

Zeitschrift: Actes de la Société jurassienne d'émulation
Herausgeber: Société jurassienne d'émulation
Band: 63 (1959)

Artikel: L'évolution de la terre et de la vie
Autor: Krähenbühl, Charles
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-558758>

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: 12.01.2026

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

L'ÉVOLUTION DE LA TERRE ET DE LA VIE

PAR

CH. KRÄHENBÜHL

Dr méd. à St-Imier



L'ÉVOLUTION DE LA TERRE ET DE LA VIE

Le doute sur les choses qu'il nous importe de connaître est un état trop violent pour l'esprit humain ; il n'y résiste pas longtemps, il se décide malgré lui de manière ou d'autre et il aime mieux se tromper que de ne rien croire.

J.-J. Rousseau.

Avant-propos

Pour se faire une idée générale sur les aventures de la Terre et de la Vie sur la Terre, depuis leur genèse jusqu'à nos jours, il faut lire une somme considérable d'auteurs savants. Lorsque ces lectures s'échelonnent tout le long d'un demi-siècle, il est parfois difficile de se souvenir qu'elle part revient à tel ou tel auteur et quelle part, bien modeste à vrai dire, revient à ses propres considérations. En tout état de cause, L'Evolution de la Terre et de la Vie ne peut être qu'un essai d'interprétation de découvertes et d'observations notées depuis des siècles par une légion imposante de savants de tous les pays.

Quant aux théories rappelées au cours de ces pages, concernant la naissance, l'évolution et l'avenir du monde, elles valent ce que valent toutes les théories. Pour l'instant, elles s'accordent avec l'état actuel de nos connaissances et sont donc, ipso facto, susceptibles d'être modifiées, sinon complètement renversées dès que de nouvelles découvertes feront chanceler leurs bases. Aucune théorie n'a d'ailleurs jamais été proposée sans donner lieu à d'âpres controverses et à de sévères critiques dans le monde savant. Certaines théories, toutefois, ont résisté à ce feu croisé et paraissent définitivement assises. Telle, la théorie sur l'évolution de la Terre et de la Vie sur la Terre. On peut dire plus, l'Evolution a cessé de revêtir un caractère spéculatif, philosophique, depuis que le principe de Carnot-Clausius, le second principe de thermodynamique lui confère la valeur d'un théorème

fondamental, universel. « Car, sans lui, tout l'édifice de notre science de la matière chancelle et menace de s'écrouler. » (Lecomte du Noüy).

La tentative « de faire le point » pour nous-même dans toutes les questions soulevées par l'Évolution, nous a permis d'introduire la discussion sur un sujet précis ou l'autre aux séances de juin de l'Émulation. La section Erguel a conservé l'excellente coutume des premiers émulateurs en réservant, dans son plan d'activité, une séance d'émulation authentique, comme elle était pratiquée autrefois. La séance de clôture de la saison de conférences est convoquée au début de juin, au mazot du CAS, à Mt-Soleil. Chacun arrive avec son étude en poche, sinon en tête. Et, lorsqu'un sujet a été introduit, la discussion est ouverte et les idées s'entrechoquent. L'intérêt qu'ont éveillé les problèmes touchant à l'Évolution nous a engagé à résumer nos notes sur cette passionnante étude. Toutefois, la rédaction de ces notes a été ordonnée de façon à pouvoir offrir un « Cours sur l'Évolution » à l'Université populaire jurassienne. Ce cours s'est donné durant le semestre 1958/59. Il forme l'armature des pages qui vont suivre.

Bibliographie

1. Darwin, *Sur l'Origine des Espèces*.
2. Haeckel, *Histoire de l'Évolution humaine*.
3. Haeckel, *Monisme*.
4. Guyénot, *L'Évolution de la Pensée scientifique*.
5. Goury, *Origine et Évolution de l'Homme*.
6. Breuil et Lantier, *Les Hommes de la Pierre ancienne*.
7. G. Montandon, *L'Homme préhistorique*.
8. R. Furon, *La Paléontologie*.
9. Reed et Lucas, *Les Etapes des Espèces animales*.
10. Laparent, *Abrégé de Géologie*.
11. Teilhard de Chardin, *Le Phénomène humain*.
12. Guillermond et Mangenot, *Biologie végétale*.
13. Lecomte du Noüy, *L'Homme devant la Science*.
14. Lecomte du Noüy, *L'Avenir de l'Esprit*.
15. *L'Ere atomique*, Labarthe, Moles, Grégoire, etc.
16. Evry Schatzmann, *Origine et Évolution des Mondes*.

Dans le texte, les chiffres entre parenthèses désignent les auteurs ci-dessus, auxquels on fait un emprunt.

I. De l'Evolution

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il n'est pas superflu, pensons-nous, de préciser ce que l'on entend par *Evolution de la Terre et de la Vie*. Pour cela, nous allons choisir une voie facile à suivre et prendre un exemple en nous-mêmes. Ensemble nous allons nous reporter en pensée au temps de notre plus tendre enfance et tenter de nous souvenir de ce qui s'est passé en nous. Il faut déjà faire un effort considérable pour essayer de fixer le moment où nous ne savions pas encore lire, puis à nous placer à l'époque où le monde ne dépassait guère, en dimensions, les murs de la maison et le cercle familial. Plus en arrière encore, il fut un moment où nous ne prenions aucune connaissance des choses. Nos yeux en s'ouvrant pour la première fois ont dû être épouvantés en recevant pêle-mêle le choc du premier rayon de lumière et des objets hétéroclites et bien éclairés, ne représentant encore pour nous strictement rien.

Puis, inversement, le temps qu'il a fallu pour tourner les yeux vers la lumière, encore plus au sens figuré qu'au sens propre, pour reconnaître le visage souriant d'une mère, pour retrouver les objets familiers, puis pour apprendre à les connaître, ce temps, disons-nous, s'étale sur des jours, des mois, des années... Il en est de même du temps qu'ont pris la connaissance et la reconnaissance du monde le plus proche de la maison paternelle, dont les limites, repoussées toujours plus loin vers l'inconnu, ne s'arrêteront après les ans qu'au moment où notre esprit ne sera plus capable de saisir l'infini. L'infini de l'Univers, mais aussi l'infini de l'Espace et du Temps. L'infini dans l'Immensité, mais aussi l'infini dans la Petitesse. L'infini faisant sauter les axes aux trois dimensions en ajoutant la notion de Durée. Notions que nous impose le courant de la Vie. Infini enfin en arrière de nous, mais infini aussi au-devant de nous, où le Temps, dans les deux sens, n'est plus que le quotient de l'Espace divisé par le Mouvement.

Voilà, en très bref résumé, une face de l'Evolution de notre esprit. De simple perception des sens, il a appris à voir, à connaître, à réfléchir, mais surtout à se rendre compte qu'il voit, à se rendre compte qu'il connaît et à se rendre compte qu'il est capable d'opérer une abstraction. Or, ce raccourci de l'évolution de notre propre intelligence n'est, à son tour, qu'un abrégé qui reflète l'évolution de l'Esprit humain.

Il paraît à peine vraisemblable qu'il y a deux siècles, soit l'espace de six générations, nos aïeux dissertaient de la structure des

Mondes en se trouvant parfaitement à l'aise dans l'espace limité et cubique qu'ils lui attribuaient. La Terre en occupait le centre et contemplait les astres tourner en rond autour d'elle. Ahurissant nous paraît aussi leur estimation de l'âge de la Terre. Elle portait allégrement, pensaient-ils, son sixième millénaire. Nous savons aujourd'hui qu'il y a six mille ans, de l'Inde et de l'Égypte rayonnait déjà une brillante civilisation. Il a suffi du génie de Galilée pour rompre les limites de la proximité encerclante du Monde d'alors, pour que l'esprit humain s'ouvre à la conception de l'infini. Et, ce qui paraît très curieux, en libérant les cieux de ses étroites frontières, faisant ainsi surgir l'Immensité, symétriquement, l'Infime aussi avait jailli du même coup.

Cette nouvelle conception du Monde n'était pas en elle-même de nature à modifier la conception de l'âge du Monde. Au XVIII^e siècle, Buffon composa sa première *Histoire naturelle*. Dans le chapitre consacré à l'« Histoire des époques de la Nature », certaines difficultés se firent sentir à placer ces « époques » dans les limites des six mille ans assignés à l'existence de la Terre. A leur tour, les barrières qu'on aurait élevées au Temps allaient craquer et livrer de nouveaux siècles à l'histoire de la Terre. L'âge du Monde passa de 6.000 à 62.000 ans. On serait tenté de sourire de l'apparente candeur de Buffon en face de l'estimation actuelle de l'âge de la Terre qui s'exprime par cinq fois dix à la puissance neuf (5×10^9), soit 5 mille millions d'années. En 1778, bien au contraire, Buffon a fait preuve d'un grand courage, risquant le même anathème qui avait frappé Galilée en 1610, lorsqu'il eut l'audace de déplacer le centre du Monde, de la Terre sur le Soleil. En tout état de cause, à la fin du XVIII^e siècle, les barrières du Temps et les murailles de l'Espace étaient rompues. Refoulées de plus en plus, ces limites devaient peu à peu et conjointement s'effacer dans un flou grandissant à mesure que l'on pénétrait plus en arrière dans le passé. (11). Quelques points de repère, à peine plus précis, en jalonnent le chemin. Le premier est le moment où, de la boue originelle où plongent ses racines, l'arbre de la Vie émerge du règne minéral. Le second est l'instant où la matière s'agglomérant, les Mondes ont pris naissance. Le troisième jalon correspond à cette aurore imprécise où les oscillations de particules énergétiques se sont transmutes en matière. Au-delà, tout devient flou, incertain, si ce n'est une entité métaphysique qui plane sur les abîmes spaciaux et semble leur imposer des principes, sinon des lois.

Mais, que les frontières du Temps et de l'Espace soient abolies, on peut se demander quel avantage il faut attendre de cet élargissement ? En effet, il semble à première vue que les objets pouvaient se mouvoir à l'intérieur du cube mondial de nos aïeux, avec autant d'aisance que dans l'actuelle absence de limites. Et pourtant, sous l'influence de la Biologie, les enchaînements mêmes de la Vie, comme les enchaînements de la Matière, découverts en plein XIX^e siècle,

auraient forcé les limites du Monde, si le XVIII^e siècle ne les avaient déjà fait éclater. Car, ainsi le dit admirablement Teilhard de Chardin, « le moindre atome de Carbone est fonction, en nature et en position, du processus sidéral total ; la moindre Bactérie est si structurellement mêlée à la Vie, que son existence ne saurait être annulée, par hypothèse, sans que se défasse, ipso facto, le réseau entier de la Biosphère. La distribution, la succession, la solidarité des êtres naissant de leur propre concrescence dans une genèse commune. Le Temps et l'Espace se rejoignent organiquement, pour tisser tous les deux ensemble l'Etoffe de l'Univers. »

Voilà ce que nous apercevons aujourd'hui par delà la cellule et l'atome, voilà jusqu'où plongent les débuts de l'Evolution.

Pour beaucoup, l'Evolution n'est encore que le transformisme de Lamarck, ou l'influence du milieu et la sélection sexuelle de Darwin, ou encore les essais d'anatomie comparée de Cuvier, créant les bases à la paléontologie de Boucher de Perthes. Certes, ce ne sont plus ces conceptions locales et caduques qui sont capables de rejoindre l'Evolution, adaptée aux nouvelles mesures de l'Univers. Car l'Evolution n'est plus le fief gardé de l'histoire naturelle. Toutes les sciences, actuellement, participent et contribuent à son étude : la Paléontologie, la Géologie, la Chimie, la Physique, les Mathématiques, la Zoologie, la Botanique et jusqu'à la Sociologie et l'Histoire des religions. « L'un après l'autre tous les domaines de la connaissance humaine s'ébranlent, entraînés ensemble par un courant de fond, vers l'étude de quelque *développement*. Une théorie, un système, une hypothèse l'Evolution ?... Non point : mais bien plus que cela, une condition générale à laquelle doivent se plier et satisfaire désormais, pour être pensables et vrais, toutes les hypothèses, tous les systèmes. Une lumière éclairant tous les faits, une courbure que doivent épouser tous les traits : voilà ce qu'est l'Evolution » (11).

Ainsi, la connaissance a accès, depuis un siècle et demi, à un cadre de dimensions nouvelles. Pour pénétrer dans cet Univers entièrement refondu, l'Esprit humain, si l'on peut dire, a dû emboîter le pas derrière l'expansion de l'Univers. Mais, avant d'aborder les faits scientifiques jalonnant la route de l'Evolution, il faut bien se pénétrer de l'idée que ces faits, et ces faits seuls, constituent l'armature de toute science. Il est également nécessaire de reconnaître que ce n'est qu'en multipliant ces faits et en ne les perdant pas de vue, que l'on peut faire progresser la science.

Une autre remarque peut encore se placer en cet endroit : la connaissance des faits ne peut s'acquérir qu'à travers un récepteur et ce récepteur est la personnalité humaine. Or, aucun récepteur n'est parfait. Il s'en suit que toute connaissance, en passant par nos sens, prend des dimensions à notre mesure. La présomption que les hommes ont un organisme assez comparable pour leur permettre de percevoir les excitations sensorielles de la même façon, est favorable

au fait que nous admettons généralement que la perception est semblable pour chacun d'entre nous. Toutefois, on ne peut se libérer d'une arrière-pensée, nous portant à dire que la science pure s'arrête là où l'interprétation commence, tant il paraît évident que la personnalité humaine, cette réalité si puissante et si mystérieuse, influe sur la qualité du récepteur qui fonctionne en elle. C'est pourquoi il est impossible de considérer un fait en dehors de l'Homme, puisqu'il ne peut en prendre connaissance qu'à travers ses sens. De sorte que sujet et objet s'épousent et se transforment mutuellement dans l'acte de connaissance. Aussi, lorsqu'il s'agit, comme dans le cas présent, de demander les éléments de notre connaissance de l'Evolution à un grand nombre de savants, est-il indiqué de ne les demander qu'aux chercheurs les plus autorisés et les plus probes. Il faut rassembler les faits les plus authentiques, les soumettre à une critique serrée et se garder de vouloir s'en servir prématurément comme base à toute spéculation philosophique. Cela conduit inévitablement la science à considérer tous les faits dans un ensemble complet et harmonieux et capable ensuite d'en faire une synthèse qui met en pleine lumière la grandeur et la beauté de la Création. Car l'analyse ne paraît pas une fin en soi. L'Esprit humain qui s'en sert quotidiennement n'en utilise toutes les ressources que pour mieux coordonner la synthèse.

L'analyse d'abord. Un observateur quelconque perçoit que l'arrangement des parties de l'Univers se meut dans un système qui est un sujet constant d'émerveillement. La science, en analysant cet engendrement a découvert qu'il se continue dans un espace sans limites, dans un temps qui ne peut coïncider avec la naissance de la Matière et qui se prolonge dans l'avenir dans des proportions identiques. Ce système de l'Univers s'étend à l'infiniment grand comme au vertigineux petit. C'est dans cette vertigineuse petitesse que, dans l'analyse, les éléments primordiaux seront rejoints. Ils apparaîtront ainsi que les mailles du tissu cosmique (11). Sur ces éléments primordiaux se constitue un ensemble organisé par composition progressive où l'élément est alors subordonné aux unités d'ordre supérieur. C'est alors qu'interviendra la synthèse. Car, à perte de vue, l'Univers forme cet ensemble qui va s'imposer de plus en plus comme un Tout (11).

Notre ambition serait de donner à ce Tout une interprétation cohérente, expressive et qui exprime finalement les apparences actuelles de la Terre ; puis de faire ressortir la position naturelle de l'Homme dans ce Monde expérimental et enfin de faire sentir que l'Esprit est appelé à dominer l'Univers, si l'Homme veut toutefois profiter des faveurs dont il est l'objet. Et pourtant, on peut déjà se poser la question à savoir s'il les mérite encore et si, en le laissant arriver à la construction de la bombe atomique, le Créateur n'est pas en train de les lui retirer !

II. Origine de la matière

L'Univers est composé de Mondes superposés. Lorsque nous parlons du Monde, il s'agit en général de notre planète et du système solaire dont elle dépend, et non de l'Univers.

L'origine de l'Univers ne peut se concevoir sans admettre préalablement l'existence d'une Matière sur laquelle les forces créatrices allaient exercer leur puissance. La matière, à l'état le plus élémentaire, s'impose à l'esprit comme étant de nature particulière, comme une poussière aux grains distincts et pourtant liés et prodigieusement actifs. L'image nous en est offerte par la constitution même de l'atome, image devenue commune avec son noyau, ses électrons, ses protons et ses neutrons. Image vertigineuse en petitesse de la matière qui constitue l'Univers palpable. Le physicien a pu rejoindre cette forme originelle de la matière, sans rencontrer les mêmes lacunes que le biologiste recherchant les formes originelles de la Vie. Cela tient au fait que la matière passe par des états réversibles, tandis que les phénomènes vitaux sont irréversibles. Sur une grande échelle, on peut reproduire les états par où la matière a passé, soit par analyse, soit par synthèse de sorte que la chaîne n'a point de chaînons manquants. De la même façon qu'en remontant aux sources de la Vie on arrive inévitablement à l'être unicellulaire, sortant de la vase originelle, ainsi en recherchant l'origine de la matière on aboutit à l'atome. Mais, l'atome n'est plus le point final de l'analyse. Depuis longtemps les physico-chimistes faisaient allusion à la force prodigieuse potentialisée en lui. La vraie mesure de la force de l'atome et sa vraie signification nous ont été brutalement révélées par la catastrophe d'Hiroshima, le 6 août 1945. Ce cataclysme a dévoilé d'un seul coup au profane le sens précis du principe initial de la matière universelle : *l'Energie*.

L'Energie, avec une probabilité croissante, apparaît comme la forme la plus primitive de la matière. Logiquement, rien ne s'oppose à ce que cette forme initiale de la matière ait également une structure particulière d'une unité parfaite, telle que chaque particule soit semblable à une autre particule, comme une goutte d'eau est semblable à une autre goutte d'eau. A ce stade initial, la matière est aussi ramenée à une homogénéité parfaite. Unité parfaite, homogénéité parfaite : tels paraissent les caractères fondamentaux des éléments énergétiques. Mais chaque élément du Cosmos n'existe qu'en fonction du tissu qu'il forme avec les autres éléments dans un système s'étendant aux unités d'ordre supérieur et englobant finalement, comme dans

un bloc, la totalité de la matière tangible. « La matière forme structurellement un Tout » (Teilhard de Chardin).

Mais un « tout » semble imposer l'idée de *limites*. En effet, la représentation que nous nous faisons d'un Univers sans limites, qui se perd au-delà de nos investigations, dans un dégradé infini, nous paraît sans bornes, selon toute probabilité, uniquement parce que nous sommes encore incapables d'émerger de la matière. En outre, dans le cas d'un « tout », l'Energie pourrait alors s'exprimer par une somme que les physiciens d'ailleurs se croient déjà en mesure de pouvoir calculer. Cette quantité d'énergie, comme la totalité de la matière, seraient alors des valeurs constantes, d'autant plus que l'Energie vient de nous apparaître comme la forme initiale de la Matière.

Ainsi, on est conduit à l'idée fondamentale de l'unité de la Matière cosmique. « L'homme, disait Paracelse, ne devrait pas savoir compter plus loin que *un* ». Par là, il exprimait ce rêve d'unité de la matière poursuivi par les alchimistes. On peut ironiser sur les alchimistes, leur matériel primitif, leurs méthodes naïves, il n'empêche que ce sont eux qui ont maintenu à travers les siècles jusqu'aux récentes conquêtes de la science le concept de l'unique à travers le divers, d'une unité fondamentale à travers la diversité des aspects. La chimère d'une transmutation, dont ils guettaient le miracle dans leurs pauvres cornues (mis à part le côté romanesque de la fabrication de l'or), ne traduisait rien d'autre que la recherche de cette unité. Cette même unité hantait déjà les philosophes ioniens quand ils tentaient de découvrir un élément qui fût à la base de toutes choses... la Terre ? l'Eau ? le Feu ?

Les constituants de cet élément primordial sont formés de rayons lumineux. Ce sont les parties les plus petites d'Energie, des grains de lumière ou des grains d'énergie, ainsi que s'exprime Planck. Et le grain primordial est constitué par le plus petit « paquet de rayonnement possible ». Au-delà de cette quantité, rien n'est plus émis. C'est le « quantum » du physicien, l'atome de lumière, en donnant au mot *a-tome* son sens originel : qui ne peut plus être divisé. Avec cet atome de lumière, on arrive au seuil de la causalité, au-delà duquel il n'y a plus que le jeu des phénomènes.

Les quanta, considérés comme les plus petites particules pondérables, sont, selon toute probabilité, les premières matérialisations de l'Energie, les archétypes de la Matière, le point de départ du Cosmos, du Monde scientifique. Une fois matérialisée, l'Energie, par une complexification progressive, prend des valeurs toujours plus élevées qui vont produire des particules électriques, les électrons, des particules plus concentrées, les protons, les neutrons...

Pour utiliser un concept, pour que notre intelligence puisse le manipuler, en sortir quelque chose, il faut qu'il parle à l'imagination. De préférence, il faut qu'il corresponde à une image simple. C'est pourquoi, afin de concevoir les *êtres* de la physique, on a été amené

à se les représenter comme des objets. Quand en les rapprochant, on s'est aperçu qu'ils n'avaient ni forme, ni matière, la représentation matérielle a disparu de la théorie scientifique, mais elle est restée dans notre esprit (15). Nous savons que les atomes ne sont pas des sphères, des billes, mais nous continuons à raisonner avec eux comme s'ils étaient des billes. C'est une opération de l'esprit qui s'appelle *comprendre*. C'est d'ailleurs tellement commode d'avoir une représentation matérielle, pour la démonstration, que l'effort de vouloir s'en passer n'est pas même recommandable.

Ainsi, continuons à nous représenter les particules constituant l'atome comme de minuscules billes, comme les plus minuscules grains imaginables, transportant une charge d'électricité. Cette électricité peut être positive ou négative. Suivant le signe $+$ ou $-$ de leur charge, ces billes ont la propriété de se comporter différemment. En effet, une bille chargée d'électricité négative (qu'on appelle *électron*) attire une bille chargée d'électricité positive (appelée *positron*). En revanche, deux électrons chargés négativement se repoussent, de même que deux électrons portant la même charge positive. Ils obéissent ainsi aux principes élémentaires d'électricité. En parlant d'électron, tout court, il s'agit toujours d'électron négatif. Les électrons négatifs sont le constituant normal du courant électrique, qui n'est autre qu'un flux d'électrons à travers les atomes d'un fil métallique. A titre de curiosité, ajoutons que lorsqu'on parle d'un courant d'un ampère, cela correspond au passage dans le fil et à travers une section de ce fil de 10^{19} électrons à la seconde, soit de 1 suivi de vingt zéros ! (15).

L'électron positif est rare, car aussitôt créé, il se lie à un électron négatif et disparaît. Il garde de ce fait un caractère fantomatique, métaphysique. Cette matière infinitésimale que sont les électrons va se combiner et former une particule beaucoup plus substantielle : le *neutron*, une bille 1850 fois plus lourde que l'électron. Cette nouvelle bille ne porte aucune charge électrique. Elle est donc neutre, d'où son nom de neutron.

Enfin, une quatrième bille qui a la masse du neutron, mais qui porte une charge électrique positive s'appelle le *proton*. Le proton constitue le *noyau* de l'atome(15).

Nous répétons que la forme de bille, la forme sphérique prêtée à ces corpuscules élémentaires est purement imaginaire. Leur forme exacte est inconnue, bien que le physicien soit à même d'en déterminer le rayon. Par des artifices mathématiques, le rayon de l'électron a été fixé à deux milliardièmes de millimètre ($2 \cdot 10^{-13}$). La matière dont sont constituées ces particules n'est pas une matière dans le sens où nous l'entendons ordinairement. Il s'agit d'une condensation de l'espace lui-même en un point donné, un *quantum*, ou si l'on préfère la définition d'Einstein : une discontinuité du champ magnétique, électrique ou de gravitation.

La science arrive donc à parler clairement de choses qu'elle ne peut définir autrement, puisque les particules dont il s'agit restent encore en dehors de notre champ de vision. Le quantum est donc la dernière marche que l'on rencontre dans la poursuite de la Matière, avant de tomber dans le néant de l'abstraction. Ce qui reste en fin de compte, c'est le concept d'une bille dont le rayon r , la masse m , la charge e , qui révèle sa nature par le comportement qu'elle affecte en face d'une bille semblable, chargée d'électricité semblable qu'elle repousse, ou chargée d'électricité contraire qu'elle attire. Quoique 1850 fois plus lourds que l'électron, le proton et le neutron sont, en regard de nos moyens d'investigations, encore si infimes, qu'ils se dissolvent, qu'ils perdent leur matérialité lorsque nous voulons les appréhender dans notre champ de vision. Toutefois, leur masse 1850 fois plus grande que celle de l'électron s'accuse et se rapproche graduellement de quelque chose d'intelligible (15). Ce « quelque chose » sera créé lorsque le premier électron rencontrant un proton se mettra à tourner autour de lui, en entrant dans son orbite et formera, par ce moyen, le premier atome d'Hydrogène. Par fusionnement, en fonction périodique de l'atome d'Hydrogène, se créeront successivement les 93 corps simples du tableau de Mendéléïef, ou si l'on préfère, de l'arrangement de Moseley. Pourtant, il ne faut pas se représenter la formation des éléments selon une rigoureuse progression arithmétique. L'observation a permis d'enregistrer que dans la région centrale de certaines étoiles, le Carbone fusionnant avec l'Hélium produit de l'Oxygène en libérant un neutron : $C^{13} + He^4 \rightarrow O^{16} + n$.

La vitesse à laquelle tournent les électrons autour des protons ou des noyaux, est prodigieuse. La force qui les maintient dans leur orbite ne l'est pas moins. C'est pourquoi la libération explosive de ces forces a eu un effet désastreux si considérable, si infernal, que l'exemple d'Hiroshima nous préserve de tout renouvellement de guerre atomique.

Résumant le mécanisme de la création de la matière, on pourrait dire :

A l'origine, une simple lueur indéfinissable, intangible, une tension progressive de corpuscules élémentaires positifs, négatifs ou neutres, qui se mettent à fourmiller insidieusement ou brusquement. Certains émettent même l'idée d'un début explosif. Par jeu d'attraction et de répulsion, de ce fourmillement naissent des mouvements giratoires provoquant des arrangements des particules, par rapport à un noyau, allant du simple au compliqué, comme tous les phénomènes vérifiables de l'Evolution. Cet arrangement s'étalera en une série harmonieuse des corps simples, dans l'échelle que Mendélif construira en 1869, bien avant que ces corps simples soient tous découverts.

Lorsque le jeune Moseley, en 1913, en arrangeant par ordre les corps simples, selon les différences progressivement croissantes entre les raies de leur spectre aux rayons X, il donna à chacun un numéro

d'après cette progression même. Quelle ne fut pas sa joie et l'étonnement général de constater que ces numéros correspondaient exactement à l'ordre que les éléments occupent dans l'échelle de Mendéléïef ! En dehors et dominant le tableau, l'Hydrogène au poids atomique 1, composé d'un proton et d'un électron. Le numéro 1, occupant la première case du tableau est l'Hélium, composé de deux protons, de deux neutrons et de deux électrons, ainsi de suite. L'avant-dernière case est occupée par l'Uranium, au poids atomique 238 et porte le numéro 92, ce qui signifie que son noyau est formé de 238 protons et neutrons et que 92 électrons gravitent autour du noyau.

Toutefois, certaines cases du tableau restent vides. Cela tient au fait que certains corps ont une durée, une période disent les physiciens, extrêmement courte. Dans la synthèse, ils passent immédiatement à l'état supérieur. Quelques-uns d'entre eux ont été créés par les physiciens mais la vie fugitive de ces corps les rend inaccessibles à l'étude.

Les corps célestes encore lumineux sont constitués de ces éléments. En effet, on ne connaît aucun corps composé qui résiste à une température de quelques millions de degrés. Or, la température des corps célestes lumineux est de plusieurs millions de degrés. Ainsi, notre Soleil est au stade de la bombe H, c'est-à-dire qu'à sa surface tout au moins, il se trouve dans la phase de fusionnement de l'atome d'Hydrogène en atome d'Hélium, et ce fusionnement entretient une température de plusieurs millions de degrés. Au cours de cette action, des rayonnements de différente nature sont libérés. Ce sont précisément les rayons cosmiques auxquels le professeur Piccard a voué une partie de ses études. Dans cette activité, le Soleil fait une consommation d'Hydrogène égale à 590.000 tonnes à la seconde, ce qui a comme effet d'augmenter encore sa température et son rayonnement. La réaction amorcée de cette façon sur le Soleil doit se continuer en profondeur selon la loi de complication progressive, toujours en fonction périodique de l'atome d'Hydrogène. Ainsi, les éléments aux poids atomiques toujours plus élevés doivent prendre naissance. De sorte que le noyau du Soleil est constitué de métaux lourds exactement comme le noyau de la Terre. Ces éléments, ainsi qu'il ressort du tableau de Mendéléïef, représentent selon toute probabilité une série rythmique d'états d'équilibre, puisqu'on leur connaît des états intermédiaires non stables. On pourrait aussi supposer que la loi biologique de complexification progressive (dont nous parlerons plus loin) ne s'applique pas au stade atomique de la Matière et que certains nombres élevés de particules énergétiques « tombent d'accord », si cette image est permise, pour former des éléments lourds, sans passer par la filière des corps simples, selon un ordre déterminé. Mais cette supposition heurte à un tel point la loi de complexification que nous évoquons si fréquemment, qu'elle paraît improbable (14).

Ce qu'il y a de bizarre, ce sont justement les éléments les plus lourds, les derniers nés, qui se désagrègent le plus rapidement, tels l'Uranium, le Thorium, le Plutonium, le Radium. Ces éléments, en se désagréant, passent par des états successifs de durée, de période, très fugitive pour enfin s'arrêter à des états plus stables, tels que Plomb, Strontium, etc. Le phénomène de dégradation de ces atomes lourds laisse entrevoir la réversibilité de l'édification de l'atome. En livrant les produits de désagrégation, il montre le chemin qu'a dû suivre l'intégration. C'est ainsi qu'on arrive à réaliser la transmutation de la Matière, telle qu'elle a été rêvée par les alchimistes. Par cette voie, de nouveaux éléments ont été créés par les physico-chimistes, éléments qui se sont tous automatiquement classés dans le tableau de Mendéléïef. A chaque étape par où passe la fission de l'atome et à chaque phase par où passe la fusion de l'atome, une quantité prodigieuse d'énergie est libérée, quantité qui confère aux engins qui en sont dotés et qui la libèrent d'un seul coup, leur puissance infernale. L'engin dont l'amorce libère l'énergie de fission atomique par explosion est la bombe A. En revanche, si un arrangement permet à cette même énergie de se libérer graduellement, on a la pile atomique. Enfin, en utilisant l'énergie produite par la fusion des atomes, on a le principe de la bombe H, la bombe à Hydrogène.

Dans ce qui précède, nous avons admis que le procédé de l'édification des atomes est universel. Il en découle que tous les corps sidéraux sont constitués d'éléments connus. L'étude spectrale des rayons émis par les astres lumineux en a d'ailleurs fourni la preuve. Tant que la température des astres se meut dans l'ordre de dizaines de milliers de degrés, à plus forte raison dans l'ordre de millions de degrés, comme c'est le cas pour l'astre du jour, les corps simples ne peuvent se combiner entre eux. Nous avons déjà relevé qu'aucun corps composé connu ne résiste à cette température. La Matière universelle, telle que nous l'avons considérée jusqu'à présent, se compose donc uniquement de corps simples. A sa façon, la Matière obéira dès l'origine à la grande loi biologique de « complexification progressive » au rythme de son refroidissement.

La première complication de la Matière est le passage de l'atome à la molécule. L'étoffe universelle, en se refroidissant, se concentre. Conjointement, ces deux phénomènes rapprochent les atomes, au point que selon la température et la pression, température 10.000 à 100.000 fois plus faible qu'au début, les atomes se combinent entre eux selon leur valence. Et où se passent ces métamorphoses ? A l'intérieur et à la surface des étoiles, surtout à la surface, de sorte que « pour saisir l'édification des infiniment petits élémentaires, nous n'avons qu'à lever les yeux sur les infiniment grands des masses sidérales » (14).

La combinaison des corps simples entre eux offre des possibilités innombrables. Les réserves d'énergie, même dans un astre en voie de refroidissement, sont encore si considérables que les synthèses

peuvent se réaliser sans limites immédiates. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que toute synthèse, dans un système fermé, « coûte » quelque chose. Cette petite restriction trouvera sa justification lorsque nous aborderons les principes de thermodynamique.

Les premières combinaisons des corps simples entre eux sont certainement celles de l'Hydrogène qui produit avec un autre élément les hydracides, tels que les acides chlorhydrique, sulfhydrique, etc. Lorsque l'Oxygène prendra part aux combinaisons, on obtiendra des oxacides, tels que les acides chlorique et sulfurique, etc. Dans certaines conditions favorables, l'Hydrogène va se compliquer avec l'Oxygène pour créer le groupe hydroxyl. Le groupe hydroxyl se combinant avec les métaux donnera des bases, telles que potasse caustique, soude caustique, etc. L'action d'un acide sur une base produit un sel, tel le sel de cuisine, qui est du chlorure de sodium ou la pierre calcaire, qui est un carbonate de calcium constituant l'armature des chaînes jurassiques, ou encore les silicates d'alumines qui forment la base des granits de nos Alpes. Il suffit, semble-t-il, de bien se représenter la progression de ces combinaisons chimiques pour reconnaître leur participation successive à la formation de l'écorce terrestre. Mais n'anticipons pas, ce phénomène retiendra notre attention dans le chapitre réservé à l'évolution de la Terre. La constitution des corps composés, que nous venons d'effleurer, va contribuer largement à modifier l'état de la surface des étoiles, suivant le degré de refroidissement. D'impalpable, il deviendra gazeux ; de gazeux il passera à l'état liquide, puis demi-liquide pour enfin se cristalliser. Sur notre Terre, les éruptions volcaniques illustrent encore certains passages de la Matière d'un état à un état suivant. Ainsi, l'astre qui s'éteint se revêt d'une carapace de nature purement minérale. Lorsque la température s'abaisse encore, les combinaisons d'acide carbonique et d'eau peuvent se former, puis se stabiliser. Dès ce point critique, les combinaisons hydrocarbonées multiplient la forme et la dimension de leurs molécules à un rythme effréné. Fixant des milliers puis des millions d'atomes, ces molécules deviennent gigantesques. Mais, la complexification progressive ne s'arrête pas à ce niveau. La molécule monstrueuse d'un hydrate de Carbone trouve, en présence d'un catalysateur et avec l'aide occasionnelle du feu céleste, le moyen d'incorporer un atome d'Azote : l'albuminoïde est créé. Ce fait divers, parmi les phénomènes de l'Évolution, devait avoir des conséquences incalculables. En effet, il semble que ce soit le moment crucial que le Créateur attendait pour animer la Matière. L'albuminoïde allait devenir le substrat même de la Vie.

Il est aisé de se rendre compte que nous donnons à tous ces phénomènes, d'une ampleur formidable, une interprétation bien simplifiée. Nous espérons, par là, les rendre compréhensibles à un cercle plus étendu de lecteurs. Il en est de même pour les phénomènes qui seront exposés dans la suite.

III. Origine des Mondes

Du bateau sur lequel on se trouve en haute mer, on ne voit de l'Océan qu'une nappe d'eau qui forme un grand disque bleu dont on occupe le centre. La circonférence de ce disque, qui se confond au loin dans le flou de l'atmosphère avec la ligne de l'horizon, se déplace avec le bateau. De sorte qu'on a l'impression, tant qu'aucun point fixe n'apparaît, qu'on se trouve au centre du monde. De même, les notions que nous avons de l'Univers, notions acquises du point que nous y occupons, donnent l'illusion que notre Monde en est le point central. Mais il n'en est rien.

Un Monde, dans l'ordre d'idées qui nous préoccupent, est l'arrangement des étoiles en système. Le Soleil est une étoile dont les planètes gravitant autour de lui complètent le système. Cet ensemble ou ce système solaire est notre Monde. Les différents systèmes d'étoiles ou de Mondes se superposent dans les espaces sidéraux et constituent l'Univers.

Partant des connaissances que nous venons d'acquérir sur l'origine de la Matière, nous avons tout lieu de supposer qu'elle s'est formée en un seul point de l'espace. La loi sur l'expansion de l'Univers, sur laquelle nous aurons à revenir plus tard, donne à cette conception une très grande vraisemblance. Et, comme cette loi est généralement acceptée, nous l'appliquerons au « tout » de la Matière, ce qui conduit à admettre que cette dernière a occupé à l'origine un espace restreint. Les remous de cette Matière, provoqués par le jeu de répulsion et d'attraction des éléments, ou une explosion (Lemaître), ont projeté les particules de cette masse extrêmement raréfiée à travers les espaces sous forme de nébuleuses. C'est à partir de cet éclat que débute la genèse des Mondes.

En abordant les multiples théories proposées à la sagacité humaine pour expliquer la formation des Mondes, il faut admettre, *mutatis mutandis*, que celle qui sont échafaudées pour le système solaire sont aussi valables pour les autres systèmes d'étoiles, ou autres Mondes.

La première théorie, au caractère purement scientifique est celle de Laplace (1749-1827). Longtemps en faveur, elle fut abandonnée lorsque son insuffisance fut démontrée par des découvertes postérieures à la vie de ce savant. Selon lui, le système solaire aurait été constitué à l'origine, par une nébuleuse gazeuse, animée d'un mouvement de rotation et possédant en son centre un noyau de condensation. En se refroidissant cette nébuleuse se serait contractée de

façon à former dans son plan équatorial, une série d'anneaux qui seraient à l'origine de la naissance des planètes (14).

De toutes les théories proposées après Laplace, nous nous bornerons à évoquer celles de sir Norman Lockyer, d'Arrhénius et de M. Belot, résumées par Lecomte du Noüy (14).

Lockyer admet que toutes les étoiles passent par un cycle identique. Le premier état est celui de nébuleuse froide, à luminescence faible, semblable à celle des gaz raréfiés dans les tubes de verre. La matière raréfiée des nébuleuses se condenserait autour d'un centre formé au hasard, au milieu de la masse. Le choc des éléments provoquerait une hausse énorme de la température, se traduisant par une intensité lumineuse croissante, violente et la dissociation de ces éléments. Ces deux phénomènes sont d'ailleurs reconnaissables au spectre particulier d'étoiles à ce stade d'évolution. Dès que le maximum d'expansion est atteint, elles se refroidissent et les spectres laissent apparaître la formation des corps simples dans l'ordre qu'ils occupent dans le tableau de Mendéléief, soit du plus léger au plus lourd, c'est-à-dire, de l'Hydrogène à l'Uranium. Il a déjà été signalé plus haut, que les éléments les derniers formés sont les corps radioactifs et que ce sont eux qui se désagrègent les premiers.

La thèse de Svante Arrhénius fait se rencontrer, au hasard de l'espace, deux soleils refroidis. Ce choc produit un échauffement tel qu'ils deviennent étincelants : une « nova » est née, animée d'un mouvement de rotation dont la vitesse est conditionnée par le choc plus ou moins tangentiel du début. La dissociation des éléments, suite de l'élévation thermique formidable de la rencontre, provoque dans la nova une pression de radiation qui projette des bouffées de gaz donnant à l'étoile l'aspect d'une nébuleuse. Puis, le refroidissement commence de la même façon que dans la théorie de sir Lockyer. Toutefois, Arrhénius donne une explication de ces phénomènes en dehors du principe de Carnot, deuxième principe de thermodynamique, qui veut la mort des mondes stellaires dans l'égalisation de toutes les différences thermiques. Or, comme ce principe est le seul à nous fournir un fil conducteur dans l'interprétation des phénomènes naturels et le seul qui soit admis par les savants du monde entier, il est normal que la théorie d'Arrhénius ait été abandonnée, aussi séduisante soit-elle.

Théorie de M. E. Belot. L'observation qu'Uranus a son équateur perpendiculaire au plan de son orbite, que Neptune possède un satellite à marche rétrograde et que Jupiter et Saturne ont des satellites à révolution directe (les plus proches) et un satellite à révolution rétrograde (le plus éloigné), tout ce système a fait naître dans l'esprit de Belot l'image des *différentiels* en usage en mécanique. C'est ainsi qu'il a été amené à rejeter dans le phénomène de la création d'un monde, d'une nova, la rencontre de deux soleils éteints (Arrhénius), ou la rencontre d'un soleil éteint et d'un nuage

cosmique (Seeliger et Halm) ou de deux nébuleuses quelconques (See), ainsi que l'origine d'une nova dans une seule nébuleuse à mouvement rotatif (Lockyer). Toutes ces hypothèses ne fournissent au gré de Belot, aucune explication suffisante des mouvements apparemment contradictoires du différentiel. En revanche, en admettant la rencontre de deux nébuleuses, dont l'une possède un mouvement rotationnel en plus de sa vitesse de translation, on voit la constitution d'un « tube-tourbillon » analogue à une trombe. Belot en donne la preuve dans l'existence de telles nébuleuses, en particulier les filaments nébuleux réunissant les Pléiades, qui ne sont autre chose que des tubes-tourbillons. Une nébuleuse tube-tourbillon rencontrant une nébuleuse amorphe et à faible mouvement de translation par rapport à la sienne, subit un choc. Or, on sait que des particules gazeuses de milieux raréfiés sont susceptibles de mouvements oscillatoires rapides et qu'un jet de gaz envoyé dans un tel milieu se met à vibrer à son tour, en présentant des nœuds et des ventres, comme une corde sonore, phénomène qui a été fixé par la photo. Transportant cette expérience dans les milieux sidéraux, Belot admet, *mutatis mutandis*, que par suite de ce choc, le tube-tourbillon se met à vibrer et à chacun de ses ventres gigantesques se détache une quantité de matière de la couche la plus extérieure, donnant naissance aux nappes planétaires, à une vitesse de 75.000 km. à la seconde, vitesse égale à celle de certains projectiles cathodiques. Belot a déterminé le temps que mettrait un système semblable, à partir de la rencontre, pour arriver à son plein épanouissement. Il obtint deux ans, environ, ce qui correspond à l'épanouissement de la nova de Persée, observée en 1901 et qui permet de déduire que cette durée fut probablement la même pour notre nova solaire.

En 1944, Weizsäcker (16) a introduit en cosmogonie les mouvements tourbillonnaires, oubliés depuis Descartes. Sa théorie nébulaire, qui fait naître le système planétaire solaire à partir d'un disque nébulaire, à condensation centrale, a trouvé un grand écho dans le monde savant. Plusieurs conceptions nouvelles, basées sur la théorie de Weizsäcker sont proposées. Toutefois, il faut attendre la décantation qui s'opérera tout naturellement au cours des prochaines années, pour voir ce qui demeurera.

La dispersion fabuleuse de l'immense masse des nappes planétaires donne une explication à la formation de planètes par condensation et refroidissement de la matière dont elle est constituée. Les mouvements rotationnels et de translation contribuent conjointement à leur donner progressivement une forme sphérique. En effet, leur état gazeux, puis liquide et demi-liquide se prêtait parfaitement à ce modelage, ainsi qu'une masse plastique prend l'aspect d'une pilule en la roulant entre les paumes des mains. Si la rotation se limite de plus en plus à un seul plan, la force centrifuge aura tendance à augmenter le rayon de la sphère à l'équateur. L'effet se traduira par une

différence entre le rayon équatorial et le rayon polaire. Cette différence est, pour la Terre, de 21 km. environ, ce qui sur le rayon de 6.378 km. ne représente que la faible proportion de $1/300$.

Le nombre des noyaux de condensation dans l'éparpillement des masses planétaires a été considérable, en dépit du fait que notre système solaire ne compte que neuf grandes planètes : Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et Pluton. Mais il en existe des milliers de plus petites. Les six premières étaient connues des Anciens, parce que perceptibles à l'œil nu. La dernière, Pluton, a été découverte en 1930. Les petites planètes occupent l'emplacement d'un hiatus, déjà signalé par Keppler en 1610, dans la progression (dont la raison géométrique est de deux) des distances relatives entre les planètes. Ainsi, l'amas de milliers de petites planètes entre Mars et Jupiter occupe l'orbite d'une planète ratée, si l'on ose employer ce terme.

Après Mercure et Vénus, la Terre gravite dans une orbite située à 150 millions de km. du Soleil. Cette orbite a une forme elliptique dont le Soleil occupe l'un des foyers. Lancée à l'origine à une vitesse de 75.000 km. à la seconde, la Terre tourne actuellement dans son orbite à 117.166 km. à l'heure, ce qui revient à dire que sa vitesse de translation s'est réduite de 2300 fois en 100 milliards d'années (ce chiffre est la deuxième position de l'échelle basse admise pour déterminer l'âge de la Terre). Ainsi, la Terre perd la moitié de sa vitesse en 4340 millions d'années ou, en d'autres termes, l'année double sa durée dans ce même laps de temps. Ce qui revient aussi à dire que l'année augmente d'une minute tous les 3170 ans.

Quant à la vitesse de rotation de la Terre, elle est de 40.000 km. en 24 heures, ce qui donne une vitesse horaire de 1666 km. pour un point quelconque de l'équateur. C'est dire que pour faire le tour de la Terre en 24 heures, un avion devra acquérir une vitesse de 1666 km. à l'heure. Et ce qui est merveilleux, c'est qu'emportés à cette vitesse, nous qui sommes fixés sur la Terre, nous ne nous rendons pas compte et que nous n'ayons pas à en supporter les conséquences, grâce au fait que l'atmosphère qui nous entoure suit au même rythme.

Les Spoutniks et autres Pamplemousses font mieux, puisqu'ils accomplissent leur révolution en 1 heure environ. Il n'en reste pas moins que ces vitesses sont encore bien inférieures à celles des corps célestes et des particules énergétiques qui se meuvent à 75.000 km. à la seconde. Le rapport entre ces deux vitesses s'exprime par $1/3600$, ce qui signifie que les premiers parcourent en une heure ce que les derniers parcourent en une seconde.

Après cette petite diversion, il faut revenir à notre plan, malgré l'intérêt passionnant de tous ces problèmes. Ces quelques chiffres et considérations suffiront, pensons-nous, à nous plonger dans l'ambiance favorable à notre esprit pour saisir les rapports du Temps, de

l'Espace et du Mouvement dans lesquels se déroule l'Evolution de notre petit Monde.

Après avoir mis un point final aux chapitres traitant de l'origine de la Matière et des Mondes, une question lancinante tourmente encore l'esprit. C'est la question de savoir si cette origine ne pourrait pas prendre son départ sur la fin de quelque chose ? A vrai dire, l'explication physico-chimique donnée à l'origine de la Matière et l'explication mécanique donnée à la genèse des Mondes sont des hypothèses plausibles, donc acceptables. C'est une raison pour ne pas déplacer le problème et ne pas créer de nouvelles difficultés qui d'emblée paraissent insolubles.

IV. Age des Mondes, âge de la Terre

La plupart des savants admettent que tous les Mondes ont une commune origine. Cela découle d'ailleurs du postulat proposé plus haut, selon lequel la Matière forme un « tout » structurellement. L'abbé Lemaître est allé plus loin et prétend que cette Matière originelle devait être concentrée dans un espace restreint. On pourrait considérer cette affirmation comme un « a posteriori » se déduisant de la loi d'expansion de l'Univers. Cette loi est indiscutablement établie :

- a) la répulsion cosmique entre une galaxie et une autre se manifeste par une vitesse d'accroissement de la distance, proportionnelle à leur éloignement.
- b) toutes les distances doublent dans un temps égal à 1300 millions d'années.

L'Univers en expansion présuppose donc un état antérieur moins dispersé. En poussant le raisonnement jusqu'au bout, en faisant faire hypothétiquement un chemin inverse aux galaxies, on doit arriver au moment où toutes se rejoignent en un point et dans un espace restreint. C'est précisément ce raisonnement qu'a tenu Lemaître. Ici, formant comme une espèce d'atome gigantesque et unique, la totalité de la Matière originelle aurait explosé, lançant à travers l'espace les galaxies et les amas qui forment aujourd'hui les systèmes d'étoiles dont l'Univers est constitué. Il en résulterait que tous les systèmes stellaires auraient le même âge. Mais pourquoi la Matière originelle a-t-elle éclaté ? Un mystère de plus, auquel la science n'est pas en état de répondre.

Par le moyen de calculs, basés sur la loi d'expansion de l'Univers, l'origine commune des galaxies, donc aussi celle du système

solaire, remonterait à un temps oscillant entre 10^{10} et 10^{13} , soit entre 10 milliards et 10.000 milliards d'années. Cet écart n'a rien d'insolite si l'on considère que les galaxies les plus proches qui ont servi à ces calculs sont éloignés de nous de plusieurs millions d'années lumière.

Quant à la toute première estimation de l'âge de la Terre, revêtant un caractère scientifique, elle a été établie par les géologues. En observant la vitesse de sédimentation des couches en formation au fond des mers et les lacs et, *mutatis mutandis*, appliquant les résultats acquis aux couches sédimentaires des ères géologiques, ils obtinrent des chiffres allant de 10^9 - 5.10^9 , ce qui est égal à un nombre de 1 à 5 milliards d'années, avec des présomptions pour les chiffres les plus bas.

Une autre méthode pour déterminer l'âge de la Terre est basée sur la salinité des mers.

Plus récemment, les acquisitions de la physique nucléaire ont donné naissance à une méthode plus précise. Hâtons-nous d'ajouter, et ceci est tout à fait remarquable, la nouvelle méthode a confirmé les résultats obtenus par les géologues, toutefois avec davantage de présomptions pour l'échelle haute. Les calculs sont basés sur la connaissance du temps que met un corps radioactif à se désagréger. Cette durée s'appelle la *période* d'un corps. La période d'un corps radioactif se détermine en utilisant la propriété qu'ont ces éléments de ioniser, en proportion des rayons émis, l'air contenu dans un tube et de le rendre ainsi plus ou moins conductible d'électricité. L'extraordinaire sensibilité des appareils de mesure permet de déterminer la quantité de matière transmutes (compteur de Geiger). Ainsi, l'Uranium lourd 238 perd spontanément en une année un atome sur 6,57 milliards et le Thorium 232 sur 20 milliards. Au cours de cette désagrégation, les rayonnements de diverses qualités sont émis, de la chaleur, de l'électricité et de l'Hélium. L'Uranium, par exemple, passe par différents états fugitifs, dont la période n'est que d'une infime fraction de seconde, pour se stabiliser sous forme de Plomb 206, 207 et 208. Il y a quelques années, Lecomte du Noüy pouvait encore écrire : « La caractéristique de ces phénomènes qui s'enchaînent selon un rythme parfaitement connu, est que dans tous les cas, leur vitesse ne peut être modifiée par aucune influence extérieure ». Aujourd'hui, la pile atomique a ses modérateurs. Si donc un minéral contenant de l'Uranium est emprisonné dans une roche pendant un milliard d'années, 14 % des atomes présents à l'origine seront transmutes en Plomb. Le rapport de la quantité de Plomb trouvé, à la quantité d'Uranium non encore transmuté, permet de calculer depuis combien de temps la roche se désintègre, ou ce qui revient au même, depuis combien de temps la roche est formée. Toutefois, il faut s'assurer que la roche ne contienne pas de Plomb originel, à côté du Plomb résultant de la désintégration. Cela est possible, du fait que le Plomb originel, c'est-à-dire contemporain de la formation de l'Uranium ou

même plus ancien, a un poids atomique de 204, ce qui permet de le différencier du Plomb produit par la désintégration, de poids atomique 206, 207 et 208.

Tout récemment, le Carbone radioactif a également été utilisé pour déterminer l'âge de la Terre. La méthode est semblable à celle où l'Uranium a été utilisé, mais on attribue à la recherche avec le Carbone une précision encore accrue. Il est à remarquer que plus la technique se perfectionne, dans la recherche de l'âge de la Terre et plus on gravit les degrés de l'échelle primitive. Autrefois, les chiffres les plus bas étaient en faveur, soit 10^9 . Actuellement, on considère les chiffres du haut de l'échelle (5.10^9) comme un minimum.

Dans un article paru en décembre 1959 dans l'« Astronomie » sous la plume du professeur Paul Couderc de l'observatoire de Paris, on relève les nouvelles précisions suivantes :

âge des roches : une pegmatite du Minetoba (USA a 2,5 milliards d'années ; une galène de Barberton, en Afrique du Sud, a 2,86 milliards d'années et une monazite de la Sierra Leone compte 2,93 milliards d'années. Ainsi, les roches sont solidifiées depuis 3 milliards d'années.

âge de l'écorce terrestre donnée par le rapport $Pb207/U235 = 4,5$ milliards d'années (à $\pm 0,3$ près).

âge de la Terre, un peu plus que le précédent.

âge du système solaire : 5,2 milliards d'années.

âge de la galaxie : 10-12 milliards d'années.

âge de l'Univers : 13 milliards d'années.

A la vérité, on constate de plus en plus que tout ce qui se rapporte à l'Evolution et plus particulièrement à l'Evolution de l'écorce terrestre, paraît d'autant plus comprimé, télescopé en durée, que l'on s'éloigne davantage des temps les plus rapprochés. Toutes les découvertes n'ont jamais eu d'autre effet que d'étirer les membres du télescope et il paraît certain que les derniers de ces membres n'ont pas encore trouvé tout leur déploiement.

V. Evolution de la Terre

Par évolution de la Terre, il faut entendre l'évolution de l'écorce terrestre. Parler de l'évolution de l'écorce terrestre, c'est s'engager délibérément dans le domaine de la géologie, cette science qui au premier abord paraît tellement aride. Et pourtant, nous sommes tous un peu comme M. Jourdain. Dans nos courses, dans nos voyages,

nous faisons tous de la géologie sans le savoir. Les accidents montagneux nous intéressent, leur formation nous intrigue, les pierres du chemin éveillent notre curiosité, la nature du terrain ou des roches retient notre attention. Toutefois, un cours de géologie n'entre pas dans le cadre d'une étude semblable. En revanche, nous emprunterons au cours de l'ancien recteur du gymnase de Porrentruy, le Dr Koby, à Wegener et à Lapparent, tous les renseignements utiles pour éclairer notre lanterne à travers les arcanes des formations principales et des modifications les plus importantes de la croûte terrestre. Ces phénomènes s'étendent sur trois milliards d'années. Nous sommes donc tenus d'être brefs. Néanmoins, nous accorderons une attention plus complaisante à la formation jurassique qui concerne particulièrement notre région.

Dans le chapitre consacré à l'origine de la Matière, on a pu suivre la genèse des éléments depuis la formation des particules énergétiques jusqu'à l'apparition successive des corps simples en fonction périodique de l'atome d'Hydrogène. La gradation dans l'édification de ces éléments, de l'atome d'Hydrogène à l'atome d'Uranium, ne suggère-t-elle pas l'idée d'une ontogénèse ou d'une phylogénèse à laquelle ils paraissent soumis obligatoirement ? On entend par ontogénèse, est-il besoin de le rappeler, la suite d'états par où passe le développement d'une plante ou d'un animal, depuis l'état monocellulaire à l'état de complet développement ; la phylogénèse est cette même suite d'états, mais au niveau de l'espèce et non plus de l'individu. En tout état de cause, l'observation que les éléments passent par une complexité progressive, allant du plus léger au plus lourd, fournirait des présomptions suffisantes en faveur d'une semblable hypothèse.

L'activité à la surface de la Terre s'est peu à peu calmée favorisant la combinaison des éléments entre eux. Au cours de ce refroidissement, notre planète a passé successivement de l'état gazeux à l'état liquide, puis demi-liquide pour enfin se solidifier. C'est à la faveur de cette cristallisation que la couche la plus extérieure de notre globe est devenue l'écorce terrestre.

En parlant de l'origine de notre Monde, on a vu que la vitesse de rotation de la Terre a été assez considérable pour modeler sa surface. Cette force centrifuge a également opéré une sélection des matériaux dont la masse de la Terre est composée, sélection selon l'ordre de leur pesanteur. Le grand géologue allemand Wegener nomme *barysphère* le noyau central de notre planète. Ce noyau central, de 3500 km. de rayon, est occupé par les métaux du groupe Fer, Nickel, Cobalt, exactement comme dans le Soleil. La *pyrosphère*, de 2800 km. d'épaisseur, entoure le noyau et contient des métaux moins lourds. La *lithosphère* est formée de matériaux encore plus légers. Elle est constituée de deux couches revêtant la pyrosphère : la première contient essentiellement du Silicium et du Magnésium, d'où

son nom de Sima rappelant les premières syllabes de ces métaux ; la seconde, superficielle, la seule solidifiée, est l'écorce terrestre proprement dite. Elle a 60 km. d'épaisseur et se compose essentiellement de Silicium, d'Aluminium et de Calcium, le Sial. C'est dans le même ordre que s'étagent, dans la chambre d'un haut-fourneau, des matériaux comparables, les scories formant seules, à la surface, la croûte solide.

L'épaisseur du Sial ou de l'écorce terrestre se laisse aisément déterminer. Au cours de creusage de puits verticaux, on a noté que la température augmente régulièrement de *un* degré par 30 mètres. Cela fait qu'à 60 km. la température de 2.000 degrés est atteinte. Or, tous les corps connus sont liquides à 2.000 degrés. Ainsi, la couche solide, l'écorce terrestre ne peut excéder une épaisseur de 60 km. Par rapport au diamètre de la Terre, l'épaisseur de la croûte qui la recouvre est comparable à la fine pelure recouvrant une pomme.

Le Sial, comme on vient de voir, est l'écorce primitive résultant du refroidissement de notre planète. La masse ignée a produit en se solidifiant la roche primitive ou archéenne. Ce nom d'archéen, archéenne, dérive d'Archée qui désignait en alchimie les matières en feu à l'intérieur de la Terre. C'est à partir de la roche primitive que commence l'évolution géologique de l'écorce terrestre.

Les roches archéennes ne présentent pas l'unité que l'on serait en droit d'attendre. Le refroidissement fut si lent, que la surface eut maintes fois l'occasion d'être bousculée par l'activité des masses liquides et demi-liquides qui la supportent, comme la cuisson bouscule la fine pellicule de crème qui se forme à la surface du lait. D'autre part, le temps nécessaire à la solidification de l'écorce terrestre se chiffant par centaines de millions d'années, il s'ensuit que les roches archéennes n'ont pas toutes le même âge. C'est la raison pour laquelle les roches cristallophylliennes du début de l'ère primitive présentent un faciès différent de celui de la fin de cette longue période.

A ce stade initial, la mince carapace de la boule terrestre a peu de reliefs. L'eau, à la température qui régnait alors, n'existait que sous forme de vapeurs. Ces vapeurs, interceptant la chaleur solaire accélèrent le refroidissement de la Terre. A la faveur de ce refroidissement, les vapeurs d'eau se condensent et se précipitent et recouvrent d'une couche d'eau (hydrosphère) presque toute la surface du globe. Le travail lent ou tempétueux de l'eau météorique et de ruissellement désagrège les roches archéennes. Les particules détachées se déposent dans les dépressions du terrain, dans le fond des lacs et des mers. Ce phénomène marque le début de la formation de couches sédimentaires, le départ de l'ère géologique de la croûte terrestre. Une fois amorcée, la formation de terrains sédimentaires ne subira pas d'interruption jusqu'à nos jours.

Certes, dans ces temps reculés, la croûte terrestre était loin d'avoir 60 km. d'épaisseur. C'est pourquoi les bouleversements de cette

mince pellicule ont été fréquents et considérables. Des surfaces émergées s'affaissent dans les eaux, et par jeu de bascule, de grandes étendues recouvertes par les mers reviennent au jour. De sorte que les vases amoncelées au fond des océans émergent et deviennent terre ferme. La durée des émergences et des immersions se chiffre par des dizaines, des centaines de millions d'années, ce qui explique l'épaisseur extraordinaire des couches sédimentaires. Elles atteignent, par endroits, des centaines ou des milliers de mètres.

Lorsque les roches sédimentaires émergent pendant plusieurs milliers de siècles, elles sont rongées à leur tour par tous les facteurs de l'érosion qui se sont exercés sur les roches primitives. Elles fournissent, comme les roches dont elles sont issues, le matériel nécessaire à la formation de nouvelles couches sédimentaires. Ce procédé, amorcé sur les roches archéennes, se poursuit sans relâche : tout ce qui émerge, à la surface de la Terre, est destiné à se désagréger et ce désagrégat contribue à combler les dépressions du terrain et à remplir les lacs et les mers. De cette manière, la surface du globe va vers un nivellement lent et progressif total. Ce qu'il faut retenir de tout cela, c'est qu'en définitive, tous les terrains formés ou en formation depuis que la première pellicule s'est figée à la surface de la Terre, sont d'origine sédimentaire. Cette règle générale souffre une petite exception.

Nous avons signalé à différentes reprises combien l'écorce terrestre est ténue et fragile. Et cette fragilité est d'autant plus grande que l'on se reporte plus en arrière. De sorte que, à l'ère qui nous occupe présentement, l'activité de la masse ignée, sur laquelle flotte l'écorce terrestre, l'a fait se déverser fréquemment et abondamment sur les roches sédimentaires, ce qui augmente encore la confusion et l'irrégularité des roches archéennes. En se refroidissant, la lave (c'est ainsi que l'on nomme la masse ignée encore liquide) par opposition aux roches sédimentaires, se cristallise en roches cristallophylliennes, porphyriques ou basaltiques. De nos jours, lorsque la pression exercée par le feu central sur la croûte terrestre dépasse une certaine valeur, une fuite de gaz, accompagnée de fumée, de cendres et parfois de lave, se produit à un endroit de choix et l'équilibre se rétablit. Si ces fuites paraissent, par rapport à la grandeur du globe terrestre, de misérables petits crachotements, à l'échelle locale, en revanche, elles prennent des dimensions de cataclysmes effroyables. Ce sont les éruptions volcaniques, telle celle du Vésuve en l'an 79 de notre ère, qui engloutit Herculaneum et Pompéï, telle autre du Mont-Pelé qui désola la Martinique en 1902.

Pendant que nous en sommes aux phénomènes dus à la pression de la masse ignée, citons encore qu'il arrive parfois qu'elle soulève un peu la scorie qui retient sa fougue, à la manière d'une marmite dans laquelle bout de l'eau et qui soulève le couvercle, qui retombe ensuite. Ce sont les tremblements de terre. Ils peuvent aussi résulter

du fait contraire : la masse de la Terre, en se refroidissant se contracte. En se contractant, elle se rapetisse, ce qui provoque une mise en place de l'écorce ou un plissement, à la façon d'une ride qui se forme à la surface d'une pomme reinette qui se fane. Il est certain qu'autrefois, les convulsions de la croûte terrestre étaient beaucoup plus fréquentes et plus violentes, sinon en vitesse, du moins en force. Témoin les grands plissements qui trouvèrent leur épanouissement au Miocène et qui firent surgir les plus hautes chaînes de montagnes du monde : Alpes, Andes, Hymalaya. Si ces plissements nous paraissent gigantesques, ils ne sont à la surface de la Terre que ce que sont les rugosités à la surface d'une orange.

Après ces remarques d'ordre général, on se demande comment on peut se retrouver dans le nombre considérable et la diversité quelquefois peu apparente de toutes ces couches sédimentaires. Ce qui a été dit des bouleversements que l'écorce terrestre a subis, indique d'emblée que l'on ne peut s'attendre à une succession régulière, inaltérée et chronologiquement ordonnée des couches géologiques. Seul le fait que certaines contrées sont alternativement immergées puis exon-dées, recouvertes par les mers et émergées à nouveau durant des millions d'années, montre que des terrains sont en formation durant une de ces périodes et en désagrégation durant l'autre et vice versa. Mais pour fixer leur âge, ou mieux la place qu'ils occupent dans l'ordre chronologique, on dispose d'un critère très précis, de témoins très nombreux. En effet, sitôt que la Vie apparaît sur la Terre, elle laisse des marques de son passage, dans tous les terrains sur lesquels elle s'est manifestée. Toutefois, il faut attendre que les êtres animés aient pris un peu de corps, qu'ils se soient recouverts d'une coquille ou d'une carapace de silice, de calcaire, de fer ou de chitine pour laisser une empreinte durable, une pétrification. Or, nous savons que les règles de l'Evolution régissant la biologie veulent que toutes les espèces animées, plantes ou animaux, vont toujours du simple au compliqué. Dès lors, en récoltant dans les couches sédimentaires les plantes ou les animaux qui ont été ensevelis et pétrifiés, il suffira de déterminer les progrès qui les distinguent, pour savoir où ranger, ou mieux, pour savoir dater les étages qui les recèlent. C'est ainsi que l'on est arrivé, après avoir identifié la flore et la faune de tous les terrains géologiques, à diviser l'histoire de la Terre en « ères », en « système », en « périodes », en « couches » et en « strates ».

Mais avant d'aborder le résumé de l'étude systématique des ères géologiques, il est nécessaire d'apprendre un peu à connaître les roches sur lesquelles et aux dépens desquelles vont s'exercer les forces érosives.

Roches primitives. L'écorce terrestre telle qu'elle se présente au stade archéen, se compose de roches cristallophylliennes. On admettait autrefois qu'elles étaient formées de la première couche authentique de la croûte terrestre. Or, la plupart de ces roches ont une

structure stratifiée, c'est-à-dire en couches superposées, de sorte qu'il faut admettre qu'elles sont déjà le produit d'une sédimentation. L'écorce primitive de la Terre, en conséquence, n'émerge nulle part. Le caractère cristallophyllien des roches archéennes serait le résultat du métamorphisme. Le métamorphisme est un phénomène de profondeur qui, sous l'action de la pression et de la chaleur, transforme les roches sédimentaires en roches cristallophylliennes. Lorsque de grandes masses de détritiques sédimentaires se sont entassés dans les profondeurs des océans, en particulier dans les géosynclinaux, le poids les met en contact plus serré avec les roches encore sous l'influence du feu central. La température et la pression auxquelles elles sont soumises donnent les conditions requises au métamorphisme. Le maximum d'intensité de son action paraît s'exercer aux angles des plis des assises. C'est ainsi que le massif de la Jungfrau présente des calcaires devenus marbres et des gneiss qui ont perdu leur schistosité.

Les roches les plus profondément situées sont transformées en *granit*. Le granit est une roche dure, finement constituée, acide, contenant jusqu'à 70 % de silice (Si O_2). Cet anhydre silicique se présente surtout sous forme de cristaux de quartz ou cristal de roche. Les autres cristaux du granit sont des silicates simples de différents métaux et des silicates doubles ou feldspath. La protogine du Mont-Blanc est le type de cette roche.

Vers le haut, on passe insensiblement à des couches moins métamorphisées. Moins compacte que le granit, le *gneiss* est constitué de cristaux de plus en plus grossiers. Le cristal de roche n'est plus aussi abondant : ce sont les silicates qui dominent, mica et feldspath. Le gneiss est fissile en feuilles plus ou moins épaisses, de sorte que dans les régions gneissiques des Alpes, il remplace les tuiles, les pieux et les échelas. Le Cervin est un bloc de gneiss.

Les *micaschistes* sont constitués de silicates simples. Donc le feldspath en est absent. Le quartz est bien représenté, mais c'est le mica qui domine.

Certaines roches sont très voisines des roches primitives. Ce sont des roches formées par des coulées de lave qui se sont cristallisées en masse porphyrique, tel le porphyre du socle du Monte San-Salvatore, près de Lugano.

Roches sédimentaires. Les matériaux constituant les terrains sédimentaires résultent de la désagrégation de roches préexistantes. Dès la présence des roches primitives, les eaux n'ont cessé de les démolir et de les déposer. Elles n'ont pas cessé non plus de les remanier et de multiplier les mélanges tout en édifiant de nouvelles formations. Les dépôts dans les océans progressent en *assises* horizontales. Ces assises se divisent en *couches*. Ces couches donnent aux assises leur aspect *stratifié*.

Les dépôts sont *détritiques* lorsqu'ils sont composés de galets et de gravier. On les dit *arénacés* s'ils sont composés de sable. Ces deux genres de dépôts sont à la base des terrains meubles. Le sable produit par la désagrégation du granit se présente sous une forme argileuse, imperméable. Les galets et les graviers se transformant en masses compactes sont des *conglomérats*. La masse métamorphisée du sable est un *grès*. Ces roches seront siliceuses, calcaires ou ferrugineuses, suivant que les eaux les auront cimentées avec de la silice, du carbonate de chaux ou de l'oxyde de fer. Les dépôts argileux sont plastiques ou solides. Dans le premier cas, ce sont des *argiles*, constituées chimiquement de silicates d'alumine hydratés. Lorsque l'argile contient une certaine proportion de calcaire, elle est désignée sous le nom de *marne*. Dans le second cas, les argiles métamorphisées deviennent compactes et dures et feuilletées. Ce sont des schistes, de texture plus ou moins cristalline dont les plus fissiles sont appelées *phyllades*. L'ardoise en est le type le plus connu.

Les calcaires présentent un nombre prodigieux de variétés, allant du grain le plus fin, la *craie*, au grain le plus grossier, la pierre à bâtir. Les formes cristallines sont le *calcaire lithographique* et le *marbre*. D'autres calcaires résultent de la concrétion de petits globules de la dimension d'un pois, c'est le *calcaire pisolitique*. Si la dimension des globules est celle des œufs de homard, la concrétion se nomme alors *calcaire oolithique*. Une autre variété de calcaire joue un rôle important dans les formations jurassiques, il est constitué de Polypiers et prend le nom de roches *coralliennes*.

Le Précambrien. L'usage est de faire commencer l'évolution de la Terre à partir du moment où les roches cristallophylliennes fournissent un objet à l'érosion et par là un matériel à la sédimentation. La longue période qui précède ce début, représente à elle seule au moins la moitié de l'existence de la Terre. Cette longue préparation de la croûte terrestre se nomme le Précambrien. Sa durée serait supérieure à deux mille millions d'années. La configuration du globe au Précambrien présente trois contrées émergeant des mers : le bouclier canadien, le bouclier baltico-russe et le bouclier sibérien. L'hémisphère sud, à part quelques îles disséminées, était recouvert par les eaux.

Le Précambrien a reçu la qualification d'*azoïque* à cause de l'absence totale de pétrifications dans les roches cristallophylliennes.

L'histoire de la Terre a été divisée en quatre parties :

1. Ere primaire ou paléozoïque, dont les terrains contiennent les premiers vestiges des espèces les plus rudimentaires d'animaux et de plantes.

2. L'ère secondaire ou mézozoïque, dont les terrains contiennent les pétrifications d'animaux et de plantes mieux développés et, à la fin, les premiers mammifères et la première fleur.
3. L'ère tertiaire ou âge des mammifères.
4. L'ère quaternaire ou âge de l'Homme.

ÈRE PRIMAIRE

A la fin du Précambrien, des sédiments argileux se sont déposés sur les roches modifiées par le métamorphisme. Ils ont fourni des schistes feuilletés qui se sont durcis. C'est ce que l'on nomme phyllades ou schistes argileux primitifs.

La période précambrienne a été soumise à des bouleversements considérables, ce qui fait que les assises de phyllades sont souvent verticales. Dans ces terrains on a trouvé des traces d'Annélidés, de Crustacés et d'Arthropodes (Trilobites). Dorénavant, les divisions géologiques adoptées seront caractérisées par l'évolution de certaines espèces ou l'apparition de nouvelles espèces, plutôt que par un changement apparent dans la nature des couches sédimentaires. En raison de l'alternance des espèces, l'ère primaire est divisée en cinq grands systèmes :

1. Système Cambrien, dont la durée est d'une centaine de millions d'années.
2. Système Silurien, d'une durée de cent trente à cent quatre-vingt millions d'années.
3. Système Dévonien, qui a duré près de cent millions d'années.
4. Système Carboniférien, qui a duré un peu plus longtemps que le précédent.
5. Système Permien, dont la durée se limite à quelque trente-cinq millions d'années.

1. *Système Cambrien*

Le nom de Cambrien vient de Cambrium, nom que les Bretons donnaient au Pays de Galles où les assises de ce système sont puissantes. La température durant cette période et les conditions atmosphériques furent sensiblement les mêmes que celles du Précambrien : climat chaud et humide partout.

Les trois boucliers canadien, baltico-russe et sibérien restent à peu près inchangés. Seules les côtes de ces rudiments de continents ont été envahies puis délaissées par la mer.

Un géosynclinal, c'est-à-dire une longue dépression, sillonne la mer qui sépare le bouclier canadien du bouclier baltique. Un plissement s'y dessine, le plissement calédonien d'où surgiront plus tard les montagnes d'Irlande, les Grampians d'Ecosse (appelée autrefois Calédonie) et les chaînes de Scandinavie. Une seconde vague de plissement s'esquisse en direction de l'est. Elle donnera, dans la suite, les reliefs du pays de Galles, des Ardennes, du massif schisteux rhénan, de la Thuringe et de la Saxe.

La stabilité accrue de l'écorce terrestre a laissé intacts, en plusieurs endroits, les sédiments déposés pendant quelques cent millions d'années. Au Pays de Galles, en Scandinavie, au Canada et en Sibérie les sédiments amoncelés sont arrivés jusqu'à nous en assises puissantes, horizontales, atteignant de huit à dix mille mètres d'épaisseur. C'est le premier étage vraiment fossilifère. Les Trilobites y donnent la note dominante. Près des rivages, l'argile a emmuré les galets et forme avec eux un conglomérat nommé *poudingue*, témoin les poudingues pourpres du Finistère. Au-delà, l'argile s'est métamorphisée en bandes feuilletées. Ces schistes sont très fissiles et constituent les bancs d'ardoise largement exploités au Pays de Galles, aux Ardennes, en Bohême où les schistes à Paradoxides (Trilobites) sont très renommés. Au sud du Plateau central, à la Montagne Noire, le Cambrien débute par un calcaire à Encrines (échinoderme crinoïde) surmonté de schiste jaune à Paradoxides. C'est sous ces dernières formes que cet étage apparaît dans la péninsule Ibérique et en Sardaigne. Le Cambrien a également émergé en assises puissantes en Sibérie, en Chine, aux Indes, en Australie et en Amérique où il occupe la plus grande surface.

2. Système Silurien.

Au Silurien, la température est toujours élevée et l'atmosphère très humide. Les terres sont réparties, dans les grandes lignes, d'une manière identique à celle du Cambrien. Toutefois, les rivages gagnent du terrain vers le midi. Le fond de la mer séparant les boucliers canadien et baltique s'élève et vers la fin de cette longue période de 180 millions d'années, ils sont réunis en un immense continent nord-atlantique. A cette même époque, les premiers frémissements des plissements hercyniens se font sentir. Les terrains siluriens se sont assez exactement déposés sur les sédiments cambriens. Ils apparaissent sous forme de schistes noirs à Graptolithes (Coelentérés) et à Calymènes (Trilobites), de calcaire à Orthocères (Mollusques), de grès, comme le massif Armoricaïn, dont la Montagne de Roule,

à Cherbourg. Il est curieux de noter que les schistes à Calymènes reposent d'une manière constante sur une couche de minerais de fer oolithique.

En Asie et en Australie, le Silurien inférieur succède régulièrement au Cambrien. Il en va de même en Amérique où il recouvre de grandes surfaces et dont le terme le plus remarquable est le calcaire à *Asaphus* (autre Trilobite) de Trenton, dans lequel on a trouvé les restes les plus anciens de poissons. Les strates qui surmontent ce calcaire auraient fourni les premiers vestiges d'une Algue calcaire.

Le Silurien supérieur ou Gothlandien, est caractérisé par les assises de calcaire marneux de l'île de Gothland. Ces assises ont leur réplique en Angleterre, en Esthonie, où les Pentamères (Brachiopodes) datent les roches, comme pour le grès à Pentamères de Clinton et le calcaire du Niagara. Il possède aussi des schistes à Graptolithes en Bretagne que l'on retrouve à l'est, dans les Vosges, au Harz, en Thuringe et en Bohême. Au sud, on a identifié le Gothlandien au Maroc et dans le Sahara central. Au nord, il apparaît dans la zone arctique avec une faune identique, Polypiers tétra-coralliaires y compris, ce qui atteste bien l'uniformité de climat sur tout le globe.

3. *Système Dévonien.*

Le climat est inchangé, c'est-à-dire qu'il est toujours humide et chaud. Les plissements calédoniens s'accroissent, ce qui a pour effet de laisser apparaître les reliefs d'Irlande, de Calédonie (Écosse) et qui se prolongent dans une chaîne traversant toute la mer du Nord, celle qui va former les Monts Scandinaves. Partant du même point, mais se dirigeant vers l'est, la seconde vague calédonienne provoquera la surrection des montagnes de Cornouailles, du Pays de Galles, des Ardennes, de la Rhénanie et de la Bohême. Ce dernier plissement a pour conséquence de refouler la mer vers le sud.

Durant le Dévonien, les transgressions et les régressions marines sont nombreuses et l'activité volcanique très marquée. Il s'ensuit que toutes les assises déposées durant quelque 80 millions d'années sont irrégulières et manquent d'unité. Les couches d'origine marine alternent avec les couches d'origine continentale et les plissements calédoniens augmentent encore la confusion. Les strates contemporaines auront donc selon les endroits, un faciès totalement différent. En revanche, les fossiles, témoins authentiques, offrent des moyens sûrs, permettant d'établir avec certitude la chronologie exacte de tous ces terrains bouleversés. Les poissons Ganoïdes et Dipneustes apportent certaines précisions. Le *Spirifer giganteus* (Brachiopode) caractérise le Dévonien inférieur. Les Goniatides (ébauches d'Ammonitidés) et les Brachiopodes désignent le Dévonien moyen avec un autre genre de Spi-

rifer. Le Dévonien supérieur est surtout constitué de Polypiers à opercules du genre *Calceola*. Les Trilobites sont en décadence.

Les Cryptogames vasculaires sont plus développées et l'on trouve les premières Fougères. En outre, les Gymnospermes font leur apparition.

4. *Système Carboniférien.*

La température moyenne est supérieure à ce qu'elle est aujourd'hui sous l'équateur. L'atmosphère est humide, elle contient beaucoup d'acide carbonique. Les pluies torrentielles sont fréquentes. L'activité volcanique se poursuit. Une immense transgression marine recouvre les grès rouges. Puis, les plissements hercyniens produisent la surrection des Vosges, de l'Oural, des Apalaches et les reliefs de l'Europe centrale. C'est le mouvement varisque. Un second mouvement prend la direction armoricaine, soulevant les Pyrénées, le Massif central, les reliefs de l'Italie septentrionale pour rejoindre la direction varisque dans l'Europe centrale.

Le grand événement du Carboniférien est l'émergence d'un vaste continent au sud de l'équateur. Une partie de l'Amérique du sud, l'Afrique, l'Inde et l'Australie y sont réunies. On l'appelle le continent de Gondwana, selon le nom d'une contrée de l'Inde rattachée à ces terres.

Autre fait important : les plantes cryptogames vasculaires ont pris un tel essor durant les 100 millions d'années du Carboniférien, qu'elles ont atteint des dimensions arborescentes. Tous les terrains émergés ont été envahis par une végétation luxuriante, formant une épaisse forêt où les Prêles et les Fougères atteignent une trentaine de mètres de haut, tandis que certains Lycopodes dépassent quarante mètres. Il ne faut pas perdre de vue que la température élevée qui régnait au Carboniférien n'épargnait aucune région du globe, en sorte que cette flore exubérante recouvrait aussi bien les pôles que l'équateur. Les pluies torrentielles désagrègent les pentes dont les roches sont encore meubles. Elles les précipitent dans les lacs et les mers, entraînant des forêts entières avec d'abondants débris, plus ou moins désorganisés, amoncelés au cours de millions d'années. Là, sous l'eau, soustrait au contact de l'air, tout ce matériel végétal va se carbonifier et donner la houille.

Les dépôts marins du Carboniférien inférieur sont surtout de nature calcaire dont les Fusulines (Foraminifères) constituent la majeure partie. Dans le Northumberland, les bancs de calcaire ont une puissance de 1200 m. Certains étages sont caractérisés par des Goniatides et des Brachiopodes du genre *Productus* gigantes et *Spirifer*. Ce calcaire à *Productus* se prolonge en Belgique, en Westphalie, en Silésie et jusque dans l'Oural.

Le Carboniférien moyen affleure en Angleterre, en Belgique, en Westphalie, en Silésie, en Pologne et en Russie. Les Lycopodes géants datent ces étages, ce sont les Lepidodendrons et les Sigillaires. Les Fougères y sont aussi très abondantes (Sphenopteris, Mariopteris, Nevropteris). En Amérique, le Carboniférien moyen correspond au Pennsylvanien. On aura reconnu dans tous ces lieux la distribution géographique des bassins houillers.

Le Carboniférien supérieur est l'étage de St-Etienne et de l'Oural. Les Lépidodendrées sont déjà en décadence, ainsi que les Sigillaires, tandis que les Fougères Pecopteris dominent. Les Cordaites et les Calamodendrons y sont représentés. Le premier Conifère apparaît, c'est un Walchia.

La faune n'a pas suivi ce développement exubérant. Toutefois, il ne faut pas omettre de signaler que les Vertébrés, dont les seuls représentants jusqu'à ce niveau sont les poissons Ganoïdes et Dipneustes, émettent un nouveau rameau. Il s'agit d'un Reptile amphibie de l'espèce Labyrinthodonte. En outre, les Insectes abondent dans les forêts carbonifériennes. Certains atteignent 70 cm. d'envergure. Malgré tout, le développement exceptionnel, prodigieux du règne végétal offre des possibilités supérieures à celles du règne animal pour dater les terrains du Carboniférien. L'épanouissement puis la décadence de certaines espèces arborescentes, telles les Lépidodendrées, les Sigillaires ou les Fougères Pecopteris, par exemple, donnent des précisions dont la chronologie s'est empressée de profiter.

5. *Système Permien.*

Au début du Permien, un changement de climat transforme l'aspect de l'hémisphère boréal. Le désert succède aux forêts opulentes du Carboniférien, indiquant que le climat humide fait place à la sécheresse.

Les terres sont réparties d'une façon analogue à celle de la période précédente. L'évaporation des lagunes laisse apparaître de grands dépôts de marne, de gypse et de chlorure de sodium (sel de cuisine). La mer du Nord, toutefois, commet une importante transgression sur l'Allemagne et l'Angleterre.

Durant 35 millions d'années environ, le Permien dépose trois couches sédimentaires distinctes. A la base se trouvent les grès d'Autun et d'Artinsk ; au milieu se situent les grès rouges de Saxe et du Penjab ; l'étage supérieur est constitué par le calcaire magnésien de Thuringe appelé zechstein.

Ici, le règne animal prend sa revanche. En effet, les trois étages du Permien sont exactement datés par des Gastéropodes. La première assise contient encore un Ammonoïde, la *Medlicottia orbignyana*. A l'étage suivant, l'Ammonoïde est devenue une Ammonite, la *Medli-*

cottia marcoui et au sommet du Permien, cette dernière est arrivée au grade de *Medlicottia primas*.

Les conglomérats et schistes rouges et verts des Alpes suisses et italiennes datent de la même époque.

Deux faits paléontologiques importants marquent le système Permien. Parmi les Vertébrés, le premier Reptile terrestre apparaît. Au Carboniférien, nous avons noté la venue du premier Reptile amphibie ; au Permien, ce Reptile a définitivement quitté l'élément liquide pour ne plus se mouvoir que sur la terre ferme. Il s'agit d'un Théromorpe. Le second fait remarquable est l'évolution des Gastéropodes. Nous venons de signaler les progrès réalisés par l'espèce *Medlicottia* chez les Ammonites. C'est elle qui a permis de dater avec précision les étages du système Permien. A vrai dire, un troisième fait important est encore à relater, un fait négatif celui-là, la disparition des Trilobites.

La flore carboniférienne se cantonne de plus en plus dans le continent de Gondwana. En abandonnant ses fiefs dans l'hémisphère boréal, elle laisse le champ libre aux Conifères. Le *Walchia* et le *Ginkgo* s'y installent et prospèrent.

Au cours de l'ère primaire, les éruptions volcaniques ont commis des confusions même dans les terrains où elles n'ont laissé que de rares conglomérats de tuf. En revanche, de grands plis convexes, composés de granit à grains très fins, qui en Grande-Bretagne et en Bretagne contiennent de l'étain, sont d'origine volcanique. Il en va de même des masses porphyriques considérables déposées çà et là. Elles indiquent que le refroidissement de ces matériaux volcaniques s'est effectué en deux temps. Enfin, les roches vitreuses du Var et la pechblende de Saxe ont été rejetées par des éruptions permienues. Ces dernières furent accompagnées de manifestations thermales et solfatariennes (de Solfatare, à Puzzoles près de Naples) et de formation de tuf et d'argilolithes. Celles-ci sont des tufs verts et rouges imprégnés de concrémments siliceux. Il a été constaté que la présence de tuf et d'argilolithes marquent le déclin de l'activité volcanique, là où ils apparaissent. Il convient donc de s'attendre à un calme relatif durant l'ère qui va suivre.

Par la disparition des Trilobites, le Permien délie ses attaches avec le Paléozoïque et la venue des Ammonites marque la transition au Mésozoïque ou ère secondaire.

ÈRE SECONDAIRE

L'ère secondaire ou mésozoïque ne présente nulle part de nette brisure avec l'ère précédente. Elle ne s'en détache pas, au point de vue géologique, par une différence particulièrement apparente. La limite entre ces deux ères est toute paléontologique et artificielle.

L'activité volcanique, si efficace jusqu'à la fin du Permien, semble bien apaisée, tout au long de cette période que l'on estime à 200 millions d'années. Cette accalmie est tout au moins valable pour l'Europe.

Le climat des régions polaires et équatoriales va peu à peu s'individualiser.

L'ère secondaire se divise en trois systèmes : le système triasique, encore si intimement lié au Permien ; le système jurassique, dont la plupart des couches se trouvent dans les montagnes du Jura, ce qui revêt à nos yeux un intérêt particulier ; le système crétacé ou crétacique, dont maint étage porte un nom de chez nous.

1. *Trias ou système triasique.*

Avec le Trias commence une ère plus calme, ainsi que l'avait laissé prévoir la présence de tuf et d'argilolithes à la fin du Permien. Le climat assez uniformément chaud et humide jusqu'alors commence à se différencier, suivant les régions.

Trias signifie *trois*, désignant le nombre des assises principales déposées sur le Permien.

Dans le désert du continent nord-atlantique va s'avancer une transgression de la mer mésogéenne : c'est la mer du *Muschelkalk*. Cette transgression est d'autant plus remarquée que le globe, à ce moment-là, possédait moins d'océans. En effet, le grand continent de Gondwana avait largement rejoint le continent nord-atlantique et ce dernier n'était plus séparé du continent sibérien. A aucune époque, les continents n'avaient eu une aussi vaste extension et jamais ils ne la retrouvèrent plus. Une mer étroite s'insinuait toutefois entre les continents sino-sibérien et de Gondwana. Et, comme elle s'infiltrait entre eux bien loin à l'intérieur des terres, vers l'ouest, elle reçut le nom de Mésogéenne, nom dont les deux racines sont grecques. Lorsque ces racines seront latinisées, elle prendra le nom de Méditerranée. Ainsi, sur l'immense et unique continent du Trias, les dépôts de l'étage inférieur furent tous d'origine continentale. C'est l'étage Werfénien.

L'étroite mer du *Muschelkalk* est à l'origine du second étage triasique. Elle envahit les Ardennes, les Vosges, la Franconie, puis plus au sud gagna le Tyrol et les environs de Vienne. (*Muschelkalk* de Soleure !). Le *Muschelkalk* correspond au Conchylien d'Orbigny.

Ce sédiment marin sera recouvert à son tour par de nouveaux dépôts continentaux qui formeront la troisième assise triasique, le *Keuper*. Ces trois étages sont datés avec précision par des Ammonitidés très variés, par les Ceratites et les Trachyceras en particulier. D'ailleurs, selon les endroits, ils affectent un faciès différent.

Ainsi, le Trias inférieur ou Werfénien s'étend de l'Angleterre à

la Silésie et se compose de grès tacheté (red sandstone) et de grès bigarré (bunter Sandstein). Dans les Vosges, il prend le nom de grès vosgien et contient les restes d'un nouveau Conifère, le *Voltzia heterophylla*. Il a été dit plus haut que le Trias moyen est formé du Muschelkalk partout où la mer s'est étendue. Enfin, le Keuper, l'étage supérieur du Trias s'étend en schistes à Tirolithes associés au gypse et au sel gemme, de Salzbourg à Vienne, de la Caspienne à la mer Glaciale. Dans l'Himalaya les grès et les calcaires contemporains sont révélés par les Ceratites. Dans les provinces méditerranéennes, le Trias contient peu de Ceratites. En revanche, il abonde en *Turbo solitarius* que l'on trouve en Italie, en Sardaigne, en Espagne méridionale et dans le nord de l'Afrique. Un grand Reptile marin, l'*Ichtyosaure* a été identifié. Il se multipliera, avec d'autres grands Sauriens, pendant tout le Système jurassique.

2. Système jurassique

L'individualisation des climats débute à ce niveau. Les différences qui surgissent entre l'équateur et les pôles sont interprétées dans le sens d'un refroidissement des pôles et d'une ébauche de saisons. L'indication de ce changement est fournie par le tronc de l'*Araucaria* qui façonne ses premières couches concentriques annuelles. Toutefois, le Figuier fleurit encore au Grœnland.

La grande sécheresse qui caractérise l'étage supérieur du Trias, le Keuper, a mis à sec des lacs, des lagunes et des mers. Les poissons qui y foisonnaient, ont brusquement été privés de l'élément liquide. Leurs corps amoncelés ont formé une vraie strate séparant le Keuper de la première assise jurassique. Leurs squelettes sont restés intacts. En revanche, leurs chairs, en se désorganisant, ont imprégné le terrain de matières organiques bitumeuses à base de phénol. La distillation de ces roches, abondantes au Tyrol, donne l'ichtyol.

Le système jurassique a la réputation d'avoir été une période très calme. Oui, sans doute, après réserve faite pour la grande transgression marine qui de l'arctique, en passant à l'est et à l'ouest de la Scandinavie, a envahi tout le reste de l'Europe. Seuls quelques reliefs ont émergé çà et là. Cette transgression a rejoint la mer Mésogéenne sur une grande largeur et a poussé une vaste protubérance de l'Espagne jusqu'au Mexique. L'eau de la mer boréale contenait beaucoup de calcaire et de silice. Les Polypiers se sont alors mis à construire des montagnes de calcaire. Les vallées qui les séparaient furent comblées par les squelettes incrustés de calcaire des Foraminifères et les Crinoïdes (Echinodermes) façonnèrent le calcaire à entroques. D'autres Protozoaires, les Radiolaires, incrustés de silice, ainsi que les Eponges, contribuèrent puissamment à épaissir la sédimentation

marine. Cette activité animale est tout à fait typique pour le système jurassique. Pendant toute sa durée, estimée de 60 à 80 millions d'années, cette sédimentation fut accrue par l'apport habituel des dépôts de vase marine. Elle finit par former des bans d'une épaisseur impressionnante. L'exemple le plus spectaculaire est, dans le « Parc jurassien de la Combe-Grède », le jet unique de 340 m. que mesure la Corne-de-l'Ouest. Or, cette majestueuse masse calcaire n'est constituée que par trois étages du Jurassique supérieur. Chaque étage mesure plus de cent mètres et le système compte une douzaine d'étages.

Comment discerner ces différents étages ? C'est encore aux fossiles que nous aurons recours. Si le système jurassique fut le temps des grands Sauriens, il vit aussi le règne des Ammonitidés. Les premiers sont des Vertébrés vivant sur la terre ferme. Il y a donc peu de chance d'en trouver dans les mers jurassiques. En revanche, les Ammonitidés sont des Mollusques marins qui pullulaient à cette époque. Ce sont elles qui fournissent des tests sûrs pour reconnaître les différents terrains, chaque couche recélant un genre spécial.

Le système jurassique se divise en trois périodes principales :

1. Le Jurassique inférieur ou Infrajurassique ou Lias.
2. Le Jurassique moyen ou Médio-jurassique ou Dogger.
3. Le Jurassique supérieur ou Supra-jurassique ou Malm.

Le terme de Lias dérive du nom d'un calcaire spécial, le liais. Les termes de Dogger et Malm sont l'appellation allemande et suisse de terrains présentant un faciès analogue ou identique.

1. Le Lias ou Jurassique inférieur. Il prend place sur un « bone bed », sur un lit d'ossements. On a vu plus haut qu'il s'agit d'ossements de poissons.

C'est à ce niveau qu'on a trouvé la première dent de Mammifère (*Microlestes*).

Les Ammonites de toutes formes et de toutes grandeurs ont envahi la mer secondaire. Ce sont les Ammonites aux cloisons persiliées (dont les cloisons ont des sutures affectant les contours de la feuille du persil) qui dominent : *Arietes*, *Psiloceras*, *Aegoceras*, *Harpoceras*, etc. Les Brachiopodes bivalves sont également bien représentés. Ce sont des Huîtres, des Gryphées, des Plicatules, des Rynchonelles, des Térébratules. La diversité de ces genres offre des possibilités multiples pour reconnaître et dater les couches du Lias.

Des cinq étages du Lias, nous ne retiendrons que le *Rhétien* qui apparaît massivement dans les Alpes rhétiques et constitue l'ossature des groupes de l'Adula, de la Bernina, de l'Ortler et de la Silvretta. Ce sont des Alpes gréseuses, faites d'un grès fin et dur, et non pas de granit. Il est caractérisé par deux Bivalves, la Térébratule

à monnaie et l'Avicule tordue. Cet étage, comme tous ceux du Jurassique, s'est déposé dans les limites de la mer jurassique. En dehors de l'Europe, il apparaît dans l'Himalaya, le Tonkin, en Nouvelle-Zélande et au Connecticut en Amérique du Nord.

Il convient toutefois de signaler encore la présence du Lias au Tessin, au sud du lac de Lugano. Dans les carrières de Riva San-Vitale du Monte Sans-Giorgio, le professeur Peyer de Zurich a découvert un gisement important de Sauriens.

D'autre part, le Lias a été traversé lors de la construction du tunnel des Loges entre les Convers et le Val de Ruz et il affleure dans le cirque de Soubey.

2. Le Dogger ou Jurassique moyen est aussi appelé *Oolithique*, à cause des grains qui forment sa texture. La mer jurassique atteint à ce moment ses limites définitives. Les deux couches sédimentaires qui s'y sont déposées portent le nom commun de Dogger. Elles s'étendent sur toute la surface de cette mer. L'étage inférieur affleure à Bayeux dans le Calvados d'où son nom de *Bajocien*. L'étage supérieur, dont on a décrit le type à Bath en Angleterre s'appelle le *Bathonien*, ou aussi, *dalle nacrée*. A la faveur des élévations et des plissements dont le Jura a été le théâtre et aussi grâce à l'érosion des anticlinaux, le Bathonien affleure au Petit-Chasseral dont il constitue la grande masse. Plus à l'ouest, il affleure encore dans la forêt de St-Jean, ainsi que dans la Combe-Grède, entre les deux gorges, au fond de la cuvette Argovienne. Ces terrains contiennent surtout des Huîtres, la Térébratule et la Rhynchonelle.

3. Le Malm ou Jurassique supérieur. Durant la formation du Malm, la mer jurassique subsiste sur toute son étendue. C'est dire que cette assise fait partie du sol et du sous-sol de toute l'Europe et du Jura en particulier. Grâce aux « combes » et aux « gorges », les cinq étages du Malm sont apparents à maints endroits du Jura, où les chaînes ont été ouvertes, sciées par les eaux torrentielles. Ces chaînes sont le résultat des surrections successives du Jura et les plissements ont été façonnés par des poussées latérales. Les convexités des plis sont les anticlinaux, ou crêtes de nos montagnes. Les concavités des plissements sont les synclinaux et correspondent aux fonds des vallées. Les anticlinaux jurassiques ont tous été dégradés par les eaux météoriques, de sorte que rares sont ceux qui sont encore intacts. En certains endroits, ils sont même abrasés au point que ce sont les étages inférieurs qui apparaissent. Ainsi, les plus hauts sommets jurassiens, du Chasseron au Weissenstein, sont désagrégés au point que les crêtes sont formées par le Séquanien. Mais n'anticipons pas.

Le Jurassique supérieur compte cinq étages :

a) Le Callovien s'étend dans le sous-sol de toutes les montagnes du Jura. La puissance de son assise est de cent mètres en

moyenne. Sous ce rapport, il égale les autres couches jurassiques qui toutes mesurent approximativement cette épaisseur. Le Callovien forme un anneau à la base du Petit-Chasseral et apparaît dans différentes cluses où les rivières ont scié les chaînes de montagnes, comme à Goumois et ailleurs.

b) L'Oxfordien a la même extension que le Callovien. Dans nos régions, toutefois, il apparaît sous son faciès de marne Argovienne et affleure sur de grandes distances, car cette dernière constitue le fond des combes humides de nos montagnes. C'est une roche malléable, imperméable. C'est la raison pour laquelle les dépressions que les glaciers y ont creusées ont conservé l'eau, qui a formé des étangs (Gruère) et des marais sur lesquels les tourbières du Haut-Jura se sont développées. En creusant son canon, le Doubs a mis l'Oxfordien à nu en plusieurs endroits, par exemple dans les Côtes, de Biaufond à la base des Sommètres.

c) Le Séquanien est l'assise qui surmonte l'Oxfordien, respectivement l'Argovien. Il affleure dans la plupart des cluses du Jura et dans la vallée du Doubs. Sa masse puissante constitue la base des falaises des deux Cornes de la Combe-Grède, le seuil du Saut du Doubs et le rocher du Lion de Belfort.

d) D'une puissance égale, plus de cent mètres d'épaisseur, le Kiméridgien repose sur le Séquanien sur toute l'étendue de la mer jurassique. Dans nos régions, il est riche en Polypiers, en Nérinées, en Dicerias, etc. En Angleterre et dans le Pas-de-Calais, à cette roche dure correspond une argile contenant l'Exogyde virgule et des Ammonites. Dans l'Oxfordshire, à ce niveau, on a trouvé le premier Saurien géant, l'Iguanodon. Le Kiméridgien affleure sur de vastes surfaces, aussi bien sur les sommets (flancs sud de Chasseral) que dans les cluses et les Côtes du Doubs. Dans la Combe-Grède, de plus de cent mètres d'épaisseur, il forme l'étage moyen des deux Cornes.

e) Tout aussi puissant, le Portlandien recouvre assez exactement le Kiméridgien sur toute l'étendue de la mer jurassienne. Dans le Jura, c'est la roche qui affleure sur les plus grandes surfaces. Il forme les flancs de plusieurs vallons (de St-Imier) et constitue, avec le Kiméridgien, la plupart des terres des Franches-Montagnes. Le Portlandien, de même que les deux assises précédentes, est une roche dure, composée de Coraux, de Foraminifères, etc. Toutefois, les diverses strates sont différenciées par des Gastéropodes (Ammonites) et des Huîtres bivalves (Térébratules, Avicules, Rhynchonelles, etc.).

Pour la fabrication de ciment et de chaux hydraulique, dans de nombreuses carrières, on exploite toutes les couches du Jurassique supérieur. Contre toute attente, le ciment de Portland ne porte pas

le nom de la roche de laquelle il est tiré, mais le nom de la ville où la technique de sa fabrication a été mise au point. En effet, le ciment de Portland est fabriqué avec la marne Argovienne, dont la teneur en calcaire et en silice correspond à la formule de ce ciment (environ deux tiers de calcaire et un tiers de silice). L'assise de marne Argovienne est particulièrement puissante à Reuchenette-Rondchâtel.

En résumé, la mer jurassienne a recouvert toute l'Europe. A part la vase habituelle, le matériel le plus considérable qui s'est déposé pour former le Malm ou Jurassique supérieur, a été fourni par le règne animal. Certaines couches sont constituées de Protozoaires : Radiolaires incrustés de silice et Foraminifères incrustés de calcaire. D'autres ont été édifiées par les Polypiers : ce sont les strates coralliennes. Ces Polypiers continuent d'ailleurs leur incessante activité dans les mers tropicales où ils se sont retirés depuis le refroidissement des pôles, ce qui fait que de nouveaux atolls surgissent de temps à autre. Les Gastéropodes et les Brachiopodes pullulaient dans les mers chaudes du Secondaire. Leurs fossiles abondants permettent de dater les terrains avec aisance.

Sur les terres émergées vivaient les Reptiles géants de la branche des Sauriens, tels que Dinosaures, Plessiosaures, Gresslyosaures et autres Diplodocus et Crocodiles. Les Vertébrés avaient encore un autre modeste petit représentant. C'était un Mammifère, de la grandeur d'un lièvre, mais de la famille des Marsupiaux, comme le Kangourou.

Quant au règne végétal, il s'épanouit dans les Gymnospermes. Toutefois, on signale l'apparition de la première Angiosperme.

Dans la recherche des ancêtres du « peuple jurassien », on se plaît à remonter jusqu'au Rauraque. La Rauracie, selon les historiens, s'étendait sur le nord de l'Argovie, sur Bâle-Campagne et sur le Jura-Nord. Ce changement de thème a pour seule raison de réparer une omission. Le *Rauracien* est le nom que l'on donne au faciès particulier du Séquanien tel qu'il se présente dans les limites de l'ancienne Rauracie.

3. *Système Crétacé ou Crétacique*

A la fin du Jurassique supérieur ou Malm, soit au Portlandien, la mer se retire de la majeure partie de l'Europe. Les continents Nord-Atlantique et Sino-Sibérien sont de nouveau libérés des eaux. Quant au continent de Gondwana, il achève sa dislocation. Le Brésil et l'Afrique sont séparés par une large dépression dont la mer a immédiatement pris possession. La masse de l'Amérique du Sud prend peu à peu sa forme actuelle et l'Afrique dessine progressivement ses contours définitifs. Le canal de Mozambique s'élargit, l'Océan Indien s'étend de façon que les Indes s'éloignent de plus en plus de

l'Afrique et que l'Australie prend ses distances. En revanche, le continent Sino-Sibérien émerge toujours plus vers le sud et va bientôt intégrer l'Indo-Chine, mouvement qui s'achèvera au Miocène. L'Europe a aussi bénéficié du retrait général des eaux, à la fin du Portlandien, état qui se prolongera pendant plusieurs millions d'années. Puis, elle subira une nouvelle transgression marine assez semblable à celle du système Jurassique. La mer boréale sépare de nouveau partiellement les continents Nord-Atlantique et Sino-Sibérien, en passant à l'ouest de la Scandinavie et de là, inondant l'Allemagne, la France et la Suisse, rejoint la Mésogéenne pour s'étendre au sud jusqu'au-delà du Sahara. Vers l'est, les eaux envahissent une vaste étendue jusqu'au Caucase. Du côté de l'ouest, la Mésogéenne déroule ses flots entre les deux Amériques, tandis que dans l'hémisphère sud, confirmant le démembrement du continent de Gondwana, l'Océan Atlantique prend définitivement ses quartiers. En contre partie, comme si l'écorce terrestre subissait un mouvement de bascule pendant que toutes ces terres s'affaissent (car toute transgression marine ne peut se produire qu'à la faveur d'un tassement de la croûte terrestre), une large bande émergeait dans la zone boréale, reliant le Labrador, le Groenland, l'Islande à la Sibérie et à l'Alaska, augmentant d'autant toute la calotte arctique. Cette invasion de la mer marque le début du système Crétacique, c'est pourquoi la mer recouvrant les terres à notre latitude a reçu le nom de mer de la craie. Elle s'est logée assez exactement dans les formes qu'avait façonnées la mer jurassique.

Dans la mer Mésogéenne, des plissements se sont ébauchés au Jurassique, suivant un géosynclinal marquant l'emplacement futur des Alpes. Au Crétacique, ces mouvements sont en pleine évolution, au point qu'à plusieurs endroits cette chaîne commence à émerger.

L'individualisation des climats, esquissée au Jurassique supérieur, s'accroît dans la zone boréale. La végétation tropicale émigre vers le sud. La faune des mers arctiques se différencie progressivement de la faune de la Thétis ou Mésogéenne. Les Protozoaires incrustés de calcaire (Globigérines, Miliolles) ont laissé des coquilles en telle abondance que la craie a été considérée pendant longtemps comme étant constituée uniquement de ces bestioles. Leur accumulation s'est surtout effectuée en haute mer et forme des assises dépassant souvent plusieurs centaines de mètres. En revanche, les Eponges calcaires se trouvent principalement dans les régions littorales, tandis que les Eponges siliceuses ont abandonné leurs spicules dans de nombreux bancs crayeux. Durant le système crétacé, les Polypiers ont déserté les eaux fraîchissantes du nord pour se cantonner dans la Mésogéenne. Les Echinodermes sont en décadence, spécialement les Crinoïdes à entroques. Pullulant encore à la fin du Jurassique, les Mollusques sont en nette régression tout le long du Crétacé, soit au cours de quelque 50 millions d'années. A la fin de ce système,

certaines espèces auront totalement et définitivement disparu. Les Ammonites en particulier avaient pris une telle extension durant le Jurassique qu'elles semblent avoir épuisé les ressources de l'espèce. Il en va de même des grands Sauriens qui, victimes de leur énormité, s'éteignent au Crétacique supérieur, en même temps que les Ammonites. Les Bélemnites prendront la relève et dorénavant, ce sont elles qui serviront de test pour dater les terrains.

Le petit Mammifère aperçu au Trias s'est maintenu, mais il n'a pas progressé.

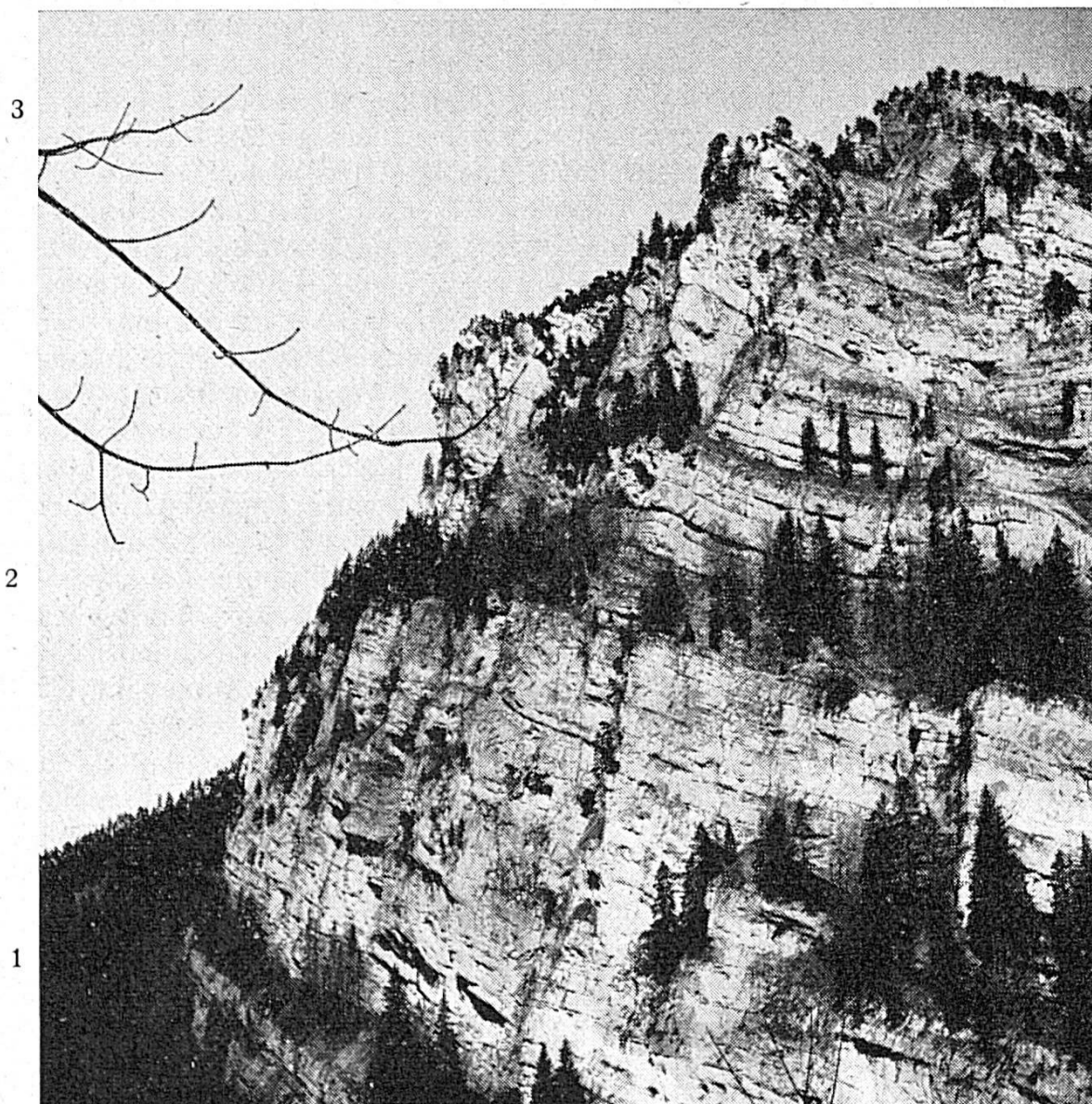
Quant au règne végétal, quoique mis à forte contribution par les grands Sauriens, il prépare très discrètement le plus important événement de son évolution, une Dicotylédone fait éclore la première fleur de la création.

Le système Crétacique comprend deux subdivisions : l'Infra-crétacé ou Eocrétacé et le Supracrétacé ou Néocrétacé.

Le Crétacique est caractérisé, dans ses assises inférieures par une sédimentation détritique et arénacée et par l'absence de Coraux. Il est daté par l'Ammonite de Neuchâtel (*neocomiensis*). Il se présente sous forme de calcaire dur et d'un beau jaune, ce qui le fait très apprécier comme pierre à bâtir. La sédimentation du Supracrétacé, en revanche, semble s'être déposée dans une mer calme, aux eaux claires et limpides, de sorte que les Protozoaires qui s'y sont accumulés forment une craie blanche et tendre. A ce niveau, il arrive que les Radiolaires incrustés de silice s'agglomèrent. Ils sont à l'origine des rognons de silex, dont le rôle fut si important à l'âge de la pierre. Toute l'industrie des artéfacts en dépendra.

Le Crétacique a des assises très puissantes. Certaines atteignent une épaisseur de 200 à 800 mètres. Elles recouvrent le Jurassique supérieur sur presque toute son étendue, puisque les mêmes terrains sont immergés pendant la précédente transgression marine. Les hauts rochers du Crétacé inférieur sont, quelquefois, si bizarrement burinés par les eaux qu'ils prennent les aspects les plus fantaisistes. Telle la région du Pont de Bastei, en Saxe, où la beauté du site lui vaut le nom flatteur pour nous de « Suisse saxonne ». Telles aussi les côtes maritimes de France, où le sac et le ressac ont découpé des tours, des tunnels, du plus curieux effet, créant des paysages extraordinaires qui trouvent leur réplique en face, sur le sol algérien. Les grandes falaises blanches, de l'autre côté de la Manche, sont également de formation crayeuse.

En Suisse, le Crétacique entasse quelques-uns de ses étages aux Dents-du-Midi, aux montagnes qui bordent au nord les lacs de Thoune, des Quatre-Cantons, Mythen y compris, et de Wallenstadt, des Churfürsten jusqu'au Säntis. De ces Préalpes, le Crétacé étend sa nappe puissante et souterraine à travers tout le Plateau jusqu'au pied du Jura. Là, il se redresse avec le Jurassique qui le fait ainsi surgir du Reculet jusqu'à la Montagne de Boujean. Tout le long du



Parc jurassien de la Combe-Grède Corne-de-l'Est

1. Séquanien. 2. Kiméridgien. 3. Portlandien.

Photo M. Fernand Pauli, Villeret

versant sud du Jura, il présente son faciès Néocomien. Les deux étages déposés sur le Néocomien, le Valangien et le Hauterivien sont constitués du même calcaire jaune, mais s'en distinguent par d'autres fossiles (Hoplites, Crioceras). La strate hauterivienne est très fossilifère et d'autant plus visitée par les amateurs qu'elle est interrompue, par endroits, en bancs de marne. Dans le « Parc jurassien de la Combe-Grède », le Crétacé n'a pas entièrement disparu. Quelques traces subsistent sur la pente nord du Hubel et de l'Egasse.

La transgression marine s'est accentuée durant le Supracrétacique, mais sans rien modifier sur notre continent. Les assises qui se

sont déposées sur l'Infracrétacé affleurent dans notre pays aux mêmes endroits que le précédent, à côté du Hauterivien.

Il est bizarre de constater que les couches du Crétacé ont complètement disparu du Jura. Elles ont été exondées par les surrections successives des chaînes du Jura et désagrégées par les eaux météoriques et torrentielles, alors qu'elles étaient encore malléables et plastiques. Abrasées aussi par le mouvement des glaciers, puis emportées, elles sont allées dans de nouvelles mers, former de nouveaux étages. Elles ont contribué à hausser certains plateaux et à combler des fonds de vallées. Cette déportation de matériel s'est ralentie au niveau où l'érosion a rencontré une roche plus résistante.

C'est là l'explication du fait que nos montagnes sont usées jusqu'au Jurassique supérieur et moyen et que les crêtes non boisées et les sommets sont essentiellement formés de roches appartenant aux assises les plus dures du Portlandien, du Kiméridgien et du Séquanien, plus rarement du Bathonien. C'est cette usure qui confère aux paysages jurassiens leurs lignes généralement douces, aux montagnes leurs croupes arrondies et leurs contours atténués, par opposition aux paysages alpins violents et sauvages, aux pics aigus crevant les voûtes célestes.

Les étages supérieurs du Crétacé affleurent en Angleterre, en France, en Allemagne. Les « cliffs » de la côte anglaise de la Manche sont des rochers de craie. Le département de l'Aube tire son nom de la blancheur de ses roches. On peut encore déceler de la craie en Amérique, en Asie, et suivre ses traces du Gabon à Madagascar.

A la fin du Crétacique, la mer se retire et les continents exondés acquièrent des formes qui s'installent de plus en plus dans les limites actuelles.

ÈRE TERTIAIRE

Par rapport aux deux précédentes, l'ère tertiaire ou âge des Mammifères ou encore ère néozoïque, à cause de l'apparition de tant de nouvelles espèces, eut une durée assez modeste, avec ses 50 à 80 millions d'années.

L'accalmie de l'ère secondaire fut rompue avec violence par des éruptions volcaniques répétées. Maintes transgressions marines plus ou moins étendues, suivies de régressions équivalentes, déposèrent de multiples couches géologiques. A ces activités s'ajoutent encore des mouvements de terrains qui allaient donner au monde ses reliefs, et tous ensemble, ses limites actuelles.

Le climat, durant l'ère tertiaire, se refroidit de plus en plus, ce que prouve la migration des polypiers vers le sud, accompagnés par les plantes tropicales. Au début du tertiaire, la moyenne de température pour l'Europe est de 25 degrés. Elle passe successivement à

22, puis à la fin de cette ère, à 12 degrés, annonçant par là l'approche des glaciations. L'alternance des saisons est marquée par l'épanouissement des arbres à feuilles caduques.

Au point de vue de la flore, le tertiaire est caractérisé par l'extension des Angiospermes, au détriment des Gymnospermes, des Conifères en particulier. En effet, la première fleur de la création date de la fin du Crétacé supérieur et les graines des Angiospermes, mieux protégées par les fruits, donnaient à partir de ce moment des chances accrues à une plus large dispersion des espèces. Il en est résulté un changement considérable dans l'aspect du règne végétal, aspect qui sera plus spécialement traité dans le chapitre réservé à l'évolution de la flore.

Dans la première période de l'ère tertiaire, le règne animal est caractérisé par l'abondance des Numulites, Protozoaires s'associant en forme de pièces de monnaies. Les Gastéropodes sont surtout représentés par le genre *Cerithium* et les Lamellibranches par des Huîtres du genre *Arca* et *Lima*. Mais le grand événement du tertiaire est le développement prodigieux des Mammifères.

Dans le chapitre précédent, nous avons signalé qu'au Secondaire, au niveau d'un géosynclinal de la Mésogéenne, un mouvement d'élévation d'une grande ampleur s'est esquissé. Cette élévation se poursuit à travers l'Eocène et l'Oligocène pour arriver, au Miocène, à son complet développement. Elle correspond à la surrection des Alpes. Des mouvements analogues sont à l'origine de la formation des Pyrénées, des Carpates et des chaînes du Caucase. La surrection alpine nous intéresse à divers points de vue. Elle a eu pour l'Europe deux conséquences importantes. Au sud, c'est l'effondrement du bassin méditerranéen : ainsi, la Méditerranée succède à la Mésogéenne. Au nord, c'est l'émergence et le plissement de terrains du Secondaire encore malléables. Cette action s'exerce avant tout sur les assises que la surrection des Alpes soulève, perce et bouscule. Cette formation des Préalpes calcaires est particulièrement reconnaissable dans les vallées de Lauterbrunnen et de Grindelwald, où les Männlichen et le Faulhorn exposent à notre admiration les plissements de la plus haute fantaisie. La pression latérale de l'émergence des Alpes sur les terrains secondaires s'exerce aussi à distance et contribue à la surrection et au plissement des chaînes du Jura.

Ce dernier phénomène a eu pour conséquence d'exonder le pays de façon que la mer helvétique n'a recouvert que le fond du vallon de St-Imier et de la vallée de Tavannes. La mer d'Alsace, en revanche, envahit les parties basses du Jura-nord, jusqu'à Moutier, exactement comme les Rauraques se sont répandus plus tard, laissant le Jura-sud sous l'influence des Helvètes. Il y a parfois de curieuses coïncidences ! Il faut préciser que la mer helvétique s'étendait des Alpes au pied du Jura et que la mer Alsacienne descendait des Vosges pour pénétrer dans les vallées jurassiennes ouvertes vers le nord.

En Erguel, la mer helvétique a déposé la molasse de l'Envers de Cormoret et plus à l'est, de Rainson jusqu'au Crêt sur lequel est construite la chapelle de Cortébert. Dans la vallée de Delémont et en Ajoie, la mer d'Alsace a déposé une puissante couche de molasse sur le Sidérolithique.

L'origine du Sidérolithique est quelque peu obscure. Voilà l'opinion qui a généralement cours :

Au début de l'Eocène, le Jura est à sec, en majeure partie. La température moyenne est encore de 25 degrés. Les pluies sont abondantes et alimentent fortement les eaux torrentielles. Conjointement, elles désagrègent tous les étages du Crétacique, au point qu'il disparaît de la surface de notre sol, sauf quelques toutes petites exceptions. Ces matériaux dissous en partie par l'eau relativement chaude, charriés pour une autre partie sous forme de sable, se cristallisent et se déposent au fond des vallées et des poches du Portlandien et du Kiméridgien. Ici, ces matériaux sont abandonnés sous forme de minerais de fer, là sous forme de sable vitrifiable. L'un représente le minerai de fer pisolitique de la vallée de Delémont et de Lucelle, l'autre le sable siliceux vitrifiable de Moutier, de Souboz, de Court et de Bellelay. Voilà la raison de l'éclosion d'une industrie sidérurgique florissante dans les deux premières localités et pourquoi l'industrie du verre sera exercée par les moines de Bellelay, puis à Moutier. La construction des chemins de fer permettant l'arrivée de minerai de fer étranger bon marché, a sonné le glas des industries éloignées de ces nouvelles voies de communication.

La mer Helvétique est à l'origine des puissantes assises de Molasse du Plateau suisse. C'est pourquoi elle est aussi surnommée mer de la Molasse. En revanche, les bancs molassiques constituent l'étage Helvétique.

Dans la même période, les éruptions volcaniques, dans un tumulte formidable, vont bouleverser le centre de la France. C'est ainsi que, sur les terrains secondaires et plus tard sur les couches tertiaires, des laves seront déversées en éditions successives et profusées et construiront le Massif Central. Des transformations semblables sont signalées en Grande-Bretagne. En se refroidissant, ces laves donneront des roches cristallophylliennes si caractéristiques des Monts d'Auvergne ou du Limousin. Sur ces roches, de nouvelles coulées de lave se cristalliseront en colonnes basaltiques, telles les orgues basaltiques de Borne, en Haute-Loire, ou la Chaussée des Géants, en Irlande du nord.

En dépit de ce chaos, les fossiles rétabliront l'ordre chronologique des différentes strates. Les terrains d'origine marine sont datés par les Nummulites, pour la première phase et par les Cerithiums et les Murex pour la seconde, ainsi qu'il a été dit plus haut. Quant aux terrains d'origine continentale, ils seront datés par les Mammifères dont l'évolution a pris un nouveau et foudroyant départ.

L'Ere tertiaire se divise en deux périodes principales : le *Nummulitique*, dont le nom se rapporte à la formation du calcaire à Nummulites, et le Néogène, nom qui a trait à l'arrivée en masse des Mammifères. Les divisions paléontologiques et non géologiques du Tertiaire prennent en considération la progression des Mammifères. Elles marquent, avec leur préfixe grec, la gradation progressive : Eocène, Oligocène, Miocène et Pliocène. Le Pléistocène, désignant la période où les Mammifères ont atteint le maximum de leur extension, appartient déjà au Quaternaire. Ces quatre divisions comptent ensemble dix-sept étages bien datés, ce qui prouve une fois de plus que les divisions se multiplient en proportion de leur rapprochement. En effet, si l'Ere primaire compte quinze étages, ils se répartissent sur mille millions d'années, tandis que les dix-sept étages du Tertiaire sont le résultat de la sédimentation de cinquante millions d'années, seulement.

Les terrains tertiaires ne sont pas tous représentés dans le Jura, car, dès la fin du Miocène, notre contrée est complètement exondée. Aucune sédimentation marine ne peut plus avoir lieu. Seul, le matériel arraché aux montagnes par l'eau ou par le vent, se déposera au fond des vallées, tels les deltas sous-lacustres de Sonceboz et de Reuchenette. A ce niveau se place aussi le Pontien de Charmoille.

Tout autre est la situation sur le Plateau suisse, que la Mer de la Molasse recouvre totalement. Il s'y dépose une masse imposante de matériaux arénacés, qui seront les éléments constitutifs de la Molasse de l'étage Helvétique.

A la fin du Pliocène, l'exhaussement de toute l'Europe assèche la Mer de la Molasse et la Mer d'Alsace. Conjointement avec les derniers plissements, l'érosion pluviale et fluviale donnent à notre continent ses reliefs définitifs. A la même époque, le continent Nord-Atlantique s'affaisse et les attaches entre la Scandinavie et l'Amérique sont rompues. Par la formation du détroit de Gibraltar, l'Afrique se sépare de l'Europe, de sorte que les Mammifères vont, dès ce moment, suivre leur propre destinée sur les différents continents. Il faut toutefois exclure l'Océanie qui, détachée du continent de Gondwana dès le Secondaire, ne devait pas connaître d'autres Mammifères que les Marsupiaux.

ÈRE QUATERNAIRE

Age de l'Homme

La régression des mers, à la fin de l'Ere tertiaire, donne aux continents leurs contours actuels. Cette nouvelle distribution des terres marque le début du Quaternaire.

Le climat s'est bien détérioré. Les pôles revêtent leur calotte glaciaire. En plein Pléistocène, la glace étend son manteau vers le sud. L'époque glaciaire s'installe. Le premier glacier descendant du nord envahit les Îles Britanniques jusqu'à la latitude de Londres et de là suit une ligne passant par Cologne, Prague, Kiew, Perm. C'est le glacier polaire. Un autre glacier se forme au nord des Alpes, s'étend sur la Savoie et gagne Lyon, Bourg, Long-le-Saunier; il recouvre la Suisse, traverse le Jura et ne s'arrête qu'au-delà de la Forêt-Noire et aux rives du Danube. Les Vosges, les Pyrénées, l'Auvergne avaient leurs glaciers locaux. L'Amérique du nord fut recouverte de glace jusqu'à la latitude de St-Louis.

Le glacier qui a recouvert le Plateau suisse, le Jura et une partie de la Forêt-Noire d'une carapace de glace de 1400 à 1800 m. d'épaisseur, résulte de la confluence des glaciers du Rhône, de l'Aar, de la Reuss, de la Linth et du Rhin. Le glacier du Rhône fut le plus envahissant. C'est lui qui a déposé sur le flanc de nos montagnes et dans certaines vallées le matériel morainique qu'il a charrié par-dessus le Plateau, jusqu'au-delà de Bâle. Les gros blocs de granit abandonnés çà et là sont les blocs erratiques.

L'époque glaciaire comprend quatre glaciations successives séparées par des périodes interglaciaires. Nous vivons actuellement à la quatrième période interglaciaire et comme chaque période dure de cinquante à deux cent mille ans, on peut admettre que la prochaine glaciation débutera dans nonante à cent mille ans.

La progression des glaciers n'est pas régulière. Elle s'arrête souvent, régresse parfois, puis croît à nouveau. Après avoir atteint un maximum d'extension, le glacier se retire en faisant maint retour offensif jusqu'au retrait massif qui marque le début d'une période interglaciaire.

En roulant sur l'autostrade d'Ulm à Munich, on traverse plusieurs affluents du Danube. Or, Penck et Brückner ont constaté qu'au maximum de leur extension, les glaciers ont déposé leur moraine frontale sur des lignes correspondant grosso modo aux rives de certains de ces affluents. La première glaciation a atteint le Mindel, la seconde le Günz, la troisième le Riss et la quatrième le Würm. Les savants glaciologues allemands ont baptisé les différentes glaciations du nom de ces rivières. C'est ainsi que l'on parle de glaciation mindélienne, gunzienne, rissienne et wurmienne.

Le Jura a eu ses petits glaciers locaux. L'un des moins petits, descendant un couloir de Mont-Soleil, a creusé le curieux cirque de Champ-Meusel, dont la moraine frontale a dévalé jusqu'au Crêt de Villeret.

L'alternance de glaciations et de périodes interglaciaires prouve que le climat du Pléistocène fut très variable et avec des écarts thermiques considérables. Ces phénomènes sont le point de départ du flux et du reflux d'animaux et de plantes des régions boréales

vers le Midi et de l'Equateur vers l'Arctique. Il en est résulté que la flore méditerranéenne s'est répandue jusqu'au Tessin et en Valais, que des plantes alpines ont pu se fixer sur des sommets jurassiens et d'autre part que des animaux des zones chaudes et des zones froides ont alternativement laissé des documents osseux dans les alluvions quaternaires.

Dans ces mêmes alluvions, un fait bouleversant se révèle. Des pierres taillées apparaissent. Elles trahissent la présence d'un être intelligent. L'Homo sapiens fait son entrée sur le théâtre de la Création. Cela remonte à quelque cinq cent mille ans.

VI. Genèse de la vie

On ne trouve apparemment aucune trace de Vie dans les corps dont s'occupent les physico-chimistes. Et pourtant, c'est bien dans ce qu'on est convenu d'appeler corps inanimés qu'il faut rechercher les signes avant-coureurs d'une *prévie*. En d'autres termes, la matière présente-t-elle une « face interne », une espèce de « conscience rudimentaire », au même degré que l'on prête une « âme rudimentaire » aux êtres les plus primitifs ? Ces trois termes proviennent d'auteurs différents. En dernière analyse, ils présentent une bien grande analogie et pourraient bien exprimer la même chose. C'est la raison pour laquelle le célèbre bio-chimiste anglais J. B. S. Haldane pense que si les perspectives de la science moderne sont correctes, nous devons nous attendre à retrouver finalement ces qualités, ou mieux, ces propriétés de la matière (face interne, conscience, âme) sous forme rudimentaire, à travers tout l'Univers.¹

Il faut donc se demander si, lorsqu'on est remonté assez loin pour assister à la genèse de la matière, jusqu'à son état antérieur, soit de corpuscules énergétiques, on n'a pas laissé échapper l'occasion d'apercevoir une genèse simultanée, la genèse de la face intérieure de la matière (11). Elle pourrait très bien revêtir une forme particulière, une fibre, une maille du tissu appartenant à l'« étoffe universelle ». Ainsi, comme pour la matière, l'âme universelle, qu'on pourrait aussi appeler propriétés vitales, formerait, tout en arrière, lors de la création de la matière palpable, une poussière immatérielle de particules parfaitement semblables, homogènes et d'unité parfaite, extensive chacune à la totalité du domaine cosmique, mystérieusement liées entre elles par l'Energie d'ensemble (11). Les propriétés de l'atome seraient ainsi communes *et* à la matière palpable *et* à l'âme impalpable, de sorte que l'on pourrait passer

¹ Cité d'après Lecompte du Noüy.

de l'un à l'autre, comme dit Teilhard de Chardin, « en remplaçant toutefois *inter-action mécanique* par *conscience*. » En remontant dans la nuit des temps, jusqu'à l'origine de la matière, la conscience elle aussi, s'étalerait qualitativement en un spectre de nuances variables dont les termes inférieurs seraient aussi élémentaires que les particules énergétiques.

Au même rythme que les particules énergétiques se sont matérialisées en corps de plus en plus compliqués, les particules immatérielles se sont unies et déploient des interactions comparables aux interactions cybernétiques. Lorsque la matière, dans ses réussites successives, enchaînera un nombre suffisant de groupements binaires (CO, CH, NH, etc.), la somme des interactions, des interfonctions se manifestera sous forme de ce que nous appelons Vie. Voilà, vraisemblablement, l'origine de la Vie.

Les phénomènes qui ont présidé à la genèse de la Vie ont toujours été considérés comme uniques, ne pouvant plus se répéter, et irréversibles. Aujourd'hui, les physico-chimistes ont construit des machines dans lesquelles ils transforment l'énergie en matière. On ne peut plus affirmer que les bio-chimistes n'arriveront jamais à animer cette matière.

La Vie a commencé sur la Terre, beaucoup plus tôt qu'on ne l'admet communément. Il suffit de se souvenir qu'à lui seul, le Précambrien a duré plus de temps que l'ensemble des ères géologiques qui lui ont succédé. Or, les premiers témoins de la Vie se situent dans le Précambrien, ce qui permet d'affirmer que la préparation à la Vie a bien duré quelques centaines de millions d'années.

Huxley croyait avoir trouvé dans la profondeur des mers le Bathybius Haeckli, tapissant le fond des océans, sans forme, sans limites, comme une masse de protoplasme amorphe constituant une sorte de biosphère. On a dû reconnaître qu'il s'agissait d'une solution mucilagineuse de sulfate de calcium. Haeckel fut le seul à ne pas vouloir se rendre à l'évidence. D'ailleurs, on a également abandonné l'idée que la Vie se serait d'abord manifestée dans les abîmes marins. Si cette supposition était exacte, les formes primitives des êtres animés devraient augmenter en nombre et en variété à mesure que l'on pénètre plus profondément dans les mers. Or, Edmond Perrier a montré que c'est exactement le contraire qui est vrai. C'est vers les rives que les formes primitives abondent. En revanche, elles deviennent de plus en plus rares vers les profondeurs. Toutefois, il est prouvé que les premiers êtres animés sont d'origine marine. Il faut donc admettre que la Vie a pris naissance près du littoral et non au fond de hautes mers.

Après toutes ces considérations, il ne découle nullement que la Vie soit apparue sous la forme d'une première et unique cellule. Bien plutôt, une masse de matière a pu être touchée par cette étincelle de nature divine. On peut aller plus loin : rien ne s'oppose à ce que

de nombreuses masses protoplasmiques originelles aient existé et que la Vie, loin d'être à la merci hasardeuse d'une seule cellule, ait disposé dès le commencement de bases immenses et multiples.

Mais le problème peut encore être envisagé sous une autre face. En remontant aux formes les plus simples, les plus rudimentaires, les plus petites aussi des êtres vivants, on arrive fatalement aux Bactéries. Ce sont des organismes unicellulaires, *sans* noyaux, se multipliant par simple bipartition, donc théoriquement immortels. Or, parmi ces Bactéries, une a été identifiée dans les roches précambriennes. C'est un *Leptothrix*. Il est dépourvu de chlorophylle. C'est dire qu'il est incapable de faire la synthèse des corps composés de son propre protoplasme. La Nature avait donc, au début, un autre moyen d'entretenir la Vie. En effet, il a été constaté que le *Leptothrix* se nourrit littéralement d'énergie atomique. Cela explique sans doute pourquoi il existe encore dans les terrains ferrugineux ; il vit de l'énergie qui se dégage de l'oxydation des composés ferreux. A cette occasion, il s'entoure d'un corselet de fer. Une fois sa gaine métallique formée, elle devient probablement gênante. Il l'abandonne alors pour recommencer au-delà. L'amoncellement de ces carapaces de fer des *Leptothrix* donne, par endroit, des minerais exploitables et c'est bien grâce à son corselet de fer que cette Bactérie a été reconnue dans les roches précambriennes.

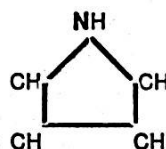
Le *Leptothrix* est-il la première cellule vivante ? Une théorie, basée sur les faits relatés plus haut, le prétend. Quoique bien des présomptions soient en faveur de cette thèse, il faut se garder de conclure. Néanmoins, l'enseignement qu'on en peut retenir, c'est qu'à l'aurore de la Vie, l'énergie nucléaire a été utilisée, avant que la chlorophylle soit inventée. Le procédé perpétué par le *Leptothrix* est donc antérieur à la synthèse chlorophyllienne.

L'hypothèse de la *panspermie*, imaginée par Svante Arrhénius, a vite été abandonnée, car ce n'est pas résoudre une question que de la transporter sur un autre plan. La thèse de la panspermie tentait de faire admettre que la ou les premières cellules vivantes étaient arrivées sur la Terre, venant d'autres mondes célestes.

La question subséquente est de savoir si les êtres unicellulaires sans chlorophylle sont plantes ou animaux. D'une manière générale, on range dans le règne végétal tout organisme immobile, capable de synthèse à partir de groupements binaires. Les organismes qui ne possèdent pas ces propriétés sont à classer dans le règne animal. Ainsi, les Bactéries, en raison de leur pouvoir, même restreint, de synthèse, appartiennent au règne végétal. Parmi les Infusoires, les Flagellés sont considérés comme animaux par les zoologistes, à cause de leur flagellum (sorte de fouet qui prolonge une des extrémités de la cellule) qui, animé d'un mouvement ondulatoire rapide, leur communique une propulsion. Certains Flagellés sont pourvus de chlorophylle, ce qui autorise les botanistes à les incorporer au

règne végétal. A vrai dire, ces caractères sont trop peu accentués pour qu'on puisse les classer dans l'un ou l'autre règne. Car, placés dans un milieu riche en matières organiques et à l'obscurité, ces derniers perdent leur chlorophylle et prennent un caractère animal plus marqué. C'est la raison qui a permis à certains auteurs, de voir dans les Flagellés le point d'où peuvent dériver à la fois le règne animal et le règne végétal.

La présence de la chlorophylle, ou simplement l'apparition d'un colorant (Cyanophycées) représente, par rapport à l'état antérieur, où l'un et l'autre font défaut, un progrès immense, en considérant la structure de la molécule. Or, nous savons que la chlorophylle, qui caractérise le règne végétal, et l'hémoglobine, qui caractérise le règne animal, ont au point de vue chimique la même base, le même point de départ, qui est le pentagone du pyrrol



Leur divergence commence à l'endroit où l'une des molécules assimile un atome de Mg, la chlorophylle, et l'autre un atome de Fe, l'hémoglobine. A cette différence près, ces deux substances ont un poids moléculaire comparable, oscillant entre 63.000 et 69.000, selon les espèces. Cette variation, entre les espèces, indique de toute évidence que les gènes, contenus dans les chromosomes, doivent avoir, selon les espèces, des différences comparables. Ainsi, il semble qu'on puisse en tirer cette conséquence que les deux règnes ont pu sortir ensemble d'une souche commune, au niveau où la masse protoplasmique a trouvé le moyen d'assimiler le Magnésium d'une part, le Fer de l'autre. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que si la différence entre la chlorophylle et l'hémoglobine est peu marquée, sur le plan chimique, un abîme les sépare, sur le plan biologique. En effet, la chlorophylle apporte à la plante la faculté de synthétiser les matières organiques à partir de l'eau et de l'acide carbonique. L'animal, en revanche, doit puiser dans les plantes les corps organiques compliqués dont il a besoin. En toute connaissance de cause, on peut tout au moins déduire de ces faits que le règne animal ne peut être antérieur au règne végétal, mais qu'il peut avoir été créé après ce dernier. Admettre que les deux règnes sont contemporains, c'est admettre des conjonctures favorables au règne animal.

Ainsi donc, la première apparition de la Vie peut avoir pris l'aspect d'une Bactérie ou d'une masse protoplasmique amorphe, l'un et l'autre, sans noyau. Or, toute manifestation vitale use son substrat. Chez le Flagellé, l'énergie atomique utilisée par le Leptothrix est déjà remplacée par la synthèse. La synthèse implique l'assimilation. L'assimilation apparaît comme le premier acte végétatif. Il sera bien-

tôt suivi de ses deux corollaires : l'oxydation et l'excrétion. L'absorption est devenue synthèse, sitôt que la molécule de chlorophylle fut créée. L'être unicellulaire, pourvu de cette précieuse substance, était désormais capable de puiser, dans les rayons du soleil, l'énergie nécessaire pour transformer l'eau et l'acide carbonique en acides organiques, en sucre, en amidon, en cellulose et même, avec l'apport du groupe NH, en acides aminés. A partir de cette prodigieuse acquisition, l'énergie solaire étant inépuisable, la Vie pouvait prendre son essor.

A ce niveau primordial, on se demande avec une curiosité impatiente, par quelle invention nouvelle, la Nature va poursuivre ses créations.

Cet essor s'est rapidement manifesté par la création d'un organe essentiel de la cellule : le *noyau*. Le noyau est une concentration à divers degrés, du protoplasme cellulaire ou *cytoplasme*. Au repos, sa structure est réticulée. En activité, le réseau se range en un certain nombre de bâtonnets, les *chromosomes*. Ces derniers ont une structure granulée, dont chaque grain est un *gène* composé essentiellement d'acide ribonucléique. L'ensemble des gènes contient tous les caractères spécifiques d'une espèce.

Les recherches que la Nature a opérées jusqu'à la merveilleuse réussite de la création du noyau, représentent une immense série d'essais dont l'importance et le nombre confondent l'intelligence humaine. En augmentant la complexité du substrat, la Vie fournissait l'occasion de développer une quantité de lignées nouvelles. Car le noyau n'allait pas seulement fixer les caractères fondamentaux des espèces, mais, en variant la position de groupes d'acides gras au niveau des affinités de l'acide ribonucléique, appartenant aux gènes, il allait donner le départ à d'autres lignées, à d'autres races. Il paraît régulier, en effet, d'admettre, selon la loi générale de l'Évolution, que les molécules de la nucléine (c'est ainsi que l'on nomme l'albuminoïde du noyau) procédant par « complexification progressive » ne soient arrivées que par étapes successives à leur gigantisme. Il paraît normal aussi qu'au niveau de chaque étape par où passe l'édification de la molécule d'acide ribonucléique, certaines espèces s'y soient arrêtées, et que les autres, profitant de l'aubaine, se soient hissées au palier supérieur, et ainsi de suite. Cette image prendra plus de vraisemblance en rappelant que la nucléine possède une structure en forme de ressort à boudin à plusieurs millions de tours. A chaque demi-tour est fixée une molécule organique de la série grasse, ce qui rend plausible la labilité d'un tel échafaudage et par là même d'immenses possibilités de mutations. En outre, un fait troublant et d'une importance capitale a récemment été constaté. Ces molécules gigantesques se groupent en polymères et *sont douées du pouvoir spontané de bipartition*. N'est-ce pas là le premier stade d'organisation de la matière organique ? En tout état de cause, l'étude des

propriétés de ces molécules a déjà donné une explication des mutations. Elle donnera bientôt la clef du mystère de la Vie.

L'illusion d'avoir animé la matière a surgi, il y a peu d'années, lorsque des bio-chimistes américains sont parvenus à cristalliser un virus, puis à lui rendre son état antérieur, pourvu de toutes ses qualités d'apparente vie. Bien des matières organiques peuvent se cristalliser en quittant la vie, cela va sans dire. Mais ces cristaux de virus, après avoir été ramenés à leur état antérieur, ont retrouvé leurs attributs infectieux et la possibilité de se multiplier. Tout laissait supposer qu'ils avaient repris vie. Jusqu'à ce moment-là, jamais un phénomène semblable n'avait été observé. On croyait vraiment avoir assisté au passage de l'état vivant à l'état minéral, inanimé, puis au retour à la vie. Dès lors, il paraissait possible qu'en reproduisant synthétiquement la molécule de virus, on voie la vie s'y installer. Or, ce miracle ne pouvait se produire, car le virus ne répond pas aux conditions que doit remplir une entité vivante.

Cela nous amène à donner une définition de la Vie :

La Vie est l'ensemble des phénomènes qui s'effectuent dans une « organisation » douée des propriétés d'assimilation, de synthèse, d'évolution et de reproduction, prisonnière d'un cycle toujours identique.

Le virus n'a pas ces propriétés. On ne peut plus le considérer comme l'expression la plus simple et la plus microscopique connue d'une entité vivante, indépendante. Il n'est, à tout prendre, qu'une unité protéinique d'acide ribonucléique, agissant comme un poison cellulaire. Il a fallu reconnaître en outre que le virus ne se *reproduit* pas, il est *produit* par la cellule-hôte sous l'effet biocatalytique, déterminé par la présence d'un virus-gène. Ainsi donc, la Vie ne peut être insufflée à la matière qui a pris l'aspect d'un virus.

De nombreux travaux ont été voués à l'étude de la structure des molécules d'acide ribonucléique, oxyribonucléique et désoxyribonucléique, composants essentiels des gènes. Antagonistes biochimiques des virus, les gènes chromosomiques sont responsables de la transmission héréditaire de tous les caractères anatomiques, physiques et psychiques de l'espèce. Comme les virus, ils semblent offrir un champ d'expériences très prometteur pour approcher davantage les phénomènes vitaux. Mais de la même façon qu'avec les virus, il a fallu se rendre compte que la notion de Vie au niveau des gènes n'est pas concevable non plus, en tant qu'entité vivante indépendante. La cybernétique (Ducrocq) aide à comprendre que l'apport de différentes hormones est nécessaire pour orienter l'activité géno-chromosomique. L'apport d'hormones règle l'ensemble des phénomènes qui s'effectuent dans des matières non vivantes en elles-mêmes. Ce sont les réactions de ces matières les unes sur les autres qui conditionnent la Vie. Au niveau de la cellule, ces réactions s'exercent

selon un cycle immuable, toujours identique, sauf s'il y a rupture de ban, comme dans la cellule cancéreuse.

L'acide désoxyribonucléique, dont il vient d'être question, n'utilise pour sa structure que treize acides aminés, des traces de potassium, de sodium, de magnésium et de calcium, en outre, du phosphore et des vitamines. Or, en 1956, Miller (USA) a tenté de confirmer, par des expériences répétées, l'hypothèse d'Urex, selon laquelle la Vie a pu surgir à la faveur d'une réaction chimique provoquée par un éclair atmosphérique, dans un milieu saturé de méthane, d'ammoniaque, d'hydrogène et d'eau. Il réussit, par ce moyen, à obtenir neuf sur les treize amino-acides composant le protoplasme. Les expérimentateurs espèrent arriver à parfaire la molécule protoplasmique artificielle, en obtenant encore les quatre acides aminés manquants. A ce moment, ils pensent que la Vie pourrait s'installer dans la forme moléculaire préparée à son intention. Il est en effet concevable que l'entité métaphysique habitant la matière sous forme particulière, rassemblée dans cette molécule géante, amenée au seuil de l'état de Vie, soit disposée d'entrer en fonction. Ainsi, sur différents fronts, le mystère de la Vie est serré toujours de plus près. Toutefois, en dernière analyse, nous ne pensons pas que le succès d'une telle recherche apporte une solution satisfaisante au concept idéaliste de la Vie.

VII. Evolution du Règne végétal

Les stromatolithes, trouvés dans le Précambrien, font remonter à près de trois milliards d'années l'apparition d'Algues rudimentaires. En conséquence, la vie des végétaux à chlorophylle entretenue par l'énergie de la lumière solaire est déjà séparée de la vie autotrophe d'un *Leptothrix*, par exemple, alimentée par l'énergie atomique.

Néanmoins, et ceci donne la mesure du temps nécessaire à un progrès, il faut attendre des centaines de millions d'années avant de découvrir une Algue mieux organisée, au début du Silurien. L'Algue, est-il besoin de le rappeler, est uniquement composée d'un agglomérat de cellules végétales. Elle ne possède ni fibres, ni vaisseaux.

Environ 150 millions d'années plus tard, à la fin du Silurien, une plante terrestre croît sur un littoral. Elle possède des fibres pour s'élever, des vaisseaux pour transporter la nourriture dans toutes ses parties et des stomates pour respirer. La différence est de taille. L'écologie ou les conditions d'existence d'une Algue marine et d'une plante terrestre, ainsi que leur anatomie, ne sont déjà plus comparables.

L'Algue ne possède aucun tissu différencié. Toutes ses cellules sont de même valeur et se multiplient sur un seul plan, en général. En revanche, la plante terrestre identifiée au niveau du Silurien supérieur est un Lycopode, donc une Cryptogame vasculaire. Ainsi, le méristème de la racine différencie déjà les tissus qui donneront l'épiderme, l'écorce et la stèle avec ses fibres libéroligneux et ses vaisseaux. La formation de tissus différenciés annonce des groupements de cellules assurant des fonctions différentes. Dans l'Algue, toutes les cellules sont semblables entre elles et chacune exerce toutes les fonctions vitales : nutrition, croissance, excrétion et multiplication. Dans le Lycopode, chaque tissu a pris à sa charge une des fonctions vitales, au bénéfice de la communauté. La plante terrestre est la première tentative réussie de la vie communautaire.

Au Dévonien, les découvertes de fossiles de plantes sont extrêmement rares. Toutefois, sir J. Dawson eut la chance de trouver dans le Dévonien du Canada une plante fossile qui portait des sporanges à l'extrémité de ses tiges et, à l'opposé, une sorte de pivot en guise de racine. Nommée *Rhynia*, cette plante est bien une Cryptogame vasculaire comme le Lycopode. Il semble que durant cette période, apparemment stérile, une recherche s'accomplissait dans les arcanes des chromosomes cellulaires. Elle devait se manifester avec magnificence au Carboniférien, système géologique au cours duquel les Cryptogames vasculaires ont pris un essor prodigieux. Les Lycopodes, les Fougères et les Prêles, avec une exubérance sans pareille, revêtirent la surface exondée du globe d'un tapis somptueux et continu, laissant à peine aux Thallophytes (Algues et Champignons) une aire suffisante à leur survie. Après une dizaine de millions d'années, les Cryptogames vasculaires avaient atteint des dimensions arborescentes. Les Fougères s'élevaient à trente mètres, les Lycopodes et les Prêles à quarante mètres de hauteur. Ce phénomène exceptionnel a, d'ailleurs, été relaté dans le chapitre consacré au Carboniférien. Ce qu'il faut retenir de cette forêt carboniférienne, c'est la grandiose réussite de l'essai de la Nature. La création de végétaux géants fournira la base de nouveaux essais vers une complexité progressive dont nous avons reconnu la loi. Il est utile de rappeler que le climat du Carboniférien était chaud et humide, qu'il n'y avait pas de saison et que la formation de la houille, en conséquence, a tout aussi bien intéressé l'Islande et le Groenland que l'Équateur. C'est pourquoi, l'an dernier, le Dr Fuchs, dans sa traversée de l'Antarctique par le pôle sud, a retiré un morceau de charbon à l'occasion d'un sondage. Mais, dans toute cette exubérance végétale, c'est en vain que l'on chercherait une fleur. Pour l'obtenir, la Nature demandera encore bien des centaines de millions d'années.

Les recherches effectuées dans les roches du Permien sont plutôt décevantes. Il faut attendre jusqu'à la fin de ce système pour que subitement apparaissent des Gymnospermes. « Subitement », dans

le cours de l'Evolution, ne signifie nullement que l'apparition soit soudaine et que rien ne l'ait préparée. On veut simplement exprimer qu'entre les deux exemplaires dont on dispose, existe une différence sensible, dans le sens d'une complexité progressive et que les intermédiaires font encore défaut. Les Gymnospermes se révèlent par l'abandon d'aiguilles et de cônes de Cycadophytes et de Conifères à la fin du Permien. Ces cônes cachent une graine à la base de leurs écailles. Ces graines accusent un mode totalement nouveau de reproduction, assurant une meilleure dispersion des espèces. Aussi est-ce au début de l'ère suivante, au système Triasique d'abord, puis au Jurassique, que les Conifères connurent la plus vaste extension de leur histoire.

Et pourtant, d'autres difficultés surgissent et posent de nouveaux problèmes aux forces créatrices de la Nature. Les pôles, en se refroidissant, créent au cours de millions d'années le rythme des saisons. Certaines espèces, vulnérables aux rigueurs de l'hiver, se retirent vers les tropiques. Pour les remplacer, il fallait de nouvelles plantes qui supportent les froids envahissants des pôles, des espèces dont la vie ralentie en hiver, soit presque un arrêt, un repos et non pas une mort. C'est alors qu'apparaissent les Angiospermes et parmi celles-ci, les plantes à feuilles caduques et des plantes annuelles, dont les graines mieux protégées résistent au gel.

Les premières pétrifications d'Angiospermes remontent au Jurassique supérieur. En revanche, il faut attendre le terme du Crétacé supérieur, donc plusieurs dizaines de millions d'années, avant de trouver une pétrification de la première fleur. La fleur ! la plus belle parure de la Nature. Elle marque, selon toute probabilité, le couronnement du règne végétal.

A partir du Tertiaire, grâce à la récente création, la Nature semble s'abandonner à la joie de répandre des plantes à fleurs à travers tous les continents qui viennent de prendre possession de leur aire définitive. Dès lors, dans un débordement de fantaisie, des miracles de formes et de beautés surgissent et se multiplient jusqu'à la prodigieuse variété d'espèces qui se préparent à accueillir l'Homme.

* *

En traçant aussi brièvement les grandes lignes de l'évolution des espèces végétales, on se rend insuffisamment compte des miracles accomplis tout au long des ères géologiques. L'un d'eux, toutefois, est particulièrement indiqué pour fournir une démonstration spectaculaire de la « complexification progressive » par laquelle procède l'Evolution. Le terme spectaculaire se justifie puisque l'exemple choisi se vérifie chaque jour. C'est la *reproduction*.

Le mode le plus élémentaire de reproduction est la *bipartition* des êtres unicellulaires. On a souligné, dans le chapitre précédent,

que des polymères de l'acide désoxyribonucléique ont la propriété de bipartition spontanée. Ce mécanisme ressemble étrangement à la reproduction des Bactéries, par exemple, chez lesquelles la bipartition est la règle.

A un stade supérieur, deux cellules semblables se rencontrent puis se fondent intimement l'une dans l'autre, avant de recommencer la bipartition.

Plus haut dans l'échelle du règne végétal, on trouve des associations de cellules ou syncytium, telles certaines Cryptogames, chez lesquelles la reproduction se fait par bourgeonnement. Lorsque le bourgeon a atteint une certaine dimension, il se détache de la souche et reconstitue un individu qui pourra émettre un bourgeon à son tour.

Ces modes de reproduction sont dits *asexués*.

En gravissant un nouveau degré de l'échelle, on observe qu'une cellule se différencie pour assurer la fonction génératrice. Elle se multiplie et produit un certain nombre de cellules qui, libérées, seront chacune en état de reproduire la Cryptogame dont elles sont issues. Ce sont des spores.

C'est le mode *monomère*.

En observant une Cryptogame à un échelon supérieur, on verra que la cellule génératrice suivra une autre voie de division. Le résultat de la partition sera de ne donner à chaque cellule que la moitié du nombre de chromosomes de la cellule mère. Dans cet état, cette cellule reste stérile et, ne se recouvrant pas de membrane cellulosique, meurt. Ce n'est plus une spore, c'est une *gamète*. Dorénavant, pour reproduire une plante, il faudra que deux gamètes s'associent afin de reconstituer, dans une cellule commune, le nombre de chromosomes égal à celui de la cellule mère, qui est en même temps celui de l'espèce. Dans cette union, les gamètes confondront leur protoplasme, leur noyau, leurs chromosomes et leurs gènes, gardiens de l'hérédité intégrale. Le mode de reproduction où deux gamètes doivent intervenir est appelé *dimère*, ou *sexué*.

Lorsque les deux gamètes sont nettement différenciées, ainsi qu'elles se présentent à un stade évolué, la plus petite, mobile, se nomme l'*anthérozoïde* ; la seconde, plus volumineuse, immobile, est l'*oosphère*. Le résultat de l'union de ces deux cellules est l'*œuf*, qui, en germant, produira la plante dont il est issu.

Il est passionnant de rechercher quels moyens la Nature a inventés pour assurer la réunion des deux gamètes. Le sujet, à cause même de sa complexité progressive, donnerait un appui supplémentaire à la réalité de l'Évolution. Il faut toutefois se résoudre à l'écarter, pour ne pas trop allonger notre propos.

VIII. Evolution du Règne animal

Il est évident que le métamorphisme des roches archéennes n'a laissé subsister aucun espoir de retrouver jamais les restes fossilisés d'organismes protoplasmiques primitifs. Et pourtant, ils ont certainement abondé au Précambrien, car il fallait une base immense pour créer une situation favorable à la continuation de la recherche vers une complexité accrue, dont les Algues rudimentaires étaient le résultat. La découverte d'Algues chlorophylliennes au Précambrien prouve que la bifurcation en deux règnes vivants, à partir des organismes protoplasmiques primitifs, est déjà réalisée. Si le moment de cette séparation ne peut pas être daté avec beaucoup de précision, on sait qu'il n'est pas inférieur à trois milliards d'années. La question de savoir si la bifurcation s'est produite à un ou plusieurs endroits simultanément importe peu quant au problème fondamental. En admettant le départ de la bipartition à plusieurs endroits et simultanément, cela donnerait des arguments solides en faveur de l'immense variété des espèces que l'on constate dès le début. Toutefois, ce début s'étale sur mille millions d'années. Mais elle a pu se produire également à partir d'une seule souche, ce qui simplifierait d'une façon appréciable l'établissement de l'arbre généalogique des espèces. C'est ce que nous allons tenter maintenant. La paléontologie nous fournira les éléments dont nous avons besoin.

La paléontologie est la branche de l'histoire naturelle qui étudie les animaux et les plantes fossiles. Lorsqu'il s'agit de fossiles à partir des Hominiens, on parle alors de préhistoire. La paléontologie essaie de reconstituer la filiation des êtres vivants, de la cellule primitive jusqu'à l'épanouissement des Mammifères. Elle recherche le mode d'enchaînement des formes parentes qui se succèdent à travers les ères géologiques. C'est l'ordre ou les lois qui semblent se dégager de cette filiation, qui ont imposé peu à peu aux savants la conception de l'Évolution des espèces. En effet, la démonstration a été rapidement faite, que le degré d'organisation des divers êtres, diminue en raison directe de l'ancienneté de l'époque à laquelle ils ont vécu : plus on recule dans le passé et plus les organismes et les formes sont rudimentaires.

La paléontologie est une science relativement récente. Néanmoins, Leonardo da Vinci avait reconnu que les fossiles devaient être des animaux ou des empreintes d'animaux qui ont vécu dans des temps reculés. Mais personne n'osa accepter ses idées, trouvant plus orthodoxe et plus naturel d'y voir les marques de passage des sorcières, ou des concrétions résultant de la fantaisie du feu céleste.

Plus tard, de Jussieu (1680-1758) eut la même conviction que Leonardo. Il faut rapporter à Cuvier (1769-1832) l'honneur d'avoir créé la paléontologie de toutes pièces. Au moyen de l'anatomie comparée, il a pu reconstituer des squelettes d'espèces disparues et établir des analogies et des différences avec leurs successeurs dans toute la lignée animale, jusqu'aux formes actuellement encore vivantes. L'ardeur que mit Cuvier à défendre ses nouvelles vues et la force de ses arguments entraînèrent bientôt à sa suite tout le monde savant, dont Lamarck, Darwin, puis d'Orbigny et Agassiz, pour ne citer que les plus illustres.

Malheureusement, l'interprétation des résultats ne fut pas conçue dans le même sens, par les savants. Elle fit naître, en conséquence, des luttes et des antagonismes dont il serait vain de réveiller le souvenir. Mais ce qu'il importe de retenir, c'est le finalisme théiste ou athéiste qui se dégage de la controverse. Le transformisme, la sélection naturelle que Darwin plaçait à la base du transformisme, le déterminisme, qui tentait de faire admettre la prépondérance de l'influence du milieu et du mode d'existence dans la transformation des espèces, toutes ces théories ne sont que des étapes qui mèneront inéluctablement à la théorie de l'Evolution. Plus tard, la génétique, dont les premiers jalons ont été posés par Mendel et Weissmann, contribuera puissamment à consolider l'idée de complexification progressive dans l'évolution des gènes. La paléontologie et la génétique seront les deux fils d'Ariane qui nous conduiront dans les arcanes de l'évolution du règne animal.

Les conditions de fossilisation des organismes vivants sont différentes et multiples. La minéralisation des plantes du Carboniférien en est une. La conservation de coquillages de Mollusques dans la vase des mers et qui se sont cristallisés dans la suite, en est une autre, peut-être la plus fréquente. Des fleurs et des insectes, tombés dans des eaux fortement minérales, ont été imprégnés de ces minéraux et sont demeurés intacts. D'autres, enfin, ont été englués dans des masses résineuses, (poix, ambre) et sont arrivés jusqu'à nous comme embaumés. Plus tard, lorsque les animaux eurent constitué leur squelette, ce sont leurs os qui se sont fossilisés, pétrifiés. Certains autres, les Eponges et les Coraux, par exemple, ont construit des édifices qui ont conservé la forme exacte des corps fragiles qui les habitaient, témoin les roches coralliennes. A cette énumération, ajoutons encore les bancs du système Crétacé, de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, formés par l'accumulation des carapaces de Protozoaires. Toutefois, à partir du Tertiaire, les os déposés dans les étages les plus récents ne sont plus transformés en pierre. Enfouis dans le sol, la protection a été suffisante, dans une large mesure, pour conserver jusqu'à nos jours les os bien minéralisés.

Les racines de l'arbre de Vie plongent dans les masses protoplasmiques amorphes du Précambrien. Les êtres les plus primitifs

qui s'en dégagent, des Bactéries selon toute probabilité, constituent la base d'où se sépareront les deux règnes vivants. L'arbre généalogique du règne végétal a été traité dans le chapitre précédent. La paléontologie permet de suivre avec précision les ramifications de l'arbre généalogique du règne animal.

La première trace du règne animal se situe à la fin du Précambrien. Elle apparaît déjà sous une forme bien évoluée, sous forme d'un Ver. Si l'on songe à la cellule primitive, qui à elle seule assurait toutes les fonctions vitales, quelle merveille que le Ver reconnu dans cette roche archéenne ! Cette cellule a proliféré afin de pouvoir prendre la forme d'un sac ; puis, en croissant, elle a affecté une configuration plus allongée avec une augmentation proportionnelle de la cavité digestive et la nécessité de frayer un émissaire à l'autre extrémité. Les anneaux ajoutés aux anneaux, et le Ver, dans sa structure la plus rudimentaire, est créé ; conjointement le premier tube digestif était réalisé. Sur le trajet de ce tube digestif, des glandes vont s'implanter pour faciliter la digestion de substances de plus en plus variées. Dans les anneaux, des fibres contractiles sont inventées pour faire avancer le bol alimentaire, puis par contractions longitudinales, pour permettre à l'animal de se mouvoir.

Dans la même roche se trouve un Trilobite, espèce d'Arthropode dans lequel se distinguent trois parties (d'où son nom) : rudiment de tête, de thorax et d'abdomen. Voilà qu'apparaît déjà le plan général du gros rameau des Arthropodes dont font partie les Crustacés, les Arachnoïdes et les Insectes. De même, le Ver portait en lui les directives à la création des Annélidés, des Rotifères et des Mollusques. La comparaison entre Ver d'une part et Trilobite d'autre part accuse de telles différences que l'on est porté à croire que certaines espèces ont évolué plus rapidement que d'autres. La différenciation des tissus, chez les Trilobites, est très poussée. Par rapport au Ver, elle paraît d'un autre âge. Mais le Ver avait pour lui la simplicité qui lui a permis d'arriver jusqu'à nous. Le Trilobite, plus vulnérable à cause même de sa spécialisation, devait disparaître après s'être épanoui au cours de quelques centaines de millions d'années. Il s'est éteint à la fin de l'ère primaire et n'a plus reparu après le Permien.

Le nom d'Arthropode, dont le Trilobite est le premier exemplaire, signifie : qui a des membres articulés. Ainsi, là, tout d'un coup, le Trilobite se présente avec des pattes dont les segments sont déjà reliés par des articulations. A l'étude de l'Arthropode le plus primitif, le paléontologiste se trouve de nouveau face à l'un de ces nombreux miracles qui foisonnent tout au long de l'évolution des espèces animales. Avec le professeur Caullery, on peut affirmer qu'au début du Cambrien, les lois de l'Évolution sont déjà trouvées.

Au système géologique suivant, au Silurien, la question épineuse des pigments semble également résolue. L'Algue marine pos-

sède sa molécule de chlorophylle depuis longtemps. C'est au Silurien que les Vertébrés acquièrent leur hémoglobine à l'atome de Fer et le Mollusque son pigment à l'atome de Cuivre, marquant par là une poussée de deux nouvelles grandes branches sur le tronc de l'arbre généalogique du règne animal. Si la question des pigments est qualifiée « d'épincuse », c'est qu'elle en soulève immédiatement d'autres, par exemple, celle de savoir si une simple interposition d'atomes métalliques est intervenue au niveau de la synthèse des pigments ou s'il s'agit de l'évolution normale de lignées parallèles. Nous avons déjà constaté que la configuration des molécules protoplasmiques avant l'assimilation des atomes de Mg ou de Fe, devait être très voisine. Partant d'une origine commune, le pentagone du pyrrol, la chlorophylle et l'hémoglobine ont un poids moléculaire comparable, oscillant entre 63 et 69.000, suivant les espèces. Ce qui, en revanche, est bien moins compréhensible, c'est que l'embranchement animal des Invertébrés nous soit beaucoup plus étranger que le règne végétal. On en trouve la preuve dans la constatation que le sang des Invertébrés, des Mollusques par exemple, contient un pigment dont le poids moléculaire oscille entre 400.000 et 6.700.000 et renferme un atome de Cuivre à la place de l'atome de Fer. Si, à la rigueur, une transition a pu se produire au niveau en tout comparable de la configuration moléculaire *chlorophylle-hémoglobine*, cette transition devient tout à fait inconcevable entre les configurations *hémoglobine-mammifère* et *hémoglobine-mollusque*, eu égard à l'énorme différence qui oppose leurs poids atomiques respectifs. Ainsi, et ce n'est pas une sensation déplaisante, au point de vue moléculaire, nous sommes très voisins des plantes, qui font partie d'un règne différent et très éloignés des Mollusques, au règne desquels nous appartenons.

Les Vertébrés auxquels il a été fait allusion plus haut, sont des poissons Ganoïdiens apparus au Silurien. Leur squelette est mou, leur peau recouverte d'écailles rigides. Ce sont les premiers Vertébrés de la Création. Nous avons la chance de posséder encore vivante une des formes intermédiaires montrant la filière entre les Vers et les Poissons. Laissant les Vermidiens, les Coelentérés et les Echinodermes de côté, la voie s'engage résolument dans la direction des Vertébrés. Cette forme ancestrale vit dans les mers du Nord et se nomme *Amphioxus lanceolatus*.

Une comparaison rendra plus compréhensible le phénomène qui s'est accompli. Nous avons vu que les cellules génératrices de la plante produisent des tissus différenciés en épiderme, écorce et stèle. Mutatis mutandis, il en est de même pour les tissus de l'animal. Les cellules génératrices produisent également trois couches, trois feuilletés différents. L'ectoderme donne la peau et les glandes qui en dépendent. Le mésoderme échafaude les tissus de soutien et les muscles. L'endoderme est à l'origine de tous les organes internes.

Or, dans la succession phyllogénique, le mésoderme se replie sur lui-même et produit de cette façon un renforcement de la couche mésodermique, renforcement qui s'étend à toute la masse protoplasmique. La face où se trouve ce plissement sera dorénavant la face dorsale. Le renforcement cellulaire du mésoderme donne naissance à une espèce de corde d'une consistance plus élevée que celle du reste de la masse protoplasmique, ce qui lui procure un certain soutien. Cette corde est le premier rudiment de la colonne vertébrale, et ce premier rudiment se retrouve précisément chez l'*Amphioxus* lancéolé. Cette corde est nommée *chorda dorsalis* par les savants, et les êtres qui en sont encore pourvus portent le nom de *Chordatés*. Ils constituent la branche maîtresse des *Vertébrés*, qui déploiera les puissants rameaux des *Cyclostomes*, des *Poissons*, des *Reptiles*, des *Oiseaux*, des *Amphibiens* et des *Mammifères*. Ainsi, le terme général de Chordatés comprend toutes les espèces qui ont une corde dorsale d'une façon fugitive ou définitive. Le rameau des Cyclostomes conserve la corde dorsale à un stade à peine amélioré. Tous les autres rameaux développent leur corde dorsale en colonne vertébrale, d'où le terme général de *Vertébrés*.

Ainsi donc, au Silurien, les Vertébrés font leur entrée sur la scène de la Création sous forme de poissons Ganoïdiens. Cette espèce a connu son plus grand épanouissement au Dévonien, puis a décliné. L'Esturgeon est la seule survivance des Ganoïdes. En revanche, ils constituent la souche commune aux Sélaciens, à squelette cartilagineux, comme les Squales, les Requins, etc. et aux Téléostiens au squelette osseux, tels que Thon, Morue et la plupart des poissons des lacs et rivières.

Toujours au Silurien, apparaissent les Mollusques, les Crustacés et un scorpion à respiration aérienne.

Au Dévonien, les espèces précitées s'épanouissent, tandis que les Trilobites dégèrent. Le premier Insecte est identifié à ce niveau. Il est remarquable de constater la variété des espèces animales alors que le règne végétal n'en est qu'à sa première Fougère. L'étonnant retard des plantes sur les animaux trouve peut-être son explication, sinon sa justification, dans le fait que ces derniers dépendent des premières au point de vue alimentaire. De sorte qu'il n'est pas téméraire d'admettre qu'au stade initial tout au moins, plusieurs lignées végétales ont pu disparaître. En tout état de cause, il paraît certain que l'assaut livré aux plantes a une part prépondérante dans ce retard.

Dans les forêts du Carboniférien, dont il a été question dans le chapitre précédent, les Insectes ont trouvé des conditions optimales à leur prospérité. Leur essor fut tel qu'on peut se demander si l'intelligence universelle ne croyait pas avoir trouvé le substrat adéquat à son épanouissement. Brusquement, cette intelligence subit un arrêt incompréhensible. Elle se cristallise sous forme d'instinct

infaillible, dont les Fourmis, les Abeilles, les Termites, les Araignées et d'autres Insectes semblent pourvus, sans espoir, semble-t-il, de voir démarrer un nouveau développement. Ou bien, les Insectes réservent-ils leur revanche au moment où l'intelligence humaine aura fait faillite ?

A l'aurore du Carboniférien se place la venue du premier Batracien, tandis qu'à la fin de ce système apparaît le premier Reptile. C'est également à ce niveau que les poissons Sélaciens se sont dégagés des Ganoïdiens. Avec les Mollusques, ils pullulent dans les mers carbonifériennes.

Le Permien assiste à l'arrivée des Ammonitidés. Ce genre important de Mollusques fournira d'abondants fossiles et le nombre de variétés permettra de dater avec facilité les couches géologiques à travers plusieurs centaines de millions d'années, soit jusqu'à la fin du Supra-Crétacique. Les Stégocéphales, Batraciens apparus au Carboniférien, disparaissent et sont remplacés par les Grenouilles, les Salamandres et de nombreux Reptiles. Toutes ces espèces sont issues d'une souche commune aux Poissons. Parmi les Reptiles, les Sauriens donnent naissance à différentes lignées dont la variété et le nombre iront croissant sans cesse, au point que durant l'ère secondaire, ils seront les maîtres de la Création.

Avec le Trias s'ouvre l'ère secondaire. Il est caractérisé par les grands Sauriens nageurs, par les Sauroptérogens, ces grands lézards aux ailes membraneuses, par des Dinosaures et des Tortues. Notons bien, et nous insistons sur ce point, jusqu'à ce niveau, aucun Mammifère n'est encore signalé. Ce n'est qu'à la fin du système triasique qu'un petit Marsupiaux est découvert, le premier Mammifère, grand comme un lièvre et du genre Kangourou. Entre le petit Mammifère et le Dinosauré géant existait, dans l'ordre de grandeur, la même proportion qu'entre l'homme et la fourmi ! Parallèlement, dans le règne végétal, à ce moment apparaissait le premier Conifère.

Au Jurassique inférieur, les airs sont sillonnés par les Lézards, volant au moyen des fines membranes étalées entre leurs doigts, à la manière des chauve-souris. A travers toutes les périodes du Jurassique, les Sauriens vont s'épanouir d'une façon inquiétante. Avec leurs quarante mètres de longueur et leur quinze mètres de hauteur, pesant jusqu'à cinquante tonnes, ils avaient une silhouette terrifiante. A mesure que le nombre des Sauriens s'accroissait et que leur poids augmentait, la question nourriture a dû se poser d'une façon brûlante. Aussi, ne trouvant plus assez de plantes pour assouvir leur appétit, certaines espèces devinrent carnivores. Les Ammonites ont imité les dimensions aberrantes des Sauriens. En conséquence, à la fin du Crétacé supérieur, ces deux lignées étant arrivées dans une impasse, s'éteignirent. C'est comme si la Nature, effrayée des monstres qu'elle avait créés, coupant court à cette aventure ratée, avait voulu anéantir d'un seul coup cette vision hallucinante.

Les Ammonites géantes, les Dinosauriens, les Diplodocus, les Plésiosaures et autres Gresslyosaures quittèrent la scène du monde, et le rideau tombé sur cet échec, ne s'est jamais relevé.

En revanche, un nouvel essai se dessine. Dans le Jurassique bavois on a découvert un Serpent avec des ailes à plumes. C'est l'Archéoptérix, l'ancêtre des Oiseaux, qui apparaît au moment où la Nature, dans ses laboratoires aux ressources inépuisables, essaye de lancer la première fleur. Il est assez bizarre de constater que l'Oiseau, l'ornement le plus coloré de la gent animale, ait vu le jour en même temps que la fleur, l'ornement le plus vif en couleurs du monde végétal. Parallèlement, les gènes de l'un et de l'autre avaient atteint la configuration favorable à leur éclosion.

L'apparition soudaine (nous rappelons que la valeur de cette soudaineté peut s'étendre sur plusieurs millions d'années), l'apparition soudaine de plumes est bien l'exemple le plus frappant de transformation adaptative dans le règne animal. Mais, pour l'instant, il paraît tout à fait impossible de construire une théorie acceptable rendant compte de l'apparition miraculeuse des plumes.

Arrivé au terme de l'ère secondaire, dont la durée est estimée de 150 à 200 millions d'années, on peut se demander ce qu'est devenu le petit Marsupiaux signalé au début du Trias. Il est assez piquant de penser que, si par hasard, un monstrueux Diplodocus avait par mégarde marché sur cet ancêtre des Mammifères, comme par mégarde il nous arrive de marcher sur une fourmi, la face zoologique du monde aurait été totalement transformée. Supprimer l'ancêtre des Mammifères, c'était remettre à un nombre imprévisible de millions d'années la création de leur lignée, celle de l'Homme y comprise, ou même de supprimer ce rameau de l'arbre généalogique du règne animal. Il y a donc un intérêt majeur à suivre l'évolution de ce petit Marsupiaux insectivore, herbivore et peut-être carnivore par nécessité. Car rien que l'appellation de l'ère qui va suivre, l'ère des Mammifères, laisse déjà pressentir l'importance que sa lignée va prendre, dans la répartition des animaux sur la Terre.

A ce propos, la répartition des Mammifères sur les différents continents va fournir les arguments les plus convaincants à la théorie de l'Évolution et plus particulièrement à l'évolution chromosomienne. Nous avons vu qu'une configuration quelconque se prépare au cours de millions d'années avant d'avoir la structure et la qualité nécessaire à l'éclosion d'une nouvelle lignée végétale. Il n'en va pas différemment pour le règne animal, et l'aventure de l'ancêtre des Mammifères en fournit l'exemple classique.

Durant toute l'ère secondaire, en échappant de justesse à l'écrasement sous les pieds énormes des grands Sauriens, le petit Marsupiaux s'est répandu de manière à occuper finalement une aire assez étendue sur les continents de ce temps-là. Or, à ce moment précis de l'ère secondaire, le continent de Gondwana, qui réunissait

alors l'Amérique du Sud, l'Afrique et l'Océanie, s'est disloqué. L'Australie et la Nouvelle Zélande se sont trouvées isolées dans le Pacifique. A la même époque, la configuration favorable à la naissance de nouvelles lignées n'était pas encore atteinte dans les gènes du petit Marsupiaux. Les exemplaires de ce Mammifère qui furent isolés en Océanie par la dislocation des continents, dès le Mésojurassique, ne trouvèrent jamais cette configuration. En conséquence, ils sont restés Marsupiaux jusqu'à nos jours, ce qui fait que l'on n'a découvert aucun autre Mammifère autochtone dans ces îles. La Nouvelle Zélande a dû se détacher du continent de Gondwana encore plus tôt que l'Australie, car elle n'a ni Mammifères, ni même de Serpents. En revanche, elle possède certaines formes archaïques de Lacertiliens ou Lézards et le seul vestige de Rhynchocéphales apparus à l'ère primaire et disparus des couches géologiques des autres continents dès le Jurassique. Cette île possède également quatre sortes d'Oiseaux aux ailes rudimentaires. Les plus grands de ces Aptérix ont été exterminés, il y a deux siècles environ, par les chasseurs Maori. Il en fut de même de l'Aepyornis que l'Évolution avait abandonné au même stade que l'Aptérix, mais sur l'île de Madagascar. Ici, comme dans bien d'autres cas d'ailleurs, l'Homme s'est chargé de la lourde responsabilité de mettre fin à une lignée zoologique qui présentait un chaînon intéressant du développement du règne animal.

Ainsi donc, le petit Marsupiaux a échappé aux marteaux-pilons des grands Sauriens. Eu égard à l'importance vitale qu'a pour nous son aventure, il faut reprendre le cours de ses mutations. Après les multiples exemples d'espèces « brusquement » apparues, mais dont les grains géno-chromosomiques se sont agités pendant des millions d'années avant de réaliser la configuration favorable à une mutation, il est aisé de concevoir que l'ancêtre des Mammifères, en restant pendant 200 millions d'années apparemment semblable à lui-même, devait être prêt, intérieurement, à la création de nouvelles lignées. Le nombre de ces lignées a dû être assez considérable dès le départ. Il est établi que le passage d'une configuration à une autre peut accuser une très faible différence. Il est donc bien pensable qu'au moment du passage, la configuration soit dans un état d'instabilité favorable à un glissement dans plusieurs directions. Ainsi, l'apparition de plusieurs nouvelles lignées à maints moments de l'Évolution trouverait son explication.

Les travaux remarquables des professeurs Guyénot, à Genève, et Dingemans, à Lausanne, donnent actuellement une base scientifique solide à ce qui, jusqu'à ce jour, n'était que pures vues de l'esprit. Les expériences menées avec la mouche *Drosophila melanogaster*, dont la reproduction est si prolifique qu'il y a toujours des ovocytes en mitose ou en synapse à observer. Or, on parvient en laboratoire à inhiber l'activité des mitoses et à modifier les

échanges entre chromosomes, ce qui peut créer une autre configuration des gènes. C'est durant le désaccouplement des chromosomes que les gènes sont vulnérables. De ce changement dans la configuration des gènes *naît une mutation*. Cette mutation peut être provoquée en laboratoire. Ainsi, il est devenu possible de créer une nouvelle lignée artificiellement.

Parmi les Marsupiaux répandus sur les continents, au début du Tertiaire, certains n'ont pas bénéficié de cette labilité de la configuration chromoso-génique, favorable aux mutations. Ils ont tout simplement continué à rester des Marsupiaux à poche ventrale. Les Kangourous et les Sarigues en sont demeurés les témoins immuables.

A ce niveau inférieur des Mammifères, il existe encore un autre ordre de Vertébrés, ce sont les Monotrèmes comprenant l'Ornithorynque et l'Echnidé. Les Monotrèmes et les Marsupiaux forment ensemble la classe des Aplacentaires, appellation qui signifie : sans placenta. La prochaine néoformation de la Nature sera précisément de créer cet organe, le placenta, qui permettra un développement suffisant des petits pour supprimer la poche ventrale. Cette suppression donne naissance à la classe des Placentaires.

Au niveau de cette mutation, des divergences multiples sont constatées. La classe des Placentaires va, sans tarder, se diviser en cinq ordres bien distincts :

1. Les Edentés insectivores, Hérissons, Taupes, etc.
2. Les Ongulés, comprenant les Ruminants, dont les Bovidés, les Camélidés, les Cervidés ; puis l'Eléphant, le Rhinocéros.
3. Les Equidés sont des animaux dont le pied se termine par un sabot unique. Le type en est le Cheval.
4. Les Suidés, avec l'Hippopotame, le Sanglier, le Porc, etc.
5. Les Primates, dont les extrémités se terminent par cinq doigts, le premier pouvant s'opposer aux autres. C'est de l'ordre des Primates qu'après plusieurs millions d'années bifurqueront les Hominiens.

Ce raccourci de l'arbre généalogique des espèces animales ne laisse évidemment pas apparaître tous les miracles dont dépendent les complexités progressives des organes. Et pourtant l'évolution des organes locomoteurs fournirait matière à d'étonnantes comparaisons. L'étude des organes digestifs montrerait comment ils s'adjoignent successivement des glandes produisant du mucus, de l'acide, des enzymes et enfin la parotide, le pancréas et le foie. Il ne serait pas moins intéressant de rechercher tous les changements qui s'opèrent jusqu'à l'acquisition d'un organe respiratoire chez les animaux qui de la mer se hasardent sur la terre, ou bien encore de suivre les transformations progressives de l'appareil circulatoire. Ainsi, chez l'Acranien, dont le type est l'Amphioxus, le cœur n'est qu'un

simple tuyau. Chez les Poissons Cyclostomes, comme la Lamproie, et chez les Batraciens, le cœur a déjà deux divisions. Il est admis qu'en créant quatre divisions au cœur, la Nature préparait les conditions requises à doter d'homœothermie les animaux à sang chaud. L'homœothermie est propre aux Oiseaux et aux Mammifères ; ils sont les seuls animaux dont le sang garde une température égale. Encore plus passionnant serait de suivre, à travers toutes ses phases, l'évolution du système nerveux, dont le couronnement est le prestigieux cerveau humain.

L'arbre généalogique des espèces se dégage harmonieusement des faits paléontologiques rapportés. Le plan général est le suivant :

A partir de la matière minérale s'échafaude la matière préorganique, où l'organique est en « devenir ». Les acides aminés réalisent la matière organique. De cette dernière se dégage la première cellule dotée de fonctions vitales. Cette cellule vivante apprend à assimiler, afin de maintenir ses fonctions, dont la seconde est d'augmenter sa masse au point de pouvoir se scinder, c'est-à-dire se multiplier par bipartition. Une concentration de protoplasme se produit au centre de la cellule et donne le noyau, dont la nucléine rassemble toute la mémoire de l'espèce, toute son hérédité.

L'essai de la vie en commun réussit et se poursuit dans la création de l'être pluricellulaire. Ce nouveau progrès permet de perfectionner les fonctions vitales en attribuant à des cellules différentes, constituées en association, en tissu, une fonction particulière au bénéfice de la communauté. Cette différenciation aboutit à la création d'organes.

L'Invertébré, cet animal flasque, sans résistance, se prête à l'essai d'une corde dorsale et comme l'expérience est concluante, cette corde va se développer en colonne vertébrale. La colonne vertébrale donnera sans tarder une supériorité écrasante au Vertébré. Elle offre un appui auquel les muscles viendront s'insérer, muscles qui confèrent à l'animal mobilité accrue, agilité et capacité de se mettre en chasse.

Le Vertébré aquatique donne naissance au Vertébré Dipneuste doté non seulement de branchie mais aussi de poumons, ce qui lui permettra de sortir de l'eau par instants. Les Amphibiens se dégageront de cette branche, et de la nappe de ces derniers surgiront les Reptiles et les Mammifères.

Mais au cours de cette évolution, tous n'ont pas suivi ce rythme. Tous n'ont pas bénéficié du coup de baguette magique qui dirige les uns plutôt que les autres vers le but lointain qui semble déterminé dès l'origine. Ils restent comme figés sur la voie de l'Évolution, comme garés dans une réserve, pour servir de témoins aux phénomènes du passé. D'autres disparaissent de l'inventaire des êtres vivants, ayant épuisé leurs ressources dans une impasse, dans un essai avorté. Dans beaucoup d'autres circonstances, il y a beaucoup d'appelés mais peu d'élus. Sur les élus s'exercent de nouveaux essais d'où surgissent de

nouvelles lignées, qui à leur tour déploieront un éventail. De cet éventail émergera une pointe composée de rares individus marqués par le hasard pour lancer une lignée différente. Plutôt que le hasard, l'adaptation au milieu et la sélection naturelle préparent l'avènement du stade suivant. Il est bon de se rappeler le rôle éminent que joue la molécule d'acide ribonucléique au niveau de ces glissements vers des états supérieurs.

Ainsi donc, pendant des milliers de millions d'années, des lignées innombrables ont suivi leur destinée dans des conditions irréversibles. Beaucoup d'espèces ont disparu (Trilobites, Ammonites, grands Sauriens, etc.), d'autres sont restées sur leur voie de garage (Vers, Esturgeons, Amphioxus, etc.). D'autres enfin, agiles quoique très petits, prendront l'avantage sitôt que les Diplodocus et autres Atlantosaures auront cédé la place. Ce sont ces petits Marsupiaux, grands comme des lapins, extrêmement rapides par rapport aux Reptiles monstres, qui vont prendre la relève et étendre leur éventail avec une magnificence extraordinaire durant tout le Tertiaire. La différence déterminante entre ces deux espèces consiste en ce que tout chez les Sauriens était orienté vers l'augmentation de la masse de leur corps, tandis que chez le petit Mammifère, c'est la cervelle non seulement en dimension mais surtout en complexité. C'est ainsi que se prépare le terrain favorable au développement de l'intelligence. Pendant cinquante millions d'années, l'éventail des Mammifères se déploiera avec une ampleur insoupçonnée, d'où surgiront les formes les plus variées, des élégantes gazelles aux hideux Rhinocéros. Entre ces deux extrêmes, une arête émergera, d'où la nappe des Primates s'étendra. Ces animaux se distingueront par l'accroissement progressif de leur boîte crânienne. D'une des pointes de cette nappe, vont se détacher les Hominiens.

IX. Evolution du Genre humain

Devant l'accumulation des faits scientifiques venant autant de la paléontologie que de l'anatomie comparée, il a bien fallu admettre, bon gré mal gré, que l'Homme fait partie intégrante de l'Évolution et qu'il n'est qu'un genre dans la gamme zoologique. Les preuves de son appartenance au règne animal, arrivées de tous côtés, le placent irrémédiablement à une des arêtes de l'éventail qui se déploie et dont la charnière est en plein chez les Primates.

De toutes les théories agitées depuis plus d'un siècle, du finalisme opposant Lamarck à Cuvier jusqu'à la conception moderne de l'Évolution, un téléfinalisme se dégage tendant à faire admettre que dès

l'animation de la matière, le plan du Créateur était exactement orienté sur la création de l'Homme. Cette théorie, du moins, ne pèche pas par excès de modestie ! Et pourtant, en confrontant toutes les connaissances acquises sur les espèces animales et plus spécialement sur les Vertébrés, il apparaît que l'Homme soit actuellement le seul être dans lequel l'Esprit puisse habiter décemment. Pour un chrétien, l'être humain ne peut pas représenter, en soi, un but final, mais seulement en tant que réceptable de l'Esprit.

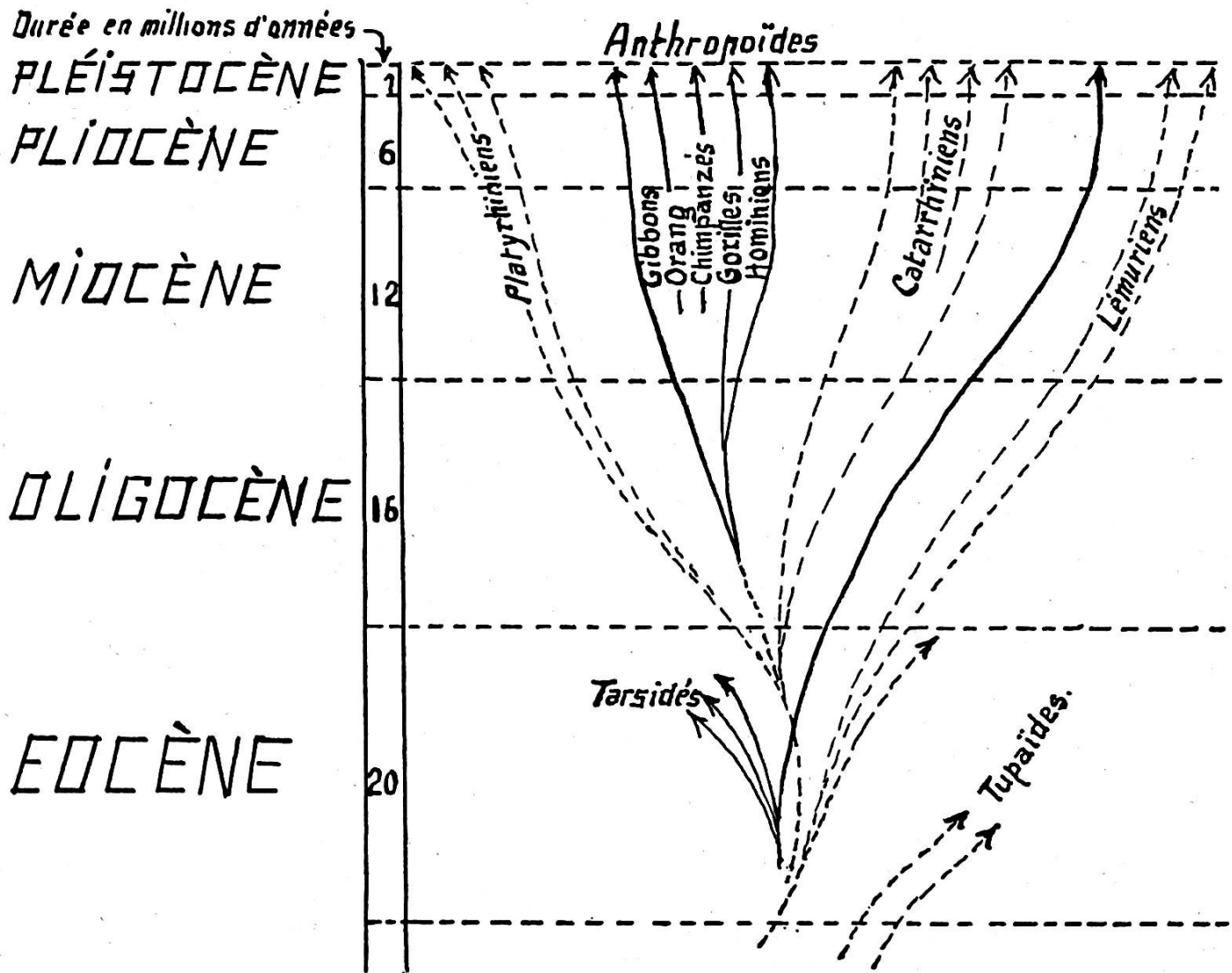
Il est évident que les Eglises devaient réagir de toute leur autorité contre une doctrine qui semblait s'opposer aux enseignements de la Genèse. Mais en se rangeant à l'opinion des savants, elles avaient mille bonnes raisons de considérer toutes les phases de la création de l'Homme, échelonnées à travers les milliers de siècles, comme des preuves mille fois plus valables de la puissance, de la sagesse du Créateur, qu'en faisant surgir du néant d'un seul coup de baguette magique, un monde tout prêt. D'ailleurs, aux noms illustres cités, associés à la fondation de la paléontologie et de l'Evolution, s'ajoutent les noms célèbres de Breuil, Obermaier, Teilhard de Chardin, Glory, etc., tous appartenant au clergé. J'ai eu la chance de rencontrer l'un ou l'autre de ces savants chez l'un des plus éminents paléontologistes actuels, ainsi que le qualifie la presse spécialisée française, le Dr F. Ed. Koby. J'ai même eu le privilège d'en recevoir certains, venus se renseigner sur les méthodes pollenanalytiques adaptées aux terrains paléontologiques.

Forts de l'autorité de ces personnages illustres, nous allons aborder l'étude de l'éventail qui s'ouvre sur un axe reposant au niveau du faisceau des Primates.

Au début du Tertiaire, les Primates forment un modeste petit faisceau qui se dégage timidement de la nappe des Mammifères. Libérée de la tyrannie des grands Sauriens par leur extinction, cette nappe va se répandre sur tout le globe avec profusion. Les Primates, en raison de leur petite taille et de leurs forces physiques mesurées, participent à cette diffusion avec modération.

Le mot de *Primate* n'est pas l'équivalent de Singe. Primate dérive de *primus*, premier. Premier parmi les Mammifères à posséder un organisme aussi parfait. Premier aussi à s'être détaché de la nappe des Mammifères. Il est donc faux de prétendre que l'Homme descende du Singe, parce qu'il est issu des Primates. Dans cet organisme parfait, rien ne sera changé sur le plan général de l'anatomie animale : tête, thorax, abdomen et quatre membres. La perfection se manifestera uniquement dans la différenciation des tissus des organes et particulièrement du système nerveux, vis-à-vis des ordres et des familles voisins.

Au début de l'Eocène, ou aurore des Mammifères, les Primates forment encore un faisceau compact d'où les Tupaïdés vont se détacher les premiers. Ce sont de petits animaux grimpeurs, de la taille



*Schéma du développement des Primates.
d'après Teilhard de Chardin.*

de l'écureuil, qui se sont répandus dans les jungles asiatiques, où ils continuent à s'ébattre.

Au milieu de l'Eocène, deux autres segments de l'éventail se déploient : à droite les Lémuriens, appelés aussi faux-singes ou chats de Madagascar. On ne les trouve nulle part ailleurs. Les Lémuriens ont la taille d'un chat, le museau du renard et la queue touffue de l'écureuil. A gauche, les Tarsidés, répandus en Indonésie, ont l'aspect de petits bonshommes à tête ronde, aux yeux exorbités, à longue queue de rat et aux tarses démesurément développés, d'où le nom de Tarsidés.

Au début de l'Oligocène, deux autres segments de l'éventail s'écartent de leur souche. Mais ce n'est qu'à la fin de ce système qu'ils acquerront leur complète indépendance :

à droite, la famille des Catarrhiniens, les vrais Singes aux narines rapprochées et dirigées en bas, qui constituent le « Bandarlog » dans la jungle de Kipling. Ils ont trente-deux dents, comme l'Homme.

à gauche, les Platyrrhiniens de l'Amérique du Sud, au museau épaté, aux narines ouvertes en avant.

Dès le milieu de l'Oligocène, les derniers membres de l'éventail s'entrouvrent. Il faut attendre jusqu'au Miocène pour observer leur épanouissement en cinq familles bien distinctes d'Anthropomorphes :

1. Les Gibons d'Indo-Malaisie, aux longs bras, à la toison laineuse.
2. Les Orang-outans des îles de la Sonde (Sumatra, Java).
3. Les Chimpanzés, grands Singes des forêts africaines et les plus semblables à l'Homme de tous les Anthropomorphes.
4. Les Gorilles, les plus grands et les plus forts des Singes anthropomorphes ; ils habitent en famille les forêts vierges de l'Afrique occidentale. Ils atteignent une taille de deux mètres et leur force musculaire les rend redoutables. C'est un des animaux que les Noirs craignent le plus.
5. Les Hominiens, nos ancêtres.

A la lumière des connaissances actuelles, il résulte que les Hominiens, sortis du milieu des Primates, se sont développés parallèlement aux Anthropoïdes et Anthropomorphes et ne descendent pas d'eux.

Tout au long de l'Evolution, on remarque que chaque fois qu'un éventail (nappe ou éventail, les deux termes ont cours en paléontologie) s'est déployé et a atteint un maximum, la plupart des segments semblent épuisés. Ou bien ils disparaissent, ou bien ils conservent l'état de développement auquel ils sont parvenus. De rares arêtes de l'éventail émergent et se développent à leur tour en nappes. Les Primates n'ont pas échappé à cette loi, ainsi qu'il ressort des lignes précédentes et ce sont les Hominiens qui prendront la relève. Ils se répandront en Asie, en Indonésie, en Afrique et bien plus tard, venant de l'est, en Europe. Les formes les plus archaïques se distinguent déjà des familles desquelles elles se sont séparées, surtout par le développement de la boîte crânienne. Le Pithécanthrope de Trinil, découvert à Java par le Dr Dubois, mesure une capacité crânienne de 900 cc. alors que les Singes anthropomorphes n'ont que 600 cc. Le Sinanthrope ou Homme de Pékin, à la découverte duquel Teilhard de Chardin a contribué, possède une capacité crânienne légèrement supérieur à celle du Pithécanthrope. La capacité crâ-

nienne de l'Africanthrope est comparable à celle des deux précédents. Ensuite, l'Homme de Mauer, l'Homme du Néandertal, de Cromagnon, de la Chapelle aux Saints, de Combe Capelle, de Grimaldi (découvert sous la direction d'un des ancêtres du prince Rainier de Monaco) marquent tous des étapes par où passe la boîte crânienne des Hominiens avant d'aboutir progressivement à l'Homo sapiens. La capacité moyenne crânienne de l'Homme actuel est de 1450 cc. Pour obtenir ce résultat, la Nature a eu besoin de cinquante millions d'années, durée que l'on attribue au Tertiaire. Le Quaternaire, avec son unique million d'années, n'est toutefois nullement négligeable puisqu'avec lui commencera la préhistoire.

L'abondant matériel du Néandertal tend à prouver que l'Homme de cette espèce arrive d'Orient, d'une lignée récemment séparée d'un tronc commun à l'Orang et au Chimpanzé. La souche commune à ces familles plonge probablement plus bas dans le passé. En tout état de cause, elle ne peut pas être placée plus près de nous. Cela semble être établi d'une façon irréfutable par la découverte, au Tertiaire, d'Anthropoïdes éteints (Dryopithécus, Sivapithécus, Propliopithécus), qui sont en bien des points, plus proches de l'espèce humaine que des Anthropoïdes vivant actuellement. De sorte que selon certains auteurs, le Propliopithèque de d'Oligocène égyptien, pourrait bien être l'ancêtre commun à l'Homme et au Gorille. Pour la plus grande partie des autres Hominiens, en revanche, l'ancêtre commun serait à rechercher au-delà de l'Eocène. Ce qui semble donner raison à ces auteurs et qui nous est péremptoire, c'est que la cervelle du Pithécanthrope est beaucoup plus lourde que celle des grands Singes anthropomorphes, alors que le corps de ces derniers est trois fois supérieur à celui du premier.

Le Pithécanthrope et le Sinanthrope sont encore voûtés, ou mieux, courbés, mais marchent sur leurs membres postérieurs, renseignement que l'anatomie comparée fournit avec précision. La lignée sort lentement de sa gangue animale. Les premiers outils fabriqués, dit préchelléens, apparaissent au niveau paléontologique de l'Homme de Mauer et tentent à prouver que l'Intelligence a trouvé son substrat. Le Néandertalien, plus évolué, est déjà accompagné de l'industrie moustérienne et au Magdalénien, on peut constater avec toute la certitude désirable que l'Esprit se manifeste dans l'être humain.

L'énumération des vestiges hominiens fossiles, telle qu'elle est imposée par la chronologie, ne signifie pas qu'elle les place dans la même lignée. Bien au contraire, chacun de ces Hommes représente un des types abandonnés dans les plis de l'éventail. C'est la raison pour laquelle tant de différences existent entre eux. Le poids de l'encéphale par exemple. Mais il faut se hâter d'ajouter que la cervelle, devenue *cerveau* pour le genre humain, par rapport au poids

du corps, ne donne par la mesure de l'intelligence. Si l'on se rapportait à ce critère, la souris serait avec l'Homme sur pied d'égalité et l'Ouistiti lui serait supérieur. Si le poids absolu du cerveau joue un rôle prépondérant, l'appréciation de son évolution est déterminée, en dernier ressort, par sa complexité structurale.

Toutefois, la structure compliquée du cerveau, décelée dans les recherches de laboratoire, ne donne pas encore en elle-même la clef de l'évolution de l'intelligence ; elle n'en exprime que les possibilités. La qualité de l'intelligence est devenue humaine, lorsque la conscience a acquis le pouvoir de réfléchir sur et en elle-même, de prendre connaissance de son existence. Une fois la limite de la réflexion franchie, la cervelle animale devenait le cerveau humain. Le cerveau humain est le siège de toutes les combinaisons de la pensée, allant jusqu'à l'abstraction.

L'abstraction, est-il besoin de le rappeler, est, au point de vue philosophique, la faculté propre à l'intelligence humaine d'extraire une qualité d'un objet et de pouvoir, en faisant abstraction du sujet qui l'a suggérée, la considérer séparément. Ainsi, si je pense à la vastitude du désert et que je me mette à philosopher sur la vastitude en laissant de côté le désert qui me l'a suggérée, je fais une abstraction.

On peut dissenter longuement sur l'intelligence des bêtes. Personne ne songe à la nier. Mais toutes les expériences tentées jusqu'à ce jour sont impuissantes à prouver avec certitude qu'un animal ait jamais été capable d'opérer une abstraction. En y regardant de près, c'est peut-être le seul critère permettant d'affirmer une supériorité de l'intelligence humaine sur celle de la bête. D'autre part, il saute aux yeux que le moment où la première abstraction s'est effectuée dans une cervelle est particulièrement difficile à préciser. Aussi, pour déterminer ce moment, on ne peut pas se montrer si exigeant. Il faut avoir recours à d'autres critères.

En réalité, on fait remonter plus loin dans le passé le droit de l'Homme à porter ce qualificatif de *sapiens*, marquant le moment où la cervelle est devenue cerveau. Dans sa signification originelle, *sapiens* veut dire savant, instruit, qui a sa raison. Or, l'intelligence de l'Hominien se montre supérieure à celle de l'animal, lorsqu'elle se manifeste dans la confection d'objets primitifs, taillés dans la pierre et plus particulièrement dans le silex. Ce choix est déjà un acte intelligent, car il présuppose que l'ouvrier primitif a reconnu que l'emploi de la pierre la plus dure donnait de meilleurs résultats. Cet acte intelligent, associé à l'intention de créer des objets utiles, à un usage déterminé, a été considéré comme suffisant par les paléontologistes, pour décerner à l'être qui, par ces faits, s'éloigne si nettement des Anthropomorphes, le qualificatif de *sapiens*. Il faut reconnaître que la découverte d'artéfacts date avec plus de précision l'arrivée de l'Homo sapiens que ne l'auraient jamais fait les tentatives de

déterminer le moment où la première abstraction s'est opérée dans son cerveau.

Une question intéresse beaucoup le profane, et à laquelle les savants n'attachent qu'une valeur très relative, c'est celle de savoir le nombre d'années auquel remonte l'aurore de la pensée humaine. La première réponse que l'on s'attire est que beaucoup d'entre nous en sont encore à ce stade. La seconde est que le nombre d'années est donné par la détermination de l'âge des artefacts, ou du terrain dans lequel les os fossiles d'Hominiens ont été trouvés. Les paléontologistes attribuent aux ancêtres de l'Homme l'âge exprimé par les chiffres très approximatifs suivants :

Pithécanthrope de Trinil, 500.000 ans.

Sinanthrope ou *Homo sinensis*, 200.000 à 500.000 ans.

Homo Heidelbergensis ou de Mauer, 100.000 ans.

Homo néandertalensis ou du Néandertal, 40.000 à 100.000 ans.

Homme de Cromagnon, 20.000 à 50.000 ans.

En Europe, les premiers artefacts sont représentés par l'industrie préchelléenne au niveau de l'Homme de Heidelberg, qui a vécu il y a quelque 100.000 ans.

Pour dater les terrains, géologues et paléontologistes ont recours aux fossiles, ainsi que nous l'avons vu. Les préhistoriens, eux, se servent d'outils fabriqués. Les premiers lieux où des artefacts ont été découverts ont donné leur nom aux couches préhistoriques et toutes celles qui contiennent des instruments de même facture, sinon de même époque, porteront le même nom.

Pour retrouver le fil de l'évolution du genre humain, il faut s'arrêter à quelques stations de la préhistoire, afin d'y examiner les progrès réalisés dans la confection d'outils et de quelques œuvres d'art. Car, jusqu'à ce que l'Homme abandonne des documents écrits, ses créations d'instruments et ses peintures rupestres seront les seules sources de renseignements.

Les divisions de la préhistoire sont basées sur les progrès de la facture des instruments.

Le Paléolithique est caractérisé par des instruments qui sont des éclats provoqués par percussion sur des noyaux de silex et grossièrement travaillés. Plus tard, interviennent des retouches pour rendre une arête plus tranchante, une pointe plus affinée. Les stations les plus nombreuses où l'on recueille ces artefacts paléolithiques sont en Dordogne, à proximité des villages de Chelles, de St-Acheul, de la grotte du Moustier. Dans cette succession, ces lieux ont donné leur nom aux premiers étages de la préhistoire. C'est ainsi qu'en trouvant des instruments dans un terrain paléolithique, on les classe suivant leur degré de bienfacture dans l'industrie préchelléenne, chelléenne, acheuléenne ou moustérienne. Le chelléen est le niveau de l'Homme de Heidelberg ; le moustérien est celui de la race du Néandertal.

Au Mésolithique, l'Homme donne aux éclats de silex des formes mieux définies, plus délicates, qui suggèrent immédiatement l'usage qu'on en peut tirer : lames, pointes de flèches, haches. Cette amélioration dans l'industrie lithique marche de pair avec l'évolution des ouvriers. Les premières stations qui ont fourni les témoins de ces progrès sont, dans l'ordre, Aurignac, au niveau de la race de Grimaldi, Solutré, à l'étage de la race de Cromagnon et la Madeleine, correspondant à la race de la Chancelade. Les plus belles peintures rupestres sont d'origine magdalénienne.

A l'âge de la pierre taillée succède l'âge de la pierre polie ou Néolithique. Les stations qui ont donné leur nom aux étages principaux néolithiques sont situées en dehors de la Dordogne. Ces étages se nomment L'Azillien, le Campinien et le Robenhausien. Les instruments sont mieux finis, quelquefois décorés. Certains sont percés de façon à pouvoir y assujétir un manche.

L'éveil de l'intelligence donne à la pensée humaine une vigoureuse impulsion. Dans ses industries, l'Homme remplacera bientôt le calcaire et le silex par le cuivre et le bronze. A l'âge du bronze succédera l'âge du fer. L'Antiquité inscrira sur des tableaux de pierre, puis sur des peaux, des papyrus et des parchemins des renseignements précis sur les débuts de la civilisation. L'histoire du Moyen Age et des Temps modernes contera, dans de nombreux écrits, toutes les étapes par où passe cette civilisation, de la chute de l'Empire d'occident jusqu'à nos jours.

Dans les couches profondes du paléolithique ancien, on découvre des foyers, reconnaissables au charbon et aux cendres qu'ils ont laissés. Ainsi, l'Homme de Heidelberg utilisait déjà le feu. On ne saura jamais par quel hasard il a trouvé le moyen de faire jaillir la première étincelle, puis la première flamme. Est-ce le feu du ciel qui a allumé le premier foyer ? Est-ce le feu de la Terre qui s'est offert à son expérience ? Ou bien, allons-nous admettre avec les Persans que c'est Zoroastre qui a ravi le feu aux dieux ? feu que, plus tard, les Grecs et les Romains faisaient entretenir par les Vestales, pour honorer Prométhée qui l'avait reçu du ciel. En toute connaissance de cause, on peut affirmer que les foyers sont nombreux au moustérien et il n'est pas moins certain que le feu ait brillé beaucoup plus tôt en Orient.

La paléontologie a fourni, à travers quelque cinquante millions d'années, les renseignements se rapportant à l'évolution physique des Hominiens. La préhistoire, en suivant l'*Homo sapiens*, recherche davantage l'évolution de sa pensée. En effet, les changements physiques, les seuls qui ont fait l'objet de notre étude, jusqu'à l'arrivée

de l'Homme, les changements physiques d'une lignée sont si lents, à notre mesure, que l'Homme de Cromagnon se trouve encore en chacun de nous. En revanche, la pensée humaine progresse avec une rapidité prodigieuse. Pour en avoir une idée plus exacte, il faudrait disposer de pages supplémentaires dans les « Actes ». Il y aurait lieu de s'arrêter plus longuement sur la facture des instruments, d'examiner attentivement les décorations des bâtons de commandement des chefs de tribus aurignaciens ou magdaléniens. On devrait également pouvoir suivre dans leurs travaux sur leurs découvertes préhistoriques Boucher de Perthes, fondateur de la préhistoire, Breuil, Capitan, Peronny, Obermaier et d'autres, s'arrêter avec eux devant les dessins et les peintures rupestres auxquels ils ont voué une partie de leurs recherches, regarder sous leur conduite les scènes de chasse ou d'incantation représentées avec un art consommé par les Magdaléniens, écouter la signification qu'ils donnent à certains animaux et certains objets. Il va sans dire que l'interprétation des scènes figurant sur les rochers des cavernes est avant tout subjective. Il n'en paraît pas moins certain que la plupart des dessins et peintures prennent bientôt un sens mystique. Au début, on recourt à la magie pour favoriser le chasseur. Puis apparaissent des dessins qui semblent vouloir capter la bienveillance de forces supérieures : celles qui président au retour des jours, du soleil, des saisons. Ensuite, on prêterait des formes grossières, pour la plupart, à des représentations de la terre productrice, ou à l'image de la fécondité. Toutes ces créations sont les prémices à la naissance des dieux de la mythologie polythéiste et monothéiste, qui vivent encore chez plus d'une peuplade primitive d'Afrique, d'Amérique et d'Océanie. Cette mythologie prendra chez les Egyptiens, les Grecs et les Romains des formes si humaines, si vivantes, qu'à la vérité, elles paraissent se mêler à la vie publique.

La civilisation orientale est la plus ancienne. Elle remonte à plusieurs milliers d'années. On ne peut donc pas s'étonner que son influence se soit manifestée sur l'art décoratif des cavernes d'Espagne, de France et d'Angleterre. On reconnaît à l'âge du bronze, par exemple, une importation directe de Mésopotamie, de Mycène et de Crète. En se rapportant aux faits consignés dans les pages consacrées à la géologie, on peut retrouver le chemin emprunté par l'importation artistique orientale, pour parvenir jusqu'à nos portes. Il a été dit qu'au Permien, dernier système de l'ère primaire, l'activité volcanique a déversé sur l'Espagne, la Bretagne et la Grande-Bretagne des laves abondantes renfermant de l'étain. Or, dans le bronze, le cuivre est allié à l'étain. Les peuples d'Orient dépêchaient leurs meilleurs navigateurs de l'âge du bronze, les Phéniciens, pour aller sur les côtes d'Espagne, de Bretagne et de Grande-Bretagne, charger l'étain nécessaire à l'industrie du bronze. C'est ainsi qu'en passant par la géologie, on retrouve la voie directe par laquelle, à l'âge du bronze, les échanges culturels et artistiques ont dû s'effectuer.

Le langage. En suivant l'évolution de la pensée humaine, on ne peut éviter de parler du langage, cette expression des idées par la parole. Mais aucune recherche préhistorique ne pourra jamais nous apporter de précision sur ses origines. En effet, la parole n'est pas de nature à laisser des traces dans les terrains préhistoriques ; les disques, mettant pour ainsi dire la parole en conserve, sont d'invention trop récente. Pour cette raison, bien que la parole ait dû être antérieure à l'écriture, les premiers documents du langage coïncident avec les premiers documents écrits. Un évolutionniste convaincu est tout naturellement porté à croire à l'élaboration progressive du langage. Il est trop peu scientifique de penser que le langage soit le résultat d'une révélation divine, ainsi que le prétendait Héraclite. Bien plutôt, des gestes ont accompagnés des cris, dont la modulation ne devait pas dépasser le son des cinq voyelles. Nous en avons l'intuition, sinon la preuve, dans le langage de certaines peuplades primitives qui, actuellement encore, ne se compose que de voyelles. Selon toute probabilité, les *onomatopées*, imitant le bruit que font les choses et les cris que poussent les animaux, sont venues enrichir l'aurore du langage, suivies d'*images sonores* (Lautbilder des Allemands), sorte de descriptions musicales vocales d'impressions reçues. Enfin, l'*analogie*, qui a contribué jusqu'aux temps modernes à créer de nouveaux termes. Exemple : le coquelicot rappelle la crête de coq, qui à son tour dériverait de cocorico, le chant de ce gallinacé. Voilà pour le langage dont la formation procède par complexité progressive.

L'image de l'éventail, dont se sert la paléontologie pour illustrer le processus de diffusion des espèces animales et végétales, peut aussi rendre la façon dont le langage a évolué. Une base d'abord, une charnière sur laquelle divergeront trois faisceaux différents : le langage sino-japonais, le langage sémite et le langage indo-européen. Le faisceau indo-européen est la souche commune aux parlers européens actuels ; il a légué cinq cents racines de mots, communes à toutes ces langues.

L'écriture. L'écriture est la représentation des mots, et par eux, des idées, au moyen de signes conventionnels. Ces signes, au début, furent idéographiques. Ils représentaient des objets qui avaient une signification propre ou symbolique. Ainsi, le disque représente le disque du soleil, mais aussi le jour. On raconte qu'au XVI^e siècle, l'arrivée des Espagnols en Amérique du Sud fut annoncée à travers le pays, au moyen de bandes de coton sur lesquelles était peint un cygne crachant du feu !

Les signes phonétiques sont composés de lettres qui représentent des sons dont tous les langages parlés sont constitués. Il est généralement admis que les signes phonétiques sont dérivés des signes idéographiques et que l'alphabet s'est construit progressivement. Pour les Égyptiens, le dieu Thot était l'inventeur de l'écriture. Les Grecs

en attribuaient le mérite à Chronos puis à Hermès. Quant aux Hébreux, ils pensaient que le Dieu d'Israël lui-même leur en avait fait cadeau par l'intermédiaire d'Abraham ou d'Enoch, renouvelé par la suite à Moïse.

La Chine eut une écriture syllabaire, trop compliquée pour la transcription. Elle fut améliorée et devint en partie figurative, en partie phonétique. Elle a cours encore actuellement. On a pu lire dans la presse quotidienne, l'an dernier, que le gouvernement avait décidé d'introduire l'alphabet gréco-latin. Ce système chinois fut transformé par les Egyptiens dont l'écriture hiéroglyphique est presque totalement phonétique. Aussi, avec ses huit à neuf cents signes, elle arrivait mieux à exprimer ses pensées que les Chinois avec leurs quarante mille caractères. L'écriture sémitique dérive à son tour de l'écriture égyptienne. Sa forme plus ancienne se nomme la Samaritaine, alors que l'Hébreu chaldaïque fut rapporté de Chaldée, après la captivité du peuple juif à Babylone.

La première écriture purement alphabétique est sans contredit le maghada hindou. Il est composé de cinq voyelles et de trente et une consonnes. Il devint ensuite l'écriture des dieux ou le dévânâgari, l'écriture du sanscrit, la langue sacrée de la religion brahmanique. Cet alphabet a trouvé son pendant en Phénicie. C'est le Phénicien Cadmus qui l'importa en Grèce. Les Pélasges, peuple antique de la Grèce, l'introduisirent dans leurs colonies. C'est ainsi que l'alphabet arriva en Italie, où les Latins l'accommodèrent à leur usage. Voilà l'origine de l'alphabet gréco-latin, dont nous nous servons encore aujourd'hui.

Au temps durant lequel la préhistoire passe à l'histoire ancienne, l'humanité a subi des vicissitudes diverses, qui ont donné des directions assez précises à sa diffusion. Parmi les cataclysmes qui ont mis en péril l'existence même des Mammifères, il faut citer certaines transgressions marines appelées *déluges*.

Déluges. Toutes les cosmogonies et toutes les théogonies des peuples anciens font mention d'un désastre épouvantable, rapporté dans les livres sacrés. Ce cataclysme est raconté dans les Védas de l'Inde, dans les Kings chinois, dans la Genèse hébraïque, dans la Mythologie grecque et dans les Zends-Avesta indo-européens. Parmi ces cosmogonies anciennes s'offrant à l'investigation, les mieux coordonnées sont l'indoue, la chaldéenne et l'hébraïque. Elles ont ceci de commun : c'est qu'elles considèrent l'Homme comme la dernière création sur la Terre. L'Homme représente le couronnement de l'œuvre du Créateur. Ce point, d'ailleurs, s'accorde parfaitement avec la succession paléontologique des faits acquis.

Le désastre dont font mention les trois livres sacrés cités plus haut, concerne une inondation, un déluge ayant envahi puis recouvert toutes les terres alors connues. La géologie confirme également ces faits. Maintes fois, dans l'histoire de notre planète, les terres submer-

gées émergèrent pendant quelques centaines de millions d'années, pour sombrer de nouveau dans les abîmes océaniques et reparaître exondées sous d'autres convulsions terrestres, après avoir été immergées pendant plusieurs millions d'années.

Plus près de nous, les marbres de Paros et quelques précieux fragments de Sanchomaton, de Bérose, d'Abydène, de Manéthon, arrivés jusqu'à nous, confirment l'opinion que les peuples des premiers âges ont conservé le souvenir de grandes inondations, qui avaient ravagé des continents habités. La cause de ces cataclysmes, dans les diverses théogonies des peuples anciens, est toujours la même : la colère de Dieu envers une humanité devenue perverse.

Le déluge indou est le plus ancien. Dès lors, rien d'étonnant que les deux autres n'en soient que des imitations plus ou moins altérées.

Vichnou, le dieu du ciel, résolut de punir l'Humanité corrompue. Un seul prince, resté pur, méritait son indulgence. Vichnou apparut à Satyavratra sous la forme d'un poisson et dit au prince : « Dans sept jours, un déluge détruira toutes les créatures qui m'ont offensé. Mais toi, tu seras mis en sûreté dans un vaisseau solidement construit. Prends donc des herbes médicinales, des graines de toutes les espèces et entre sans crainte dans l'arche avec les sept Richis (sages), accompagnés de vos femmes et d'un couple de tous les animaux de la Terre. Tu verras alors dieu face à face et tu obtiendras des réponses à toutes tes questions. »

Au bout de sept jours, l'eau de l'océan, submergeant les côtes, vint se joindre à l'eau des pluies continuelles qui inondaient déjà la terre. Satyavratra, assis sur une colline, méditait sur la puissance du dieu et sur les instructions qu'il en avait reçues, lorsqu'il vit s'avancer sur les eaux qui grossissaient de plus en plus, le grand vaisseau que Vichnou lui avait annoncé. Il y monta, sans hésitation, suivi des sages et de leurs femmes et d'un couple de tous les animaux de la Terre. Il emportait avec lui la graine de toutes les espèces végétales, conformément aux instructions du dieu. Lorsque tous les êtres vivants restés sur la Terre furent anéantis, la pluie cessa. Les eaux se retirèrent et Vichnou tua le démon. Il prit alors possession des Védas (livres sacrés) engendrés par les Richis et instruisit Satyavratra dans la science divine et le nomma septième Menou...

Selon la tradition chaldéenne, le déluge est arrivé sous le règne de Xixouthros, dixième roi occupant le trône d'Ardate. Le dieu Chronos (Saturne) irrité par la perversité des hommes, fit entendre à Noa le même discours que Vichnou à Satyavratra, le même aussi que Géhova prononcera pour Noé. Lorsque le fléau eut cessé et que les eaux se furent retirées, Noa lâcha une paire d'oiseaux pour être renseigné sur les progrès du retrait, geste que Noé ne manqua pas d'imiter.

Par la suite, d'autres déluges, moins importants semble-t-il, furent enregistrés : celui de la Samothrace, provoqué par le déborda-

ment du Pont-Euxin, Mer Noire actuelle (Diodore), celui de la Thessalie, de la Béotie, celui que les Chinois situent sous le règne du vertueux Peyrun, enfin celui dont les anciennes peuplades d'Amérique ont gardé le terrifiant souvenir, sous l'appellation de déluge des Apalaches.

Ainsi, la croyance à un grand cataclysme est générale chez toutes les peuplades anciennes de la Terre. Rien d'étonnant dès lors que l'on place le berceau des races humaines actuelles sur les sommets les plus élevés du monde alors connu, où les arches ont pu atterrir. Toujours selon les traditions, les premières familles humaines descendront donc des hauts plateaux d'Asie, des montagnes du Liban ou du Caucase (Mont Ararat), pour se répandre de là sur toutes les contrées de la Terre.

De la même façon que Vichnou accorda ses faveurs à Satyavratra, Dieu, selon la tradition hébraïque, bénit Noé et ses trois fils. Géhova conclut avec l'homme une alliance, dont l'arc-en-ciel est encore le symbole et le gage (Genèse, IX, 13-17). Les descendants des trois fils de Noé (Sem, Cham et Japhet) rejoignent, dans la tradition des peuples anciens, les trois familles humaines dont toutes font mention : c'est d'eux que sortiront les nations de la Terre, après le déluge (X,32).

En quelques traits, la dispersion de ces trois familles humaines fut la suivante :

La famille restée le plus près du berceau commun, soit des hauts plateaux du monde antique, se répandit vers le nord et l'est. Elle engendra la race jaune (Mongols, Malais, Chinois, Japonais, Hyperboréens et, par l'Alaska qui n'était pas encore séparé de l'Asie, les Américains).

La seconde famille, la caucasienne, se dispersa vers l'ouest, dans toute l'Europe, de la Russie à la Méditerranée, de la Caspienne à la mer du Nord. C'est la race blanche.

Enfin la troisième famille, celle des Atlantes (ce nom signifie : hommes de la montagne) gagna le sud et envahit les plaines du Tigre et de l'Euphrate, celle du Jourdain, puis l'Arabie, l'Egypte et l'Afrique du Nord. C'est la race sémite et éthiopienne. En passant, ils donnèrent leur nom aux monts Atlas, selon certains. Mais leur vague déferla plus loin encore, si l'on en croit Platon.

Cet auteur, dans un passage célèbre de son *Timée*, rapporte l'entretien qu'eut Solon, lors d'un voyage en Egypte, avec un prêtre de Saïs, ville qui, au temps du législateur athénien, était un des derniers foyers de la brillante civilisation égyptienne. Dans son discours, ce prêtre dit entre autres que l'espèce humaine est beaucoup plus ancienne qu'on ne l'admet communément. Il savait, par des documents déposés dans les archives du temple, qu'une colonie du peuple des Atlantes, originaire des montagnes d'Asie, s'était séparée de la sou-

che mère et avait peuplé une île immense de l'océan. Cette île, l'Atlantide, après des siècles de gloire et de prospérité, s'était affaissée dans les flots de la mer, qui garde encore le nom d'océan Atlantique. Et, conclut le prêtre, « si les sages de Saïs n'eussent conservé la tradition de cette catastrophe, on aurait à jamais ignoré l'existence de cette antique reine des mers... »

Dès lors, il n'est pas surprenant que les historiographes, les géologues, les paléontologistes aient cent fois retourné et analysé ce texte, pour en tirer le plus de précision possible. Malgré ces efforts conjugués, le mystère demeure entier et l'Atlantide ne sera jamais repérée, selon toute probabilité, qu'au hasard d'une excursion sous-marine. A quel « capitaine Coustaud » la joie d'une telle découverte est-elle réservée ?

Il est curieux de noter en passant que la diffusion des trois langues parlées dans le vieux monde correspond assez exactement à la répartition des trois races humaines, telle qu'elle nous apparaît dans les anciennes traditions. En effet, les langues touraniennes ou tatares sont en usage chez les Tatares, les Chinois, les Japonais, les Malais. Les langues indo-européennes appartiennent aux peuples d'Europe et les langues sémites sont propres aux nations du Proche-Orient et de l'Afrique.

Poursuivre l'évolution de la pensée humaine, ce serait étudier le génie propre à chaque race. Ce passionnant sujet ne peut entrer dans le cadre de cette modeste étude. Mais une question reste pendante, à savoir jusqu'à quel point on peut prévoir l'Evolution dans l'avenir.

X. Fin du Monde

La question qui se pose, à savoir ce que l'Evolution nous réserve dans l'avenir, se présente sous deux aspects, l'un cosmique, se rapportant à l'évolution du Monde, l'autre biologique, qui a trait à l'avenir de la Vie sur la Terre. L'avenir de la Vie dépend essentiellement des changements qui peuvent intervenir dans notre système solaire, de sorte que dans nos considérations, il doit avoir la priorité.

Les astronomes observent sur d'autres systèmes solaires les états par où passent successivement les groupements sidéraux semblables au nôtre. Ils en voient naître. Certains sont en plein épanouissement. D'autres affichent des signes de vieillissement. Enfin, il en est qui, après un éclat lumineux intense et fugace, rendent l'âme. Mutatis mutandis, en appliquant ces observations à notre système solaire, il faut admettre que son évolution le mène à une fin certaine.

La place qui nous est accordée ne permet pas de faire une revue des théories en cours sur la fin du Monde. Il suffira, pour éclairer notre propos, de retenir les données mathématiques des astronomes. Elles précisent que la Lune, en soulevant les marées, freine la vitesse de rotation de la Terre. Ce freinage s'exprime par un allongement du jour d'une minute en 120.000 ans. L'autre part, la Lune s'éloigne de la Terre d'un mètre et demi par siècle. Ces chiffres ridiculement petits, sont toutefois suffisants, après des milliers de siècles, pour amener d'immenses changements. Ainsi, dans 676 millions d'années, le jour solaire atteindra la valeur de quarante-sept jours de l'an de grâce 1959 et la Lune sera éloignée de 450.000 kilomètres (actuellement 384.000), ce qui fait que le mois lunaire égalera les quarante-sept jours du jour solaire. A ce moment-là, le refroidissement de la Terre aura calmé toute activité volcanique et les hautes montagnes du globe seront usées jusqu'à la base.

Lorsque la durée du jour solaire dépassera la valeur du mois lunaire, le système des forces unissant la Terre à la Lune sera inversé. L'astre des nuits se lèvera à l'ouest et son action sur les océans agira en sens contraire, ce qui aura comme effet logique de diminuer la durée des jours et la Lune nous reviendra. Elle reviendra si bien qu'elle se rapprochera dangereusement de la Terre. Toutefois, elle ne l'atteindra pas. Il résulte des lois de la gravitation qu'à une distance de 2,86 rayons terrestres de notre globe, la Lune se sacrifiera d'un seul coup, dans une explosion gigantesque. Cette précision remarquable, pour un phénomène à venir, a été acquise dès 1850 par le mathématicien Edouard Roche et, par exception, c'est une prévision qui n'a jamais été démentie. Cette explosion se placerait à un temps au moins vingt fois supérieur à l'immensité du passé. Les astronomes fixent à 50 milliards d'années le temps que mettra Phébé à prendre ses plus grandes distances et il lui en faudra bien autant pour son retour à la Terre.

Suivant la perfection ou l'imperfection du résultat de l'explosion de la Lune, les débris formeront un anneau ténu autour de la Terre, semblable à celui de Saturne, ou au contraire, une volée de cailloux de toutes grandeurs, menaçant de rejoindre notre globe, leur première origine. Quoique le volume de la Lune soit cinquante fois plus petit que celui de la Terre, on conçoit aisément que sa masse fournirait une pluie d'aérolithes suffisante pour meurtrir sérieusement la face de notre planète, sinon pour l'anéantir. En effet, un caillou d'un million de tonnes ravagerait un continent et quelques centaines de millions de tonnes feraient éclater la Terre. Un aérolithe d'un kilomètre de côté, simple atome dans l'espace, pèse 5 milliards de tonnes et suffirait pour envoyer dans un autre monde le Monde que nous habitons. Or, le rayon de la Lune est de 1736 km., ce qui fait que les débris d'un kilomètre de côté seraient légion.

D'autre part, jusqu'à ce que la Lune arrive à cette phase finale, la Terre peut avoir vécu bien d'autres aventures imprévues. Par exemple, les quelques 50.000 petites planètes qui dansent en rond autour d'elle, à 66 km. à la seconde, cachent mille tours dans leur sac. Ainsi, l'une d'elles en 1937, Hermès, est parvenue à 800.000 km. de la Terre, soit, à cette vitesse, à un quart d'heure de la rencontre. Dans le grand hasard du ciel, des centaines de collisions fatales restent possibles.

Au cas où la Terre échapperait aux menaces de la Lune et de cette myriade de petites planètes, son sort resterait lié à celui du Soleil. Ce dernier consomme 590 millions de tonnes d'hydrogène par seconde, qu'il transforme en hélium. Sa réserve de combustible lui assure une durée de fonctionnement de 10 à 35 milliards d'années. Pourtant, il est possible, dit l'astronome Lyttleton, de Cambridge, que le Soleil, en traversant un nuage cosmique, se ravitaille en plein vol ! Quoiqu'il en soit, le carburant s'épuisera bien un jour et le Soleil prendra l'aspect de ces étoiles, encore plus considérables que lui, qui s'éteignent ou qui sont mortes. En s'éteignant progressivement, le Soleil entraînera dans la mort, cela va sans dire, tous les mondes dont il entretient la vie de sa propre substance.

Pour l'instant, en consumant son hydrogène, le Soleil ne se refroidit pas, il s'échauffe au contraire, au point qu'il deviendra dix fois plus brillant et cent fois plus rayonnant qu'aujourd'hui. En passant par cette phase d'exaltation, il soumettra les océans à une évaporation accrue. Une épaisse nuée se formera autour du globe, qui, sous cet écran de nuages, se refroidira. Mais cette nuée, surchauffée par la chaleur croissante du Soleil, s'élèvera toujours plus au-dessus de la Terre et échappera finalement à son attraction, pour se perdre dans l'espace sidéral. Dès lors, la Terre subira la chaleur solaire au point que tout sera desséché, puis calciné, puis liquéfié. Les conditions terrestres deviendront celles qui règnent actuellement sur Mercure, dont la température est de plusieurs centaines de degrés (16).

Voyons maintenant les perspectives concernant l'Univers. Ces perspectives sont exposées dans une théorie solidement étayée sur les principes de thermodynamique (14).

Carnot (1796-1832) découvrit le fait suivant, qui, actuellement, nous paraît si simple : *la production de la puissance motrice est due, dans les machines à vapeur, non à la consommation calorifique, mais à son transport d'un corps chaud à un corps froid...* Il ne suffit pas, pour donner naissance à la puissance motrice, de se procurer de la chaleur, il faut encore se procurer du froid. Sans lui, la chaleur serait inutile. Mais en « tombant » d'un milieu chaud dans un milieu froid, la chaleur n'est pas récupérée intégralement, ni théoriquement, ni pratiquement. La quantité de chaleur absorbée par le froid sera toujours inférieure à sa valeur antérieure, même en tenant compte des frottements impossibles à supprimer. En effet, toute énergie en « tom-

bant » se dégrade (Trait), s'amointrit irrémédiablement, perd quelque chose. Transformée, cette énergie ne sera jamais plus capable d'effectuer un travail aussi important qu'elle vient de produire. C'est dans l'ignorance de ce fait que réside l'erreur des chercheurs du mouvement perpétuel. Il n'est pas juste de croire que la diminution de la valeur utilisable d'énergie calorique ou mécanique soit entièrement imputable aux imperfections des constructions mécaniques. Les frottements, certes, en absorbent une part plus ou moins petite selon les systèmes, mais à cela vient s'ajouter ce que nous avons appelé « la dégradation » de l'énergie. Cette dégradation se manifeste d'ailleurs aussi dans les phénomènes physico-chimiques, où les frictions n'existent pas, même théoriquement (croissance d'un cristal de glace dans un bain que l'on refroidit). « Pour que l'évolution d'un système soit rigoureusement réversible, dit Ch. Eug. Guye, il faut que chacun de ses états successifs par lesquels passe le système, diffère infiniment peu de l'état d'équilibre. » Or, ces conditions sont pratiquement irréalisables. Ainsi donc, tout phénomène de notre Univers, tout travail, toute réaction physico-chimique aboutit à un appauvrissement définitif du capital énergétique utilisable.

Ceci nous amène à énoncer un autre principe de thermodynamique : *un événement quelconque appauvrit définitivement le système isolé auquel il appartient.*

Nous avons admis, au cours des pages précédentes, que la somme d'énergie universelle correspond à une quantité constante. Il en découle que les parties infimes d'énergie devenues inutilisables lors d'un phénomène quelconque, ne sont perdues que pour le système en question et non pour l'Univers. Comme l'eau ruisselant des pentes va se perdre sans force dans la mer, ainsi s'accumulent ces pertes d'énergie en proportion de la diminution de l'énergie utilisable. C'est ce que Clausius nomme l'entropie. D'où la définition : *l'entropie est une grandeur qui se nourrit des pertes de l'énergie utilisable.* Elle augmentera donc progressivement jusqu'au moment où il n'y aura plus d'énergie utilisable. Elle atteindra son maximum lorsque l'équilibre des forces sera établi. Cet équilibre correspond, cela va sans dire, à l'absence totale de différence de niveau, dans tous les domaines, donc aussi pour la température, qui sera uniforme dans tout l'Univers. Conséquence : il n'y aura plus ni êtres, ni choses, ni lumière, ni sons.

Cette longue digression était bien nécessaire, puisqu'elle nous donne l'explication recherchée. L'Univers, s'il ne meurt pas par accident, s'éteindra de froid, dans l'immobilité, l'obscurité et le silence. Mais rassurons-nous, cette mort est prévue pour dans 100 trillions d'années. Se mouvant dans cette catégorie de chiffres où notre conscience n'a plus accès, elle nous laisse indifférents. La matière universelle aura trouvé son repos.

Cette opinion avait généralement cours. Or, voilà qu'en 1946, Lemaître exprime des doutes quant à l'application des lois de ther-

modynamique à l'Univers. Plus récemment (1952), les raisonnements de Bondi tentent à trouver dans ces mêmes lois de thermodynamique la justification de la création continue de la matière, ce qui éviterait cette fin thermique. Il n'y aurait donc pas lieu, actuellement, de considérer comme fondée la théorie de la mort thermique de l'Univers !

Considérons, maintenant, la face biologique du problème. Elle se présente sous des perspectives totalement différentes.

Nous avons constaté que l'évolution du Monde s'est déroulée et continuera à se dérouler au cours de milliards d'années. Or, nous savons que toute modification des conditions auxquelles les lois biologiques sont soumises, a une influence directe sur tous les êtres animés. Dès lors, la question qui prend pour nous un intérêt majeur est celle de l'avenir du genre humain. En tout état de cause, cet avenir est inconcevable au-delà des conséquences qu'entraîneront le dessèchement, puis la calcination et la fusion de l'écorce terrestre. Et ceci d'autant plus que nous avons exposé les prévisions de la durée du Monde, sans préjudice pour l'apprenti sorcier qu'est devenu le physicien. Il est concevable que la fin du Monde soit anticipée par une maladresse ou une simple erreur de commutation sur la réaction en chaîne de la désagrégation atomique, qui ferait se volatiliser notre planète dans un avenir très prochain ! En tous cas, disons d'emblée que, dans un lointain avenir, les règnes vivants n'ont aucune chance de survivre à l'explosion de la Lune et si par miracle il résistaient, ils seront grillés par l'accroissement calorifique des rayons solaires. Mais il paraît plus probable que le genre humain, à ce moment-là, aura disparu depuis longtemps.

Un point éveille encore l'intérêt, c'est celui de savoir s'il faut admettre que l'évolution de l'Homme est terminée ou si elle continue. Sur ce point précis, les avis divergent déjà. Hippocrate dit oui, Galien dit non. Les biologistes français pensent que l'organisme humain a atteint une telle perfection, la spécialisation des organes est si poussée qu'une évolution vers une plus grande complexité apparaît comme hautement improbable. Toutefois, on a reconnu qu'une certaine partie de la substance grise de notre cerveau est encore inutilisée. Ainsi, l'évolution a encore un vaste champ de développement du côté de l'intelligence et de l'esprit. C'est peut-être là que réside les chances de survie de l'espèce humaine.

Lorsque les Ammonites du Permien furent trop abondantes, elles disparurent à la fin du Secondaire, après 200 millions d'années d'existence. Quand les Sauriens du Trias eurent dominé sur toute la Terre pendant une centaine de millions d'années, ils s'effondrent à la même époque que les Ammonites. Le genre humain, dont la « nappe » s'étend abusivement sur la surface de la Terre, a-t-il droit à un meilleur traitement ? N'y a-t-il pas dans l'Évolution un mécanisme réglant le sort des espèces trop prolifiques selon des normes qui nous échappent ? En tous cas, l'Évolution nous enseigne que

plus une espèce est spécialisée et plus elle devient vulnérable, c'est-à-dire à la merci d'un changement. L'Homme, avec son cerveau monstrueux, fait partie de cette catégorie. Logiquement, il est une des espèces les plus vulnérables de la Création. L'Ammonite et le Dinosauraire ont subi la Nature. L'Homme échappera-t-il à la disparition en dominant la Nature ?

Quant à ceux qui pensent qu'une nouvelle espèce pourrait dépasser puis surpasser l'Homme, ils semblent oublier que c'est en dominant peu à peu ses concurrents que l'Homme occupe le sommet de la Création. D'autre part, il a inventé assez de moyens destructifs efficaces pour anéantir l'espèce qui menacerait sa suprématie. Il paraît bien certain que tout danger de cette nature pourra être éliminé en temps opportun. Non, le seul être qui pourra évincer l'Homme ne sera qu'un Surhomme. La technique, en s'emparant des découvertes de la science, donne à l'Homme une puissance toujours croissante sur le milieu qui l'entoure. Comment finira cette dramatique et sublime aventure ? Nul ne peut le prévoir et c'est peut-être mieux ainsi.

CONCLUSION

Car, avec beaucoup de science il y a beaucoup
de tourment ; celui qui accroît sa science accroît
sa douleur. Eccl. I. 18.

Le téléfinalisme qui se dégage de tous les faits scientifiques notés au cours de quelques milliers de millions d'années, porte à croire que tout s'est passé *comme si* une force mystérieuse et supérieure, aiguillait, dans la multitude des tentatives, *un* essai dans la direction précise du but à atteindre. A vrai dire, à chaque nouvelle étape, devant la quantité croissante d'éventails aptes à émettre une arête dans la direction du téléfinalisme, on remarque un embarras, une hésitation. Il semble que si le but était fixé d'avance, la voie à suivre devait l'être aussi. Dès lors, on conçoit mal la nécessité d'une telle débauche de moyens. D'autre part, on relève à maints tournants, la disparition d'espèces qui, s'éloignant de la voie tracée, sont supprimées du tableau. Ces essais ratés tendraient à prouver que le fonctionnement des lois physico-chimiques a pu *librement* s'exercer au niveau de chaque mutation. Il en découle implicitement cette remarque que le « cerveau » aurait pu se développer sur une arête quelconque d'un des éventails du règne animal. Rappelons, à ce propos, l'observation faite concernant les Insectes du Carboniférien ! En

toute connaissance de cause, le critère appliqué au choix d'une lignée ne semble pas reposer sur la morphologie, mais bien plutôt sur la perfection progressive d'organes accordant à l'espèce une indépendance accrue. La riche faune actuelle est le musée vivant de toutes les espèces demeurées pour compte, sur la route de l'Evolution.

Il n'est pas rationnel d'accepter l'idée de quelques fibres privilégiées formant un faisceau distinct, dès la racine de l'arbre généalogique du règne animal. Ceci pourrait à la rigueur se reconnaître dans le cercle restreint d'une « nappe », comme dans celle des Primates, mais pas à l'échelle de l'arbre généalogique. D'ailleurs, un privilège perd toute signification s'il n'est reconnu que lorsque le but est atteint. Notre ignorance sur le fonctionnement préférentiel des réactions physico-chimiques vers la complexité progressive, est totale. C'est alors que pour les uns Dieu intervient, pour les autres, le Hasard. Mais plus on y regarde de près, plus on doit reconnaître que ces deux termes se rejoignent dans l'intimité de la conscience.

Le concept de l'Evolution est extensible à la totalité de l'Univers (15). Le couronnement de l'Evolution nous est apparu dans la création du cerveau humain et de l'Esprit qui y est déposé. Mais l'Homme et l'Esprit qui l'habite ne font que leurs premiers pas dans le Monde. L'Evolution « extensible à la totalité de l'Univers » s'étend donc également à l'Esprit. Or, il se trouve que la seule évolution sur laquelle nous puissions exercer une influence directe, soit justement celle de l'Esprit. Si chacun de nous était pénétré de l'importance qu'il y peut apporter, l'évolution de l'Esprit prendrait une cadence accélérée et des proportions insoupçonnées. Alors, les forces de l'Esprit se dresseraient contre les traditions animales demeurées en nous, pour chasser le « vieil homme ». Toutefois, cette évolution ne doit pas s'accomplir seulement dans le domaine intellectuel, mais, à un rythme égal, dans le domaine moral et de l'âme. Car le développement unilatéral de l'intelligence pure conduit à l'asservissement à la technique. Seules, les forces conjuguées de la morale et de l'âme peuvent remettre l'être humain en valeur.

La liberté constatée dans le fonctionnement des lois physico-chimiques trouve sa résonnance dans la liberté de choisir, propre à l'Esprit. Et cela met en relief la responsabilité personnelle de chacun de nous. Céder à l'appel de ce qu'il y a encore d'animal en nous, c'est trahir l'Evolution, c'est trahir les voies de Dieu.