

Il y a 2,1 milliards d'années
sous les mers

La vie foisonnait déjà!

Découverts par hasard dans une carrière gabonaise, des fossiles inconnus sont en train de bouleverser l'histoire du vivant : du haut de leurs 2,1 milliards d'années et de leur incroyable diversité, ils sont les témoins du premier écosystème ! Plongée dans un monde disparu insoupçonné...

Par **Emilie Rauscher**

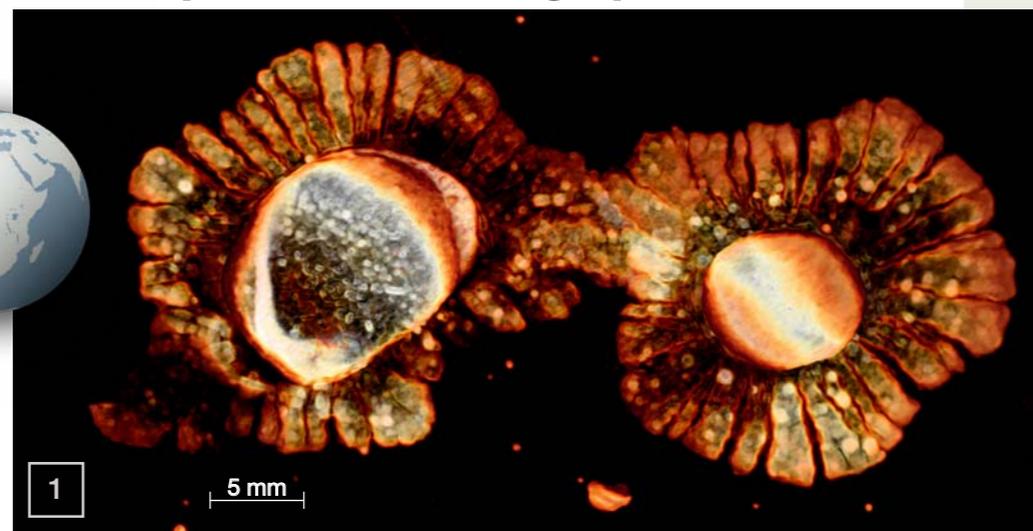
Contexte

En 2010, des fossiles d'organismes complexes de 2,1 milliards d'années étaient découverts, trop vieux de 1,5 milliard d'années dans la chronologie de la vie... Des spécimens récemment exhumés complètent ces résultats.

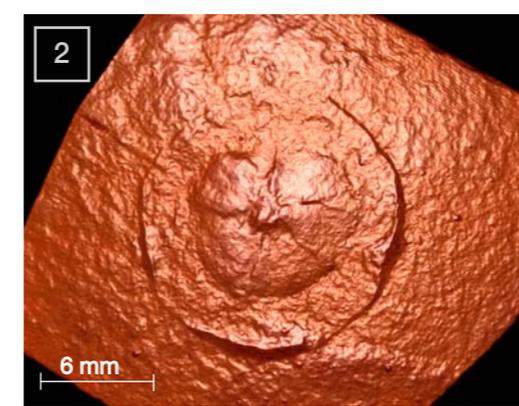




L'anatomie des fossiles Gabonionta révélée par la microtomographie



Les organismes emblématiques des Gabonionta, dévoilés dès 2010 : des spécimens arrondis, avec une large collerette périphérique striée et un "flotteur" central. Ils sont parmi les plus nombreux des spécimens gabonais (plus de 20 % des fossiles répertoriés aujourd'hui), et se retrouvent à tous les niveaux de fouille du site. Leur taille va de 2 à 6 cm.



Un disque surmonté d'un dôme central légèrement bombé, strié (vestiges d'une segmentation ?) et cerclé d'une bordure bien marquée : voilà les traits distinctifs de ce Gabonionta. Peu pyritisé, il atteint 4 cm de diamètre et peut se trouver à proximité d'autres formes, telles les "nids-d'abeilles".



ABDERRAZAK EL ALBANI
Sédimentologue et biogéochimiste à l'université de Poitiers

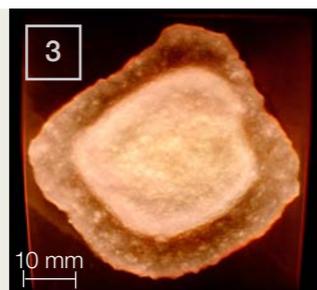
Pour la première fois, nous parlons de biodiversité : c'est tout un écosystème – unique – que l'on met en lumière !

C'est le plus vieux "bestiaire" connu, le plus ancien écosystème jamais découvert... et le plus étrange aussi. Avec ses improbables créatures médusoïdes de 2,1 milliards d'années peuplant des eaux à l'ambiance quasi tropicale, il ne devrait simplement pas exister si l'on se fie aux diverses chronologies des premiers pas de la vie établies il y a encore seulement quatre ans.

PLUS DE 500 SPÉCIMENS...

La vie, pensait-on, c'était alors de simples bactéries, à peine concurrencées par quelques cellules plus complexes – mais rien d'aussi grands, rien de pluricellulaires. Et pourtant... les créatures sont là, entre les mains d'Abderrazak El Albani, de l'université de Poitiers, qui n'en revient toujours pas entièrement. "Quand on travaille sur ce genre de sujet, on se bat contre des dogmes et le conformisme. Il est très

Formé d'un large flotteur aplati et d'une mince collerette lisse, ce spécimen granuleux frôle les 6 cm.



difficile de sortir des sentiers battus et des schémas classiques bien établis, a réalisé le sédimentologue et biogéochimiste. Alors soit on est passionné et on y va à fond, soit on n'y va pas..." Lui a décidé d'y aller. Depuis six ans et sa découverte quasi fortuite au Gabon d'un petit fossile en forme d'"oreille" dessiné par des paillettes de pyrite dorées sur du schiste argileux noir, il n'a pas arrêté. Si bien qu'après une première étude assez marquante pour obtenir la couverture de la revue scientifique *Nature*, le chercheur récidive : "En 2010, nous avons présenté notre découverte et



Rappelant un spermatozoïde, mais long de 15 cm, ce fossile combine une "tête" et une "queue" enflées mais allongées et rectilignes.

avancé nos arguments quant à son origine biologique et non minérale. Aujourd'hui, nous présentons tout un panel d'organismes pluricellulaires différents... Pour la première fois, nous nous autorisons à parler de biodiversité : car c'est bien tout un écosystème – unique – que l'on met en lumière !" Un monde disparu lors d'une première grande extinction insoupçonnée jusque-là – mais que ses patientes recherches ressuscitent. Derrière cette annonce fascinante, sept expéditions scientifiques au Gabon dans le bas-

sin géologique de Franceville où tout a commencé. Avec 342 kg de pierre rapportés, plus de 500 spécimens identifiés et plusieurs centaines déjà analysés. **UN APPEL AUX SPÉCIALISTES** "Et le site est encore riche...", sourit Abderrazak El Albani, qui se réjouit de la mobilisation gabonaise jusqu'au sommet de l'Etat pour protéger la zone de fouille. Quelques hectares ont déjà été explorés, mais il y a des fossiles sur quelque 45 niveaux superposés soit une épaisseur de 5 m ! Et sur

les strates les plus riches, les scientifiques comptent jusqu'à 50 fossiles par mètre carré, qui plus est de types différents. Une diversité totalement inattendue, mais que le sédimentologue, prudent, s'était bien gardé d'annoncer avant d'en savoir plus... "Il y avait tant de questions et de doutes, légitimes, que nous avons voulu apporter les réponses les plus propres possibles. Alors il nous fallait des faits, des protocoles d'études et des résultats solides", souligne-t-il. Partisan de la pluridisciplinarité, il a donc sans hésiter fait appel à

A. EL ALBANI/UNIVERSITÉ DE POITIERS - CLAUDE PAUQUET/AGENCE VU

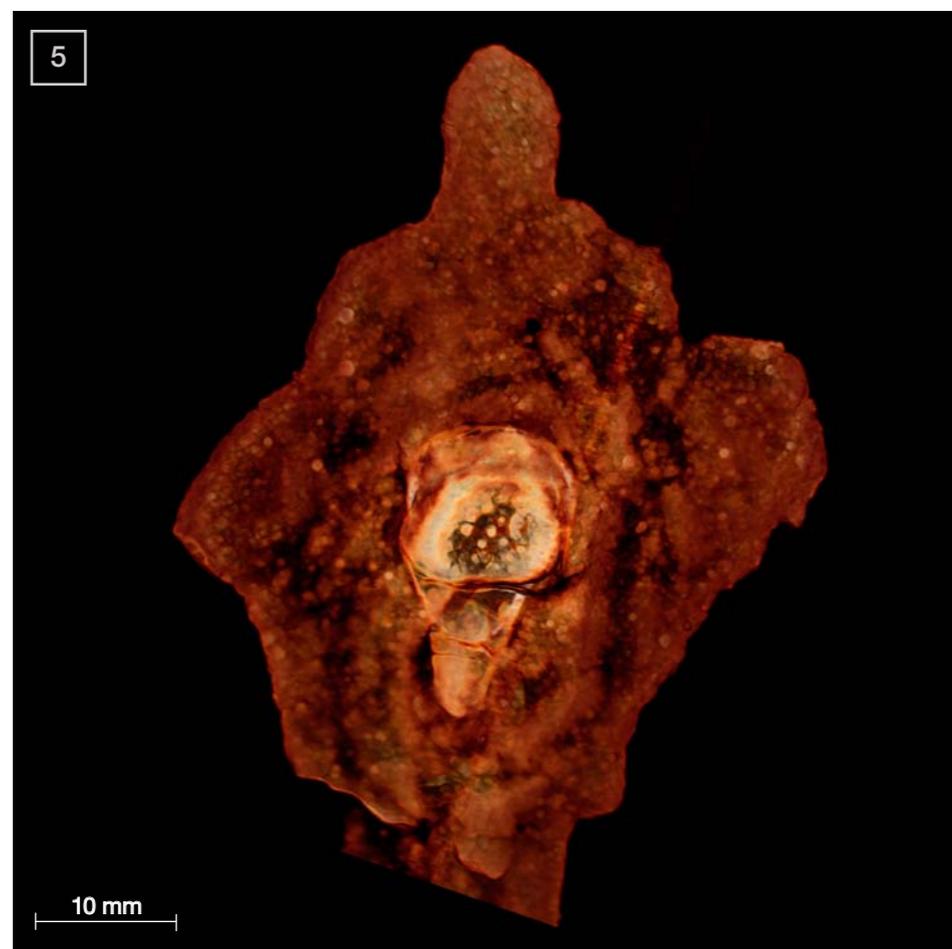
tous les spécialistes qui pouvaient lui permettre de mieux comprendre l'environnement de ces improbables fossiles, le pourquoi de leur apparition inattendue comme de leur disparition ou encore de leur parfaite conservation minérale 2 milliards d'années plus tard.

UNE AVALANCHE DE DONNÉES

C'est peu dire que l'équipe n'a pas lésiné sur les moyens... La géochimie par spectrométrie de masse a permis d'établir l'évolution des conditions d'oxygénation du milieu; la minéralogie, le degré de transformation des roches et les températures; la spectroscopie par sonde ionique, l'origine biologique des spécimens collectés et la microscopie, la microtomographie à rayon X couplée à la modélisation 3D leur morphologie, etc.

Une avalanche de données que se sont partagés des experts un peu partout sur la planète, qu'ils soient chimistes, paléontologues, géologues ou biologistes. Un choix plus que bénéfique au vu des réponses qui arrivent, les unes après les autres.

Le scénario de leur origine, déjà, s'est éclairci. "En fait, c'est une répétition, avant l'heure, du phénomène à l'origine de la faune australienne d'Ediacara il y a 600 millions d'années [première explosion jusqu'ici connue de la biodiversité à la fin du Précambrien, voir encadré p. 94], explique Abderrazak El Albani. Il y a 2,3 milliards d'années, la Terre sort d'une glaciation, le taux d'oxygène dans l'atmosphère monte à 4 % (contre 0,001 % auparavant et 21 % actuellement), ce qui permet le développement d'organismes plus



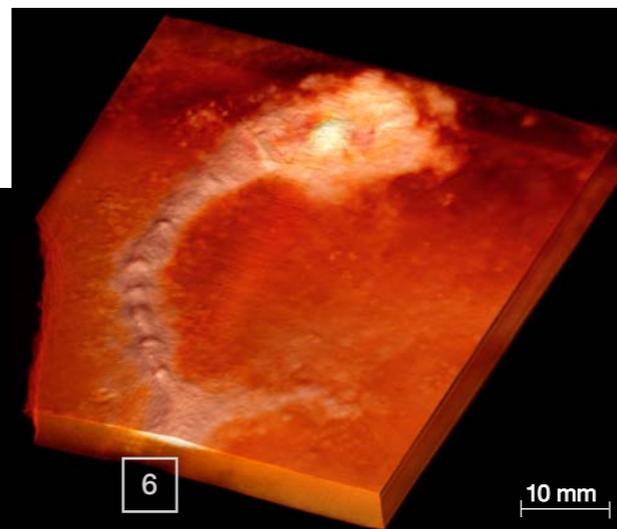
complexes... Et la baisse brutale qui suit 300 millions d'années plus tard leur sera sûrement fatale." Leur miraculeuse conservation s'explique également par l'action de bactéries dites sulfatoréductrices: "A la mort d'un organisme, elles sont capables de transformer rapidement sa matière organique en matière minérale, ici de la pyrite, en donnant ainsi quasiment une photographie 3D naturelle, s'enthousiasme le jeune professeur. Puis il a fallu que les fossiles en formation soient correctement enfouis, qu'il n'y ait pas d'érosion, pas trop d'activité tectonique ni de transformation

des roches qui les auraient détruits." Et il a fallu enfin un œil capable de les reconnaître pour ce qu'ils étaient, ce qu'ils avaient pu être. Des formes de vie inédites, plus étranges que tout ce qu'on a pu voir jusqu'ici car disparues sans descendance connue depuis des éons. On comprend la détermination prudente des chercheurs à explorer pas à pas cette "jungle" primordiale pour, d'une certaine façon, lui redonner vie dans l'environnement qui devait être le sien au lointain Protérozoïque...

Il faut se représenter un delta ou un estuaire, calme et sans traces d'activités volcanique

Jargon

L'horloge moléculaire permet d'estimer la date de séparation de deux espèces en se fondant sur le nombre de mutations entre leurs ADN. Pour les Gabonionta, le problème est double: leur ADN est perdu et on ne leur connaît aucun descendant.

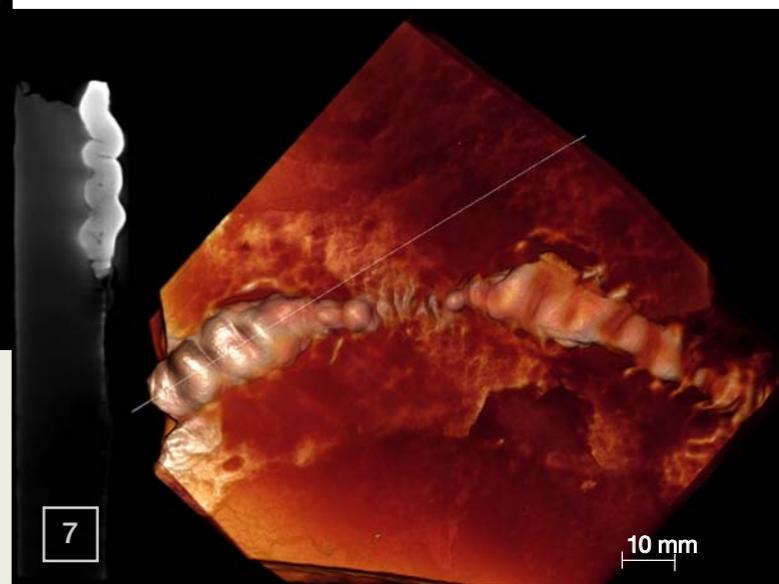


Trois spécimens peut-être parents ?

Le fossile de gauche (7 cm) présente une collerette périphérique organisée en larges lobes et un "flotteur" central réduit. A droite, à l'inverse, le spécimen (8 cm) est allongé, noduleux. Différentes, ces morphologies se retrouvent pourtant combinées au centre dans un fossile doté d'une "tête" et d'une "queue" (17 cm).



Doté d'une structure en "nid-d'abeilles", composée de petites sous-unités circulaires connectées les unes aux autres et formant un léger dôme, ce fossile, non tomographié (à gauche), rare, est très spécifique. Il peut atteindre jusqu'à 8 centimètres de circonférence totale.



ou hydrothermale à proximité. L'eau y est assez chaude mais sans excès, possiblement dans les 28 °C, et oxygénée; elle est claire aussi: la lumière y descend jusqu'au fond marin à au moins -40 m, sablonneux par endroits et argileux à d'autres. C'est là que prospéraient les Gabonionta – leur nom officiel, désormais – à la texture sans doute médusaire, molle et gélatineuse et peut-être parfois granuleuse, dont les morphologies diverses indiquent peut-être l'existence de plusieurs "espèces".

Pas moins de 10 types ont déjà pu être repérés (voir infographie en ouverture et les 7 exemples présentés ici et en pages précédentes), et bien d'autres sont à attendre... "Les distinctions que nous faisons sur des critères morphologiques observés en 2D et en 3D, indique Abderrazak El Albani. Nous pouvons ainsi distinguer des formes à 'fabrique radiale' (sorte de collerette), mono ou polylobées, d'autres

plus ou moins discoïdales ou allongées et plus ou moins fines, sinueuses, noduleuses, symétriques ou asymétriques, pyritisées ou non, etc." Et pour chaque morphologie, des spécimens de différentes tailles ont été découverts – de 1 cm pour les plus petits à plus de 17 pour certains morphotypes, qui devaient être plus grands encore de leur vivant, car non comprimés par la fossilisation; ce qui renvoie à un mode de croissance qui devait donc être à la fois coordonné et organisé.

"TOUT EST À REVOIR, À PENSER"

L'existence de fossiles "hybrides" entre deux morphologies pourtant apparemment distinctes pourrait peut-être suggérer que certains changeaient avec l'âge. Un peu comme le cycle de croissance des méduses actuelles les font passer par des formes extrêmement différentes avant d'atteindre l'âge adulte.

Si la fossilisation n'a a priori pas conservé les structures ou organes internes, elle a tout

de même préservé la trace de certains cloisonnements et replis : se repèrent ainsi comme des nodosités dans certains spécimens allongés ou dans des “queues”, ainsi que ce qui a pu être des “flotteurs” bombés au centre d’autres plus arrondis – suggérant que certains individus pouvaient flotter doucement entre deux eaux, d’autres reposant sur le fond sablonneux. “Nous avons ainsi

donc à revoir, à penser. Ainsi, nous n’avons toujours pas pu trancher s’il s’agissait d’animaux métazoaires ou non... En fait, nous ne sommes pas encore dans la distinction des règnes du vivant que nous connaissons...” Seule certitude : tous les gros spécimens marquants du site sont bien des eucaryotes (dotés de cellules à noyau et membrane, comme les nôtres), qui plus

rait vu des phénomènes purement physico-chimique être à leur origine ; un des meilleurs spécialistes du sujet s’est penché sur les Gabonionta et a lui-même conclu à une origine biologique...

L’équipe internationalo-poitevine continue donc ses analyses. Après avoir prouvé l’existence d’organismes complexes il y a 2,1 milliards d’années en 2010, et leur organisation en un véritable écosystème en 2014, elle prépare déjà ses prochaines publications. Et elle s’attelle également à l’organisation de ses futures missions...

QUE S’EST-IL PASSÉ APRÈS ?

“ Avant d’arriver à un stade aussi sophistiqué, les Gabonionta ont dû avoir des stades intermédiaires, estime Abderrazak El Albani. Un de nos objectifs est donc de trouver des formes un peu moins développées, moins évoluées... Et aussi de voir ce qu’il y a après leur extinction : que s’est-il passé ? Nous n’avons encore rien trouvé ni au-dessus ni en dessous, stratigraphiquement parlant, pouvant nous éclairer sur le devenir ou l’apparition de cette biodiversité. Ici, les terrains ne sont pas facile d’accès et ailleurs sur la planète ceux du même âge ne sont généralement pas si bien conservés... Mais on tente, il y a toujours l’espoir de trouver ! ”

Faune d’Ediacara, l’ex-plus ancienne biodiversité...

Découverts il y a 150 ans dans les collines Ediacara (Australie) puis sur toute la planète, ces organismes pluricellulaires vieux de quelque 600 millions d’années constituaient jusqu’ici la plus vieille faune complexe connue... Apparue à la suite d’une hausse de la teneur en oxygène de l’atmosphère (à 16 %), elle possède un incroyable panel de formes de vie très différentes de ce qui était alors connu. Cul de sac évolutif ? Organismes ayant une descendance actuelle ? Pour de nombreux fossiles, difficile de trancher même si certains évoquent des vers, des mollusques, etc. Concernant un lien évolutif avec Gabonionta, si quelques formes gabonaises discoïdes ou noduleuses font penser à cette autre faune, aucun lien n’est actuellement établi.

des informations sur leur mode de vie, leur croissance... mais nous ne sommes pas prétentieux à vouloir aller plus loin dans nos interprétations – pas à ce stade de notre compréhension”, ajoute le sédimentologue qui compte encore quelques atouts non publiés dans sa manche de blouse.

Car il y a encore beaucoup à comprendre, à découvrir sur cet écosystème qui ne ressemble à rien de connu : “ Nous sommes au-delà de ce que peut nous dire l’horloge moléculaire [voir “Jargon”] sur les débuts de la vie, constate Abderrazak El Albani. Tout est

est, pluricellulaires comme cela avait été annoncé en 2010. La composition et surtout la diversité de formes développées, ainsi que la croissance complexe qu’elles impliquent chez ces macro-fossiles, excluent aujourd’hui d’autres interprétations. S’il y a bien des micro-organismes, puisque leurs premières traces remontent à plus de 3,5 milliards d’années, ils ne peuvent expliquer les structures observées. De fait, aucune colonie bactérienne n’en a jamais formé de semblables, ni dans la nature ni en laboratoire. Exclue aussi l’hypothèse minérale, qui au

A lire : les publications citées et un rappel des autres faunes les plus anciennes connues.

A voir : des vidéos des dernières découvertes et l’exposition qui leur est consacrée à Vienne (Autriche).

A consulter : les sites très complets du Pr El Albani et de son laboratoire.

science-et-vie.com

EN SAVOIR PLUS