



Découverte de Fossiles à Franceville Le Gabon aux sources de la vie terrestre



Vue partielle du site

L'explosion Cambrienne datée autour de 0,6 milliards d'années a toujours été considérée comme la période pendant laquelle les organismes complexes, multicellulaires, ont fait leur apparition sur la planète Terre. Ces « *anciens premiers* » organismes multicellulaires sont connus par les célèbres faunes d'Ediacara (Australie) et de Burgess (Canada).

Cependant, la récente découverte au Gabon, dans le bassin Francevillien, d'organismes multicellulaires vient écrire un nouveau chapitre sur l'histoire et l'émergence de

la vie multicellulaire sur Terre.

Cette découverte, qui fait actuellement le tour du monde (presse audio visuelle, presse écrite et web...), suscite un intérêt majeur pour toute la communauté scientifique mondiale. Elle propulse en effet le Gabon en avant plan sur la scène internationale.

Le présent article, présente d'abord le cadre de la découverte en rapport avec le travail de thèse d'un jeune compatriote, le docteur Frantz Ossa-Ossa; et le bassin Francevillien dans son contexte géologique. Cela implique, d'une

part, la présentation de l'aspect scientifique de la découverte et les études spécifiques ayant conduit à la validation de ce travail par la communauté scientifique mondiale, puis sa publication dans la prestigieuse revue britannique *Nature*.

D'autre part, l'article explique pourquoi cet exceptionnel bassin du Sud-est du Gabon pourrait être un cas unique au monde, lequel permettrait à la communauté scientifique de mieux comprendre l'état de notre planète Terre à cette période très ancienne.

Cadre de la découverte des fossiles en rapport avec le travail de thèse de F. Ossa-Ossa

Inscrit en troisième année de thèse sous la direction de M. EL ALBANI Abderrazzak (Maître de conférence-HDR Université de Poitiers). Frantz Ossa-Ossa a débuté son travail de thèse en Janvier 2008, grâce à un financement qui lui a été accordé par l'Ambassade de France au Gabon et le laboratoire HYDRASA (université de Poitiers). La date de soutenance est prévue pour Décembre 2010.

Le premier volet du travail de thèse de Frantz Ossa-Ossa porte sur l'étude des faciès du bassin Francevillien dans le but de reconstituer les paléoenvironnements sédimentaires,

c'est-à-dire les milieux de dépôt et l'état de l'atmosphère à 2,1 milliards d'années, période pendant laquelle le bassin Francevillien s'est formé.

Le second volet vise à retracer l'histoire thermique de ce bassin; à savoir, les interactions fluides-roches et la diagenèse qui en découle.

En superposant ces deux volets, le travail de recherche peut mieux cerner la mise en place des gîtes uranifères, manganésifère et bien d'autres dans ce bassin sédimentaire.

C'est donc pendant une campagne de terrain, dans le cadre du premier

volet de ce travail de thèse que le Directeur de thèse de Frantz, un autre chercheur du laboratoire HYDRASA et le jeune étudiant gabonais ont fait cette découverte fortuite dans un site située entre Franceville et Moanda (figure 1). Il est clair qu'à cette période de l'histoire de la Terre, personne n'aurait soupçonné l'existence d'une vie aussi complexe. Mais c'est grâce à une étude minutieuse de faciès, un œil affûté et une certaine ouverture d'esprit que cette découverte fortuite prend la forme d'un scoop d'abord scientifique, puis médiatique.



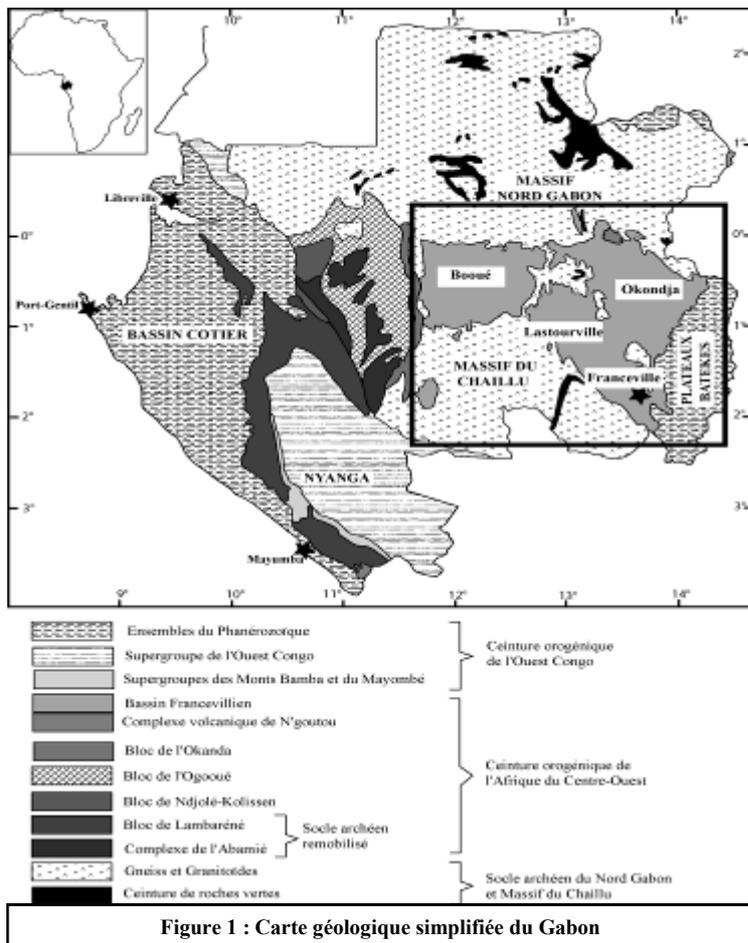


Figure 1 : Carte géologique simplifiée du Gabon

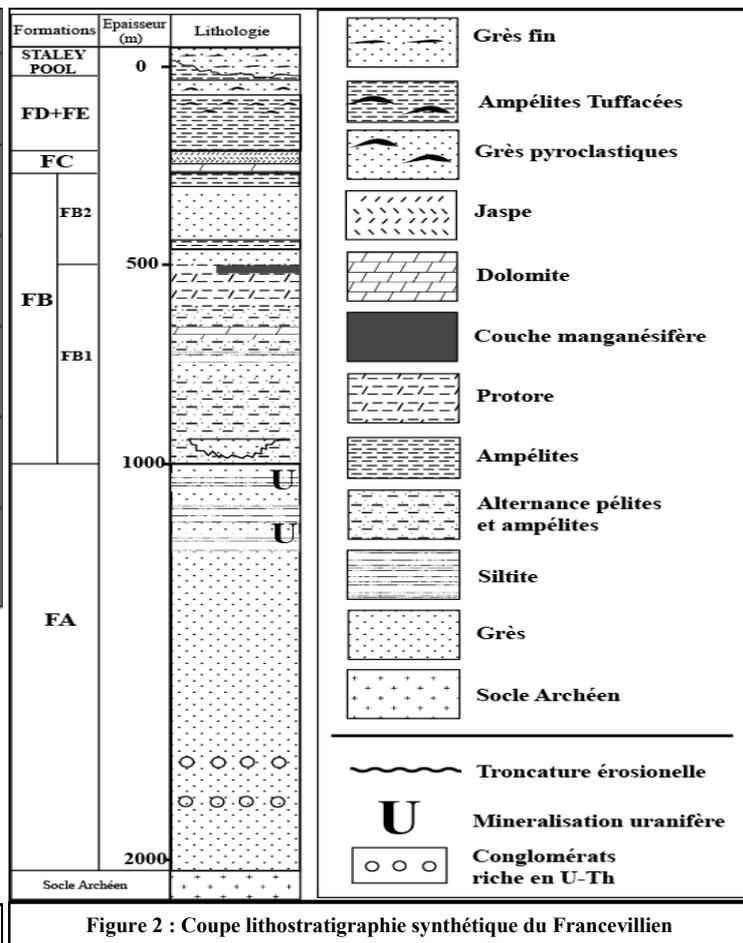


Figure 2 : Coupe lithostratigraphique synthétique du Francevillien

Le Francevillien est un bassin sédimentaire d'âge paléoprotérozoïque daté autour de 2,1 milliards d'années. Sa superficie peut atteindre 42000 km² et occupe le quart Sud-Est du Gabon (figure 1). Il est structuré en quatre sous-bassins : le sous-bassin de Booué, le sous-bassin de Lastourville, le sous-bassin d'Okondja et le sous-bassin de Franceville (figure 1). La colonne lithostratigraphique non métamorphique et discordante sur le socle Archéen se subdivise en cinq formations allant du FA au FE (figure 2). Son épaisseur actuelle ne dépasse pas 2000 m

dans les zones plus profondes du bassin (Sous-bassin d'Okondja). L'histoire géodynamique de ces formations sédimentaires non métamorphiques est caractérisée par trois principales phases tectoniques d'ampleurs inégales. La première est une phase d'ouverture suivi de la formation d'un bassin où la subsidence maximale se cantonne aux couloirs de fractures NW-SE et N-S. La sédimentation correspond au comblement des dépressions par des grès et conglomérats dans un milieu fluvial à fluviodeltaïque. Cette phase correspond à la période de

dépôt du FA (à cette époque ont peut imaginer le bassin Francevillien comme étant un grand fleuve qui évolue vers un delta). La deuxième phase est marquée par un effondrement qui crée des fossés d'effondrement selon la direction NW-SE et N-S. C'est pendant cette phase que s'individualisent les sous-bassins de Lastourville, Franceville et Okondja dont le comblement est caractérisé par des dépôts essentiellement marins. C'est la période de dépôt du FB (à ce moment, le bassin Francevillien peut être assimilé à un milieu marin pouvant atteindre l'off-

shore supérieur). La transition entre le FA et le FB est progressive et s'opère autour de 2,1 milliards d'années. Elle marque le passage entre un domaine fluvial à fluviodeltaïque vers un domaine marin franc. La troisième phase est caractérisée par une extension des aires de subsidence à tout le bassin francevillien où on enregistre le dépôt du FC à FE (en milieu marin). Cette phase est marquée par la réapparition d'une sédimentation à dominante détritique et par un important volcanisme acide.

Aspect scientifique de la découverte

Stratigraphiquement (échelle des temps), ces fossiles ont été découverts dans la partie supérieure de la formation FB nommée FB2b (figure 2) dans une coupe située entre Franceville et Moanda. La démarche scientifique ayant conduit à l'aboutissement de cette découverte comprend des techniques de pointe allant de l'étude morphologique (des formes) aux analyses chimiques (origine biologique). Pour mieux essayer d'expliquer cette procédure, nous avons posé une série de questions à Frantz Ossa-Ossa afin d'apporter un peu plus de lumière dans

les esprits septiques ou curieux quant à cette découverte exceptionnelle.

Le Fédérateur: Quelles sont les méthodes qui ont permis de décrire la morphologie des ces fossiles et quelles sont les différentes formes recensées à l'heure actuelle ?

F. Ossa-Ossa: Au-delà des premières descriptions macroscopiques (à l'œil nu), nous avons utilisé un « microtomographe x ». C'est un appareil très coûteux (350.000 €) dont le principe de fonctionnement est celui d'une radio mais avec un

rayonnement X très puissant. Il permet de scanner des objets afin d'en ressortir la structure interne; et aussi d'autres détails qui ne sont parfois pas visibles à l'œil nu. Dans notre cas, nous avons réalisé 1500 radiographies à 360 ° par fossile. C'est à partir de ces radiographies qu'on reconstruit la structure détaillée en trois dimensions (3D) de ces fossiles. Cette caractérisation (œil nu et microtomographie x) nous a permis de mettre en évidence des formes et des tailles variées (figure 3). Les plus gros spécimens peuvent atteindre une douzaine de centimètres. Ils sont caractérisés par une « fabrique ra-

diale » assez symétrique les entourant. Et la partie centrale peut être constituée d'une sphérule ou pas (figure 3).

Le Fédérateur: Comment être sûr que ces spécimens à structures bien organisées sont d'origine biologique et correspondent à des organismes multicellulaires ?

F. Ossa-Ossa: Ces fossiles sont composés actuellement de pyrite (sulfure de fer : FeS). Ce pyrite peut être d'origine organique ou purement minérale (circulation tardive de fluide lorsque les roches sont



Frantz Ossa-Ossa

enfouies). Et de nos jours, des méthodes qui permettent de faire cette différence existent déjà. Elles consistent à mesurer les isotopes du soufre ($\delta^{34}\text{S}$) de la pyrite qui constitue les fossiles à l'aide d'une sonde ionique. Lorsque ces valeurs de $\delta^{34}\text{S}$ sont très négatives, la pyrite est d'origine biologique. Nous avons effectué 1500 points d'analyse sur un spécimen. Et les $\frac{3}{4}$ des points d'analyse donnent des valeurs de $\delta^{34}\text{S}$ qui tournent entre -20 et -30. Ce résultat apporte bien la preuve d'une origine biologique de ces fossiles. En plus du $\delta^{34}\text{S}$, des études de matière organique réalisées dans ces formations mettent en évidence la présence de « stérane », typique d'organismes

eucaryotes (organismes constitués de cellules possédant un noyau). Ce dernier résultat vient conforter l'existence d'organismes multicellulaires dans le bassin Francevillien; ce qui, de toute évidence, est le cas des fossiles que nous avons trouvés.

Le Fédérateur: Mais comment les traces de ces organismes fossiles ont-elles parvenu à se conserver pendant des milliards d'années ?

F. Ossa-Ossa: Lorsqu'un organisme vivant dans l'eau de mer ou au fond de l'eau meurt, il reste dans le sédiment au fond de l'eau où les bactéries viennent se nourrir. Et, par les processus de sulfatoreduction, elles vont transformer ces organis-

mes en pyrite solidifiée. Ce processus peut durer 80 jours. C'est donc la trace de cette pyrite (solide) qui va être préservée pendant les temps géologiques.

Le Fédérateur: Certaines personnes pourraient se demander comment une telle forme de vie a pu être possible à cette période, alors que l'atmosphère est toxique et dépourvue d'oxygène.

F. Ossa-Ossa: Il est admis déjà depuis plus d'une décennie qu'à la fin de la glaciation du Protérozoïque inférieur, il y a eu une augmentation brusque du taux d'oxygène dans l'atmosphère variant entre 0,1 et 10 % de la teneur actuelle. Ce qui paraît effectivement insuffisant. Cet événement est bien connu dans la littérature au nom de « Lomagundi Event » et il est caractérisé par des rapports isotopiques du carbone ($\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ = fraction carbonatée) compris entre 5 et 9 ‰-PDB. Pour aboutir à ce type de résultat plusieurs méthodes d'analyse (spectroscopie et de sonde ionique) ont été mises au point. Ces méthodes consistent à évaluer la teneur en isotope du carbone ($\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ = fraction carbonatée) et la spéciation du Fer [FeHR(fer hautement réactif)/FeI(fer total dans l'eau de mer)] en rapport avec les conditions redox du milieu de dépôt des sédiments. Lorsque ce rapport de spéciation du Fer est inférieur à 0,38 cela voudrait dire que la colonne d'eau dans laquelle le sédiment s'est déposé était oxygénée.

Nos résultats de $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ sont tous supérieurs à 6 ‰-PDB; ce qui voudrait dire que les sédiments du bassin Francevillien se sont déposés pendant la période de l'augmentation du taux d'oxygène dans l'atmosphère au Protérozoïque inférieur (pendant le Lomagundi Event).

De plus, les rapports de la spéciation du Fer sont inférieurs à 0,30; ce qui implique que la colonne d'eau dans laquelle ces sédiments se sont déposés était oxygénée.

En considérant que pendant la reconstitution des Paléoenvironnements de la formation FB, l'enregistrement sédimentaire et les figures sédimentaires (marqueurs de l'hydrodynamisme du milieu) révèlent un environnement marin ou le *shore face* alterne avec l'*offshore* supérieur (c'est-à-dire en langage plus simple: des profondeurs d'eau de plus de 40 m). Or pour oxygéner une colonne d'eau de 40 m environ, il faut que la quantité en oxygène dans l'atmosphère soit beaucoup plus importante que les 10 % qui sont admises par la communauté scientifique mondiale. Nous détenons encore là un autre scoop scientifique qui stipule que la concentration en oxygène à 2,1 mil-

liards d'années serait plus importante que celle qui a toujours été connue. Dans ce cas, les conditions sont favorables pour qu'une forme de vie multicellulaire se développe et que l'atmosphère, à cette époque, n'était pas aussi toxique que certains chercheurs l'ont toujours soutenu.

Le Fédérateur: Pourquoi le bassin Francevillien constitue-t-il un bon analogue et, jusqu'à présent, un cas unique pour une bonne compréhension de l'état de la planète à cette période de l'histoire terrestre ?

F. Ossa-Ossa: La plupart des roches des bassins sédimentaires du même âge que le bassin Francevillien connu dans le monde (Australie, Canada, Chine, Afrique du Sud...) présente un état de transformation très avancé. Ces roches ont subi des transformations chimiques et physiques considérables au cours de leur enfouissement. Et cela a entraîné une altération importante des propriétés primaires des roches en cause. Il est donc évident que reconstituer les paléoenvironnements des dépôts dans de telles conditions est une mission très complexe, voir quasiment impossible.

La particularité du bassin Francevillien est de contenir des roches en état de conservation exceptionnel. Les nouvelles données, dans le cadre de mon travail de thèse, montrent que ce bassin est resté très faiblement enfouies avec des changements physiques et chimiques très faibles dans la formation FB (constituant la couche fossilifère). C'est cette particularité qui fait du bassin Francevillien un site exceptionnel et un bon analogue pour une meilleure compréhension de la Terre primitive. Cette découverte des fossiles en excellent état de conservation au Gabon apporte, pour la première fois, la preuve de l'existence d'organismes pluricellulaires datant de 2,1 milliards d'années. C'est une avancée capitale. Jusqu'à présent, les premières formes complexes de vie (dotée de plusieurs cellules) remontaient à 600 millions d'années environ. De formes et de dimensions diverses, ces nouveaux fossiles supposent une origine de la vie organisée et complexe beaucoup plus précoce que celle admise jusqu'à aujourd'hui. Ils ramènent l'apparition de la vie multicellulaire 1,5 milliards d'années en arrière et révisent ainsi les connaissances actuelles sur l'apparition de la vie. Ces spécimens ont été découverts, puis étudiés par une équipe internationale et pluridisciplinaire de chercheurs, coordonnée par Abderazak El Albani, mon directeur de thèse du laboratoire « Hydrogéologie, argiles, sols et altérations » (CNRS/Université de Poitiers).

Suite et fin: P. 4

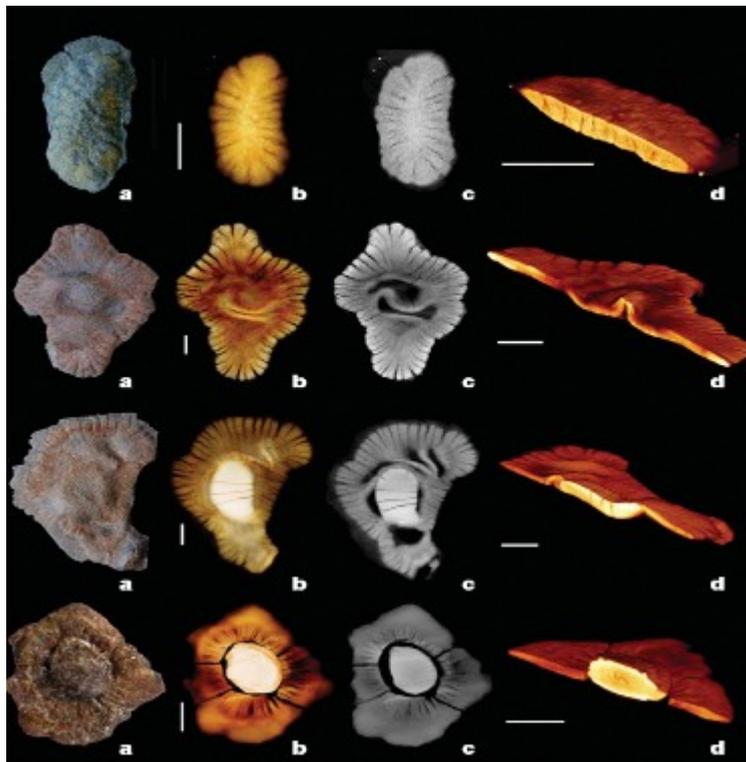


Figure 3 : Etude morphologique (Colonne a : fossiles dans leur état naturel ; colonne b et c : forme des fossiles reconstituée à l'aide de la microtomographie x ; colonne d : coupe 3D des fossiles par microtomographie x pour l'étude des structures internes).

Publiés le 1er juillet dans la prestigieuse revue britannique *Nature*, ces travaux ont obtenu la couverture de cette revue et une large diffusion médiatique à l'échelle mondiale.

Le Président de la république, lors de sa rencontre avec la diaspora gabonaise de France en novembre 2009, avait demandé à la jeunesse gabonaise d'être une « *jeunesse excellente* ». Il avait souhaité que cette jeunesse n'attende pas tout de son pays, mais qu'elle se demande plutôt ce qu'elle peut faire pour son pays. J'ai été très

touché par ce discours. Et cette découverte me rend particulièrement fier. Il s'agit tout de même de la toute première découverte de cette nature qui implique un Gabonais et le fait entrer dans le cercle très sélectifs des milieux scientifiques de la planète! Aujourd'hui, toute la presse internationale s'intéresse à mon pays, non pas pour les « ragots » et les « calomnies », ou toutes ces autres considérations de haut auxquelles la plupart nous ont habitués, mais pour des choses bien plus importantes, qui apportent une contri-

bution de première importance à la science sur l'origine de la vie sur terre; et qui prouvent que nous n'avons pas de complexes à nous faire dans ce que nous pouvons apporter à l'humanité. Il faut pouvoir mesurer la portée d'un tel événement.

Le Président de la République lui-même s'est d'ailleurs montré très sensible à nos travaux. Et, d'une manière générale, je crois que la jeunesse gabonaise doit lui faire confiance. Nous savons, depuis qu'il est au pouvoir, qu'il ne ménage au-

cun effort pour toujours nous encourager et nous soutenir. C'est une chance pour le progrès et le rayonnement de notre pays.

Et je ne saurais terminer sans remercier, au nom de toute mon équipe de recherche, le Responsable de la Fédération PDG de France. Son implication au niveau de l'expertise scientifique et de la sensibilisation des autorités gabonaises ont été très productives dans cet événement.

Le Fédérateur

Quelques photos de la visite de Mme l'Ambassadeur du Gabon en France lors de la présentation des fossiles à l'université de Poitiers le 02 juillet 2010



Madame l'Ambassadeur (En rouge), le Consul Général (extrême droite) avec Frantz Ossa-Ossa et quelques étudiants gabonais de la même faculté



Avec le Député-maire de Poitiers et le Secrétaire Fédéral du PDG en France

L'Ambassadeur et l'équipe des chercheurs



Madame l'Ambassadeur Haut représentant du Gabon en France, entourée de l'équipe des chercheurs à la présentation des fossiles.

Sur le site Francevillien



De droite à gauche : Arnaud : Ingénieur université de Poitiers ; Emma : collègue danoise ; EL ALBANI : Directeur de thèse et responsable du projet ; Frantz OSSA-OSSA