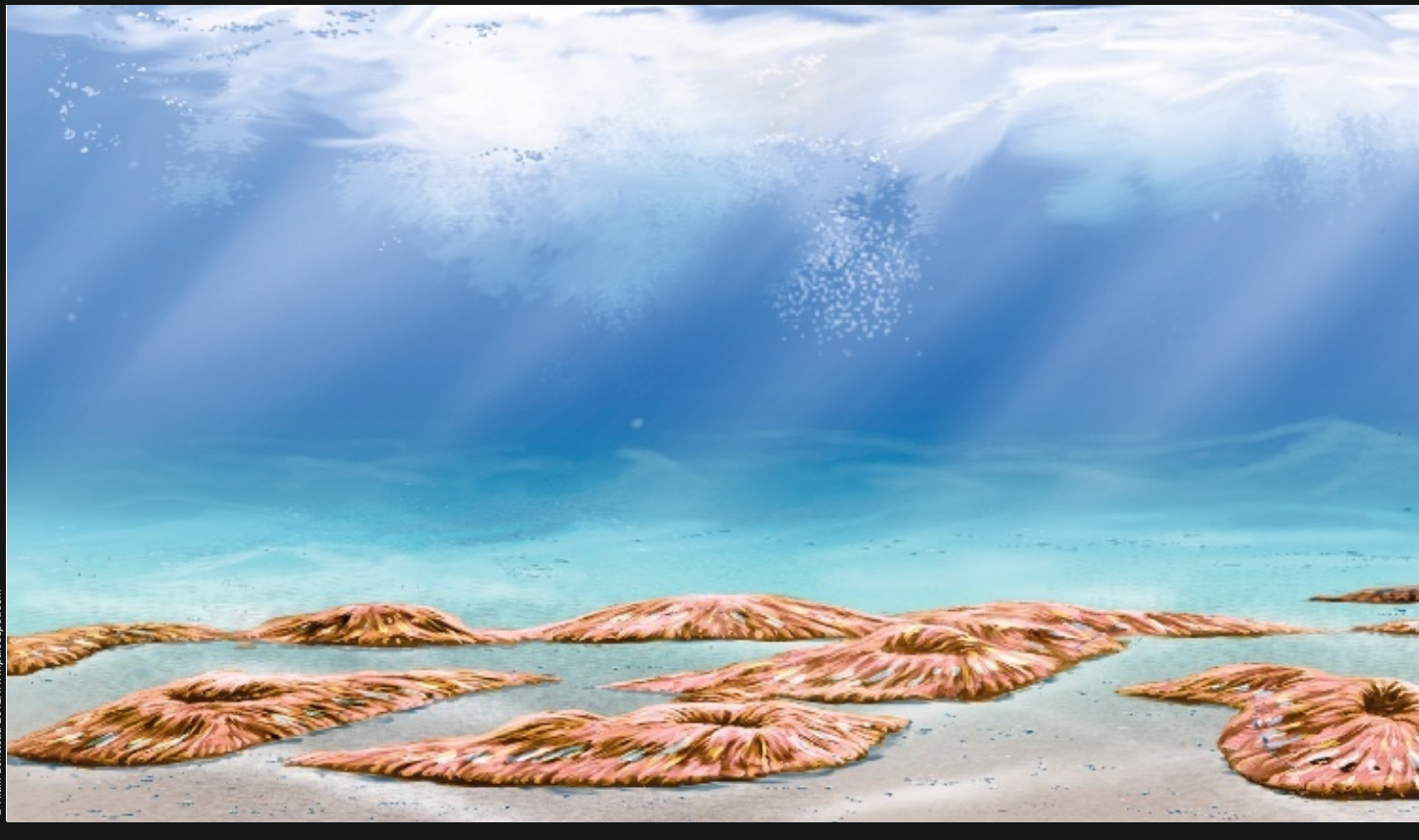
Le Gabon à l'aube de la vie

Pascal Bouton, Alain Préat, Denis Thiéblemont et Michel Ebang Obiang

Les géologues ont révélé dans le sous-sol du Gabon un environnement datant d'il y a deux milliards d'années. Riche en formes de vie primitive, il aurait accueilli les premiers organismes pluricellulaires.



© Alain Bénéteau 2012/www.paleospot.com

© Pour la Science - n° 413 - Mars 2012

En juillet 2010, des recherches menées dans le bassin de Franceville, au Sud-Est du Gabon, dans la forêt équatoriale du bassin du Congo, ont livré des résultats déconcertants. L'équipe d'Abderrazak El Albani, de l'Université de Poitiers, a mis au jour de possibles organismes pluricellulaires eucaryotes (c'est-à-dire dont les cellules ont un noyau) – des métazoaires –, datant de plus de deux milliards d'années *(voir la figure 1 et l'encadré page 57)*.

Ces fossiles ont suscité un émoi chez les spécialistes de l'origine de la vie. Cette découverte rendrait caduque l'hypothèse communément admise jusqu'alors de l'« explosion cambrienne », intervenue il y a environ 600 millions d'années et au cours de laquelle les formes de vie complexe seraient apparues : les fossiles gabonais en question sont en effet antérieurs de plus d'un milliard d'années. Cette découverte a attiré notre attention sur d'autres formes intrigantes qui ont été identifiées dès 1966 dans cette même région.

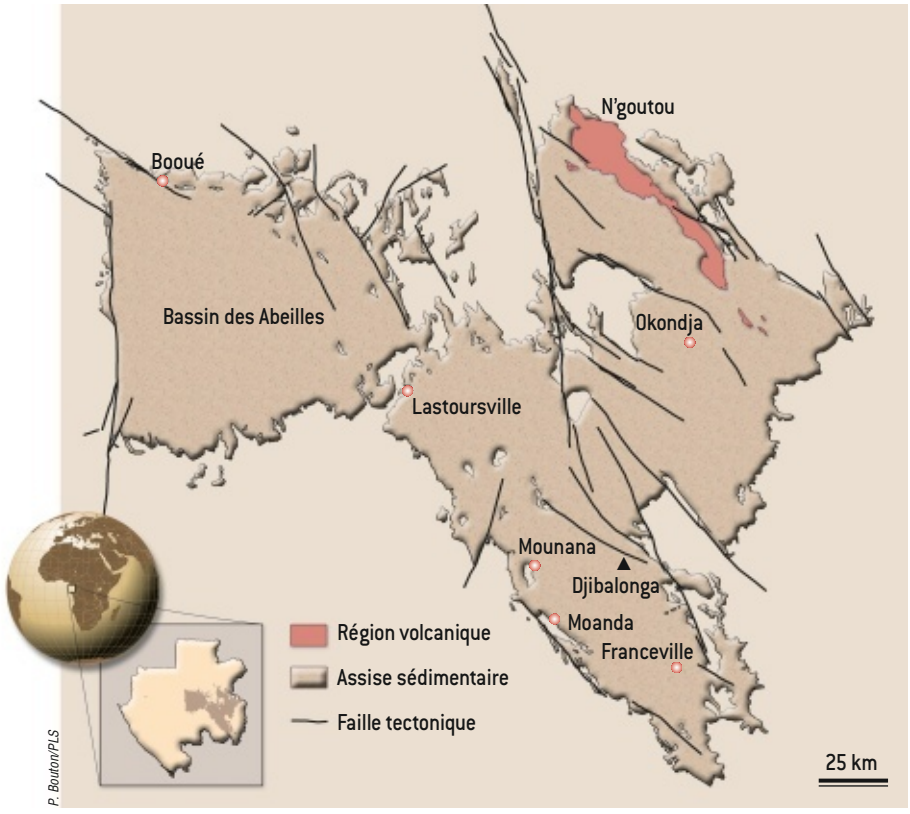
La signification biologique de ces nouveaux fossiles reste à trancher par les paléontologues. Mais il revient aux géologues de décrire les milieux où ces organismes se seraient développés. C'est le travail auquel nous nous sommes attelés à l'occasion de la nouvelle cartographie géologique du pays, conduite de 2005 à 2010 par le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières, en France) pour l'État gabonais. Nous avons redécouvert les sous-sols de cette région équatoriale proche de la ville de Franceville, explorés depuis les années 1930 pour leurs nombreuses ressources minières.

Les sédiments déposés au Paléoprotérozoïque, période du Précambrien comprise entre 1,6 et 2,5 milliards d'années, sont exceptionnellement bien préservés en raison de la faible activité tectonique qu'a connue la région depuis lors. C'est ce qui permet de reconstituer son aspect à cette époque. Nous y avons trouvé, sur une assez faible étendue (moins de 30 000 kilomètres carrés, l'équivalent d'environ quatre départements français), les traces d'un environnement complexe et cohérent qui n'est pas sans évoquer des paysages actuels : des volcans jouxtaient des lagunes et des mers peu profondes,

L'ESSENTIEL

- ✔ **Grâce au très bon état de préservation des couches sédimentaires du bassin de Franceville, au Sud-Est du Gabon, les géologues ont reconstitué le paysage tel qu'il était il y a deux milliards d'années.**
- ✔ **Différents types de milieux coexistaient : des platiers, des lagunes salées, des mers intérieures bordées de volcans en activité…**
- ✔ **Une biodiversité importante s'y développait, avec des formes de vie intrigantes qui remettent en cause les hypothèses sur l'apparition des premiers organismes complexes.**

1. IL Y A DEUX MILLIARDS D'ANNÉES, la région de Franceville, au Gabon, regorgeait de lagunes et de mers peu profondes, sous un climat vraisemblablement chaud et aride. On y trouvait des hauts-fonds recouverts de stromatolithes *(à droite)*, structures minérales édifiées par des colonies de cyanobactéries. En 2008 ont été découverts des fossiles étonnants mesurant quelques centimètres. Ils correspondraient à des organismes marins pluricellulaires *(à gauche et au centre)* évoluant à plus grande profondeur que celle des platiers à stromatolithes. Ces métazoaires seraient antérieurs de plus d'un milliard d'années aux formes de vie complexe connues jusqu'à présent…



2. LA FORMATION DU FRANCEVILLIEN, AU GABON. Elle occupe trois bassins sédimentaires datant du Paléoprotérozoïque (entre 1,6 et 2,5 milliards d'années) : le bassin des Abeilles, celui de Franceville et celui d'Okondja, bordé par l'important édifice volcanique de N'goutou.

lesquelles hébergeaient de nombreuses formes de vie, telles des colonies de bactéries et des algues unicellulaires. Mais avant de décrire ces milieux et leurs liens avec la vie ancienne, nous allons d'abord présenter le contexte dans lequel cette partie du Gabon a été étudiée, puis expliquer ses caractéristiques géologiques.

La région *(voir la figure 2)* a été décrite pour la première fois par l'explorateur français d'origine italienne Pierre Savorgnan de Brazza, fondateur de la future Brazzaville (actuelle capitale de la République du Congo), qui a ouvert la voie à la colonisation de l'Afrique centrale. Il reconnut les lieux entre 1876 et 1880, lors de sa remontée du fleuve Ogooué, à la recherche de la source du Congo. En 1881, il fonda un poste près du village de Masuku, qu'il renomma Franceville.

La connaissance géologique de la région s'est affinée au cours de prospections minières menées à partir des années 1930. Le nom de Francevillien a été donné en 1954 à ces terrains sédimentaires, dont la description se précisa grâce aux explorations menées par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) entre 1955 et 1966. Le sous-sol de la région de Franceville s'est révélé très riche en manganèse et uranium. Il connut une grande notoriété scientifique lorsque l'on découvrit (en 1972) que sa richesse en uranium était telle qu'elle avait déclenché une réaction nucléaire spontanée il y a deux milliards d'années (le réacteur nucléaire naturel d'Oklo).

Un bassin géologique très bien conservé

En dépit de leur excellente préservation, ces couches *(voir la figure 3)* n'ont pas suscité l'intérêt paléontologique porté à d'autres terrains datant de la même période, tels que la formation de Duck Creek, dans l'Ouest de l'Australie, vieille de 1,8 milliard d'années, ou celle de Gunflint (1,9 milliard d'années) qui affleure sur la côte Nord-Ouest du lac Supérieur, en Amérique du Nord. Dans cette dernière formation, plus facile d'accès, des microfossiles ont été décrits dès 1953, puis présentés en 1965 à la communauté scientifique. On y a décelé en particulier des micro-organismes sphériques, interprétés comme des eucaryotes unicellulaires.

Ce n'est que récemment qu'une analyse plus fine des roches a révélé, dans les couches géologiques du Francevillien, la trace de nombreuses formes de vie différenciées *(voir l'encadré page 57)*. Notamment, nous avons mis au jour plus d'une centaine de gisements à stromatolithes (littéralement « tapis de pierre »), des constructions d'origine biologique. Ces structures en couches sont édifiées par des filaments enchevêtrés de cyanobactéries photosynthétiques à partir de fines particules minérales accumulées par piégeage ; ces formes de vie primitive sont probablement apparues il y a 3,5 milliards d'années (ce sont les plus anciennes formes de vie connues). On trouve également en abondance des microsphères, de tailles comprises entre 30 et 40 micromètres, possibles traces fossilisées d'algues unicellulaires à chlorophylle, dont les plus anciens spécimens connus datent de 3,3 milliards d'années.

Plus largement, les sédiments se caractérisent par leur teneur élevée en carbone organique, qui peut atteindre 20 pour cent dans certaines couches (une roche contenant plus de deux pour cent de matière organique peut être considérée comme riche) : c'est un autre témoignage de la prolifération de la vie en ces lieux il y a deux milliards d'années.

Notre campagne cartographique a dépassé les seuls environs de Franceville, où se sont concentrées la plupart des études antérieures. Nous avons été confrontés aux difficiles conditions de l'exploration géologique en forêt équatoriale. Si les moyens de localisation se sont aujourd'hui améliorés – le GPS a remplacé la navigation à la boussole –, les accès par pistes ou rivières navigables restent peu abondants.

Le couvert forestier très dense ne permet pas de repérer les affleurements rocheux à distance, ni depuis le sol ni par vue aérienne ou satellitaire. La recherche des roches nécessite de longues marches en forêt, souvent les pieds dans l'eau. Les roches étant altérées sur plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, leur observation et leur échantillonnage s'effectuent le long des ruisseaux et marécages. Dans les régions peu accidentées, il faut parfois plusieurs jours de marche pour collecter quelques blocs rocheux dignes d'intérêt.

Examinons plus en détail la géologie de la formation du Francevillien. Ce terme regroupe des couches sédimentaires et volcaniques qui datent du Paléoprotérozoïque. La formation occupe trois bassins

© Pour la Science - n° 413 - Mars 2012

sédimentaires localisés dans les parties centrale et orientale du Gabon : les bassins des Abeilles, de Franceville et d'Okondja *(voir la figure 2)*. Elle repose sur un socle granitique plus ancien, qui date de 2,7 à 3,1 milliards d'années (Archéen).

La plupart des terrains francevilliens sont horizontaux : les couches sédimentaires, préservées des grands phénomènes tectoniques depuis leur dépôt, sont peu déformées. Après son dépôt, un sédiment est transformé en roches sous l'effet de la température et de la pression (compaction). Dans le cas du Francevillien, ces modifications ont été faibles, si bien que l'état de conservation est exceptionnel pour des roches si anciennes. Cela explique qu'elles aient pu préserver les fossiles découverts par l'équipe de A. El Albani, ainsi que de nombreuses autres formes de vie primitive.

Des fossés qui se sont comblés de sédiments

Le Francevillien se présente comme la superposition de trois grandes entités géologiques, déposées successivement *(voir la figure 4)*, probablement entre 2,1 et 2,0 milliards d'années. L'unité la plus ancienne, nommée Francevillien A, est composée de sables et graviers de quartz (transformés en grès), provenant de l'érosion du socle archéen sur lequel elle repose. Ces dépôts ont été charriés par de puissants cours d'eau. On observe à leur sommet une influence marine de plus en plus nette avec une alternance de sables fins et d'argiles, dépôt caractéristique du flux et reflux de la marée.

Après le dépôt de cette première unité, un événement tectonique majeur s'est produit. L'extension de la croûte continentale a provoqué, par endroits, l'effondrement du terrain, ce qui a créé des fossés étroits d'une cinquantaine de kilomètres, encadrés par des domaines plus stables. Dans le même temps, une quantité importante de sédiments s'est déposée dans ces fossés d'effondrement : des sables et des argiles noires riches en matière organique qui définissent le Francevillien B. Ces dernières ont été transformées par enfouissement en schistes noirs, les ampélites. Ce sont ces ampélites, dont l'épaisseur atteint par endroits 2 500 mètres, qui ont livré les formes fossiles décrites par l'équipe d'A. El Albani. La sédimentation a également été alimentée par des débris produits par les volcans voisins du complexe de N'goutou, situé au Nord d'Okondja. Le poids croissant de ces sédiments a contribué à l'affaissement des fossés. Ce lent enfoncement, la « subsidence », est à l'origine des deux principaux fossés d'effondrement que sont les bassins de Franceville et d'Okondja. Ces fossés tectoniques (ou grabens) avaient l'aspect du fossé rhénan ou des fossés de Limagne, en Auvergne.

Durant cette période, en dehors des bassins d'effondrement de Franceville et d'Okondja, dans les domaines stables tel le bassin des Abeilles, la sédimentation a été beaucoup moins importante : elle se limite à une couche d'épaisseur comprise entre 50 à 100 mètres, constituée d'ampélites, de jaspes noirs (roches à grain fin constituées essentiellement de silice) et parfois de dolomies (roches carbonatées riches en magnésium). Ces dépôts se sont généralisés à l'ensemble de la région lorsque la subsidence à l'origine des fossés de Franceville et d'Okondja s'est affaiblie. Dans ces bassins, le Francevillien B est alors couronné d'un niveau sédimentaire composé de dolomies et de jaspes, nommé Francevillien C. L'ensemble du Francevillien B et du Francevillien C constitue la deuxième grande entité géologique du Francevillien.

Au-dessus de cette assise, on retrouve des dépôts constitués principalement de grès et de pélites (roches finement détritiques et argileuses), qui forment le Francevillien D, puis le Francevillien E. La datation isotopique des premières couches

LES AUTEURS

Pascal BOUTON, géologue et créateur de l'entreprise *Oolite*, est spécialisé en cartographie géologique et en sédimentologie.

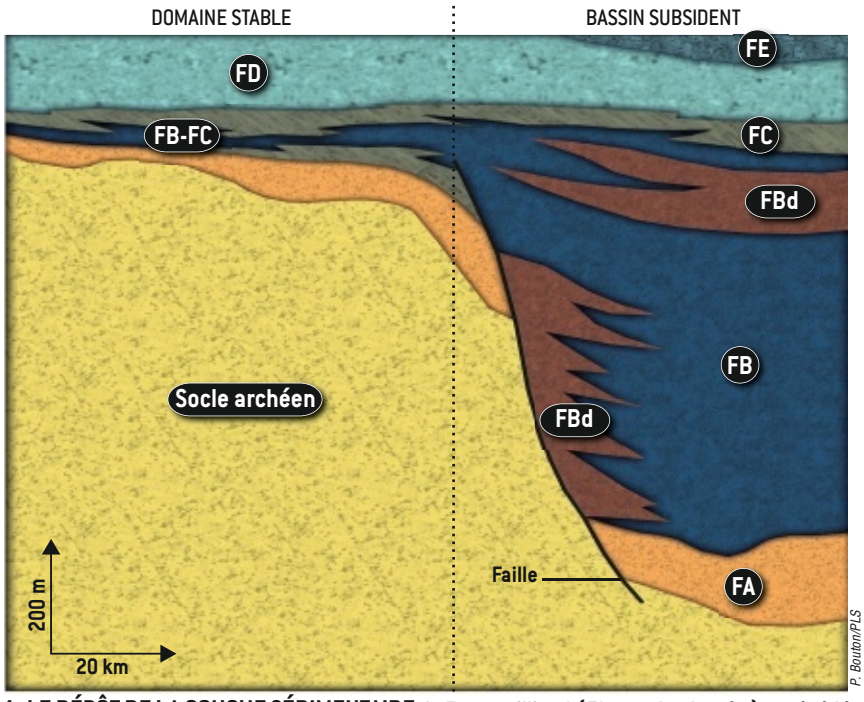
Alain PRÉAT est professeur à l'Université libre de Bruxelles où il dirige l'Unité de Sédimentologie et géodynamique des bassins.

Denis THIÉBLEMONT, géologue et géochimiste au BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) à Orléans, a dirigé le projet de cartographie géologique du BRGM au Gabon.

Michel EBANG OBIANG est ingénieur géologue à la Direction des mines et de la géologie du ministère des Mines du Gabon, à Libreville.

P. Bouton

3. UNE FALAISE DE GRÈS FLUVIATILES, près de Moanda. Ces roches appartiennent au Francevillien A, la couche de sédiments la plus ancienne de la région. Des affleurements naturels de cette qualité, non masqués par la végétation, sont exceptionnels en milieu équatorial.



4. LE DÉPÔT DE LA COUCHE SÉDIMENTAIRE du Francevillien A (FA, couche de grès) a précédé un phénomène tectonique qui a formé des fossés d'effondrement (ou de subsidence). L'accumulation de sédiments (FB : argilites riches en matière organique ; FBd : produits détritiques issus de l'érosion des marges des bassins et du volcanisme) a été plus abondante dans ces bassins, jusqu'à ce que la subsidence cesse. Ensuite, les dépôts se sont uniformisés (couches supérieures ; FC : dolomies et jaspes ; FD : grès et pélites ; FE : grès).

du Francevillien D leur donne une ancienneté de 2,08 milliards d'années. Il s'ensuit que les niveaux fossilifères du Francevillien B et du Francevillien C, plus profonds, sont à peu près de cet âge, ou un peu plus anciens.

Des environnements diversifiés contrôlés par la tectonique

Ce sont ces couches du Francevillien B et C qui contiennent des traces de formes de vie organisées, des stromatolithes, des microsphères, ainsi que les fossiles découverts par l'équipe d'A. El Albani. Dans quels environnements se sont développés ces organismes primitifs ? Nous avons pu reconstituer le puzzle en analysant les roches sédimentaires, leur localisation, leur contenu isotopique et en étudiant les bioconstructions qui y sont conservées. Il en ressort que ces milieux se répartissent en fonction du contexte tectonique de l'époque.

Les domaines stables, c'est-à-dire non touchés par la tectonique, comme le bassin des Abeilles, comportaient des dépressions peu profondes qui accueillaient des mers intérieures ou des lagunes riches en matière organique. Leurs rivages étaient constitués d'étendues très peu profondes, où proliféraient les stromatolithes, et de plaines côtières sursalées. Ces mêmes environnements se retrouvaient sur les hauts-fonds séparant les fossés subsidents de Franceville et d'Okondja. Ces derniers étaient occupés par des mers étroites, sans doute plus profondes, bordées de reliefs montagneux et parfois de volcans en activité (un peu à l'image du graben rhénan à l'époque tertiaire).

Les domaines stables et les hauts-fonds couvraient de grandes superficies, du bassin des Abeilles à la région de Lastoursville, et s'étendaient également entre les bassins d'effondrement. L'analyse sédimentologique distingue plusieurs types de milieux au sein de ces zones *(voir la figure 5)*. L'abondance des stromatolithes indique la présence d'étendues planes, où l'eau était très peu profonde : ces environnements marins, nommés platiers, sont particulièrement favorables à l'apparition de ces constructions biologiques (comme on peut en trouver aujourd'hui dans les eaux peu profondes du littoral Ouest de l'Australie, dans la baie des Requins). Les stromatolithes francevilliens rassemblent une grande diversité morphologique, qui indique la coexistence dans ces platiers de conditions écologiques (agitation de l'eau, profondeur, etc.) variées *(voir la figure 6)*.

Les récifs constitués de stromatolithes ramifiés correspondraient plutôt à des eaux peu profondes et agitées : leurs branches piègent les débris d'autres stromatolithes brisés par la houle ou les courants. Certains de ces récifs ont plus d'une centaine de mètres d'extension horizontale. D'autres édifices isolés forment des colonnes atteignant plusieurs mètres de hauteur ; ils révèlent des milieux toujours fortement agités, mais probablement situés sous la zone de balancement des marées. Il pourrait s'agir de chenaux de marée ou de passes séparant des lagunes. On rencontre dans ces environnements des oncoïdes, granules concentriques ovoïdes de quelques millimètres à quelques centimètres de diamètre résultant de l'activité de cyanobactéries. Aujourd'hui, on en trouve dans les eaux agitées de la zone de balancement des marées des Bahamas ou du golfe Persique.

Plus au large, les dépressions marines étaient le siège d'une sédimentation de vases noires, riches en matière organique. Cette matière organique proviendrait de la dégradation continue des édifices micro-

© Pour la Science - n° 413 - Mars 2012

biens colonisant les platiers situés à leur périphérie. Sa préservation indique que le fond de ces bassins était dépourvu d'oxygène libre, qui l'aurait dégradée. Ces conditions anaérobies devaient probablement être atteintes à relativement faible profondeur, comme l'indique la présence de couches sédimentaires intertidales, subissant l'alternance des marées, donc proches de la surface. Nous imaginons ces milieux de dépôt comme des mers peu profondes ou des lagunes interconnectées.

Des lagunes salées sous un climat chaud

Certaines de ces lagunes, isolées du milieu marin, ont vu leurs caractéristiques chimiques se modifier sous l'effet d'une forte évaporation. Les ions en solution se sont alors concentrés, jusqu'à ce qu'ils précipitent sous la forme de boues carbonatées riches en magnésium (la dolomie) et de sels (dépôts évaporitiques). On les retrouve dans les régions de Lastoursville et Franceville (dans le site de Djibalonga), où les dolomies contiennent des minéraux évaporitiques typiques de milieux sursaturés en sels (cristaux de sulfate de sodium). Ces sédiments suggèrent un environnement de lagunes confinées, calmes et peu profondes, dans un climat chaud, aride à semi-aride. Un exemple actuel peut être fourni par les sebkhas littorales du golfe Persique, également colonisées par des stromatolithes. Cette interprétation est confirmée par l'analyse des isotopes de l'oxygène dans les dolomies (une forte évaporation favorise l'appauvrissement des dolomies en oxygène 16, l'isotope léger de l'oxygène).

Quant aux fossés d'effondrement de Franceville et d'Okondja, formés par subsidence, ils étaient occupés par des mers plus profondes, sièges d'une sédimentation argileuse épaisse, riche en matière organique (roches ampélitiques). Cette matière organique provient ici aussi, sans doute en grande partie, des stromatolithes présents sur les platiers à la périphérie des bassins. On peut aussi envisager une participation du phytoplancton, dont témoignerait la présence d'acritarches (terme dérivé du grec *akritos*, signifiant incertain ou confus, et de *arche*, signifiant origine), microfossiles dont on ignore la nature précise *(voir l'encadré page 57)* : algue, spore, champignon ? Enfin, cette matière organique pourrait avoir une origine locale, résultat de la colonisation du fond marin par des organismes similaires à ceux découverts par l'équipe de A. El Albani.

Comment expliquer qu'une telle quantité de matière organique ait été conservée ?

✔ BIBLIOGRAPHIE

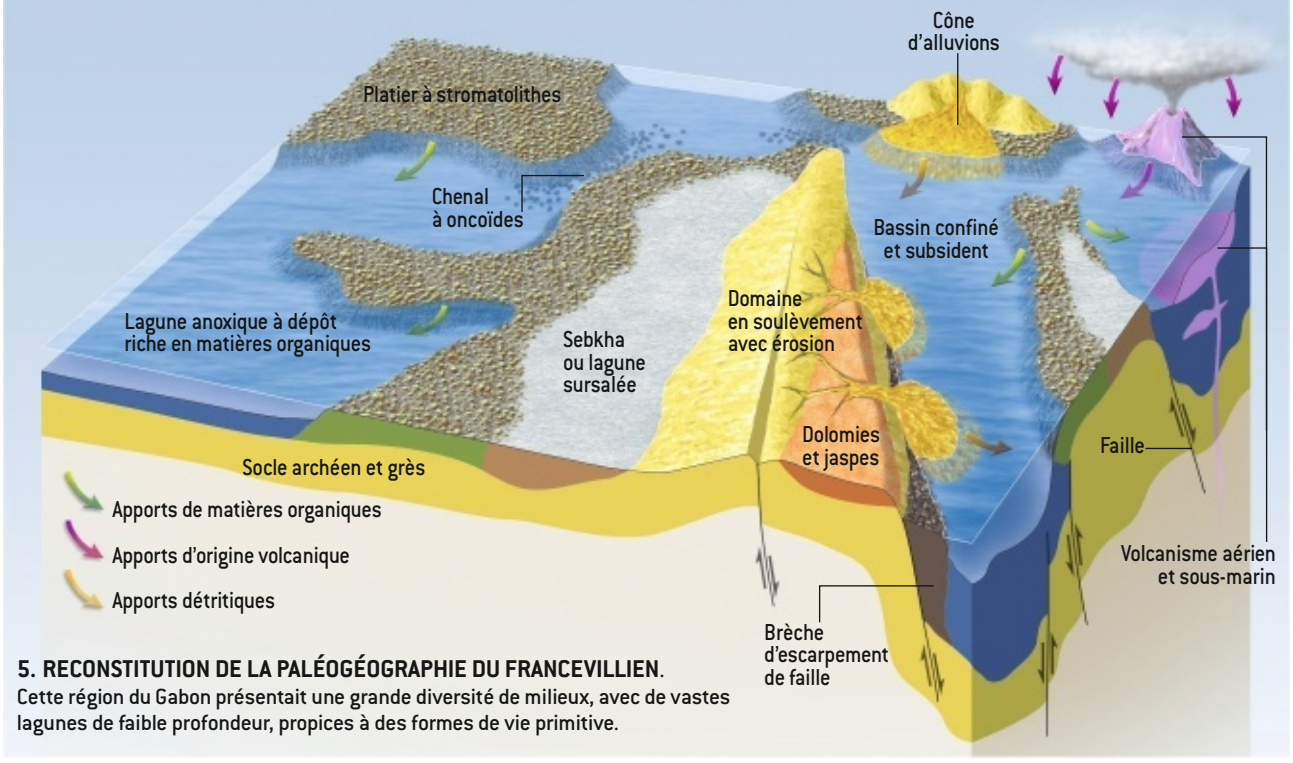
A. Préat *et al.*, **Paleoproterozoic high $\delta^{13}C$ dolomites from the Lastoursville and Franceville basins (SE Gabon) : stratigraphic and synsedimentary subsidence implications**, *Precambrian Research*, vol. 189, pp. 212-228, 2011.

A. Meinesz, **Comment la vie a commencé**, Belin, 2e édition, 2011.

A. El Albani *et al.*, **Large colonial organisms with coordinated growth in oxygenated environments 2.1 Gyr ago**, *Nature*, vol. 466, pp. 100-104, 2010.

S. Simpson, **Premières traces de vie**, *Pour la Science*, n° 308, juin 2003.

R. Feys *et al.*, **À propos de l'ancienneté de la flore continentale : découverte de « charbons » et de « Phytomorphes » dans le Francevillien (Précambrien du Gabon)**, *Bulletin de la Société Géologique de France*, vol. 7, pp. 638-641, 1966.



5. RECONSTITUTION DE LA PALÉOGÉOGRAPHIE DU FRANCEVILLIEN. Cette région du Gabon présentait une grande diversité de milieux, avec de vastes lagunes de faible profondeur, propices à des formes de vie primitive.

FORMES ÉNIGMATIQUES ET FOSSILES AVÉRÉS

En 1966, Robert Feys, Charles Greber et Michel Pascal, trois géologues français du BRGM, ont présenté des charbons collectés lors de reconnaissances géologiques dans le Francevillien. Ces trouvailles auraient dû intriguer la communauté scientifique. L'examen au microscope montrait des restes organisés qui, selon les découvreurs, se rapprochent des Botryococcacées (*Botryococcus* est une algue verte d'eau douce). Ces charbons se seraient donc formés par l'accumulation d'algues *(a)*.

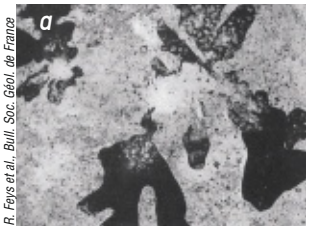
L'article relatant la découverte dans le bulletin de la Société géologique de France n'eut guère de retentissement, sans doute en raison de sa conclusion spectaculaire, selon laquelle ces charbons témoigneraient de l'extrême ancienneté de la colonisation des continents par les végétaux, alors que les premières plantes terrestres connues datent d'environ 400 millions d'années.

Deux ans plus tard, Francis Weber, de l'Université de Strasbourg, mentionne des formes sphériques qu'il qualifie prudemment d'organismes « possibles » *(b)*. Mesurant 30 à 40 micromètres, elles proviennent de jaspes du Francevillien C, roches silicifiées riches en matière organique. Contrairement aux microfossiles de la formation de Gunflint, en Amérique du Nord, ces sphérules ne feront l'objet d'aucune étude spécifique et tomberont dans l'oubli durant une trentaine d'années.

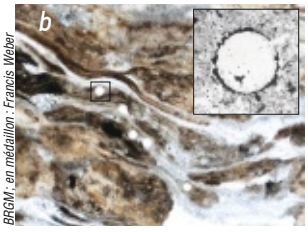
Les auteurs de cet article les ont retrouvées lors de nouveaux prélèvements observés en lames minces *(b)*. Elles peuvent être qualifiées d'acritarches, terme générique décrivant des systèmes organiques, en forme de spores, dont la nature biologique n'est pas connue. Certaines pourraient être des algues vertes unicellulaires.

Les formes de vie les plus évidentes et les plus communes n'ont été décrites qu'en 1992 et 1997 par Janine Bertrand-Sarfati, Benoît Potin et Bertrand Amard, de l'Université de Montpellier. Il s'agit de constructions stromatolithiques découvertes à proximité de Franceville. Elles forment une association de microfossiles équivalente à celle retrouvée dans la formation de Gunflint, qui lui est presque contemporaine. Parmi les 13 taxons identifiés figurent deux microbiotes communs de Gunflint : *Gunflintia*, un filament bactérien *(c)*, et *Huroniospora*, une microsphère de six à huit micromètres de diamètre.

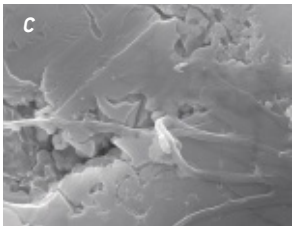
Enfin, l'équipe internationale coordonnée par Abderrazak El Albani, de l'Université de Poitiers, a récemment mis au jour quelque 250 supposés fossiles mesurant entre 10 et 120 millimètres *(d)*. La microtomographie à haute définition (par rayons X) met en évidence une organisation interne élaborée : des lamelles qui semblent assez flexibles entourent un centre plus dense, structure qui diffère de celles des concrétions minérales, d'ordinaire assez régulières. De plus, l'analyse des isotopes du carbone et du soufre indique qu'elles ont une origine organique. Ces chercheurs y voient les traces de possibles colonies bactériennes, ou plutôt d'organismes pluricellulaires eucaryotes (c'est-à-dire dont les cellules sont pourvues d'un noyau).



R. Feys et al., Bull. Soc. Géol. de France



BRGM ; en médaillon : Francis Weber



Alain Préat et Kamal Kolo

A. El Albani/A. Mazurier

Une stratification des eaux identique à celle décrite précédemment pour les domaines de plates-formes a permis à la matière organique, produite dans la tranche superficielle oxygénée des plans d'eau, d'atteindre les parties plus profondes où l'absence d'oxygène l'a protégée de la dégradation. La forte subsidence des bassins a enfin assuré un enfouissement rapide, favorisant sa préservation dans les sédiments. Ces conditions anaérobies ont pu se développer en raison de l'exiguïté des bassins, qui empêchait une bonne circulation des masses d'eau et favorisait donc leur stratification.

Au sein de l'accumulation sédimentaire argileuse des fossés d'effondrement, on trouve des corps détritiques grossiers, qui constituent la principale spécificité de ces bassins par rapport aux domaines stables. Ces conglomérats contiennent des blocs de roches archéennes (granites et gneiss) et francevilliennes (grès, dolomies et jaspes à stromatolithes). Ils indiquent une forte érosion des bordures émergées du bassin, périodiquement rehaussées par l'activité tectonique. Ce phénomène a alimenté la sédimentation sous-marine en coulées de débris et de sables grossiers, que l'on retrouve dans les dépôts du Francevillien B.

Cette couche géologique contient également des roches volcaniques qui contribuent elles aussi au remplissage des fossés. L'activité volcanique se situe principalement dans la région d'Okondja, où le puissant complexe volcanique de N'goutou est à l'origine de coulées sous-marines qui s'intercalent dans les dépôts sédimentaires. Les matériaux magmatiques qui en sont issus pourraient être la source du fer et surtout du manganèse, que l'on trouve en abondance dans le Francevillien (la mine de Moanda, près de Franceville, est l'un des plus riches gisements de manganèse au monde).

Ces bassins francevilliens, où des formes primitives de vie se sont développées, constituent un objet d'étude de choix. La conjonction entre une forte subsidence, qui a conduit à un enfouissement rapide des sédiments, et une anoxie généralisée, laquelle a préservé la matière organique de la dégradation par l'oxygène, est à l'origine de la très bonne préservation des fossiles d'organismes qui colonisaient la région il y a deux milliards d'années.

Des milieux stérilisés par le volcanisme ?

Mais ces milieux favorables à la vie et ces conditions de préservation idéales semblent avoir disparu à la fin du Francevillien C. Cette couche géologique est systématiquement couronnée par une à plusieurs dizaines de mètres de roches silicifiées : les jaspes. La silice imprègne alors les roches sédimentaires, mais aussi les roches d'origine volcanique.

Il est possible qu'une intensification de l'activité volcanique ait produit suffisamment de cendres pour stériliser les écosystèmes et apporter la silice nécessaire à la formation des jaspes. Cependant, cette hypothèse de la « chape de cendres »

© Pour la Science - n° 413 - Mars 2012

reste à démontrer. L'apport de silice n'est pas systématiquement associé à des débris de roches volcaniques ; de plus, aucun indice géochimique d'un accroissement du volcanisme explosif n'a encore été décelé dans ces roches.

Une autre hypothèse pourrait expliquer la silicification des sédiments. Le Francevillien C correspond en effet à un arrêt de la subsidence des bassins d'effondrement de Franceville et d'Okondja. Par la suite, des milieux très peu profonds, hébergeant les stromatolithes, et des environnements sursalés, similaires aux sebkhas du golfe Persique, se sont généralisés. Dans ces environnements, la forte alcalinité de l'eau (*p*H supérieur à 9) rend possible la dissolution de la silice ; cette dernière est alors susceptible de précipiter lors d'arrivées d'eaux douces dans le milieu, qui font baisser le *p*H.

Un tel mécanisme aboutit aux accumulations siliceuses, tel le silex, dans les dépôts lacustres des zones intertropicales soumises à une forte évaporation. Reste à connaître l'origine des apports de silice, dissoute ou sous forme de débris, nécessaire à la formation des jaspes francevilliens : elle a peut-être été introduite dans le milieu lors des inondations temporaires, voire saisonnières, d'eau douce.

Enfin, à y regarder de plus près, l'horizon de jaspes ne signe pas véritablement la fin de l'histoire biologique de cette région du Gabon. La matière organique reste en effet abondante dans les sédiments plus récents, même si sa production ne semble plus assurée par les milieux à stromatolithes dont on ne trouve pas la trace.

La grande diversité des formes de vie hébergées par les différents environnements marins de la région de Franceville semble s'étioler à la fin du Francevillien. Il est cependant possible que les biotopes décrits se soient développés de nouveau ailleurs. On peut ainsi penser que les possibles organismes pluricellulaires découverts par l'équipe de A. El Albani aient eu une descendance qui a colonisé d'autres régions présentant les mêmes conditions favorables à la vie, mais peut-être pas les conditions de conservation qui nous auraient permis d'en retrouver la trace dans les sédiments, plus de deux milliards d'années plus tard. ■

P. Bouton

P. Bouton

6. CONSTRUCTIONS STROMATOLITHIQUES trouvées au Gabon. Leur grande variété morphologique reflète la diversité des milieux où elles se sont formées.