

# La naissance du temps et ses conséquences

Christian C. Emig

Évoquer la naissance du temps, qui n'est pas le commencement des temps, ne peut se faire sans référence à la fois aux sciences et à la Bible. En effet, le premier verset du premier chapitre de la Genèse, un des textes les plus connus au monde, commence ainsi : « Au commencement, Dieu créa...<sup>1</sup> ». Or, pour la Création, comme pour toute création, il y a un avant — passé —, un pendant — présent — et un après — avenir —, périodes que nous nommerons respectivement alpha, bêta (ou beréshith pour les juifs ou encore *big bang* pour des scientifiques) et évolution — ou entropie en grec — qui se termine par l'oméga, comme il est écrit dans le dernier livre de la Bible : « Je suis l'alpha et l'oméga, le premier et le dernier... » (Apocalypse 1, verset 8 ; Apocalypse 21, verset 6).

Confrontés aux connaissances de la science, les premiers versets de la Bible sont en concordance, non pas avec les différentes interprétations théologiques qu'en donnent les religions, mais avec la nouvelle théorie scientifique de la création de l'univers, basée sur la deuxième loi de la thermodynamique, dont le temps est une des composantes principales. Les trois périodes de l'univers seront développées ci-dessous en mettant toujours en exergue l'implication du temps, celui de notre univers, temps qui diffère de l'horloge de l'*Homo sapiens*.

---

1. Genèse 1, versets 1-5 :

Au commencement, Dieu créa les cieux et la terre.

La terre était informe et vide : il y avait des ténèbres à la surface de l'abîme, et l'esprit de Dieu se mouvait au-dessus des eaux.

Dieu dit : Que la lumière soit ! Et la lumière fut.

Dieu vit que la lumière était bonne ; et Dieu sépara la lumière d'avec les ténèbres.

Dieu appela la lumière jour, et il appela les ténèbres nuit. Ainsi, il y eut un soir, et il y eut un matin ce fut le premier jour.

Penser le temps...

## Période $\alpha$

La période *alpha*<sup>2</sup>, celle d'avant la création de notre univers, est toujours sujette à interprétation : elle est souvent définie comme le néant, le chaos, la solitude, le tohu-bohu etc. L'homme, parce qu'il est incapable d'imaginer un phénomène hors du type cause → effet, a fait de Dieu une cause, alors que d'autres sont tout aussi plausibles. Pour les scientifiques, des lois physiques existaient déjà dans la période *alpha* : elles sont donc antérieures à notre univers, ce qui confirme qu'il n'y a pas eu de création *ex-nihilo*. L'univers a probablement évolué depuis une masse distribuée uniformément et dispersée. Selon les lois physiques, une masse constante nécessite que son rayon  $r$  soit indépendant du temps : une solution est que  $r$  soit infini. Mais, la grande question est *comment a été formée une telle énorme masse ?* Aucune formule ne peut y répondre actuellement. Reste que, pour qu'un tel système produise l'univers, il existe deux possibilités (au moins ?) :

- suite à un événement important, l'univers s'est fait de matière, plutôt que d'antimatière<sup>3</sup> ;
- à partir du vide, décrit mathématiquement par une ligne infinie, cette dernière est progressivement déformée par pliage, puis transformée en vagues successives avec production d'entropie croissante, ce qui contraint à des plis de plus en plus courts pour aboutir à un système isolé et irréversible, avec une masse d'énergie constante<sup>4</sup>.

Ainsi, si la théorie du *big bang* n'est plus obligatoire pour expliquer la création de l'univers, il reste la question du début de l'évolution de l'univers, qui implique création du temps en un instant  $t_0$  et d'entropie<sup>5</sup> qui est elle-même fonction du temps.

Cette synthèse, succincte, de la période *alpha* n'est pas contraire à une vision déiste de l'avant création, à condition d'y apporter deux commentaires :

---

2. L'exégèse rabbinique conclut que la création est précédée par la repentance, qui implique une écriture de la Genèse après le livre des Psaumes, qui doit commencer par l'*aleph* (première lettre de l'alphabet hébreu), la Genèse ne commençant qu'avec un *beth* (la seconde lettre).

3. G. Nicolis, I. Prigogine, *Exploring complexity, an introduction*.

4. R. E. Criss, A. M. Hofmeister, *Thermodynamic cosmology*, p. 4077-4085.

5. « Grandeur thermodynamique exprimant le degré de désordre de la matière ». Le terme entropie, proposé en 1850 par le physicien R. J. Clausius (1822-1888), est littéralement dérivé du mot grec « *εντροπη* », à savoir « action de se retourner » pris au sens de « action de se transformer », ce qui en biologie signifie « évoluer ». À l'origine, le mot entropie fut utilisé pour désigner la quantité d'énergie qui ne peut se transformer en travail. L'état de désordre d'un système est croissant dans une structure dissipative (voir texte). Ce désordre n'est pas une absence d'ordre mais un accroissement de l'information dans un système.

- il n'y avait pas, comme l'imaginent les théologiens, le chaos, le néant et autre tohu-bohu, ce qui ne correspond pas à ce qui est écrit dans la Bible « La terre était informe et vide : il y avait des ténèbres à la surface de l'abîme, et l'esprit de Dieu se mouvait au-dessus des eaux » (Genèse I, verset 2) ;
- d'après ce verset, il existait un dieu — Élohim dans la Bible — avant même la création, non un *deus ex-machina* mais tout le contraire, un *deus-machina*. Il apparaît différent des autres dieux inventés par les juifs, les chrétiens et les musulmans, respectivement Jéhovah, Dieu et Allah. Élohim, le dieu créateur ne peut être ni anthropisé, ni récupéré, ni « dogmatisé » par les religions. Dans plusieurs récits de la Bible, il y a une distinction entre le Seigneur, écrit en nom quadrilittère ou tétragramme *yhwh* (ou Jéhovah), et le Dieu tout-puissant, l'Éternel (ou Élohim).

## Période $\beta$

La période *bêta* correspond à la naissance du temps, le  $t_0$  (*fig. 1*) qui est un instantané singulier durant lequel une fluctuation quantitative a fait émerger un espace-temps avec son énergie et sa matière. C'est l'instant où commencent l'expansion et l'évolution de l'univers avec croissance de l'entropie<sup>6</sup>, ce qui serait impossible sans la création conjointe du temps. Les scientifiques n'ont pas encore réussi à précéder les  $10^{-43}$  de la seconde qui suivit le  $t_0$ . Car, pour arriver à l'instant  $t_0$ , pourtant si proche, les théoriciens doivent d'abord formaliser les concepts des « conditions aux limites », ce n'est qu'ensuite qu'ils pourront appréhender, voire comprendre, ce qui s'est produit pendant et même avant la période *bêta*.

Dans l'Ancien Testament, cette période correspondant au mot « commencement » débute avec la lettre *beth* qui est la seconde lettre de l'alphabet hébreu ; elle représente le beréshith pour les hébreux.

L'univers est né avec le temps et évolue dans le temps. Ce temps supprime *ipso facto* l'éternité en instaurant la naissance et la mort pour tout élément de l'univers, y compris lui-même, et la vie ne devient possible qu'avec le temps parce qu'il y a naissance et mort. Une des conséquences est que la vie éternelle, existant dans la période *alpha*, a disparu à l'instant même de la création, ce qui est rappelé par Élohim dans l'Apocalypse quand il dit « Je suis l'alpha et l'oméga, le premier et le dernier... » c'est-à-dire le commencement et l'achèvement, qui tous deux fondent l'eschatologie avec la vision des fins dernières de l'homme ; c'est bien ce que signifie et représente beréshith pour les juifs.

---

6. A. Feinstein, K. E. Kunzeb, M. A. Vásquez Mozo, Entropy generation and inflation in wave collision induced pre-big-bang cosmology.

Penser le temps...

Le temps dans l'univers, et plus particulièrement dans la biosphère terrestre, répond à la définition : « milieu indéfini et homogène dans lequel se situent les êtres et les choses et qui est caractérisé par sa double nature, à la fois continuité et succession » ou encore « durée indéterminée et continue<sup>7</sup> », ou encore « milieu indéfini où paraissent se dérouler irréversiblement les existences dans leur changement, les événements et les phénomènes dans leur succession<sup>8</sup> ». Ce temps s'inscrit dans le sens du mot grec *kairos*, un temps qualitatif et partiellement dans le sens de *chronos*, le temps quantitatif, mesurable.

## ... jusqu'à l' $\Omega$

C'est avec la naissance du temps que l'univers commence son évolution qui ne se terminera qu'avec sa mort, à l'*oméga*. Le premier jour de la création biblique durera quelque cent à deux cents millions d'années (*fig. 1*) : 300 000 ans après *bêta*, l'univers n'est encore qu'un milieu plat, amorphe et presque uniforme en température et en densité, entouré de vagues de pression, issues du cataclysme originel. La lumière des premières étoiles n'est apparue qu'après plus de cent millions d'années, mettant fin au *Dark Age* de l'univers<sup>9</sup>.

Cette troisième période est assujettie à la deuxième loi de la thermodynamique : c'est la loi la plus fondamentale de la physique, de la chimie et de la biologie. Attribuée à Rudolf Classius (1822-1888) et développée par Ilya Prigogine (ce qui valut à ce dernier le prix Nobel en 1977), elle explique pourquoi tous les processus naturels sont dirigés dans un seul sens, c'est-à-dire qu'ils sont irréversibles et pourquoi le temps en est un des facteurs principaux.

Cette deuxième loi exige que l'entropie augmente avec le temps, ce que Classius (1879) exprimait ainsi : « *Die Energie der Welt ist konstant ; die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu* », qu'on peut traduire par : « L'énergie de l'univers est constante ; l'entropie de l'univers tend vers un maximum ». Pour pouvoir augmenter son entropie, un système doit être en échange continu avec les systèmes voisins, ce qui implique une évolution continue qui ne peut se produire que dans un système irréversible et non-en équilibre (un tel système est aussi dit « structure dissipative »). La clé de la compréhension de l'évolution de l'univers est dans la création d'entropie, pas dans les forces gravitationnelles, qui sont comparativement faibles : il s'agit là d'une théorie émergente concernant l'auto-organisation des systèmes non-en équilibre pour appréhender cette évolution. Les trous noirs prennent un intérêt théorique particulier,

---

7. Trésor de la langue française informatisé, 2002.

8. Le Petit Robert.

9. J. J. Miralda-Escudé, *The Dark Age of the Universe*.

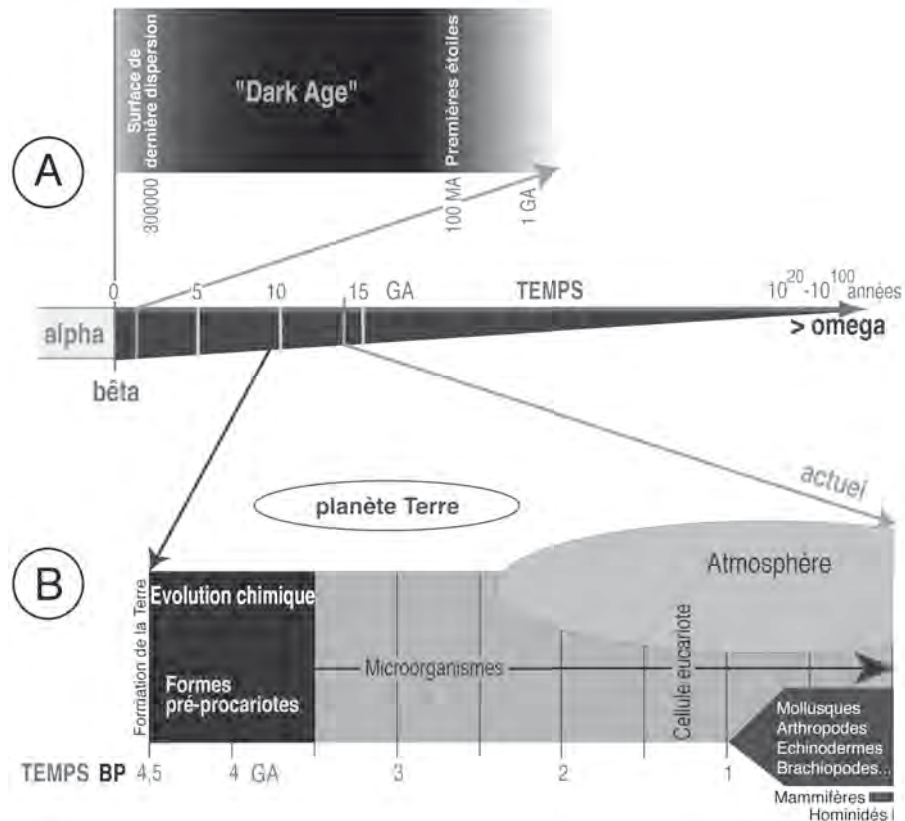


Figure 1 – Les trois périodes de notre univers avec en détail le *Dark Age* de l'après bêta (A) et les principales étapes de l'évolution de la vie sur la planète Terre (B) – GA : Giga-années (1000 MA) ; MA : millions d'années ; BP : *Before Present*.

car leur existence permet de réfuter que notre univers est un système isolé. Bien que la théorie soit en cours de maturation, ces trous apparaissent déjà comme la communication avec d'autres univers, une obligation pour notre univers en tant que structure dissipative ; mais, parce qu'ils sont trop petits, ces trous n'affectent pas l'entropie de ce dernier.

Parce que les divers corps de l'univers sont à des états différents à un temps donné, l'équilibre entre eux n'existe pas ; mais il y a équilibre entre les flux reçus et émis par chaque corps à chaque moment, sinon l'univers n'aurait pas de température définissable : dans la sphère interne (fig. 2), l'énergie diffusée par les émetteurs de

Penser le temps...

chaleur (les étoiles) est absorbée entre 50 et 99 % par les matières sombres (les planètes et les poussières interstellaires), puis réémises à des longueurs d'onde plus longues à cause du refroidissement de ces matières par le vide spatial. C'est le cas de la Terre soumise au rayonnement du soleil qui, comme toutes les étoiles, fournit à la fois énergie et entropie à l'univers formant un tout. L'ensemble des systèmes de la biosphère terrestre y participe.

Actuellement, l'entropie de l'univers, à laquelle contribue l'ensemble des systèmes de la biosphère terrestre (y compris nous-mêmes), augmente à un taux proche de  $7 \times 10^{47}$  J/s-deg et elle est en relation directe avec le temps selon la formule :

$$dS/dt=L/T$$

S = entropie, t = temps, L = luminosité de l'univers, T = température

et

L =  $c^2 dM/dt$  avec c = vitesse de la lumière (une constante =  $3 \times 10^8$  m/s)

et M = la masse, soit  $10^{53}$  kg

Le temps, selon la déduction de Prigogine<sup>10</sup>, n'est pas dans les objets, mais le résultat de la dynamique ; cet auteur propose une asymétrie du temps. L'évolution de l'entropie dans l'univers est cohérente avec une libre expansion ou avec la dissipation énergétique nucléaire qui diminue dans le temps. Et, parce que l'univers est en expansion, son rayon augmente avec le temps (*fig. 2*).

La flèche du temps va toujours du commencement à la fin, de la naissance à la mort. Elle est inéluctable car elle vise un seul but, la mort, et elle rappelle aussi aux hommes une banale réalité. Son parcours est « linéaire » à cause de l'irréversibilité du temps, aucun retour n'est possible ni sous forme de boucle, ni sous forme de spirale.

En science de la vie (y compris la paléontologie), un corollaire à la deuxième loi de la thermodynamique est la loi de Dollo, qui énonce que l'évolution ne se fait que dans un sens à cause de l'irréversibilité. Il ne peut donc y avoir de retour en arrière (évolution régressive), ni de répétition (apparition deux fois d'un même caractère). Ceci implique qu'un processus à un instant donné ne peut être répété, car il ne peut se répéter selon toutes les conditions initiales. Aucun acte ou évènement ne peut se refaire à l'identique, ce qui rend caduc le concept qu'une expérience doit être reproductible, car chaque expérience est toujours unique. La phrase « l'histoire est un éternel recommencement » est une belle ineptie selon la loi de Dollo ! Tout acte est irréversible et unique, aussi seul le pardon est possible pour l'homme : le christianisme ne fait qu'appliquer une loi naturelle.

---

10. I. Prigogine, What time is ?

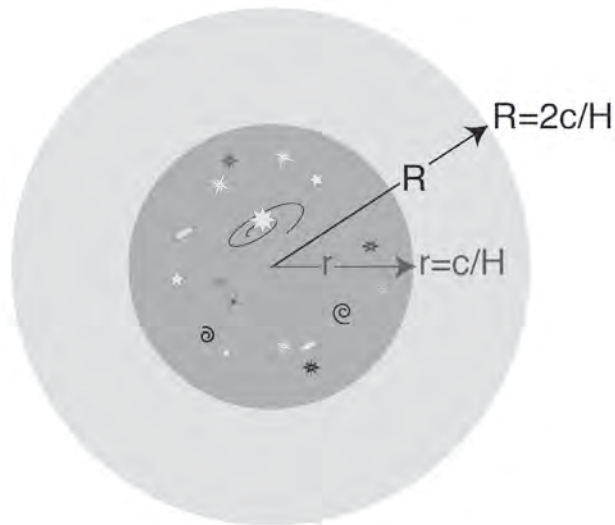


Figure 2 – L'univers est formé d'une sphère interne « poussiéreuse », dont la masse est de  $10^{53}$  kg, et d'une deuxième sphère entourant la première (d'après Criss & Hofmeister, 2001) C'est la vitesse de la lumière, soit  $3 \times 10^8$  m/s ; H est la constante Hubble. L'âge de l'univers est  $1/H$ , soit entre 15,5 et 12,6 GA ( $13,4 \pm 1,6$  GA d'après Lineweaver, 1999), tandis que les mesures de l'âge de la formation du système solaire (environ 5 GA) indiquent que l'âge de l'univers ne peut être plus récent que  $1/2H$ . En fait, l'âge de l'univers est lié à l'incertitude de H, à la densité de la matière qui ralentit l'expansion et à la constante cosmologique qui donne la vitesse d'expansion de l'univers. La jeunesse de l'univers est en partie responsable de la difficulté à extrapoler ces données.

Tous les systèmes biologiques<sup>11</sup> sont non-en équilibres, irréversibles, soumis à augmentation d'entropie quand ils ont soumis à des processus naturels spontanés<sup>12</sup>. Ceci implique un échange continu d'énergie et d'entropie avec les systèmes environnants, ce qui en écologie est nommé interrelations au sein d'une biocœnose ou encore réseaux trophiques.... car les systèmes biologiques et les systèmes écologiques sont des

11. La complexité des systèmes vivants réside dans leur construction : addition de parties successives au cours de l'évolution pour constituer des entités « à étages » de plus en plus élaborées, depuis la cellule jusqu'à la population (en passant par le tissu, l'organe...) et où les principes de fonctionnement d'un étage particulier n'effacent pas ceux des étages sous-jacents. Le tout n'efface jamais l'autonomie relative des parties. En haut dans la hiérarchie des systèmes biologiques, il y a l'individu et la population, et, pour les systèmes écologiques leur correspondant, il y a respectivement la niche et la biocœnose (Arnaud & Emig, 1983). L'espèce est le premier échelon dans le systématique et la taxinomie établi par l'homme sur des caractères phylogénétiques. Elle n'est pas une structure dissipative car sans existence réelle dans la nature.

12. I. Prigogine, J.-M. Viame, *Biologie et thermodynamique des phénomènes irréversibles*, p. 451-453 ; D. R. Brooks, E. O. Wiley, *Evolution as entropy, toward a unified theory of biology*.

Penser le temps...

structures dissipatives<sup>13</sup>. La valeur maximale de l'entropie d'un système est atteinte quand ce système est en équilibre, c'est-à-dire, pour un système biologique, au moment de sa mort. Dès lors, il répond à la première loi de la thermodynamique.

L'application de la deuxième loi de la thermodynamique à des systèmes biologiques modifie la classique définition de l'entropie<sup>14</sup> en physique et en chimie, car en biologie, l'entropie traduit l'évolution du système : elle s'applique à l'information biologique que ce soit la macro-information (par exemple, les caractères morpho-anatomiques définissant un taxon — comme une espèce au travers des populations la composant) ou la micro-information (comme des gènes, des protéines spécifiques...). L'entropie peut être subjective car basée sur des critères choisis par l'homme, comme dans la systématique, mais elle l'est parce que l'homme n'a pas toutes les connaissances pour appliquer objectivement une entropie. La méthode cladistique ou cladisme fut proposée par Willi Hennig (1913-1976) : elle est fondée sur la seule distribution des caractères phylogénétiques et de leurs relations entre les êtres vivants<sup>15</sup>. Elle est la seule à proposer de réduire le choix subjectif dans la mesure de l'évolution d'un système : chaque caractère phylogénétique a un état plésiomorphe ou apomorphe, voire homoplasique, un état qui doit être prouvé scientifiquement et non déduit par ordinateur. Le cladisme est complémentaire à la deuxième loi de la thermodynamique.

Tout système non-en équilibre provoque un accroissement d'entropie de l'univers selon la formule :

$$dS_{\text{totale}} \rightarrow 0 \quad \text{et} \quad dS_{\text{totale}} = dS_{\text{système}} + dS_{\text{milieu}}$$

$dS$  = entropie ;  $dS_{\text{milieu}}$  = flux d'entropie, dû aux interactions avec l'extérieur ;  $dS_{\text{système}}$  = contribution due aux changements dans le système lui-même

Le temps linéaire s'applique à chacun des systèmes naturels soumis à la deuxième loi de la thermodynamique et aux systèmes autres contenant un ou plusieurs de ces systèmes, et donc le temps n'est universel que pour l'univers nominativement, et la durée de vie de chaque système est spécifique. La durée naturelle ne correspond pas à la mesure immuable du temps imaginée par l'homme pour l'homme (c'est-à-dire en secondes, minutes, heures, jours, semaines, mois...). Ce temps anthropisé est responsable de la perte des rythmes naturels par l'espèce humaine et les êtres vivants l'entourant. Cette différence entre les temps mesurant et les temps mesurés conduit à distinguer deux sortes de temps, l'un « quantitatif »,

13. I. Prigogine, J.-M. Viame, *op. cit.* ; C. C. Emig, Relations entre l'espèce, structure dissipative biologique, et l'écosystème, structure dissipative écologique...

14. Voir plus haut, note 3.

15. W. Hennig, *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik* ; E. O. Wiley, *Phylogenetics, the theory and practice of phylogenetic systematics*.



l'autre « qualitatif » (ce dernier possédant des caractéristiques non mesurables par l'autre). Ainsi, la création d'une ligne du temps avec des repères chronologiques est une invention humaine, un besoin pour se situer par rapport aux temps des autres systèmes existants ou disparus. Une telle ligne est nécessaire à chaque religion monothéiste pour rappeler en une seule année des repères tirés des principaux temps de systèmes qui sont différents pour le judaïsme, le christianisme et l'islam, jusqu'aux dieux eux-mêmes.

La représentation linéaire du temps remonte aux origines du christianisme, lors d'un concile qui a posé les fondements du dogme chrétien, une façon de marquer la différence avec les croyances païennes et de rompre avec la renaissance et l'interprétation cyclique du temps, mais aussi pour que le temps apparaisse comme une ligne sur laquelle sont marqués les événements chrétiens en marquant un début et une fin. La deuxième loi de la thermodynamique vient sans conteste confirmer cette vision.

Depuis sa naissance, le temps dans l'univers se mesure en cycles. Sur la Terre, les plus faciles à percevoir sont les cycles jour-nuit, les cycles lunaires ou encore les saisons en fonction du cycle solaire dans le ciel (solstices et équinoxes) ; il existe des cycles plus complexes. Certains cycles varient aussi en fonction d'autres cycles, par exemple, le cycle jour-nuit change chaque jour... en fonction du cycle solaire. Si tous les systèmes biologiques réagissent à des cycles, certains n'y sont liés que secondairement ou indirectement comme l'alternance jour-nuit liée à la lumière ou la période de reproduction, souvent fonction de la température. Le concept d'horloge interne pour les êtres vivants, biologique ou moléculaire, a été abandonné par les scientifiques en l'absence de preuves fiables ; néanmoins beaucoup d'idées même une fois dénoncées continuent à être véhiculées, car l'imagination et l'imaginaire restent un moyen de s'évader du temps et de sa réalité, comme la vie éternelle.

Le terme même de cycle demande une courte explication et définition, car un cycle est souvent perçu non pas comme linéaire, mais plutôt — à tort — comme une boucle ou parfois comme une spirale. Certes, l'homme aimait à y croire afin d'avoir la possibilité de revenir dans le temps, voire de le modifier — un sujet rebattu dans les films de science-fiction — ou de pouvoir comparer des événements pour en déterminer les analogies, affinités, coïncidences. C'était sans compter avec l'irréversibilité du temps : il n'y a pas d'« éternel recommencement ». En fait, un cycle est une « succession de phénomènes présentant un caractère de périodicité dans le temps ou, plus rarement, dans l'espace, et constituant les étapes d'une évolution de l'état initial à l'état final » ou bien une « succession de phénomènes constituant les étapes d'une évolution de l'état initial à l'état final, sans caractère de périodicité<sup>16</sup> ». Et, comme un cycle est lié au temps, il est donc linéaire et irréversible.

---

16. Trésor de la langue française informatisé, 2002.

Penser le temps...

Les cycles et rythmes temporels mettent les structures dissipatives à des stades entropiques différents les uns des autres, favorisant l'évolution des systèmes : l'importance est le cycle ou le rythme lui-même, non sa durée qui est généralement variable selon le système. Ainsi, le temps dans l'univers (qui est celui des « sciences de la nature ») apparaît bien asymétrique comme le propose Prigogine<sup>17</sup>, d'où la difficulté de définir et de comparer, voire de comprendre ces cycles selon un temps défini par l'homme. Les rythmes propres à la nature structurent évidemment aussi l'espèce humaine, dont la vie suit un processus linéaire et cyclique de la naissance à la mort.

Pour les deux derniers systèmes biologiques en haut de la hiérarchie, l'individu est caractérisé par sa généalogie et par son histoire qui vont du passé au présent, mais seule la population a la continuité dans le temps et l'aptitude au changement, notamment à la reproduction et à la mutation. Chaque population, référable à une même espèce, poursuit son évolution par des changements accroissant la complexité de ses formes et de ses structures, et l'adjonction de nouveaux caractères. Il est donc difficile, au cours des temps géologiques de distinguer entre extinction vraie et mutation en une nouvelle espèce allant occuper de nouvelles niches, laissées libres ou créées par de nouvelles conditions de milieu, généralement responsables des « extinctions ».

Finalement, le temps né à l'instant *bêta* et se terminant à *oméga* (fig. 1) correspond à une « éternité » dont la définition est à reprendre ! Car l'éternité n'est plus « ce qui n'a ni commencement ni fin », ni une « durée qui a un commencement mais pas de fin ». Dans la Bible, le terme éternité semble aller en ce sens nouveau, comme « d'éternité en éternité » qui y est cité cinq fois<sup>18</sup>. Néanmoins, selon le traducteur des écrits bibliques, le mot éternité est parfois remplacé par siècle. Il n'en reste pas moins que la représentation chrétienne du temps linéaire est en totale opposition avec le dogme de la vie éternelle et de l'immortalité, car Élohim, dieu créateur et l'« Éternel », l'a dit lui-même « je suis l' $\alpha$  et l' $\Omega$ , le premier et le dernier », ce que la seconde loi de la thermodynamique confirme.

## Résumé

Le temps est né avec la création de l'univers qui s'est déroulé en trois phases : un avant ou *alpha*, un pendant ou *bêta*, et un après ou « évolution » (« entropie » en grec) jusqu'à *oméga*. L'univers a probablement commencé comme une masse

---

17. I. Prigogine, What time is ?

18. Chroniques, 16, verset 36 ; Néhémie 9, verset 5 ; Psaumes 41, verset 14 ; Jérémie 7, verset 7 ; Daniel 2, verset 20.

distribuée uniformément et dispersée avec un rayon indépendant du temps. Suite à un événement important, l'univers a abouti à un système isolé et irréversible dans un espace-temps avec une masse d'énergie constante. C'est l'instant où commencent l'expansion et l'évolution de l'univers dans un temps linéaire. Cet univers est formé de systèmes (y compris lui-même) soumis à la deuxième loi de la thermodynamique : ils sont irréversibles, non-en équilibre et tendent vers un maximum d'entropie par échange continu avec les systèmes voisins, donc en évolution continue. Le temps linéaire est celui des cycles, mettant les systèmes à des stades entropiques différents les uns des autres. Il est asymétrique et supprime *ipso facto* l'éternité en instaurant la naissance et la mort pour toutes les structures de l'univers.

## Bibliographie

- ARNAUD P. M., EMIG Christian C., La population, unité fonctionnelle de la biocœnose, *Biologie des populations*, CNRS, Lyon, sept. 1986, p. 69-72.
- BROOKS Daniel R., WILEY Edward O., *Evolution as entropy, toward a unified theory of biology*, Chicago, University of Chicago press, 1986 (Science and its conceptual foundations).
- CLASSIUS Rudolf, *The mechanical theory of heat*, London, Macmillan , 1879.
- CRISS Robert E., HOFMEISTER Anne M., Thermodynamic cosmology, *Geochimica et cosmochimica acta*, 2001, 65 (21), p. 4077-4085.
- EMIG Christian C., Relations entre l'espèce, structure dissipative biologique, et l'écosystème, structure dissipative écologique, contribution à la théorie de l'évolution des systèmes non-en équilibre, *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, Paris, 1985, 300 (sect. 3) (8), p. 323-326.
- FEINSTEIN A., KUNZEB K.E., MIGUEL A. VÁZQUEZ MOZO, Entropy generation and inflation in wave collision induced pre-big-bang cosmology, *Physics Letters B* 491, 2000, p. 190-198.
- HENNIG Willi , *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*, Berlin, Deutscher Zentralverlag, 1950.
- LAYZER David, Information in cosmology, physics and biology, *International journal of quantum chemistry*, 1977, 12 (suppl. 1), p. 185-195.
- LINWEAVER Charley H., A younger age for the Universe, *Science*, 1999, 284, p. 1504-1507.

Penser le temps...

MIRALDA-ESCUDE J., The Dark Age of the Universe, *Science*, 2003, 300, p. 1904-1909.

NICOLIS Grégoire, PRIGOGINE Ilya, *Exploring complexity, an introduction*, New York, W. H. Freeman, 1989.

PRIGOGINE Ilya, What time is ?, Paul A. Bogaard, Gordon Treash, éd., *Metaphysics as foundation, essays in honor of Ivor Leclerc*, Albany (NY), State University of New York press, 1993, p. 285-294.

PRIGOGINE Ilya, WIAME Jean-Marie, Biologie et thermodynamique des phénomènes irréversibles, *Experientia*, 1946, 2, p. 451-453.

*Trésor de la langue française, dictionnaire de la langue du 19<sup>e</sup> et du 20<sup>e</sup> siècle*, CNRS, Gallimard, Paris (version informatisée du 10/12/2002 ; <http://www.atilf.fr/tlfi>).

WILEY Edward O., *Phylogenetics, the theory and practice of phylogenetic systematics*, New-York, Wiley, 1981, 439 p.

WILEY Edward O., BROOKS Daniel R., Victims of history, a nonequilibrium approach to evolution, *Systematic zoology*, 1982, 31 (1), p. 1-24.