

de la pluie, des fleuves. Les agents qui ont travaillé de tout temps à dénuder les continents et à combler les mers s'exerceraient alors aussi bien qu'aujourd'hui. Des séries infinies de strates ont dû se former. Et si nous demandons : Où sont-elles ? la nature répond fort clairement : Elles ont été détruites par ce même agent igné qui a fondu ou métamorphosé une si grande partie des plus vieilles strates connues.

C'est seulement le dernier chapitre de l'histoire de la terre qui est parvenu jusqu'à nous. Les chapitres précédents, si nombreux et remontant jusqu'à une immense antiquité, ont été consumés ; et avec eux toutes les traces de vie qui, nous pouvons le croire, y étaient contenues. La plupart des arguments qui auraient pu sustenter la controverse relative au développement sont perdus pour toujours ; et les raisons à tirer de la géologie ne décident ni pour ni contre.

« Mais, pourra-t-on demander, comment se fait-il qu'il reste tant de traces d'un progrès ? Comment se fait-il qu'en remontant des plus anciennes couches aux plus récentes nous trouvons une suite de formes organiques, sans doute irrégulière, et s'élevant pourtant des plus humbles aux plus nobles ? » Il semble difficile de répondre à cette question. Néanmoins, il y a lieu de croire qu'on ne peut rien tirer de sûr de ce progrès apparent. Et l'exemple par lequel nous allons le montrer fera voir aussi, croyons-nous, combien il faut peu se fier à certaines généralités de géologie qui semblent bien établies. Cet exemple, d'ailleurs un peu complexe et que nous allons donner, terminera bien nos critiques.

Supposons que, dans une contrée aujourd'hui recouverte par

un vaste océan, commence un de ces grands soulèvements lents, qui produisent de nouveaux continents. Pour plus de précision, imaginons que dans le sud du Pacifique, à mi-chemin entre la Nouvelle-Zélande et la Patagonie, le fond de la mer soit peu à peu exhaussé vers la surface et qu'il soit sur le point d'émerger. Quels sont les phénomènes géologiques et biologiques qui se succéderont vraisemblablement avant que ce fond en voie d'émerger devienne une autre Europe ou une autre Asie ?

D'abord, à mesure qu'une portion de la nouvelle terre arrive au niveau des vagues, celles-ci la dénudent rapidement : la matière molle ainsi enlevée est usée par les brisants, emportée par les courants locaux, déposée dans les eaux profondes d'alentour. Chaque petit soulèvement amènera des portions de terre nouvelles et plus grandes à la portée des vagues ; à chaque moment, les surfaces déjà dénudées perdront encore de nouveaux pans de terrain ; et, en outre, certains des dépôts ainsi récemment formés, étant élevés presque au niveau de l'eau, seront de nouveau balayés et précipités plus loin. A la longue, les roches plus dures de l'ossature du fond marin soulevé seront mises à découvert. Comme elles seront moins aisées à détruire, elles subsisteront au-dessus de la surface ; et sur leurs bords se produiront les phénomènes ordinaires : les roches se briseront et donneront du sable et des galets. Aussi, tandis que, durant cette lente élévation qui marchera à la vitesse peut-être de deux ou trois pieds par siècle, la plupart des dépôts de sédiment seront détruits et reformés bien des fois, au contraire, sur les terrains voisins d'affaissement (car toute élévation est accompagnée d'affaissements) se dépose-

ront, selon une série plus ou moins continue, des couches sédimentaires.

Et maintenant, quel sera le caractère de ces nouvelles couches? Évidemment, elles ne pourront contenir presque aucune trace d'êtres vivants. Les dépôts qui auparavant s'étaient formés avec lenteur au fond de ce vaste Océan ne devaient être parsemés que des fossiles d'un petit nombre d'espèces. La faune de l'Océan n'est pas riche : ses hydrozoaires ne peuvent se conserver; et quant à ses mollusques, crustacés et insectes, leurs parties dures sont très-fragiles. Aussi, quand le lit de l'Océan aura été soulevé par places jusqu'à la surface, quand ses couches de sédiment avec les fragments organiques qu'elles contiennent auront été usées et délayées par les brisants, puis déposées à nouveau; quand ces dépôts nouveaux, venant encore à être légèrement exhaussés, comme il arrivera d'ordinaire, auront été exposés à cette action violente et destructive; comment veut-on que les quelques débris organiques si fragiles enfouis dans ces couches n'aient pas été détruits à peu près sans exception? Ainsi donc, celles des strates primitives qui survivront aux changements répétés de niveau seront en fait « azoïques », comme le terrain cambrien de nos géologues. Une fois les dépôts mous balayés, une fois l'ossature résistante mise au jour sous forme d'îlots rocaillieux, des pionniers, apportant une forme nouvelle de la vie, trouveront où prendre pied et apparaîtront. Quels seront-ils? Ils n'appartiendront à aucune des espèces marines d'alentour, qui ne sont pas faites pour vivre sur les rivages, mais à des espèces vivant sur quelques côtes lointaines du Pacifique. Les premiers à s'établir

seront des plantes de mer et des zoophytes : leurs spores et gemmules, arrivant par masses, auront le plus de chances de faire heureusement la traversée, puis, une fois arrivés, de trouver une nourriture convenable. A vrai dire, les cirrhopodes et les lamellibranches, qui vivent de petits êtres dont la mer est partout peuplée, trouveront aussi à se nourrir là. Mais, sans parler d'une première infériorité de ces espèces plus élevées, à savoir leur nombre moins grand et leur moindre aptitude aux longs voyages, une autre différence bien plus grave, c'est que les individus sortis de ces germes-là ne se reproduisent que par l'union des sexes : c'est là un obstacle qui rend fort chanceux l'établissement de ces races. Les chances d'arriver les premiers à coloniser ces terrains sont en grande majorité pour des espèces qui, se multipliant par agamogenèse, peuvent avec un germe unique peupler une côte entière; presque toutes sont contre des espèces qui, ne multipliant que par gamogenèse, ont besoin d'arriver en foule considérable pour qu'un petit nombre d'individus survivent, s'unissent, se reproduisent. D'où je tire que les traces d'êtres vivants les plus anciennes que porteront les sédiments déposés près des nouvelles roches seront celles d'êtres fort humbles, comme ceux dont les roches les plus anciennes de Grande-Bretagne et d'Irlande gardent les traces. Imaginez maintenant que les phénomènes dont nous avons parlé continuent; que les terrains émergés deviennent de plus en plus vastes et soient bordés par des côtes de plus en plus diverses d'aspect; que les courants océaniques continuent à apporter, de loin en loin, des espèces immigrantes venues de rivages éloignés. Qu'en arrivera-t-il?

Le cours du temps rendra de plus en plus probable l'introduction de ces espèces nouvelles; car à la faveur du temps pourront se réunir ces conditions complexes et nécessaires qui, d'après la loi des probabilités, ne se réalisent que de loin en loin. En outre, le nombre des îles et l'étendue de chacune croissant toujours, la longueur des côtes ira grandissant; en d'autres termes, les points de contact avec les courants et les vagues qui apportent les objets flottants se multiplieront; ainsi il y aura de plus en plus de chances pour que les germes de nouvelles espèces viennent aborder.

De plus, sur ces côtes aux sites déjà variés, où les conditions physiques changent de mille en mille, des espèces bien plus nombreuses trouveront le séjour qu'il leur faut.

Ainsi, à mesure que le terrain s'élève, trois causes conspirent pour introduire de nouveaux végétaux et animaux de mer. Quelles sont les classes auxquelles, durant une longue période, sera réduite cette faune, qui va s'enrichissant? Naturellement, celles dont les individus, ou leurs germes, sont propres à être amenés de leurs côtes natales, si lointaines, sur quelque plante marine, sur quelque morceau de bois flottant; celles qui risquent le moins de succomber à la traversée ou au changement de climat, et celles qui sont le plus capables de subsister sur des rivages où les êtres vivants sont rares encore. Ainsi donc, ce sont les coraux, les annélides, les mollusques inférieurs, les crustacés des classes les plus humbles, qui composeront principalement la faune primitive. Les espèces plus dévastatrices et de plus grande taille, comprises dans ces mêmes classes, seront les dernières à s'établir :

d'abord, parce qu'il faut que les côtes se soient bien peuplées pour leur offrir une chasse abondante; puis à cause de leur complexité plus grande, qui les rend moins propres, elles ou leurs œufs, à résister au voyage et au changement de milieu.

Nous pouvons donc penser que les strates déposées après les couches presque « azoïques » contiendraient les restes d'invertébrés analogues à ceux qui se trouvent sur les côtes de l'Australie et de l'Amérique du Sud. Et même, de ces débris d'invertébrés, les étages inférieurs en présenteraient seulement quelques genres et appartenant à des types plutôt imparfaits; dans les étages supérieurs, au contraire, les genres seraient en plus grand nombre et de types plus élevés, comme il arrive pour les fossiles de notre système diluvien. Puis, ce vaste changement géologique poursuivant son cours, entrecoupé de tremblements de terre, de troubles volcaniques, de soulèvements et affaissements secondaires, l'archipel s'étendant et ses petits îlots s'unissant pour faire de grandes îles, tandis que sa ligne de côtes gagnerait encore en longueur et en variété, et que la mer alentour se peuplerait de plus en plus d'espèces inférieures, des représentants de la division la plus humble des vertébrés se montreraient. Dans l'ordre du temps, les poissons suivraient naturellement les vertébrés les plus bas, car leurs œufs sont moins propres à être transportés à travers un désert aquatique, et, pour subsister, il leur faut une faune préexistante et déjà développée. Ils apparaîtraient sans doute avec les crustacés de proie, comme on le voit dans les roches siluriennes les plus élevées.

En outre, il est bon d'en faire ici la remarque, comme durant cette longue période que nous avons décrite la mer aurait envahi sur de vastes étendues celles des terres nouvellement soulevées qui seraient demeurées immobiles, comme elle aurait vraisemblablement atteint sur quelques points des roches ignées ou métamorphiques, ces roches pourraient, dans le cours des temps, se trouver décomposées et démolies, et il en résulterait des dépôts locaux, colorés par l'oxyde de fer, tels que notre grès rouge ancien. Et dans ces dépôts pourraient se trouver enfouis les restes de poissons, comme ceux qui habitaient alors la mer alentour.

Pendant ce temps, comment se peuplerait la surface des masses surélevées? Ces déserts de rochers nus et de galets ne porteraient d'abord que les plus humbles formes du règne végétal, comme celles que nous voyons faire des taches grises ou rouges sur les flancs raboteux de nos montagnes, car seules elles pourraient fleurir sur de tels espaces, et seules leurs spores y seraient aisément apportées. Puis ces protophytes, venant à pourrir, non sans avoir décomposé la roche, prépareraient une surface convenable pour des mousses; celles-ci, leurs germes étant amenés par des arbres flottés, commenceraient à s'étendre. Ainsi se créerait à la longue un sol, et là, des plantes d'une organisation plus complexe trouveraient où prendre racine; alors, grâce à l'étendue de l'archipel et de chaque île, qui irait croissant, comme on a vu, grâce à la prise de plus en plus complète qu'ils offriraient aux vents et aux eaux, quelques graines de ces plantes supérieures finiraient bien par être apportées des terres les plus voisines. La surface ayant été ainsi colonisée par

une flore commençante, quelques insectes pourraient déjà y subsister; et, de tous les êtres qui respirent dans l'air, les insectes évidemment seraient les premiers à trouver leur voie depuis leur lieu d'origine.

Comme toutefois les organismes terrestres, végétaux et animaux, sont bien moins propres que les organismes marins à survivre aux accidents d'une longue traversée, évidemment la mer entourant les nouvelles terres aura depuis longtemps une flore et une faune variées, que les terres elles-mêmes seront encore nues, en comparaison; aussi les premières couches, semblables en cela à nos siluriens, ne porteront pas traces d'êtres terrestres. Mais, dans le temps qu'il aura fallu pour élever au-dessus de l'Océan de vastes surfaces, nous pouvons bien admettre qu'une végétation luxuriante s'y sera établie. Quelles seront les circonstances nécessaires pour que nous puissions vraisemblablement trouver cette végétation à l'état de fossile? Là où il y a de vastes surfaces de terres, il y a des rivières, avec leurs deltas ordinaires; il peut y avoir des lacs et des marais; toutes conditions, nous le voyons par des exemples contemporains, favorables à une végétation prospère, et telles qu'il les faut pour la conserver sous la forme de lits houillers. Ainsi donc, chose à noter, s'il est peu probable que dans les premières annales d'un tel continent il dût se rencontrer une période carbonifère, au contraire, elle apparaîtrait vraisemblablement après une longue suite de soulèvements qui auraient mis à découvert de vastes surfaces. Ainsi qu'il arrive dans notre série sédimentaire, les couches de houille ne se montreraient pas avant que se fussent amassées en quantités prodigieuses

gieuses des couches plus anciennes, chargées de fossiles marins.

Maintenant, voyons d'abord selon quel ordre apparaîtraient les formes supérieures du règne animal. Nous avons vu comment, dans la succession des espèces marines, il y aurait une sorte de progrès de l'inférieur au supérieur, dont le terme le plus élevé serait une faune comprenant des mollusques de proie, des crustacés, des poissons. A la suite des poissons, quels animaux viendrait-il? Après les animaux marins, ceux qui auraient le plus de chances de survivre à la traversée seraient les reptiles amphibies, d'abord parce qu'ils ont la vie plus dure que les animaux supérieurs, puis parce qu'ils seront moins entièrement étrangers à l'élément où se fait le voyage. Des reptiles faits pour vivre indifféremment dans l'eau douce ou salée, tels que les alligators; ceux qui sont emportés au large de l'embouchure des grands fleuves sur des arbres flottés, comme il arrive, selon Humboldt, aux alligators de l'Orénoque : tels seraient sans doute les premiers colons.

Il est encore évident que des reptiles d'autres espèces seraient parmi les premiers vertébrés qui peupleraient le nouveau continent. Imaginons un de ces trains naturels de bois, couverts de terre et de matière végétale arrangée en une sorte de plancher, comme ceux que jettent parfois à la mer des courants tels que le Mississipi, avec des passagers vivants logés çà et là. Les animaux actifs, à sang chaud, d'une organisation élevée, périront bientôt par la faim et les intempéries; les êtres inertes, à sang froid, qui peuvent durer longtemps sans nourriture, se conserveront peut-être des semaines; ainsi, sur un certain nombre d'occasions, qui de temps en temps, durant

une longue période, doivent se présenter, les reptiles réussiront les premiers à aborder sains et saufs des rivages étrangers : et, en fait, c'est là, on le sait, ce qui leur arrive parfois. La traversée pour les mammifères est bien chanceuse : aussi leur arrivée est beaucoup moins probable; même elle n'aurait vraisemblablement jamais lieu, si le nouveau continent ne venait à grandir et à diminuer la distance qui sépare ses côtes des terres voisines, ou si des îles ne se formaient dans l'espace intermédiaire, ce qui accroît leurs chances de survivre.

Pourtant supposons que l'immigration devienne facile, autant du moins qu'il est nécessaire : quels seraient les premiers mammifères qui arriveraient et qui vivraient? Ce ne seraient pas les grands herbivores, car, si par quelque hasard ils arrivaient jusqu'à la mer, ils seraient bien vite noyés; ni les carnivores : quand ils survivraient au voyage, ils ne trouveraient pas la nourriture qu'il leur faut. Ce sont certains petits quadrupèdes, vivant sur les arbres et se nourrissant d'insectes, qui auraient le plus de chances d'être emportés loin de leur contrée natale et, arrivés sur une terre nouvelle, d'y trouver de quoi vivre. Certains mammifères insectivores, de la taille de ceux qu'on trouve dans le trias et le schiste de Stonesfield, seraient sans doute les premiers pionniers de la race des vertébrés supérieurs. Supposons enfin que les communications deviennent plus faciles encore, soit que le fond du détroit s'élève de nouveau, ce qui multiplierait les îles, soit que, par une suite de soulèvements, le nouveau continent se rejoigne matériellement avec un ancien; alors enfin afflueront les grands et plus parfaits mammifères.

Ce n'est là qu'une esquisse bien grossière d'une suite d'événements qui serait fort compliquée et délicate; plus d'une des propositions que j'ai avancées soulève des objections auxquelles je ne puis ici répondre, faute de place; pourtant, on ne saurait le nier, c'est là une sorte d'histoire du développement de la vie sur le nouveau continent que nous imaginons. Tous détails à part, une chose est claire: c'est que les organismes simples, ne réclamant pour prospérer que des conditions fort simples, seraient les premiers à réussir dans la colonisation; que les organismes plus complexes, ne pouvant subsister que par la réunion de conditions plus complexes, s'établiraient après, et successivement, selon une série à peu près ascendante. D'un côté, tout est facile: les nouveaux individus peuvent arriver sous la forme de petits germes; ils sont en nombre infini; ils sont répandus dans la mer; sans cesse les courants de l'Océan les entraînent dans toutes les directions à de grandes distances; ils peuvent supporter ces longs voyages sans en souffrir; où qu'ils arrivent, ils trouvent leur vie; les organismes qui en sortent, enfin, se multiplient, sans union de sexes, et fort rapidement. A l'autre extrémité de l'échelle, tout est difficulté: les nouveaux individus doivent être amenés sous leur forme adulte; le nombre en est, à comparaison, tout à fait peu de chose; ils vivent sur terre et ne sont guère exposés à être charriés jusqu'à la mer; même arrivés là, ils ont bien peu de chances d'échapper à la mort par l'eau, par la faim ou par le froid; s'ils survivent à la traversée, il leur faut une flore ou une faune spéciale, qui leur fournisse leur nourriture propre; diverses autres conditions physiques ne leur sont pas moins

nécessaires; et enfin, s'il n'arrive pas que deux individus au moins, et de sexes différents, abordent sains et saufs, la race ne peut s'établir. Ainsi donc, à mesure qu'on s'élève dans l'échelle des êtres, l'immigration réclame, pour réussir, à chaque degré, quelque condition de plus; les chances de succès vont donc diminuant avec une extrême rapidité; et l'immigration de chaque espèce, par suite, sera séparée de celle de la précédente par une période de la durée des âges géologiques.

C'est ainsi que les dépôts successifs de sédiment, formés durant l'exhaussement graduel du continent nouveau, semblent fournir la preuve évidente d'un progrès général dans les espèces vivantes. Mais, en réalité, des terres ainsi soulevées au milieu d'un vaste océan donneraient naissance d'abord à des couches sans fossiles, puis à des couches ne renfermant que les espèces marines les plus basses, ensuite à des couches renfermant les espèces marines supérieures et allant jusqu'aux poissons; les couches situées au-dessus offriraient des reptiles, puis de petits mammifères, enfin de grands mammifères: c'est là, à mon avis, ce qu'on peut déduire avec sûreté des lois de la vie organique.

Si donc la succession des fossiles offerts par les couches de ce nouveau continent imaginaire doit être ainsi l'image de celle qu'offre notre série sédimentaire, n'est-on pas en droit de croire que notre série sédimentaire pourrait bien être le témoin des phénomènes qui accompagnent un de ces grands soulèvements, sans plus? La chose n'est pas seulement possible; à mon sens, elle est fort probable: elle s'accorde avec l'irréfutable conclusion où nous sommes arrivés plus haut, que

les changements géologiques ont dû prendre pour s'accomplir un temps prodigieusement supérieur à celui dont nous possédons des souvenirs. Et, si l'on accorde quelque probabilité à cette conclusion, il faut alors le reconnaître : jamais les faits de la paléontologie ne suffiront à établir, non plus qu'à renverser, l'hypothèse du développement; tout ce qu'ils peuvent faire, c'est de montrer si les toutes dernières pages des annales de la vie sur la terre sont ou non d'accord avec cette hypothèse, si la flore et la faune actuelles peuvent, oui ou non, être rattachées par une filiation à la flore et à la faune des âges géologiques les plus récents.

VII

LA PHYSIOLOGIE TRANSCENDANTE

(National Review, octobre 1857.)

Son objet : les lois premières de la vie. — Exemples de ces lois : 1° rapport entre le développement d'un organe et son activité; 2° hérédité; 3° tout vivant vient de l'union de deux cellules en un œuf; 4° il se développe en devenant d'homogène hétérogène.

Etude de cette dernière loi : Tout développement comprend des *différenciations* de parties, suivies d'*intégrations* des parties ainsi produites. — Intégration *longitudinale*. Intégration *transversale*. Leur combinaison. — Principe de l'intégration, l'*identité de fonction* des éléments intégrés. Exceptions apparentes.

Rapport de l'individu à son milieu, même loi. — Il s'en différencie de plus en plus par sa structure, sa forme, sa composition chimique, sa densité, sa température, sa motilité. De là son aptitude à réagir.

I. APPLICATION DE LA MÉTHODE A PRIORI A LA PHYSIOLOGIE. — Exemples : Parmi les animaux volumineux, toute espèce active aura un appareil *respiratoire*, un *estomac*, un système *circulatoire*. — En général, des conditions essentielles de la vie, découvertes par induction, on peut déduire certaines lois encore inconnues.

Premier principe de toute organisation : *instabilité de l'homogène*. — Homogénéité des germes. — Leur instabilité chimique. — Pourquoi tendent-ils à une *hétérogénéité ordonnée*? C'est que les unités organiques doivent s'adapter chacune à sa situation propre, ou se décomposer. — Nécessité d'un second principe : adaptations des ancêtres, transmises par hérédité.

Autre application. — La *corrélation des formes* est-elle nécessaire? — Cuvier l'affirme; emploi de cet axiome en paléontologie. — Objection de Huxley. — Examen de la question. Fausse accusation d'athéisme contre la doctrine de Huxley. — Pourquoi les vraies corrélations nécessaires sont très-rares. — Dans un mécanisme, surtout compliqué, une même fin peut être atteinte par des combinaisons de moyens fort diverses; et inversement une même influence extérieure peut y provoquer des altérations fort variées, sans qu'on puisse prévoir laquelle.

II. AIDE MUTUELLE QUE PEUVENT SE PRÊTER LA PHYSIOLOGIE ET LA SOCIOLOGIE. — Caractère fondamental commun aux êtres vivants et aux corps sociaux :