

« feuilles de saule » ou « grains de riz » sont les sommets des courants ascendants partis du corps du soleil, quels changements ces apparences subiront-elles sous l'action d'un cyclone voisin? Le cyclone aspire autour de lui, jusqu'à une certaine distance, les gaz vers le gouffre qu'il creuse. Toute la photosphère adjacente, avec ses nuages plus translucides et qui forment une étendue lumineuse, aura sa forme changée par ces courants centripètes; elle sera comme violemment étirée; la pénombre acquerra ainsi cet aspect qu'on lui trouve et qui l'a fait comparer à « un chaume ».

Naturellement, il faut prendre toutes ces idées comme une pure spéculation; et il en est ainsi de toutes celles qu'on répand aujourd'hui concernant la structure du soleil. Mais, puisque nous n'avons aucune hypothèse appuyée sur un commencement de preuve scientifique, j'ai cru bon d'offrir celle-ci, qui est assise sur des principes démontrés de physique et qui s'accorde en général avec les apparences.

## VI

## LES SOPHISMES DE LA GÉOLOGIE

(*Universal Review*, juillet 1859.)

Des généralisations prématurées : elles forment les étapes de la science. — Exemple de l'astronomie. — Leur ordre de succession indique la direction où marche chaque science.

Géologie. Théorie de Werner, dite *neptunienne*. Quoique absurde, elle a rendu des services. — Doctrine de Hutton : l'action de l'eau rendue plus naturelle ; adjonction d'un agent, le *feu*. — Théories plus récentes : multiplication des agents ; plus de catastrophes.

Action latente des hypothèses anciennes et condamnées :

Traces de l'hypothèse des couches uniformes, en « feuilles d'oignon ». — Classification des *strates* d'après leurs caractères minéralogiques. Fausseté de cet indice, reconnue par ceux qui s'en servent. — Des prétendus *systèmes* universels de *strates* ou des *âges* de la terre. Arguments.

Traces de l'hypothèse de l'uniformité des flores et faunes sur toute la terre pour chaque époque : classification des terrains d'après leurs *fossiles*. — Fausseté reconnue de cette méthode. — Son influence fictive : Murchison et Lyell.

De la classification fondée sur la concordance des trois indices (caractères minéralogiques, ordre de superposition, fossiles). — Discontinuité des systèmes. — Faible ressemblance des fossiles des différentes régions. — Argument tiré de la vraie méthode géologique, de l'explication par des causes encore observables. — Exemples de *strates* aujourd'hui en voie de formation et qui, bien que contemporaines, diffèrent par tous leurs caractères. L'Australie.

Doctrine de Hugh Miller. Ses préoccupations théologiques. Ses deux arguments contre l'évolution.

1° Deux hiatus dans la succession des espèces fossiles. — Les *créations successives*. — Objection : exemples d'hiatus pareils, déjà comblés. — Explication naturelle de ces hiatus. — Rythme astronomique de la précession des équinoxes. — Petits et grands affaissements ou soulèvements de la croûte terrestre.

2° La succession chronologique des espèces fossiles correspond-elle à leur hiérarchie ? — Solutions en présence : évolution, création successive, création unique. — En quoi le problème est mal posé : nous n'avons de traces que des époques géologiques les plus récentes. — Les couches

dites *azoïques* sont postérieures à certains terrains fossilifères. — Le feu a détruit les fossiles des couches anciennes : roches métamorphiques. — Faible épaisseur des couches connues par rapport à la croûte terrestre. — Le progrès apparent des espèces expliqué sans l'évolution. — Histoire d'un continent imaginaire soulevé dans le Grand Océan. — Comment il emprunterait sa flore et sa faune aux continents voisins, et en suivant l'ordre hiérarchique des espèces.

Conclusion : Insuffisance de la paléontologie en présence du problème de l'évolution. (TR.)

Le penchant à généraliser est commun à tous les esprits : le degré seul fait la différence. Sans lui, à dire vrai, il n'y a pas d'intelligence, mais il a des inconvénients qu'on ne peut nier. C'est par lui seul qu'on arrive à la vérité; et c'est lui qui presque irrésistiblement nous entraîne dans l'erreur. Sans notre tendance à affirmer de tous les cas possibles ce que nous avons observé dans certains cas, il n'y a plus de raisonnement; et c'est pourtant cette tendance qui induit à chaque instant les hommes à tirer de leurs expériences limitées des conclusions qu'ils tiennent à tort pour universelles ou absolues. En un sens, on ne peut guère voir là un vrai mal : car, sans les généralisations prématurées, on n'arriverait jamais à la généralisation vraie. Si nous attendions d'avoir recueilli tous les faits avant d'en chercher la formule, cela ferait un amas énorme, sans ordre, impossible à manier. Il faut les classer en des groupes provisoires, les ordonner en quelque façon, pour pouvoir les traiter; or ce groupement provisoire, c'est, avec un nom différent, la généralisation prématurée.

Telle est la marche constante des esprits des hommes ; les erreurs sont les étapes de la route qui mène au vrai : on le voit bien par l'histoire de l'astronomie. Les corps célestes se meuvent en cercle autour de la terre, dirent les premiers observateurs, convaincus en partie par l'apparence, en partie par leurs expériences sur les mouvements centripètes des objets terrestres : car c'est dans cette même classe qu'ils rangeaient les mouvements célestes, parce qu'ils les jugeaient tous circulaires et qu'ils ne voyaient pas d'autre façon d'imaginer les choses. Si fausse que fût cette croyance provisoire, sans elle pourtant jamais on n'aurait fait ces comparaisons entre les positions des astres, d'où sortit cette conclusion, que leurs mouvements n'étaient pas représentables par des cercles ; de là l'hypothèse des épicycles et des excentriques. C'était encore une fausse idée ; mais elle permettait déjà de mieux rendre compte des apparences ; elle amena donc des expériences plus précises : et si Copernic put montrer la supériorité de la théorie héliocentrique sur la théorie géocentrique, Kepler l'ellipticité des orbites décrites par les planètes autour du soleil, ce fut grâce à elle seule. De même, sans cette vérité approchée que découvrit Kepler, Newton n'aurait pu établir la loi générale d'où il suit que le mouvement d'un corps céleste autour de son centre de gravité ne se fait pas nécessairement selon une ellipse, mais selon une section conique quelconque. Et enfin il a fallu que la loi de gravitation fût d'abord justifiée, pour qu'il fût possible de déterminer le cours réel des planètes, des satellites et des comètes, et de prouver qu'en vertu des perturbations leurs orbites s'écartent toujours plus ou moins de la

courbe régulière. Ainsi se succédèrent cinq théories provisoires du système solaire, avant que la sixième théorie, la théorie absolument vraie, fût atteinte. A travers ces cinq théories provisoires, dont chacune en son temps passa pour définitive, nous pouvons voir et la tendance des hommes à aller en un bond de quelques données à des généralisations vastes, mais fausses en tout ou en partie, et la nécessité où est l'esprit de passer par ces généralisations transitoires pour arriver pas à pas jusqu'à la vérité.

Dans le progrès des théories géologiques se révèlent clairement les mêmes lois de la pensée. On voit des doctrines, d'ailleurs plus qu'à demi erronées, passer aux yeux de tous durant un temps pour des vérités universelles. On voit les savants réunir des arguments en faveur de ces doctrines, puis des faits contraires se liguer peu à peu contre elles ; à la fin, elles se modifient en conséquence. Sous la direction d'une hypothèse déjà améliorée, les faits sont mieux classés ; les nouveaux faits, qui maintenant s'amassent avec rapidité, se coordonnent et s'interprètent mieux ; et de là de nouveaux perfectionnements apportés à l'hypothèse. Pour nous, qui nous trouvons nés au milieu même de ce développement, nous ne pouvons expliquer pleinement le progrès de la science géologique, tel qu'il apparaîtrait de ce point de vue : nous n'en connaissons que les premiers pas. Et pourtant ce n'est pas seulement un spectacle curieux de voir comment les idées plus avancées qui aujourd'hui ont cours sur l'histoire de la terre, sont nées des grossières théories d'auparavant ; nous en retirerons en outre de profonds enseignements. Nous verrons combien les anciennes idées ont encore de prise sur les esprits, et du vulgaire, et

même des géologues. Nous verrons comment des faits analogues à ceux qui jadis renversèrent ces vieilles idées s'amassent encore tous les jours et nous menacent de révolutions toutes pareilles. Bref, nous verrons à quel point nous en sommes arrivés dans la préparation d'une théorie vraie de la terre; et, notre situation étant connue, nous serons dans les meilleures conditions pour choisir, entre les diverses opinions en lutte, celles qui sont le mieux dirigées dans le sens véritable des découvertes géologiques.

Il serait inutile et à la fois impossible d'exposer ici toutes les hypothèses qu'ont proposées les hommes habiles d'autrefois et dont plus d'une contient des fragments de vérité. Tombées comme dans un sol ingrat, au milieu de temps mal propices, elles n'ont pas germé; elles ne nous regardent donc pas. Nous n'avons rien à voir ici dans des idées justes sans doute, mais d'où la science n'a rien tiré; il s'agit pour nous de celles qui ont donné naissance à la doctrine géologique actuelle. Nous commençons par Werner.

Il eut pour toutes données les apparences que présente la croûte terrestre dans un certain petit pays de l'Allemagne; il y remarqua l'ordre constant des couches superposées et les caractères physiques de chacune; il en conclut que des couches offrant les mêmes caractères se succédaient, selon le même ordre, sur la surface entière du globe. A la structure lamelleuse de diverses couches, aux débris organiques contenus dans les autres, il reconnut qu'elles étaient toutes sédimentaires; il en conclut encore que toutes ces strates avaient été précipitées, chacune à son tour, du sein d'un menstrue chaotique, dont notre planète avait été

jadis couverte. Ainsi, prenant pour base une connaissance très-incomplète d'un millième de la croûte terrestre, il élevait une pompeuse théorie générale et l'étendait à la totalité du sujet.

Chose curieuse, cette hypothèse neptunienne, qui pourtant semblait s'appuyer sur les faits les plus remarquables du pays environnant, ne soutient pas l'analyse. Pourquoi un menstrue chaotique universel déposerait-il, l'une après l'autre, de nombreuses couches, nettement délimitées, dont chacune a sa composition propre? C'est ce qu'on ne comprend pas. Comment les couches ainsi disposées peuvent-elles contenir des restes d'animaux et de plantes qui n'auraient pu vivre dans le milieu qu'on imagine ainsi? C'est ce qui se comprend moins encore. Mais cette hypothèse avait beau être absurde aux yeux du physicien: elle ne reconnaissait pas moins, en l'altérant à vrai dire, l'un des agents principaux des changements géologiques, l'eau. Elle avait aussi l'avantage de traduire ce fait, que les formations dont est faite la croûte terrestre ont entre elles un certain ordre. De plus, elle donnait déjà un commencement de nomenclature: or, sans nomenclature, pas de progrès sérieux. Enfin, elle fournissait un type auquel on pouvait désormais rapporter la succession de couches présentée par les diverses contrées; ainsi on noterait les différences, et l'on dresserait le plan des sections réelles du terrain. C'était là la première généralisation provisoire; c'était un pas utile, si ce n'est indispensable, vers des généralisations plus vraies.

A la suite de cette conception grossière, qui attribuait les phénomènes géologiques à un agent unique, dont l'action était restreinte à une époque primitive, vint une conception bien

supérieure : elle attribuait les mêmes faits à deux agents, travaillant alternativement par périodes successives. Hutton s'aperçut, d'abord qu'il se forme encore maintenant des dépôts de sédiment au fond de la mer, grâce aux détritiques charriés par les rivières ; et aussi que les couches dont est faite, pour la plus grande partie, la surface émergée, ont été, comme on le voit à de certaines marques, formées semblablement aux dépens d'un sol préexistant ; il lui parut que ces couches, pour devenir des terres, avaient dû être soulevées après leur dépôt ; et il en conclut que, durant tout un passé immense, il devait y avoir eu des convulsions périodiques, qui soulevaient les continents, avec des époques intermédiaires de repos pendant lesquelles ces continents étaient usés, transformés en nouvelles couches maritimes : celles-ci devaient à leur tour être élevées ensuite au-dessus de l'Océan. Remarquant ensuite que l'action du feu, à laquelle plusieurs anciens géologues avaient rapporté la création des roches basaltiques, produisait effectivement des troubles en une infinité d'endroits, il jugea qu'il fallait lui attribuer ces convulsions périodiques. Dans cette théorie, nous voyons plusieurs choses : d'abord l'action de l'eau, déjà reconnue d'ailleurs, ne s'exerce plus, comme chez Werner, d'une façon dont l'expérience ne nous offre pas d'exemple, mais bien comme nous la voyons s'exercer tous les jours ; ensuite, le feu, en qui on voyait jusque-là la cause de certaines formations particulières seulement, est reconnu pour une force universelle et qui de plus agit d'une manière dont on n'a pas d'exemple. Le premier phénomène, le seul admis par Werner, n'est plus chez Hutton accompagné de catastrophes ni inexplicable : il s'élève à

l'état de fait uniforme et intelligible ; le second phénomène, qui vient s'opposer à l'autre, et dont Hutton est le premier à sentir toute l'importance, est, à ses yeux, une série de catastrophes, et ne peut s'assimiler à aucun événement connu : on n'en rend pas compte. Toutefois, remarquons-le bien, les faits rassemblés jusque-là et provisoirement coordonnés selon les exigences de la théorie de Werner servirent à établir la théorie plus rationnelle de Hutton, plus rationnelle du moins en ce qui concerne les formations aqueuses ; et d'autre part la doctrine des convulsions souterraines périodiques, si naïve qu'elle fût chez Hutton, étant une généralisation temporaire des faits, était un pas qu'il fallait faire pour arriver à la théorie de l'action ignée.

Depuis l'époque de Hutton, les géologues ont continué à pousser leurs idées dans la même direction. Ces anciennes et vastes doctrines ont reçu bien des additions et corrections. On a découvert que les agents mis en œuvre sont bien plus nombreux et plus hétérogènes qu'on n'avait cru d'abord. L'hypothèse du feu a été raisonnée, comme celle de l'eau l'avait été déjà : la croyance toute gratuite à d'immenses soulèvements qui arriveraient tout soudain après de longs intervalles de repos s'est transformée en une théorie bien liée ; c'est celle-ci : que les îles et les continents sont le produit accumulé de petits soulèvements successifs, semblables à ceux dont nous faisons l'expérience lors des tremblements de terre.

Pour entrer dans le détail, voici ce que nous constatons : d'abord les géologues, au lieu de voir dans les pluies et les eaux des rivières, et les dégradations qu'elles font, la seule cause de l'usure des terres et des irrégularités de la surface,

n'attribuent qu'en partie ces irrégularités à la dégradation ; et en outre, les couches nouvelles déposées au fond de la mer ne sont plus pour eux produites par les seuls sédiments des rivières : il faut en rapporter une partie à l'action des vagues et des courants de marée contre les côtes. En second lieu, non-seulement l'idée que Hutton se faisait du soulèvement causé par des forces souterraines a été modifiée depuis que ces forces souterraines ont été assimilées aux causes ordinaires des tremblements de terre ; mais les recherches récentes ont fait voir que ces forces produisent des affaissements comme des soulèvements de la surface ; que les soulèvements locaux, comme les soulèvements généraux qui exhaussent les continents, rentrent tous dans une même catégorie ; qu'enfin tous ces phénomènes ont probablement pour principe l'affaissement progressif de la croûte terrestre sur le noyau qui va se refroidissant et se contractant, et que c'est là la seule raison suffisante de tout le reste. En troisième lieu, nous voyons la géologie moderne, outre ces deux puissants agents en lutte, en reconnaître plusieurs de moindre importance : ainsi les glaciers et icebergs, les polypes des coraux, les *protozoaires* à coquilles siliceuses ou calcaires : chacun de ces agents, si insignifiant qu'il paraisse, se montre en effet capable de produire peu à peu des changements terrestres d'une grande importance. Ainsi, le dernier pas de la géologie en avant l'a éloignée davantage encore des idées primitives. Au lieu d'une cause unique, agent de catastrophes et qui s'est exercée en une fois et partout, telle que la concevait Werner, au lieu d'une cause générale et à effets continus, combattue de temps en temps par une cause

qui se manifeste en des catastrophes, telle que la voulait Hutton, nous autres reconnaissons plusieurs causes, toutes plus ou moins générales et à effets continus. Nous ne recourons plus à des agents imaginaires pour expliquer les phénomènes présentés par la croûte terrestre ; seulement, avec une clarté qui croît de jour en jour, nous voyons que ces phénomènes sont nés de causes semblables à celles qui sont encore en action ; mais ces causes se sont combinées de toutes les façons pour agir, et cela durant un laps de temps démesuré.

Après avoir tracé cette esquisse du développement de la géologie, et déterminé la forme actuelle de cette science, considérons en quelle manière elle subit encore l'influence des grossières hypothèses d'où elle sortit ; comment aujourd'hui même, telle vieille doctrine, abandonnée en théorie, continue en fait à donner aux idées des géologues leur forme et à maintenir plus d'une croyance d'ailleurs insoutenable. Nous verrons comment ces conceptions simples et vastes, par où débuta la science, sont juste à la portée d'un commençant, et aussi comment diverses influences ont conspiré pour conserver dans les esprits l'embrouillement d'idées ainsi produit ; comment, en conservant la nomenclature primitive pour les périodes et les formations, on fait revivre les idées primitives qu'elle impliquait ; et comment, ayant besoin de mettre quelque ordre dans les données nouvelles, on en vint naturellement à les introduire de force dans les vieux cadres, malgré leur résistance manifeste. Quelques faits d'abord pour préparer la voie à notre critique.

Jusqu'en 1839, on crut, à voir leur structure cristalline, que

les roches métamorphiques d'Anglesea dépassaient en ancienneté toutes les roches de la grande terre voisine; mais depuis il a été prouvé qu'elles sont contemporaines des schistes et des grès de Carnarvon et de Merioneth. De même, la propriété du clivage en ardoises n'ayant été rencontrée d'abord que dans les roches les plus inférieures, on la prit pour le signe de la plus haute ancienneté : de là plusieurs graves méprises; car, on le sait maintenant, ce caractère minéralogique se trouve dans le système carbonifère. Enfin, certains conglomérats et grès rouges de la côte nord-ouest d'Écosse, que leur aspect lithologique a longtemps fait ranger dans le vieux grès rouge, sont aujourd'hui reconnus pour des siluriens inférieurs.

Par ce peu d'exemples, on voit combien peu il faut se fier aux qualités minéralogiques et les prendre pour indices des âges ou positions relatives des strates. Dans la troisième édition, récemment publiée, de la *Siluria*, on peut recueillir quantité de faits qui portent le même enseignement. Sir R. Murchison tient pour démontré que les pierres siliceuses de Stiper, dans le Shropshire, sont les équivalents des ardoises de Tremadock, dans la Galles-Méridionale. A en juger par leurs fossiles, l'ardoise et le calcaire de Bala sont contemporains du grès de Caradoc, dont le gisement est à 40 milles de là (64 kil.). Dans le Radnorshire, la formation classée sous le nom de roche supérieure de Llandovery est décrite différemment suivant les endroits : c'est tour à tour « un grès ou conglomérat », « un calcaire impur », « des grès durs à gros grains », « du grès siliceux » : voilà une bien grande variété de roches pour une aussi petite étendue que celle d'un comté! Certains lits de sable sur la rive

gauche de la Towy avaient été jadis classés par sir R. Murchison, dans son *système silurien* (évidemment d'après leurs caractères minéralogiques), comme grès de Caradoc : aujourd'hui, il les reconnaît à leurs fossiles pour appartenir à la formation de Llandeilo. Néanmoins la plupart continuent, les uns à faire, les autres à accepter, des raisonnements fondés sur les caractères minéralogiques. La *Siluria*, comme beaucoup d'autres livres de géologie, nous apporte quantité de faits d'où il ressort que des roches du même âge offrent souvent à quelques milles de distance des compositions très-différentes, tandis que des roches d'âges très-différents offrent souvent des compositions analogues; sir R. Murchison nous montre, par exemple dans le cas ci-dessus, que lui-même antérieurement a été induit en erreur pour s'être fié aux signes lithologiques : eh bien! avec cela, dans toute la *Siluria* il raisonne en homme qui trouve naturel de s'attendre à rencontrer dans des formations d'un même âge, si éloignées qu'elles soient, une structure chimique analogue. Ainsi, à propos des roches siluriennes du sud de l'Écosse, il dit : « Traversant en 1850 le pays entre Dumfries et Moffat, je vins à songer que le grès et le schiste durs, soit rougeâtres, soit pourpres, qui sont au nord de la première de ces villes, et qui ressemblent ainsi aux roches profondes du Longmynd, de Llanberis et de Saint-David, devaient être du même âge; » et plus loin il insiste sur ce fait, que ces strates « ont une composition exactement identique à celle des roches profondes de la région silurienne ».

C'est en vertu de cette identité de caractères minéralogiques que la formation écossaise est déclarée contemporaine des for-