

ABDERRAZAK EL ALBANI  
ROBERTO **MACCHIARELLI**  
ALAIN **MEUNIER**

# **AUX ORIGINES DE LA VIE**

UNE NOUVELLE HISTOIRE  
DE L'ÉVOLUTION

DUNOD

Ouvrage publié avec le concours  
du Centre national du Livre.

Illustrations intérieures de Bernadette Coléno

Illustration de couverture :  
Reconstitution des organismes du Gabonionta  
© Marcel Laverdet

© Dunod, 2016  
5 rue Laromiguière, 75005 Paris  
[www.dunod.com](http://www.dunod.com)  
ISBN 978-2-10-074824-2

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

*À tous les étudiants et amis du Gabon dont nous avons croisé la route.  
À la mémoire de Jean François Stéphan dont le soutien en tant que  
directeur de l'INSU-CNRS fut décisif.*



# PRÉAMBULE

Voici un livre dédié à l'aventure même si les explorateurs qui l'ont menée ne se sont pas battus contre la jungle végétale mais plutôt contre celle, tout aussi impénétrable et dangereuse, des idées reçues. Il s'y raconte, en effet, comment oser penser que l'apparition d'une vie complexe aussi tôt dans l'histoire de la Terre (2,1 milliards d'années au lieu des 0,7 habituellement admis) pouvait paraître iconoclaste sinon carrément saugrenu. Il faut, dans ce genre de travail, la persévérance et l'enthousiasme collectif de ceux qui s'y associent. Il y faut aussi, inévitablement, de la chance; celle qui vous oblige à ramasser un caillou un peu bizarre et qui vous pousse à l'analyser au laboratoire. La découverte des fossiles dans le bassin de Franceville au Gabon fut de cette eau-là. Elle a commencé par une simple mission géologique sur le terrain dont le but était d'effectuer un échantillonnage de sédiments anciens pour en étudier les transformations que l'enfouissement et le temps, immenses, avaient provoquées. Ici nous sommes sur une Terre à peine âgée de 2,5 milliards d'années. Tout y est différent de ce que l'on connaît, ne serait-ce ces objets géologiques extraordinaires que sont les réacteurs nucléaires naturels d'Oklo. La moindre découverte ouvre une fenêtre sur une planète pratiquement inconnue. Il suffit de «lire» ce qui est inscrit dans la roche. Il suffit certes... mais encore faut-il savoir le faire. En effet, les indices que l'on recherche vont de ce qui se voit à l'œil nu à ce qui constitue l'intimité de la matière: les atomes. Du marteau au spectromètre de masse, tout contribue à décrypter le message.

Ce livre est donc, avant toute chose, une invitation à déambuler sur la Terre primitive. C'est un peu comme découvrir une planète inconnue orbitant autour d'une autre étoile. Les géologues sont des voyageurs du temps. Pour peu que l'on s'intéresse à elles, les roches que le promeneur

foule au Gabon racontent quelle était la couleur du ciel, la durée du jour, la force des marées, la température de la mer... il y a plusieurs milliards d'années. Les indices qui guident de telles déductions sont incroyablement variés. Ils sont décryptés non seulement par le géologue mais aussi par le chimiste ou l'astrophysicien. La quête de l'information est nécessairement pluridisciplinaire. C'est ce qui fait sa richesse car tous ces spécialistes que rien, *a priori*, n'aurait conduits à se rencontrer, se penchent sur les mêmes objets avec le même enthousiasme. Voilà la dimension humaine de l'aventure à laquelle nous vous convions. Pour tous, de ceux qui observent ou analysent à ceux qui lisent leurs comptes rendus, il y a un réel plaisir à lever un coin du voile pour accéder à ce passé très lointain. On ne fait pas de la science pour soi et la plus belle découverte n'est rien si elle n'est pas partagée. Cependant, le plus grand nombre ne peut être convié à cette fête que si la narration est débarrassée du jargon familier aux scientifiques. C'est le but de cet ouvrage. L'effort n'est pas mince et le résultat peut être inégal. Ce fut pourtant le souci constant guidant sa rédaction. Nous avons choisi de présenter certaines notions scientifiques plus pointues dans des encadrés afin de ne pas en alourdir la lecture. Ils sont là pour satisfaire la curiosité de qui veut en savoir davantage. Eux aussi sont déshabillés de leur habituel cortège de mathématiques et de jargon abscons.

Le plaisir! Tout est là. Découvrir est toujours une joie; mettre la main sur l'impensable, une jouissance. «Science sans conscience n'est que ruine de l'âme» écrivait Gargantua à son fils Pantagruel, on pourrait y ajouter que science sans plaisir n'est que vanité stérile. Rechercher la connaissance ne doit pas être un pensum. Cela vaut pour tous et on a bien le droit de s'enthousiasmer et de sauter de joie quand un obstacle intellectuel a été franchi ou quand s'illumine soudain un domaine resté ténébreux jusque-là. C'est d'ailleurs par le plaisir que l'on s'éduque avec efficacité. À ce titre, la leçon que nous délivre le Gabon est un vrai bonheur que tous ceux qui l'ont découverte souhaitent partager avec le plus grand nombre. Nous avons choisi de la présenter dans l'ordre de l'écoulement du temps, de l'Archéen au Paléoprotozoïque, et du global (la planète) au particulier (la carrière de la Socoba qui renferme les fossiles). Les planches en couleur et notamment les images de la microtomographie ajoutent à l'étrangeté de ces êtres vivants à jamais

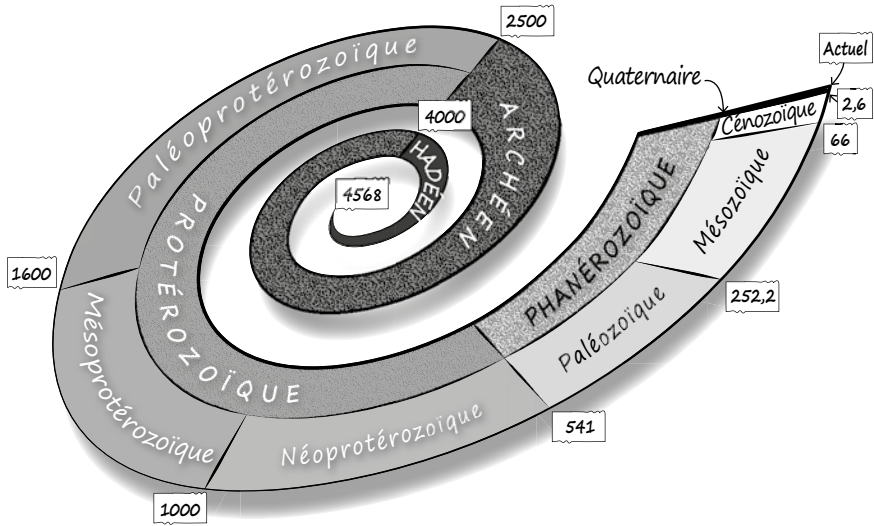
disparus, l'esthétique de leurs restes. Les sources des informations sont indiquées dans une liste non exhaustive de références choisies. Elles sont souvent très récentes car cette science est vivante et productive. Elle est complétée par la mention de quelques livres, elle aussi, limitée. Ils ne sont pas appelés explicitement dans le texte car leurs contenus respectifs couvrent une grande partie des développements qui y sont présentés. Il est en effet hors de propos, pour qui souhaite mettre à la disposition du plus grand nombre une information scientifique, de citer tout ce qui a été écrit sur le sujet. C'est le prix à payer pour une vulgarisation intelligible mais l'exercice a nécessité un effort constant pour des scientifiques. Rien n'est plus frustrant. Que tous les chercheurs dont le nom n'apparaît pas dans ces listes nous pardonnent, leurs travaux ont été également lus et appréciés.

Nous sommes prêts maintenant à parcourir ces temps immenses qui se mesurent en milliards d'années depuis l'époque où la Terre, déjà formée et munie de son satellite, a été, pour la dernière fois, intensément bombardée par des météorites.

### *L'âge des roches*

Il a fallu attendre la découverte de la radioactivité naturelle par Rutherford au début du <sup>xx</sup>e siècle pour mesurer l'âge des roches par une méthode fiable, reproductible et précise. Elle est basée sur le constat que certains éléments chimiques se désintègrent spontanément en perdant la moitié de leur stock au bout d'une durée constante définie comme leur demi-vie. Ce phénomène naturel offre donc l'opportunité de mesurer le temps écoulé depuis que ces éléments ont été inclus dans des cristaux. Il suffit pour cela de mesurer leur teneur ainsi que celle de leurs produits de désintégration. On sait effectuer ces dosages de mieux en mieux grâce aux progrès techniques dans la construction des spectromètres de masse. D'abord mise au point sur la désintégration de l'uranium, cette méthode est appliquée à de nombreux autres éléments aujourd'hui. C'est grâce à cela que l'âge de la Terre a été reculé jusqu'à 4,548 milliards d'années et que l'on sait que son noyau s'est formé très vite après sa naissance (30 millions d'années). Les datations absolues sont devenues d'usage courant en sciences de la Terre. Elles forment

désormais un corpus suffisamment fourni pour que l'on puisse proposer en toute confiance une échelle des temps géologiques dont les repères sont précis.



Échelle des temps géologiques (en millions d'années).

## LA TERRE ARCHÉENNE

*La Terre s'est formée il y a 4,5 milliards d'années. Antiquité fabuleuse dont les premiers âges (Hadéen) restent encore mystérieux bien que le voile se lève peu à peu. L'histoire que nous allons raconter ici commence bien plus tard, il y a 3,8 milliards d'années, à la fin d'un bombardement météoritique lourd.*

---

Imaginons un instant ce que nous aurions pu voir et ressentir si nous avions été là, sur cette planète encore très jeune : la Lune couvrait l'horizon. Sa lumière éclairait si fortement le paysage rocheux qu'il s'y projetait des ombres comme en plein jour. Le ressac faisait un bruit énorme sur les rochers de la côte que la marée recouvrait. Quoi de plus banal *a priori* qu'une nuit au bord de la mer ! Cependant ne nous y trompons pas, cette scène vieille de 3,5 milliards d'années s'ouvre sur un monde très étrange. D'abord, et ce n'est pas peu, pas d'arbres, d'oiseaux ou de moustiques et cette Lune énorme qui était bien plus proche de la Terre qu'elle ne l'est maintenant. Elle tournait beaucoup plus vite sur elle-même et ne possédait pas de face cachée. Imaginons ces paysages désormais effacés, entendons les vents oubliés, sentons les odeurs évanouies. C'est bien à cela que nous convie la science pour peu que, dépassant observations et mesures, nous nous laissions aller à imaginer ce qu'elles suggèrent. Il suffit de mettre bout à bout les découvertes accumulées par plusieurs générations de chercheurs et alors un monde insolite se dessine peu à peu. Laissons-nous donc entraîner dans une déambulation

sans limites sur une Terre primitive aussi étrange que pourrait l'être une planète inconnue dans un autre système solaire.

Remonter le temps est fascinant mais pourquoi commencer ce voyage « seulement » à un peu plus de 3,5 milliards d'années ? Pourquoi ne pas aller aussi loin que son origine (4,5 milliards d'années) et parcourir ainsi l'immense Hadéen ? Son terme, en effet, est classiquement placé à 4 milliards d'années voire pour certains auteurs à 3,85 milliards d'années, date associée à l'apparition certaine (ou quasi-certaine) de la vie sur Terre. Nous avons choisi d'ignorer cet éon pour deux raisons. La première est que les éléments relatés dans ce livre sont situés au Gabon qui ne possède pas, pour autant qu'on le sache aujourd'hui, de roches plus anciennes que l'Archéen qui lui succède. Pour en observer, il faut aller dans le Grand Nord canadien où l'on a identifié les roches les plus anciennes (4,3 milliards d'années). La seconde tient au fait que notre voyage commence sur une Terre constituée et pas sur un corps planétaire en train de se construire. Elle porte déjà des océans et des embryons de continents. Il n'y pleut pas de la roche fondue pulvérisée par les incessants impacts de météorites comme cela fut le cas durant l'Hadéen. Le choc gigantesque qui a formé la Lune appartient désormais à un passé lointain. Cependant, notre satellite était plus proche, bien plus proche de la Terre dans ces temps-là (25 000 km). Quel spectacle flamboyant ! Heurtée sans cesse par des météorites, la Lune devait offrir un feu d'artifice gigantesque et permanent. Depuis, elle s'éloigne de nous, progressivement, jusqu'à se trouver à presque 385 000 kilomètres aujourd'hui. À l'époque où les roches les plus vieilles du Gabon se mettaient en place, elle était encore à moins de 100 000 kilomètres et provoquait des marées gigantesques qui pouvaient s'avancer très loin sur les zones côtières basses. L'alternance jour-nuit était aussi beaucoup plus rapide car la planète tournait plus vite sur elle-même qu'elle ne le fait maintenant. Le jour ne durait pas 24 heures mais seulement 16.

Notre voyage commence donc avec les roches les plus anciennes que l'on connaisse au Gabon. Elles appartiennent à l'Archéen. C'est à partir d'elles et de leurs équivalents observés en d'autres lieux et sur d'autres continents que notre déambulation commence. Nous verrons qu'au-dessus de ces socles antiques, c'est-à-dire plus tard dans l'histoire, des formations sédimentaires se sont empilées les unes sur les autres, conservant

ainsi le souvenir des océans perdus. Elles ont enregistré dans leur structure et dans leurs composants minéraux les conditions qui régnaient à l'époque de leur dépôt. Elles se lisent comme les pages d'un livre et racontent une autre période de la saga terrienne: le Protérozoïque (2,5 à 541 milliards d'années). Ce qui nous y attend est encore plus extraordinaire. Pour l'heure, il est temps de découvrir la Terre archéenne.

### *Le visage de la Terre archéenne*

De l'eau... beaucoup d'eau! Au début de l'Archéen, la planète était recouverte d'eau. Peu de terres émergées exceptés les plateaux de laves, basaltes et komatiites (voir Encadré « Basaltes et komatiites », page 12), qui, en s'enfonçant sous leur propre poids, sont constamment recyclés dans le manteau. Formé presque essentiellement de silicates, ce dernier représente plus de 80 % du volume de la Terre et environ 65 % de sa masse. Son épaisseur est colossale: 2 900 kilomètres avant d'atteindre le noyau. Nous verrons plus loin que les vrais continents, ceux qui surnagent éternellement au-dessus de lui, se sont formés progressivement au cours des milliards d'années qui suivent. On estime qu'à l'Archéen les océans étaient un quart plus volumineux qu'ils ne le sont maintenant. Ils se sont formés lors du dégazage intense du manteau terrestre entamé dès l'Hadéen. Voilà qui nous amène immédiatement à une question fondamentale: mais quelle est donc l'origine cosmique de toute cette eau? Eh bien! Pour aussi curieux que cela paraisse, on a des éléments de réponse. Les indices se cachent dans la composition isotopique de l'hydrogène. La quantité de deutérium (composant de l'eau lourde: 1 proton + 1 neutron) de l'eau des océans est comparable à celle des micrométéorites que l'on trouve par milliers dans les neiges de l'Antarctique. C'est le matériau le plus ancien du système solaire qui nous arrive tout droit de la condensation de la nébuleuse originelle. On a longtemps cru que les glaces des comètes avaient contribué pour au moins 10 % à la masse totale de l'eau terrestre. Il semble bien maintenant que cette proportion soit moindre. En fait, qu'elle soit stockée dans les minéraux des micrométéorites sous sa forme moléculaire ( $H_2O$ ) ou bien qu'elle soit combinée au réseau cristallin de certains minéraux (OH), l'eau se libère sous l'effet de la température extrême qui règne