

De la vie, il y a 2,1 milliards d'années

Des formes de vie complexe datant de 2,1 milliards d'années : une découverte extraordinaire de chercheurs de l'Université de Poitiers dans le bassin de Franceville au Gabon. Entretien avec Abderrazak El Albani.

Entretien Jean-Luc Terradillos

« **P**our aller à Franceville, vous avez le choix entre deux compagnies d'aviation, toutes deux sur liste noire, prévient Abderrazak El Albani. Il n'y a pas de route, ou alors il faut passer par la forêt ; comptez trois ou quatre jours. » Franceville, chef-lieu de la province sud-est du Gabon, est située à plus de 500 km de Libreville, la capitale. Les géologues de l'Université de Poitiers préfèrent le ciel à la forêt, même dans un avion «blacklisté». C'est dans ce bassin, connu et exploité depuis longtemps pour ses ressources minières d'uranium et de manganèse, qu'ils ont découvert, en janvier 2008, des formes de vie complexe et pluricellulaire datant de plus de 2,1 milliards d'années. Découverte incroyable puisque jusqu'alors il était établi que la première trace d'organismes complexes datait de 600 millions d'années, soit au moment de l'explosion de la diversité biologique du Cambrien. « Cette découverte a déplacé le curseur de 1,5 milliard d'années », affirme Abderrazak El Albani, maître de conférences au laboratoire Hydrasa de l'Université de Poitiers et du CNRS (Hydrologie, argiles, sols et altérations), qui coordonne une équipe internationale et pluridisciplinaire d'une vingtaine de chercheurs appartenant à seize institutions. C'est *Nature*, la revue de référence en ce domaine, qui a publié la découverte, dans son édition du 1^{er} juillet 2010, lui offrant même la couverture !



Sebastien Laval

Dans l'édition estivale consacrée à la mer (n° 89, juillet 2010), *L'Actualité* a consacré une page à la découverte des fossiles de ces organismes pluricellulaires, dont la taille peu atteindre 12 cm, au corps mou, sans coquille, qui vivaient dans des eaux marines peu profondes. Nous revenons sur les circonstances et la portée de cette découverte majeure dans un entretien avec Abderrazak El Albani.

L'Actualité. – Pourquoi alliez-vous faire des recherches au Gabon ?

Abderrazak El Albani. – Tout a commencé dans le cadre de la thèse de mon étudiant Frantz Ossa Ossa qu'il soutiendra en décembre 2010. Avec mon équipe on est allé faire un travail de terrain dans le bassin de Franceville : cartographier, décrire, échantillonner des coupes géologiques dans une carrière de 25 mètres

de profondeur, avec des roches dures à la base et des grès, les argilites noires (ou black shales) riches en matière organiques. Ces roches sont en excellent état de conservation – ce qui est rare –, c'est donc le lieu idéal pour étudier l'histoire géologique et environnementale de la planète à peu près à la moitié de son parcours, à 2,1 milliards d'années.

Ce bassin est bien connu pour ses gisements d'uranium. Il y a là des réacteurs nucléaires naturels qui ont attiré les géologues français depuis une cinquantaine d'années. Le milieu est riche aussi de substances utiles comme le manganèse. Donc, si nous allons dans le bassin de Franceville au Gabon c'est pour conduire un travail de recherche fondamentale dans un site géologique exceptionnel mais en aucun cas pour y chercher la vie. Cela ne nous a pas traversé l'esprit une seconde car ce n'était pas possible.

Qu'est-ce qu'un réacteur nucléaire naturel ?

Tout simplement, c'est de l'uranium qui a migré dans ce bassin il y a environ 2 milliards d'années et s'est concentré sous forme de «poche» ou d'amas. Quand le milieu s'appauvrit en oxygène parce que les argiles noires arrivent et coupent l'oxygène. Ainsi confiné, l'uranium précipite, minéralise et commence à dégager sa radioactivité.

Dans le bassin de Franceville, il y a seize réacteurs nucléaires naturels mais il n'en reste plus qu'un, tous les autres gisements d'uranium ont été exploités depuis le début des années 1960 par la Comuf (Compagnie des mines d'uranium de Franceville), ancêtre d'Areva.

Vous n'êtes donc pas les premiers à avoir étudié le site ?

Nous ne sommes pas les premiers, la carrière est exploitée depuis une trentaine d'années. Beaucoup de géologues et d'ingénieurs du BRGM, de la Comuf et d'autres sociétés sont donc passés là plusieurs fois. Certains ont vu des choses mais sans y accorder vraiment d'attention. Qu'on le veuille ou non, nous sommes formatés par le dogme. Alors pourquoi voudriez-vous trouver des formes de vie complexe dans ces roches si anciennes ?

Nous avons pris le risque ! Mon background de sédimentologue m'a aidé car je sais faire parler une roche

Fossile multicellulaire complexe et organisé trouvé au Gabon.

Reconstruction virtuelle, par microtomographie, de la morphologie externe (à gauche) et interne (à droite) d'un spécimen fossile du site gabonais.



J.-L. T.



CNRS / A. El Albani & A. Mazurier

sédimentaire. Quand j'ai vu ces restes fossiles, je me suis dit qu'il ne pouvait pas s'agir d'artefacts. En effet, un artefact présente une structure accidentelle que la nature a fabriquée bizarrement ; on en trouve un ou deux et c'est tout. Ici c'était différent car les formes semblaient très bien organisées, elles étaient nombreuses, avec une variabilité de formes et tailles, et présentes dans plusieurs niveaux géologiques.

De retour en France, j'ai montré des spécimens à un collègue qui m'a affirmé : 670 millions d'années ! 2,1 milliards d'années ? Impossible !

J'ai compris qu'il fallait repartir sur le terrain. Ce que nous avons fait deux mois après avec ma petite équipe. Nous avons ramené 200 kg d'échantillons et plus de 250 spécimens, collectés dans 18 niveaux, situés dans une couche de 5 m d'épaisseur. Dans chaque niveau, il y a plusieurs formes même si certaines dominent. Et les mêmes formes peuvent se retrouver dans plusieurs niveaux.

Le 21 octobre à 19h à l'Espace Mendès France, le lancement de la Fête de la science sera suivi de la présentation des travaux Abderrazak El Albani.

Aucun problème de datation ?

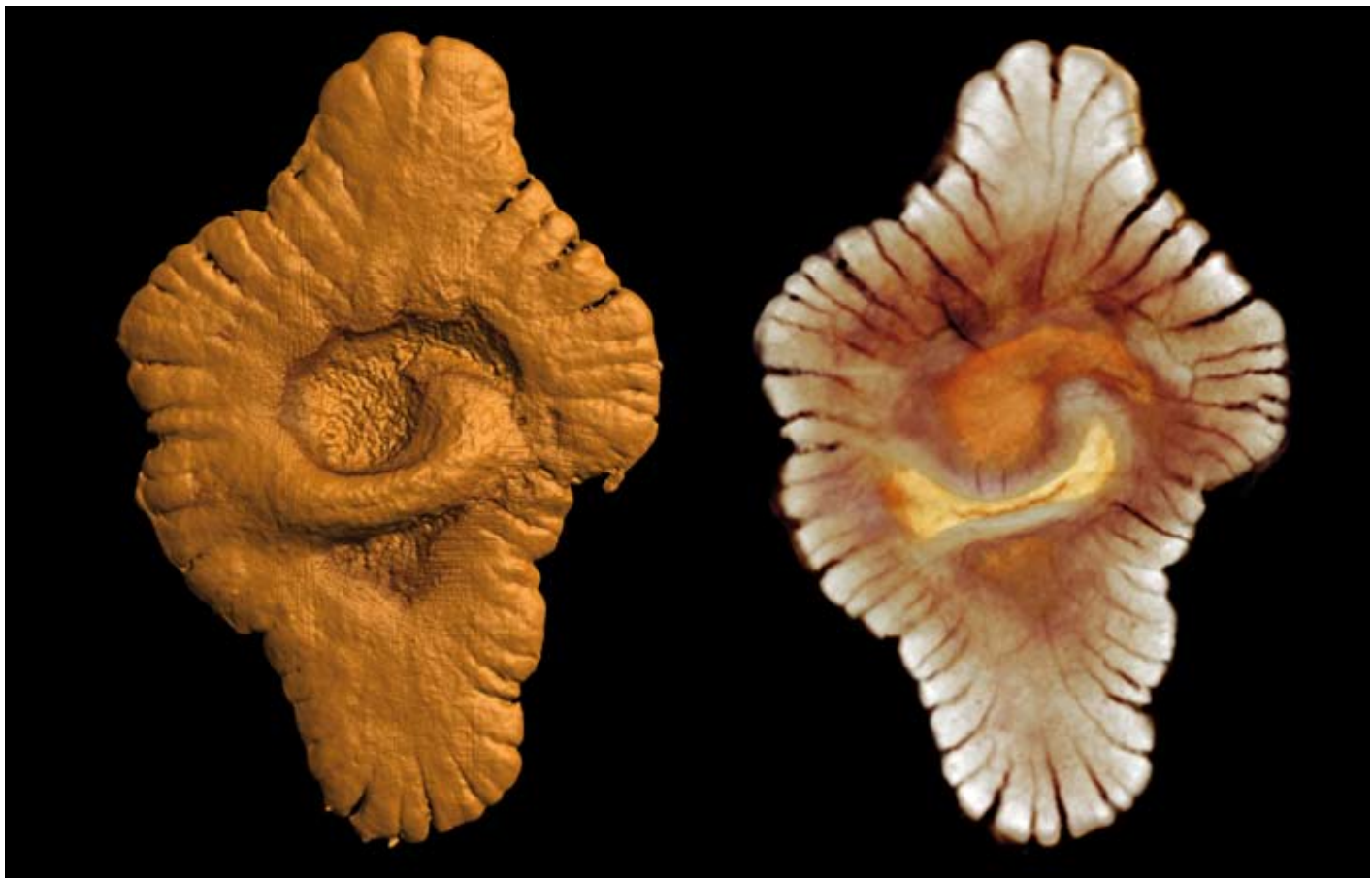
C'est le bassin le plus daté au monde. Nous remercions vivement nos collègues du laboratoire d'hydrologie et de géochimie de l'Université de Strasbourg car ils nous ont confié la carothèque du bassin de Franceville qu'ils ont constituée depuis de longues années. Francis Weber a travaillé cinquante ans dans cette région du Gabon, son collègue François Gauthier-Lafaye, ancien directeur du laboratoire, y travaille depuis une tren-

taine d'années. Ils ont fait toutes sortes de datations : uranium-plomb, potassium-argon, etc. Des chercheurs d'autres universités ont également fait des datations géochronologiques. Notons que nos collègues de Strasbourg avaient trouvé ces formes inconnues. Ils ont pensé qu'il pouvait s'agir de formes de vie mais personne ne les a crus. Alors ils ont continué à travailler sur leurs thèmes de recherche, notamment la géochimie des réacteurs nucléaires naturels.

Pourquoi y a-t-il de l'oxygène dans ces couches ?

Vers 2,4 milliards d'années, la concentration en oxygène dans l'atmosphère se met à augmenter pour atteindre un pic vers 2,1 milliards d'années. Ce taux de concentration est très inférieur à celui que nous connaissons

La couverture de *Nature* qui annonce la découverte dans son édition du 1^{er} juillet 2010. Reconstruction virtuelle, par microtomographie, de la morphologie externe (à gauche) et interne (à droite) d'un spécimen fossile du site gabonais.



aujourd'hui mais il est suffisant pour que l'oxygène se diffuse dans l'hydrosphère, jusqu'à 30 à 40 m de profondeur. Puis l'oxygène va brusquement chuter vers 1,9 milliard d'années, jusque vers environ 700 à 800 millions d'années. C'est une « période noire » en termes de registres fossiles pour les paléontologues. Viendra ensuite l'explosion des formes de vie au Cambrien.

Il est possible que vers 2,4 milliards d'années, la Terre ait connu une réduction du volcanisme et des émanations de gaz toxiques, permettant ainsi à l'oxygène de s'exprimer dans l'atmosphère et d'augmenter grâce à la photosynthèse. Ainsi, une vie primitive a pu s'organiser pendant 300 millions d'années, jusqu'à ce que la Terre entre dans une nouvelle phase de mouvements tectoniques et de volcanisme. C'est une hypothèse.

Comment mesurez-vous l'oxygène dans les roches ?

Le fer est un excellent marqueur car il est très sensible aux conditions d'oxydation. Des collègues danois ont étudié la spéciation du fer, technique qui permet de caractériser le fer. Quand il y a de l'oxygène dans le milieu, le fer est 3+, quand il n'y en a pas il est 2+. C'est pourquoi nous sommes sûrs qu'il y avait de l'oxygène dans l'environnement où vivaient ces fossiles.

Sur le site gabonais où les fossiles ont été découverts, de gauche à droite : Frantz Ossa Ossa, Abderrazak El Albani, Emma Hammarlund (doctorante danoise) et Alain Mazurier (ingénieur ERM).



FINANCER LES RECHERCHES

«Beaucoup de promesses, souligne Abderrazak El Albani, alors que nous avons besoin de moyens humains et financiers supplémentaires pour mener le programme de recherche. Pour avoir un financement de l'Agence nationale de la recherche, nous devons attendre fin 2011, c'est trop long. L'Université de Poitiers nous offre le maximum mais c'est pour l'instant notre seul soutien.»

Le chercheur note que le programme lié à cette découverte fournit une occasion à la recherche française de combler une partie de son retard en ce domaine vis-à-vis

de la recherche anglo-saxonne. Par ailleurs il n'oublie pas de remercier l'ambassade de France au Gabon qui a financé le travail de Frantz Ossa Ossa, et la présidence de la République du Gabon dont l'intervention a permis de protéger la carrière – et d'envisager la création d'un musée dans les dix années à venir. L'Unesco a sollicité le Gabon pour que le site soit proposé au classement de patrimoine mondial. Le 21 septembre 2010, Abderrazak El Albani a été invité par le président du Gabon à présenter ses travaux à l'ONU.

Avec quelles techniques peut-on prouver qu'il s'agit d'organismes vivants ?

Les fossiles sont composés de pyrite, minéral constitué de fer et de soufre qui peut se former soit par un processus purement naturel ou soit par un processus organique. Pour le savoir, il faut utiliser des outils géochimiques très puissants comme la sonde ionique qui permet de doser les isotopes de soufre. La signature du soufre permet de faire la distinction et de prouver que la pyrite est bien d'origine biogénique car elle a été formée par sulfato-réduction.

Ce processus est simple à comprendre : la matière organique est transformée en minéral. L'organisme meurt, il tombe sur le fond océanique, de l'argile se dépose sur le corps et le protège de l'oxygénation. Bientôt des bactéries arrivent, forment un voile et commencent à utiliser le carbone de l'organisme pour se nourrir ; le soufre qui reste prend la place du carbone et va se transformer en pyrite. Cela se passe en 80 jours.

En ce qui concerne la morphologie, nous avons pu reconstituer une centaine d'échantillons en trois dimensions grâce à la microtomographie à rayons X, d'abord à Poitiers qui a une résolution de 5 μ , puis au synchrotron suisse dont la résolution est de 0,5 μ .

Cette méthode non invasive nous a permis d'apprécier la morphostructure de ces organismes, sans en compromettre l'intégrité. Le degré d'organisation interne est assez complexe, ce n'est pas quelque chose d'homogène ni de simple, en tout cas trop complexe pour être des bactéries. De même que la taille est trop grande pour qu'il s'agisse de cellules procaryotes (privées de noyau) ou eucaryotes unicellulaires. En effet, la taille de ces organismes varie de 1 à 12 cm. Ce sont donc les eucaryotes pluricellulaires les plus anciens jamais décrits.

Que peut-on dire aujourd'hui de ces formes de vie complexe dans leur milieu ?

Ce sont des corps mous et gélatineux. Des organismes vivant dans un milieu marin peu profond, de 20 à 30 m, soumis à un régime de marées, type estuaire ou delta. Ils forment parfois comme des colonies puisqu'on a récolté à certains endroits plus de 40 spécimens sur 50 m². Vivent-ils sur le fond ou en flottant ? Pas de réponse pour l'instant. De même que nous ne savons pas encore à quoi servent ces fabriques radiales que l'on voit sur les bords de l'espèce décrite dans *Nature*. Nous l'avons observé sur d'autres spécimens. Je pense que cela a une fonctionnalité. L'étude est en cours. Nous sommes face à quelque chose d'inédit, qui ne ressemble à rien de connu. ■