

► L'odyssée de la vie

Sources

**From Suns to Life : a chronological approach to the history of life on Earth ,**

Muriel Gargaud, Philippe Claeys, Purification Lopez-Garcia, Hervé Martin, Thierry Montmerle, Robert Pascal, Jacques Reisse

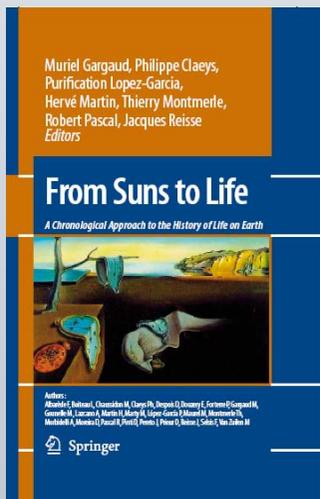
Springer, reprint from *Earth, Moon and Planets Journal*, Vol. 98/1-4, november 2006

Le Soleil et son cortège de planètes sont des objets relativement simples à définir. Leur formation et leur évolution obéissent à des lois physiques qui peuvent être modélisées et confrontées aux observations astronomiques. La vie est une évidence sur notre planète mais c'est la seule occurrence connue à ce jour dans l'univers. Il n'en existe aucune définition simple et rigoureuse faisant l'unanimité. Malgré les connaissances accumulées par la multitude de disciplines qui constituent aujourd'hui « les sciences de la vie », les étapes qui ont conduit de la chimie au métabolisme demeurent inconnues.

L'origine de la vie sur Terre est conditionnée par les premières étapes de l'évolution du système solaire et la chronologie de la formation de la Terre, qui sont de mieux en mieux connues et s'étendent sur environ 100 millions d'années. Les hypothèses concernant la [chimie prébiotique](#) et l'apparition de la vie se font de plus en plus précises mais il est nécessaire de les replacer dans leur contexte environnemental. Les traces les plus anciennes de vie remontent, selon les auteurs, à 3,8 ou 3,4 milliards d'années, soit environ un milliard d'années après la formation du Soleil, à une époque donc où la Terre était bien différente de celle des 800 ou 900 derniers millions d'années. Afin de faire la synthèse des connaissances accumulées par l'astronomie, la géologie, la biologie et la chimie, les auteurs de la publication ont rassemblé les connaissances acquises ainsi que les données qui demeurent en débat, dans des articles publiés dans la revue « Earth, Moon and Planets journal » et repris au sein de l'ouvrage cité.

Pour établir une « chronologie », chaque discipline dispose de ses propres « chronomètres », issus d'observations recoupées avec des modèles physiques ou des expériences de laboratoire. Ainsi, les astronomes utilisent des modèles théoriques sophistiqués mettant en jeu les lois de la gravitation et des hypothèses sur les sources d'énergie pour évaluer l'âge et la masse des étoiles à partir de la mesure de leur température de surface et de leur luminosité. Les géologues utilisent la désintégration radioactive de certains [éléments](#) présents dans les roches ou les météorites. La précision des datations géologiques dépend des éléments présents et de la sensibilité des méthodes d'analyse. Les réactions chimiques, par contre, ne gardent pas de trace du moment auquel elles se produisent. Seules des considérations sur la dégradation des molécules ou leur [épimérisation](#) donnent quelques indications chronologiques qui ne sont malheureusement pas applicables à l'étude de la chimie prébiotique.

En utilisant ces différents chronomètres, les astronomes et les géologues peuvent décrire avec une précision qui s'améliore régulièrement, les étapes successives de formation du système solaire et de la Terre. L'atmosphère



## ► Tectonique : l'effaceuse

### Notes

#### Chimie prébiotique :

Chimie centrée autour du carbone et de l'eau qui a précédé l'émergence de la vie.

#### Elément :

Pratiquement tous les éléments lourds naturels, au-delà de l'hélium, ont été formés par les générations successives d'étoiles de la galaxie. Tous ceux que nous connaissons, à quelques très rares exceptions près, étaient déjà présents dans le nuage moléculaire et de poussière à partir duquel le soleil et les planètes se sont formés. C'est essentiellement grâce à cette caractéristique qu'il est possible de dater des objets très anciens à l'aide de la radioactivité et des isotopes.

#### Epimérisation :

Certains corps organiques peuvent exister, en raison des contraintes imposées par les atomes de carbone, sous deux configurations appelées épimères. L'épimérisation est la propriété d'une molécule à changer spontanément de configuration.

#### Bar :

Unité de mesure de la pression correspondant à  $10^5$  pascals. La pression atmosphérique standard est d'environ 1 bar.

#### Exoplanète :

Planète orbitant autour d'une étoile autre que le Soleil. Parfois aussi appelée planète extrasolaire. Au début de 2007, 200 [exoplanètes](#) étaient répertoriées..

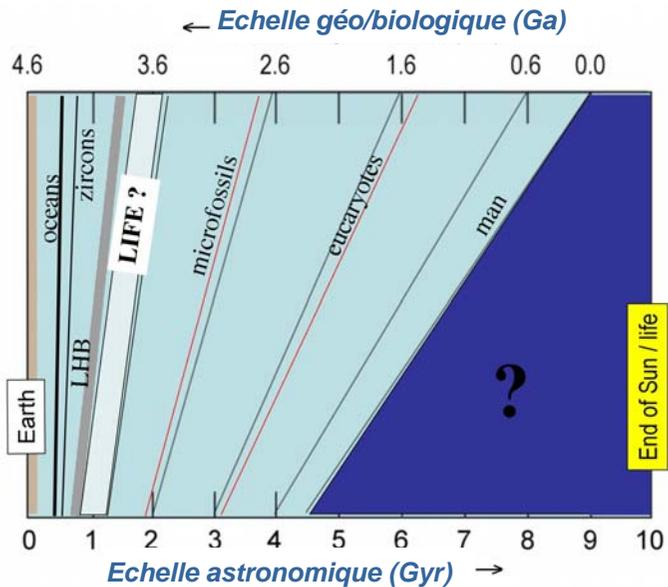


Fig. 1 : L'astronomie, la biologie et la géologie du système solaire utilisent des échelles linéaires. L'astronomie exprime des âges croissants par rapport à la date de formation du système solaire, par convention égal à celui des plus anciennes météorites (unité : Gyr). La géologie et la biologie expriment les âges de façon décroissante par rapport à un temps "zéro", l'année 1950 par convention (unité : GA).

1 Giga-year (Gyr) = 1 Giga-annum (GA) = 1 milliard d'années.

terrestre s'est formée en plusieurs étapes. L'hydrogène, le gaz le plus léger, s'est évadé pour laisser la place à du gaz carbonique et de la vapeur d'eau. Les océans se sont formés, le gaz carbonique s'est partiellement dissous et a été piégé sous forme de carbonates avant d'être recyclé par la tectonique des plaques. La pression et la température ont évolué sur plusieurs centaines de millions d'années passant de quelques centaines de [bars](#) à quelques bars, et de  $200^\circ$  C à quelques dizaines de degrés. Les premiers océans se seraient formés et seraient devenus « habitables » en quelques 165 millions d'années après l'accrétion de notre planète.

Les hypothèses sur l'origine de la vie sont multiples et ne disent rien de la durée des différentes étapes ni du moment où la vie a commencé. Les océans étaient très tôt « habitables » mais peut-être pas encore habités. Les roches sédimentaires les plus anciennes retrouvées se sont formées il y a environ 3,865 milliards d'années. Des traces de microfossiles y attestant d'une vie microbienne à cette époque, identifiées par des scientifiques, sont cependant discutées. Les traces des événements antérieurs tels que le passage des premiers éléments chimiques à la formation des polymères puis à l'émergence d'organismes séparés du milieu ambiant par une membrane ont été effacées par la tectonique. Une autre approche consiste à déduire de la connaissance des organismes actuels les caractéristiques des organismes primitifs.

► La vie : *bis repetita placent* ?

**Contacts chercheurs**

Muriel Gargaud  
Observatoire Aquitain des  
Sciences de l'Univers  
Université Bordeaux1  
Bordeaux

[gargaud@obs.u-bordeaux1.fr](mailto:gargaud@obs.u-bordeaux1.fr)

+ sur le web

[Site Internet de l'Observatoire  
Aquitain des Sciences de  
l'Univers](#)

[Site Internet de l'Observatoire  
de Paris](#)

[Site de la mission TPF](#)

[Site de la mission Darwin](#)

+ sur le CNES

[Site Internet du CNES](#)

[Site Internet missions  
scientifiques](#)

Cet ouvrage interdisciplinaire s'achève en résumant les grandes étapes astronomiques, géologiques et chimiques qui ont pu mener au démarrage de la vie sur la Terre ou sur d'autres planètes du système solaire. Les grands télescopes au sol, le satellite Corot, lancé par la France en décembre 2006, poursuivent le recensement des **exoplanètes**. La recherche sur les origines de la vie prendra toute sa valeur lors de l'étude de l'atmosphère d'exoplanètes « habitables » avec les télescopes spatiaux de la prochaine génération tels que **Terrestrial Path Finder** de la NASA ou « **Darwin** » de l'ESA.

**Les trois grands domaines de la vie :**

Les organismes vivants sont classés en trois grands domaines. Les **Archées** et les **Eubactéries** sont constituées d'une membrane et d'une paroi isolant leur intérieur (cytoplasme) du milieu extérieur. Le matériel génétique représenté généralement par un seul chromosome n'est pas isolé du cytoplasme. Les **Eucaryotes** se caractérisent par un vrai noyau qui isole le matériel génétique (les chromosomes) du cytoplasme. Ils possèdent aussi des petits compartiments spécialisés isolés du cytoplasme par une membrane (mitochondries, chloroplastes, réticulum endoplasmiques etc.). Ces trois domaines du vivant partagent un même code génétique et seraient issus d'une population d'un organisme ancestral unique.

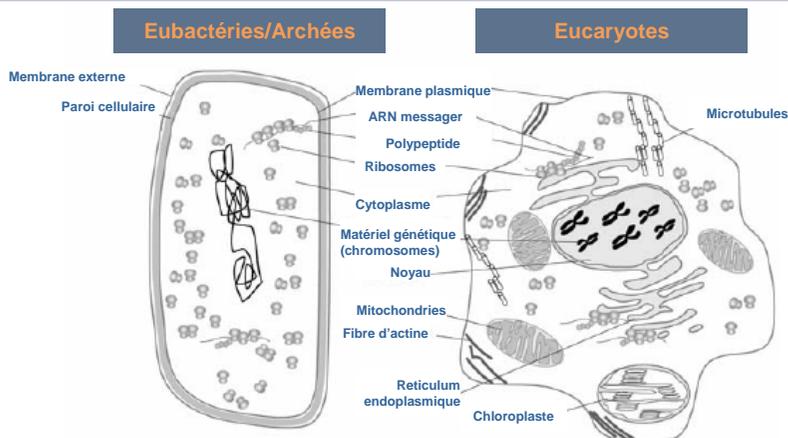


Fig. 2 : Organisation schématisée des cellules d'Eubactéries et d'Archées et des cellules d'Eucaryotes.

**E-Space&Science vous informe des résultats des expériences scientifiques soutenues par le CNES**

Directeur de la publication : **Yannick d'Escatha** ■ Directeur de la rédaction : **Pierre Tréfouret** ■ Rédacteur en chef : **Michel Viso** ■ Secrétaire de rédaction : **Martine Degrave** ■ Diffusion du magazine: **INIST diffusion** ■

**Abonnement**

Vous voulez vous abonner à la version française; envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Abonnement version Française](#)

Vous voulez vous abonner à la version anglaise; envoyer un mail sans objet ni contenu à :

[Abonnement version Anglaise](#)

**Désabonnement**

Vous voulez vous désabonner de la version française; envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Désabonnement version Française](#)

Vous voulez vous désabonner de la version anglaise; envoyer un mail sans objet ni contenu à :

[Désabonnement version Anglaise](#)