelque jour sur cette partie de la géologie. Il me sera permis du moins d'exposer mon opinion et de la soutenir par quelques observations qu'on peut ne pas admettre comme preuves, mais qui suffiront pour excuser une conviction personnelle.

Tous les amas de combustibles minéraux ont été formés de deux manières, ou par des dépôts que j'appellerai extérieurs ou accidentels, ou par entassement de végétaux qui ont cru sur les lieux mêmes où on les trouve enfouis.

Toutes les tourbières qui existent, du moins celles qui ont été reconnues et décrites

(1) Tome 3 du *Philosophical Magazine*.

de manière à permettre une conclusion, appartiennent au second mode de formation ; c'est-à-dire qu'elles doivent leur origine à un amas de végétaux qui ont vécu sur les lieux mêmes et qui n'ont point été charriés.

Tous les dépôts ligniteux bien déterminés au contraire, proviennent de végétaux ou entassés par une cause extraordinaire, un bouleversement, un cataclisme, ou charriés par les eaux, réunis en un même lieu par des courants, et dans l'un et l'autre cas, soustraits à l'action de l'air par la superposition de couches étrangères.

Les dépôts houillers, ceux de la formation la plus générale et la mieux déterminée, sont composés de végétaux qui n'ont point été entraînés par les eaux et qui ont crû sur place ; ils se rapprochent donc par leur origine de nos tourbières actuelles.

Ce fait est constaté : 1° par l'étude des végétaux dont les empreintes sont restées visibles dans la houille et surtout dans les schistes qui la recouvrent. Ces végétaux appartiennent surtout aux familles des fougères, des lycopodes et des prêles. Ce sont non-seulement leurs tiges qui restent visibles dans la houille, mais aussi leurs feuilles encore attachées aux rameaux les plus frêles. Or il est évident qu'un transport par des courants aurait détruit ces parties délicates, pour ne laisser que des restes incomplets. Il faut donc que les plantes de la houille aient vécu sur place.

Les espèces qui ont donné lieu à la houille ont dans leur forme la plus grande ressemblance avec les plantes tourbeuses. On y rencontre généralement ces formes allongées qui semblent particulières aux espèces nourries d'une grande quantité de gaz carbonique, d'immenses roseaux, des palmiers dont nos graminées ne sont qu'une miniature. On y trouve aussi en abondance des fougères et des lycopodes qui, dans des dimensions énormes, rappellent nos mousses tourbeuses.

L'analogie n'est pas moins remarquable quand on considère les familles qui ont formé ces deux substances combustibles. M. Ad. Brogniart compte dans les houilles : a) une dizaine de *Fucoïdes*. Or cette famille est rapprochée par les botanistes de celle des *Fucacées*, plantes marines, appartenant essentiellement aux climats du nord, où elles composent presque exclusivement plusieurs dépôts tourbeux marins. b) Dix-neuf espèces d'*Equisétacées* ou de *Prêles*. Or les *Prêles* remplissent les fosses tourbeuses lacustres et se rencontrent également en grande abondance dans les tourbières des montagnes. Les *Chara*, qui croissent en immense quantité dans toutes nos eaux dormantes, en sont la famille la plus voisine. c) Plus de cent-vingt espèces de fougères, et près de soixante-dix espèces de lycopodiacées, plantes cryptogames vasculaires, qu'on peut rapprocher de nos cryptogames cellulaires. Nos tourbes renferment aussi plus de soixante-dix espèces de mousses, cinq ou six espèces de lycopodes et autant de fougères. d) Dix-huit à vingt espèces de palmiers, de cannées et de phanérogames monocotyledones en gé-

néral. Les tourbes, comme nous l'avons vu, sont essentiellement formées de ces phanérogames monocotylédones à feuilles longues et coupantes, telles que laiches, joncs, roseaux, gramens, etc. Les arbres et les arbustes qui vivent sur les hauts marais, comme les pins et les bouleaux, paraissent remplacer les grandes espèces herbacées et les palmiers des marais anciens. Enfin, de même que dans les houilles on ne distingue aucune plante dicotylédone bien caractérisée, de même, dans la tourbe, est-il impossible de reconnaître aucune trace des végétaux dicotylédones qui vivent sur le marais, à part quelques troncs d'arbres et d'arbustes.

2° Dans les houillères, les couches du charbon le plus dense et le meilleur se trouvent au milieu ou au fond des dépôts. Ainsi en est-il pour les tourbes, en général pour tous les dépôts de combustible formés par entassement successif et lent des végétaux de la surface. Dans les lignites, le contraire a généralement lieu, et c'est près de la surface que la décomposition par l'action lente de l'oxygène se fait avec le plus de force. Car après la superposition des couches étrangères au ligneux entassé, c'est vers cette partie que l'air arrive avec le plus de facilité.

3° Les schistes, les psammites, etc., qui recouvrent les houillères, ne sont autre chose que des marnes durcies par le dessèchement, la compression et les actions minérales. Il faut qu'ils aient été déposés par des eaux tranquilles, puisqu'ils ont pour ainsi dire incrusté les végétaux de la surface des marais anciens, dont ils ont conservé les empreintes. Si les végétaux de la houille avaient été entassés par accident, ils seraient recouverts de terrains tout différents, semblables à ceux qui recouvrent les lignites, tels que dykes de basalte, cailloux roulés, débris calcaires, etc. La marne ou le limon qui recouvre les dépôts tourbeux de notre époque, garde aussi les empreintes des derniers végétaux qui ont vécu à la surface du sol. On les y retrouve encore bien conservés et très-visibles quand déjà la tourbe a pris une apparence charbonneuse et compacte, et qu'on ne peut plus y reconnaître aucune trace des constituants primitifs.

4° Souvent la houille repose immédiatement sur les terrains primitifs les plus anciens. Dans ces circonstances, la matière se présente sous la forme d'amas ou de dépôts qui paraissent avoir rempli la partie élevée des bassins ou vallées formés par le sol primitif. Or, qu'est-ce autre chose que ces vastes marais tourbeux qui s'établissent au bout des grands lacs et qui s'avancent jusqu'à la partie où le bassin commence à s'enfoncer et où l'eau devient profonde. Si jamais par quelque nouveau bouleversement nos lacs jurassiques étaient desséchés, si de nouveaux terrains s'établissaient sur l'étendue qu'ils baignent de leurs ondes, on trouverait dans la suite des siècles des couches de houille dans les parties les plus élevées des bassins ou des vallées que ces lacs remplissent. Ces bancs de houille seraient sans doute très-minces, et aucune comparaison ne peut

s'établir entre le phénomène de formation des temps passés et celui des temps actuels. Car alors la force de la végétation était immense comparée à ce qu'elle est maintenant : alors, les fougères étaient des arbres de plus de cent pieds de haut ; les espèces analogues à nos mousses et à nos lycopodes, qui n'ont guère que quelques pouces de hauteur, atteignaient deux à trois cents pieds de longueur, les joncées avaient également des proportions gigantesques. Sans doute aussi l'atmosphère était alors plus chargée d'acide carbonique, puisque la terre n'était pas encore habitable pour les animaux respirant l'air élastique, et le sol d'ailleurs saturé comme l'air d'une humidité très-abondante. C'était l'époque de la vie végétale, et l'on comprend comment toutes les circonstances favorables à la formation de la tourbe se trouvant réunies, cette matière devait s'établir en dépôts énormes dans tous les lieux humides.

5° Je trouve encore dans l'examen des dépôts houillers, sous le point de vue géographique, sinon une preuve en faveur de mon opinion, du moins une grande probabilité. La zone dans laquelle est renfermée la formation tourbeuse actuelle est à peu près la même que celle de la formation de la matière combustible dans les temps anciens. A mesure qu'on descend vers le sud de l'Europe, les dépôts houillers disparaissent ou deviennent peu puissants. En Espagne on en trouve quelques couches fort minces ; à peine en voit-on quelques traces en Italie. Dans les contrées orientales de l'Europe, on ne voit plus de houille en dehors des limites où la tourbe cesse de se produire, et dans le nord les couches de charbon minéral diminuent en épaisseur tout en prenant une grande étendue. On en a observé en Sibérie, non loin du fleuve Léna, dans l'île de Berésow, sur la première Selowa ; mais quoique très-vastes dans leur étendue horizontale, elles n'ont que dix à onze pouces d'épaisseur. Or, il en est de même des marais tourbeux de la zone glacée ; ceux-ci aussi couvrent des surfaces immenses, mais la tourbe atteint à peine quelques pouces de profondeur. La véritable région des houilles est la même que celle des tourbes. On rencontre les dépôts de charbon minéral les plus riches et les plus vastes dans l'Ouest de la France, en Belgique, dans le nord de l'Allemagne, et surtout dans les îles Britanniques. On a reconnu des couches puissantes de ce combustible dans les îles de la Baltique, dans la Suède et la Norvège. On en trouve dans le nord de l'Amérique, au Canada, surtout vers les bords du fleuve St. Laurent, dans la Nouvelle Ecosse et aux Etats-Unis. La houille est connue en Chine et au Japon ; et si l'on descend dans l'hémisphère méridional, c'est dans la Nouvelle-Hollande, le midi du Brésil, qu'on en entend parler pour la première fois.

Je crois être en droit de tirer des conclusions assez importantes de la forme de quelques bassins houillers comparés à celle des bassins tourbeux qui les avoisinent. On connaît l'immense gîte carbonifère qui s'étend depuis Aix-la-Chapelle jusqu'au bord de

la mer vers le canal de la Manche. Sa forme semble avoir été déterminée par un vaste cours d'eau venant aboutir à la mer, sous les départements du Calvados et de la Manche. Et maintenant les bords de la Somme, tout le département du même nom et celui du Pas-de-Calais, sont tourbeux. Le bassin houiller de la Loire et de la Loire inférieure est étroit, mais il paraît s'étendre jusque sur les côtes de l'Océan. Près de l'embouchure s'étend un immense marais tourbeux qui a plus de 50 lieues de tour. Les environs de Rouen jusqu'à Caudebeck sont aussi tourbeux. Ici le cours d'eau qui peut-être a formé les couches de houille par la tourbe primitive, semble avoir coulé un peu plus au midi, la formation tertiaire qui a élevé les rivages de la Manche ayant rejeté vers le nord l'embouchure de la Loire. Je ne puis étendre davantage ces rapprochements géographiques qui me paraissent d'une grande importance, même pour aider la découverte des bassins houillers. Il vaudrait donc la peine de traiter ce sujet d'une manière spéciale, ou de l'ébaucher du moins avec tous les secours qu'on peut obtenir de la géographie au point où en est aujourd'hui cette science.

Ceux qui n'ont pas accordé à la houille une origine végétale ont fait quelques objections dont je tirerai parti pour étayer mon opinion. On a argué d'abord de la présence ou de l'absence des coquilles marines ou d'eau douce. Mais on sait que les dépôts tourbeux renferment dans leur matière une grande quantité de mollusques de ces deux genres, suivant que les tourbes appartiennent à la formation marine ou à celle d'eau douce. Les tourbières émergées, celles de nos montagnes jurassiques, par exemple, ne renferment jamais de débris visibles de coquilles.

On a objecté que dans les couches de houille, dans la matière même, on ne voit point de traces de végétaux discernables, mais qu'on les observe dans les schistes superposés, et que les empreintes parfaitement conservées semblent attester que la matière des dépôts houillers ne peut avoir été formée de végétaux parfaitement décomposés. Mais le même phénomène se produit encore sous nos yeux dans les anciennes tourbières recouvertes de marne qui, comme nous l'avons vu, conserve les empreintes végétales de la surface, tandis que dans la tourbe même, qui forme un tout compact, on ne retrouve que les grands corps ligneux ou quelques espèces de mousses dont les formes paraissent indestructibles. Les couches de terre noire qu'on trouve même souvent superposée aux gîtes carbonifères, ont la plus grande ressemblance avec les couches d'humus qui couvrent souvent nos tourbières dans une épaisseur assez considérable.

On a dit que la hauteur où se rencontrent certains bassins houillers, comme celui que Leblond a observé dans les Cordillères à 4,400 mètres d'élévation, ne permet pas d'admettre que ces dépôts de combustibles aient été charriés par les eaux. Mais la présence de grandes et profondes tourbières dans les montagne élevées, dans les Alpes

par exemple, où on les rencontre de nos jours jusqu'à 8,000 pieds au dessus du niveau de la mer, expliquerait encore la formation de ces dépôts houillers à de si grandes hauteurs, alors même que l'on n'admettrait pas que les Cordillères ont été soulevées longtemps après la déposition de la houille. Car il n'est pas besoin de dire que la limite des neiges est dans les Cordillères des Andes à plus de 6,000 pieds au-dessus de celle des Alpes.

On a prétendu encore que l'alternance des couches de psammites, de schistes et de houille répétée régulièrement et un grand nombre de fois dans les terrains houillers, ne permet pas de concevoir comment auraient pu s'accumuler et se former ainsi exclusivement ces deux ordres de sédiments auxquels on assigne une origine si différente. A cet égard, mon opinion diffère peut-être complètement de celle de certains géologues. L'analogie des faits observés dans les tourbières de Hollande est encore ici mon argument. Nous avons vu, en effet, que dans un sondage près de Rotterdam on a trouvé d'abord sous quelques pieds de marne 20 pieds de tourbe, puis 14 pieds d'argile légère et blanchâtre, puis 18 pieds de tourbe, puis enfin 14 pieds d'argile, etc. Or, pour nous rendre compte de ces formations superposées, nous n'aurons pas, on le comprend, recours à la singulière explication de de Luc, qui prétend que c'est ou la tourbe fluide qui a coulé sous les couches inférieures, ou que le sol s'est enfoncé; mais nous observerons simplement qu'il y a eu naturellement dans les grands bassins où la tourbe s'est formée, surtout sur les rivages bas, près de l'embouchure des fleuves, des changements prolongés dans le niveau des eaux. N'en trouve-t-on pas une preuve dans cet envahissement du Zuidersee, qui a recouvert de ses eaux des terres jadis fertiles et même des villes et des villages dont on aperçoit encore les traces dans les ondes claires et tranquilles? Ces variations, qui semblent n'avoir été que partielles et locales dans notre époque, mais qui doivent avoir été générales et répétées pendant l'époque essentiellement humide de la formation houillère, ces variations, dis-je, ont amené sur les dépôts tourbeux les parties limonneuses entraînées par les grands fleuves ou y ont facilité la croissance de la tourbe, suivant la profondeur du liquide.

On objectera peut-être qu'aucune observation ne peut être appelée en aide à notre raisonnement pour décider la question. Mais cette transformation de la tourbe, qu'un grand nombre d'observateurs ont vue s'opérer dans le fond des dépôts et arriver à un état de carbonisation si rapproché de la houille ou des lignites, qu'ils n'ont su dans quelle catégorie ranger cette substance, qu'est-elle donc? Que manque-t-il à cette matière pour être entièrement bituminisée et convertie en houille, si ce n'est la pression des couches supérieures et l'action des éléments minéralisateurs pendant un espace de temps prolongé? Qu'est donc encore cette sémi-transformation de la résine en bitume observée par M. Hatchett?

*Les lignites* diffèrent essentiellement des houilles par leur situation. Ils gisent en bancs ou amas plus ou moins épais dans les terrains d'argile, de sable, et dans les terrains d'alluvion, et le sable et les cailloux roulés qui les recouvrent ordinairement ont souvent une épaisseur considérable. Toutes les observations recueillies sur les vrais dépôts de lignites prouvent qu'ils sont dûs à un entassement de grands végétaux entraînés par les eaux ou réunis par quelque circonstance fortuite, dont les accidents de notre époque peuvent facilement donner une idée.

On sait que les grands fleuves de l'Amérique, le Mississipi, par exemple, entraînent dans leur cours d'immenses radeaux naturellement formés par la réunion d'une grande quantité de troncs d'arbres. Ces masses ligneuses s'arrêtent parfois près de l'embouchure ou dans le lit des fleuves, et s'y entassent de manière à acquérir une épaisseur et une étendue considérables. Ces grands dépôts de bois, recouverts par les sables et les cailloux, deviendront, sous l'influence du temps, des lignites. Ainsi se sont formés les bassins ligniteux des bouches du Rhône, situés dans un terrain tertiaire d'eau douce inférieur; ceux des bords du Rhin; les nombreux gîtes du bassin de la Seine dans le limon d'attérissement. Ils sont remplis d'arbres à demi bituminisés, dont le tissu ligneux est parfaitement conservé, et ils appartiennent à des espèces indigènes. Ces lignites du bassin de la Seine peuvent donner une juste idée de la formation générale de ce combustible; car les arbres n'y sont encore qu'à demi bituminisés ou carbonisés. Les parties qui n'ont pas encore subi la transformation lente, sont dans un état de mollesse extrême, ce qui peut donner la raison de la forme ovale ou aplatie qu'on observe souvent dans les troncs passés à l'état de lignites. Ces dépôts ligniteux de dernière formation, comme l'est celui du bassin de la Seine, sont très-difficiles à distinguer de la tourbe, et c'est dans leur matière qu'on a trouvé des têtes d'antilopes, le cerf d'Irlande dont nous avons parlé, des éléphants, des bœufs, etc.

Mais les débris ligneux qu'entraînent les fleuves ne s'arrêtent pas toujours dans leur cours ou près de l'embouchure. Jetés à la mer, emportés par les courants, ils vont s'entasser sur des rivages lointains dans les contrées septentrionales surtout, où ils forment aussi des dépôts ligniteux.

Telle est sans doute la première origine du *Suturbrand* de l'Irlande, qui n'est qu'un amas de souches ligneuses métamorphosées par l'action volcanique. Telle est encore la cause première de ces puissantes couches de lignites du *Calvados*, de la Somme, du *Pas-de-Calais*, de la *Manche* surtout. Ici la matière se montre parfois à nu à la marée basse, tandis qu'elle est recouverte à marée haute par les flots de la mer. Les dépôts ligniteux marins sont composés de bois confusément mélangés avec une grande quantité de plantes herbacées, c'est-à-dire, de bois flottés, arrêtés sur les rivages et parmi lesquels les végétaux marins ont crû avec une grande activité pour en augmenter la masse.

Enfin les bois qui se sont transformés en lignites peuvent avoir été enfouis par des éboulements, par quelque bouleversement du sol ou par une immersion subite, car des dépôts ligniteux sont recouverts d'énormes masses de basalte, de calcaire, etc. Près du Locle (Jura), on a découvert, en creusant des fondations, de grands arbres couchés tous dans le même sens, les uns à côtés des autres, et sous la couche de marne qui sans doute les a renversés en glissant sur les parois de la vallée. Le ligneux de ces arbres, quoique bien conservé, est cependant ramolli dans toute la longueur des souches. Nous avons vu que le lac d'Etaillères (Jura) s'est formé par l'enfoncement subit d'un sol couvert de forêts. Le fond de ce lac est donc rempli d'arbres. Ne sont-ce point là les premiers matériaux préparés pour la formation des lignites.

D'après cela, les dépôts ligniteux ne peuvent appartenir à une formation fixe et bien déterminée. On les trouve un peu partout, sans aucun ordre géographique ou géologique; seulement la matière qui les compose est dans un état de décomposition plus avancée et se rapproche davantage de la houille lorsque les lignites sont plus anciens. Alors on distingue très-difficilement ces deux combustibles, et c'est là sans doute ce qui a jeté tant d'incertitude sur leur classification et sur l'étude qu'on en a faite.

Les bitumes dont nous ne dirons que quelques mots, ont été formés par les résines des grands amas de végétaux, des lignites surtout. Car les arbres qui les composent sont essentiellement des espèces résineuses.

Toutes les lignites contiennent en quantité plus ou moins considérable l'huile connue sous le nom de pétrole ou d'asphalte. La chimie reconnaît dans ces bitumes une même origine, car ils renferment tous, dans des proportions variables, de l'hydrogène, du carbone et un peu d'oxygène. On y trouve des traces d'azote et souvent beaucoup de fer; mais on n'en obtient pas, par la distillation, l'ammoniaque que fournissent presque toutes les tourbes et les houilles; et ceci est encore une preuve de la formation de la houille par la tourbe et de celle des bitumes par les lignites, puisque dans les matières produites par entassement lent et prolongé sans mouvement, il a dû se trouver une très-grande quantité d'animaux surtout de mollusques qu'au contraire il en est resté fort peu dans les débris de bois flottés et réunis par accident.

Les couches asphaltiques alternent souvent avec les bancs de lignites. Ainsi, dans les mines d'asphalte de Lobsan, le calcaire et les marnes imprégnées d'asphalte sont séparés par un banc de lignites de 2 à 6 mètres d'épaisseur. L'asphalte est donc, on n'en peut plus douter, une imprégnation des sucres transformés de la matière végétale. Or la matière première peut avoir disparu, avoir été emportée et les roches imprégnées être restées sur place. Il est vrai que dans ce cas, l'explication de l'origine de l'asphalte offre quelque difficulté; mais l'inspection des localités peut jusqu'à un certain point nous

mettre sur la voie. Au Val-de-Travers, par exemple, les roches imprégnées de bitume et qui paraissent appartenir au terrain néocomien sont recouvertes d'une épaisse couche de sable et de cailloux roulés. Elles forment tout le long de la vallée et de chaque côté de petits monticules évidemment arrondis et ondulés par le frottement prolongé des eaux. C'est donc probablement l'eau qui a entraîné les dépôts ligneux qui primitivement couvraient le terrain néocomien ; elle a creusé ensuite ce sol pour se faire un lit plus profond, et de chaque côté sur les rives sont restés ces monticules, fouillés maintenant avec tant de zèle par les spéculateurs pour en extraire l'asphalte.

On me pardonnera, je l'espère, cette courte digression sur les combustibles minéraux. Si les rapprochements établis ne fournissent pas de nouvelles lumières à la science, ils pourront peut-être faire mieux sentir cette vérité : c'est que la divine Prévoyance travaille depuis les temps les plus reculés à préparer le séjour de l'homme sur cette terre ; c'est que la sagesse providentielle a semé jusqu'au fond des entrailles de la terre les fruits que l'humanité devait recueillir ; c'est que l'homme a été le terme de toutes les métamorphoses de ce globe, et que cet être pour qui tant de choses ont été si merveilleusement préparées à l'avance n'est pas l'enfant d'un vain hasard, de même sa vie elle-même ne peut-être sans but.

