



# **Miscellanea palaeontologica 2010**

## **Program and abstracts**

Edited by Philippe GERRIENNE & Philippe STEEMANS

A meeting of the NFSR Working Group:  
"Micropaléontologie végétale et Palynologie (MVP)"

Palaeobotany, Palaeopalynology and Micropalaeontology  
Geology Department  
University of Liège  
November 30, 2010



Paléobotanique  
Paléopalynologie  
Micropaléontologie

## Programme

09h40-09h55 - Welcome café

09h55-10h00 - Mot du président Philippe STEEMANS

10h00-11h00 - Key-note lecture: Jean GALTIER

Les origines et l'évolution de l'organe feuille-mégaphylle; implications sur les relations fougères-plantes à graines

11h00-11h15 - Nicolas MOMONT, Cyrille PRESTIANNI, Philippe GERRIENNE

*Aneurophyton* (Aneurophytales - Progymnosperms) from Goé (Middle Devonian, Belgium)

11h15-11h30: Sarah BENALI, Philippe GERRIENNE, Brigitte MEYER-BERTHAUD

*Crossia* est-elle une des premières Lignophytes ? Etude de spécimens du Dévonien moyen de Ronquières (Belgique)

11h30-11h45: Luc CORNET, Philippe GERRIENNE, Brigitte MEYER-BERTHAUD

Etude de spécimens de progymnospermes «type *Callixylon* » de Ronquières (Dévonien moyen, Belgique)

11h45-11h55: Maryam FARAHIMANESH, Philippe GERRIENNE, Cyrille PRESTIANNI, Jean GALTIER

Révision de la flore de la veine Bouxharmont (charbonnages de Wérister, Belgique)

11h55-12h05: Cécile MBESSE, Emile ROCHE

Comparaison de deux bassins sédimentaires à la limite Paléocène-Eocène : le Bassin sud de la Mer du Nord et le Bassin de Douala (Cameroun)

12h05-14h00: déjeuner

14h00-14h15: Chimène KAUDHJIS, Anne-Marie LEZINE, Emile ROCHE

La dernière transition glaciaire-interglaciaire et l'Holocène dans les hautes montagnes du Cameroun : dynamique de la végétation forestière

14h15-14h30: Kamyar KAMRAN, Mona COURT-PICON, Philippe GERRIENNE, Maurice STREEL

Etude palynologique d'un sondage profond réalisé dans la tourbière du Misten (Plateau des Hautes-Fagnes, Belgique)

14h30-14h50: Anne-Cécile DENIS

Apports de la palynologie dans l'étude géomorphologique de la plaine alluviale tourbeuse d'une rivière ardennaise (La Lienne – Ardenne belge)

14h50-15h05: Emmanuelle J. JAVAUX, Craig P. MARSHALL, Andrey BEKKER

La vie à 3,2 milliards d'années

15h05-15h20: Kevin LEPOT, Pascal PHILIPPOT, Karim BENZERARA

Biogenicity of microtubes in 2.7 Gyrs old basaltic tuff investigated down to the nanoscale

15h20-15h35: Cyrille PRESTIANNI, Philippe GERRIENNE

Variabilité et distribution paléogéographique du morphotype *Moresnetia* (Spermatophyte)

15h35-15h55: Marie DOMMES, Louis LECLERCQ

Assemblages de thécamoebiens, de diatomées et de pollens comme biomarqueurs d'humidité, trophiques et stratigraphiques, en relation avec l'évolution des tourbières belges : caractérisation des niveaux pré- et postindustriels

15h55 - Farewell café

## La dernière transition glaciaire-interglaciaire et l'Holocène dans les hautes montagnes du Cameroun : dynamique de la végétation forestière

**Chimène ASSI-KAUDJHIS<sup>1</sup>, Anne-Marie LEZINE<sup>1</sup>, Emile ROCHE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, UMR 8212 Orme des merisiers, bâtiment 701, 91191 Gif-sur-Yvette cedex, France. [chimene.assi-kaudjhis@lsce.ipsl.fr](mailto:chimene.assi-kaudjhis@lsce.ipsl.fr) - [anne-marie.lezine@lsce.ipsl.fr](mailto:anne-marie.lezine@lsce.ipsl.fr)

<sup>2</sup> Unité PPM, Département de Géologie, Université de Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique. [rocheemile@yahoo.fr](mailto:rocheemile@yahoo.fr)

Dans le cadre des projets de recherche IFORA (Iles FORestières Africaines : modèles d'une nouvelle approche de la dynamique de structuration de la biodiversité) et C3A (Causes et Conséquences de la dernière grande « Crise » environnementale (3000 ans BP) sur les écosystèmes forestiers d'Afrique équatoriale atlantique) financés par l'Agence Nationale de la Recherche, deux carottes sédimentaires de 13,5 m et 14m ont été prélevées dans un lac de cratère à Bambili (05°56'11.9N; 10°14'31.6E; 2273m d'altitude) au Cameroun (Afrique centrale atlantique). Ces carottes donnent une séquence continue et permettent de documenter l'histoire des forêts d'altitude et leur sensibilité au changement climatique depuis 20 000 ans. Bambili est situé au Nord-Est du mont Oku sur lequel se trouve une forêt unique au Cameroun avec des espèces endémiques et en particulier une population importante de *Podocarpus*, espèce de forêt de montagne (1500 et 3000m d'altitude). *Podocarpus* fait partie de la paléoflore de Bambili mais n'est pas présent dans la végétation actuelle du lac. La forêt d'Oku, était-elle alors plus étendue dans le passé? Comment s'est-elle mise en place? Quelle est sa sensibilité au changement climatique? La fin de la période glaciaire à Bambili est-t-elle caractérisée par un climat froid et/ ou sec? La période holocène a-t-elle été stable?

Les données polliniques obtenues ont permis de reconstituer l'histoire d'écosystèmes forestiers montagnards de l'Afrique Centrale Atlantique depuis 20 000 ans BP. La microflore est très diversifiée. La forêt des Monts Bamboutos est une forêt récente, mise en place depuis la dernière déglaciation et elle est très sensible aux variations rapides du climat au cours de l'holocène. En effet, sur le plan de la biodiversité, la végétation à Bambili n'a pas été stable comme le montrent les migrations de ses éléments constitutifs. De 20 000 ans à l'actuel, les changements climatiques ont également influé sur la physionomie du massif forestier comme le suggèrent les différentes variations du rapport AP (Arboreal Pollen) / NAP (Non Arboreal Pollen) durant cette période. Jusqu'à 14 000 ans : AP<25% ; de 14 000 à 11 000 ans : 35%<AP<40% ; de 11 000 à 3 500, les AP atteignent 85% et baissent ensuite jusqu'à l'actuel. Les pourcentages élevés de Poaceae et la présence de taxons de steppes (*Aerva*, *Commiphora*, *Boscia*, *Farsetia*...) et savanes à Bambili à la fin du Dernier Maximum Glaciaire, suggèrent d'une part, l'hypothèse de la remontée de ces milieux depuis les basses altitudes, au détriment des environnements forestiers réduits à des zones de refuges ou d'autre part, l'hypothèse de la descente des pelouses graminéennes depuis le sommet de la montagne.

## ***Crossia* est-elle une des premières Lignophytes ?**

### **Etude de spécimens du Dévonien moyen de Ronquières (Belgique)**

**Sarah BENALI<sup>1</sup>, Philippe GERRIENNE<sup>1</sup>, Brigitte MEYER-BERTHAUD<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Unité PPM, Département de Géologie, Université de Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique. [Sarah.Benali@student.ulg.ac.be](mailto:Sarah.Benali@student.ulg.ac.be) – [P.Gerrienne@ulg.ac.be](mailto:P.Gerrienne@ulg.ac.be)

<sup>2</sup> CNRS, UMR AMAP, TA-A51/PS2, Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier cedex 5, France. [brigitte.meyer-berthaud@cirad.fr](mailto:brigitte.meyer-berthaud@cirad.fr)

Les lignophytes sont les plantes qui comportent un cambium bifacial qui produit du xylème secondaire vers l'intérieur et du phloème secondaire vers l'extérieur de la tige. Aujourd'hui, le clade des lignophytes se confond avec celui des plantes à graines, mais les premières lignophytes, qui ont vécu pendant le Dévonien (de -390 à -360 millions d'années), ne possédaient pas de graines.

Le genre *Crossia* a été établi en 1993 par Beck et Stein. Il appartient à l'ordre des Stenokoleales. Ces plantes, qui ne sont connues que grâce à des spécimens perminéralisés, ont vécu au Dévonien moyen et au Dévonien supérieur. Les Stenokoleales sont notamment caractérisées par la présence d'une protostèle lobée à trois bras. Un des spécimens décrits par Beck et Stein (1993) comporte une petite quantité de xylème secondaire, ce qui a amené Kenrick et Crane (1997) à considérer *Crossia* comme la première lignophyte. Cependant, la présence d'un cambium bifacial n'a pas été démontrée par Beck et Stein (1993).

Dix spécimens de cette plante perminéralisés dans de la pyrite et mesurant de 35 à 175 mm ont été trouvés sur le site de Ronquières en 2004, dans des niveaux fossilifères tout proches de ceux qui ont livré *Runcaria*, un précurseur des plantes à graines (Stockmans, 1968 ; Gerrienne et al., 2004, 2005). Les spécimens ont été étudiés par dépelliculation, photographie et microscopie électronique à balayage.

Tous les spécimens sont similaires au seul fragment interprété comme un axe de premier ordre par Beck et Stein (1993). Ils montrent une grande protostèle trilobée contenant un faisceau de protoxylème central et plus de vingt faisceaux de protoxylème arrangés le long des bras de xylème primaire. Un spécimen semble montrer l'évolution d'une stèle trilobée à une eustèle, mais ceci doit encore être confirmé.

Un anneau de xylème secondaire avec des trachéides alignées radialement et des rayons étroits est présent dans plusieurs spécimens venant de Ronquières. Les ponctuations sont continues sur les parois radiales et tangentielles des trachéides. Les rayons sont uni- à quadrisériés et possèdent jusqu'à plus de 45 cellules de haut. Jusqu'à présent, la présence ou l'absence de cambium vasculaire bifacial et de phloème secondaire n'a pas pu être démontrée.

Les caractères de la structure primaire et des tissus secondaires de *Crossia* sera comparés à ceux des plantes ligneuses contemporaines ou légèrement plus jeunes ainsi qu'à celle des

premières spermatophytes. Notre travail permettra vraisemblablement de préciser la position phylogénétique du genre *Crossia*.

### Références

- Beck C.B., Arbor A., Stein W.E. (1993). *Crossia virginiana* gen. et sp. nov., a new member of the Stenokoleales from the Middle Devonian of Southwestern Virginia. *Paleontographica B*, vol 229, 115-134.
- Gerrienne P., Meyer-Berthaud B., Fairon-Demaret M., Streel M., Steemans P. (2004). *Runcaria*, a Middle Devonian seed plant precursor. *Science*, vol 306, 856-858.
- Gerrienne P., Meyer-Berthaud B., Fairon-Demaret M. The significance of *Runcaria* (Middle Devonian, Belgium) in the evolution of seeds plants. *Carnets de Géologie / Notebooks on geology, Brest, Memoir 2005/02, Abstract 03 (CG2005\_M02/03)*.
- Kenrick P. & Crane P.R. (1997). The Origin and Early Diversification of Land Plants: a Cladistic Study. (Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press).
- Stockmans F. (1968). Végétaux mésodévoniens récoltés aux confins du Massif du Brabant (Belgique). *Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Mémoires*, vol. 159, p. 1-49.

## Etude de spécimens de progymnospermes «type *Callixylon* » de Ronquières (Dévonien moyen, Belgique).

**Luc CORNET<sup>1</sup>, Philippe GERRIENNE<sup>1</sup>, Brigitte MEYER-BERTHAUD<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Unité PPM, Département de Géologie, Université de Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique. [L.Cornet@student.ulg.ac.be](mailto:L.Cornet@student.ulg.ac.be) – [P.Gerrienne@ulg.ac.be](mailto:P.Gerrienne@ulg.ac.be)

<sup>2</sup> CNRS, UMR AMAP, TA-A51/PS2, Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier cedex 5, France. [brigitte.meyer-berthaud@cirad.fr](mailto:brigitte.meyer-berthaud@cirad.fr)

Le terme progymnosperme est un terme inventé par Beck en 1960 pour décrire les fossiles présentant un bois de structure gymnospermique mais avec un feuillage de type *Archaeopteris*. Le genre *Callixylon* est inclus dans ces progymnospermes et est classé dans l'ordre des Archaeopteridales. Les Archaeopteridales sont notamment caractérisées par une eustèle et des bandes de ponctuations aréolées sur les parois radiales des trachéides. L'ouverture de ces ponctuations sont en fente et inclinées de 45 degrés.

Plusieurs spécimens perminéralisés présentant des caractères anatomiques proches de *Callixylon* ont été récoltés dans les niveaux fossilifères situés le long du plan incliné de Ronquières. Deux de ces spécimens sont décrits ici. Les niveaux fossilifères sont proches de la localité qui a livré *Runcaria*, un précurseur des plantes à graines (Stockmans, 1968 ; Gerrienne et al., 2004). La palynologie indique que ces niveaux datent du Givétien moyen (approximativement -385 millions d'années) (Gerrienne et al., 2004, 2005). Un des spécimens est long de 80 cm et large de 15 centimètres. Les tissus perminéralisés sont la stèle et un anneau de xylème secondaire ; leur diamètre atteint 7,5 cm. Le second spécimen mesure 8.5 cm et consiste en un fragment de xylème secondaire. Des lames minces, des dépelliculations et de la microscopie électronique à balayage ont été utilisés pour décrire ces deux fossiles.

Le spécimen le mieux conservé possède une eustèle du 80 cm qui présente de nombreux pôles de protoxylème mésarche. Le second spécimen ne présente pas de moelle et est constitué exclusivement de xylème secondaire. L'analyse des coupes longitudinales montre que les deux spécimens présentent soit des trachéides sans bandes de ponctuations aréolées, soit des trachéides avec des bandes de ponctuations de longueurs différentes entre les deux spécimens. Les rayons sont unisériés dans les deux cas mais plus petits dans le spécimen numéro deux. En suivant la révision du genre *Callixylon* Zalesky 1911 par Lemoigne et al. (1983), il apparaît que le premier spécimen pourrait ne pas appartenir au genre *Callixylon*.

### Références

- Gerrienne P., Meyer-Berthaud B., Fairon-Demaret M., Streel M., Steemans P. (2004). *Runcaria*, a Middle Devonian seed plant precursor. *Science*, vol 306, 856-858.
- Gerrienne P., Meyer-Berthaud B., Fairon-Demaret M. (2005). The significance of *Runcaria* (Middle Devonian, Belgium) in the evolution of seeds plants. *Carnets de Géologie / Notebooks on geology, Brest, Memoir 2005/02, Abstract 03 (CG2005\_M02/03)*.
- Lemoigne Y., Iurina A., Snigirevskaya N. (1983). Revision du genre *Callixylon* Zalesky 1911 (*Archaeopteris*) du Dévonien. *Palaeontographica Abt. B*, 186, Lfg 4-6, p 81-120.
- Stockmans F. (1968). Végétaux mésodévonien récoltés aux confins du Massif du Brabant (Belgique). *Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Mémoire 159*, 1-49.

## **Apports de la palynologie dans l'étude géomorphologique de la plaine alluviale tourbeuse d'une rivière ardennaise (La Lienne – Ardenne belge)**

**Anne-Cécile DENIS**

Université de Liège, Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie fluviale - Département de géographie, allée du 6 Août, 2, 4000 Liège, Belgique. [anne-cecile.denis@ulg.ac.be](mailto:anne-cecile.denis@ulg.ac.be)

La présence de tourbières en plaine alluviale offre une réelle opportunité d'étudier la dynamique et l'évolution des conditions de sédimentation dans les fonds de vallée et de cerner ainsi les éventuels événements climatiques et impacts anthropiques ayant affecté le bassin. Les tourbières de fonds de vallées présentent, en effet, des conditions tout à fait favorables aux enregistrements sédimentaires, témoins de la dynamique ancienne de la rivière. Lorsqu'une tourbière s'édifie en lit majeur, elle « fossilise » la topographie de la plaine alluviale qu'elle recouvre, permettant ainsi, par la réalisation de sondages, de reconstituer l'allure de la plaine alluviale à l'époque de sa mise en place et éventuellement d'en reconstituer sa dynamique. Des phases d'érosion survenues dans le bassin versant peuvent également être enregistrées dans les tourbières sous la forme de dépôts intercalés enrichis en matière minérale. L'étude de la tourbière des Prés de Neucy dans la vallée de la Lienne (DENIS, 2010) par la palynologie et l'utilisation de différentes méthodes d'étude des dépôts (susceptibilité magnétique, analyse granulométrique par la méthode CM Passega,...) a notamment permis de mettre en évidence la dynamique du colmatage tourbeux du fond de vallée ainsi qu'une incision de près d'un mètre à la fin du Dryas récent. Cette étude a également mis en évidence dans la tourbière un événement ayant affecté localement le fond de vallée par une importante phase de colluvionnement non encore observé dans le bassin. Une étude plus approfondie de cette tourbière de plaine alluviale ainsi que des autres tourbières présentes dans les bassins de l'Amblève, voire dans d'autres vallées, permettrait de vérifier ces observations d'une part, d'apporter de nouvelles connaissances sur la dynamique Holocène des fonds de vallée d'autre part.

### Référence

Denis A.-C., 2010. *Étude de la dynamique de la plaine alluviale de la Lienne et des conditions de sédimentation dans la tourbière des Prés de Neucy*. Mémoire de Master en Sciences Géographiques à l'Université de Liège.

## **Assemblages de thécamoebiens, de diatomées et de pollens comme biomarqueurs d'humidité, trophiques et stratigraphiques, en relation avec l'évolution des tourbières belges : caractérisation des niveaux pré- et post-industriels**

**Marie DOMMES, Louis LECLERCQ**

Laboratoire des milieux humides et des eaux, Station scientifique des Hautes-Fagnes, Université de Liège, 137, rue de Botrange, B-4950 Waimes, Belgique. [Louis.Leclercq@ulg.ac.be](mailto:Louis.Leclercq@ulg.ac.be)

En Belgique, les terrains tourbeux couvrent quelque dix mille hectares : ce sont des milieux humides de grand intérêt scientifique et patrimonial. La plupart de ceux qui couvrent les 4 hauts plateaux wallons (Hautes-Fagnes, Tailles, Saint-Hubert, Croix Scaille) sont aujourd'hui, bien que fortement dégradés, érigés en réserves naturelles domaniales et gérés en vue de les restaurer.

On sait qu'un changement important de société a eu lieu au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle : abandon des pratiques agropastorales extensives et de l'extraction de la tourbe au moment où commençait l'ère industrielle, drainage et plantations d'épicéas. Par ailleurs, parallèlement, on assistait à une pollution croissante de l'air via la combustion des énergies fossiles et l'intensification de l'agriculture, induisant des pluies acides enrichies en soufre et en azote. Ainsi, les milieux tourbeux très fragiles ont subi et subissent encore des perturbations graves : assèchement, régression des espèces oligo-dystrophes, envahissement par des mésotrophes (autres espèces de sphaignes, molinies entre autres), ou encore boisement. L'objectif principal de notre travail était de coupler trois types d'approche (étude des thécamoebiens, des diatomées et des pollens conservés dans la tourbe) pour rechercher et caractériser l'impact des activités humaines sur les tourbières belges depuis plusieurs centaines d'années. Quatre sites ont été étudiés : sur le plateau des Hautes-Fagnes, une tourbière haute dégradée aux Six Hêtres et un lithalse à Hoscheit ; sur le plateau des Tailles, la Fange aux Mochettes et la Pisserotte.

D'une façon globale, on constate que les 4 sites étaient moins acides, plus humides et plus diversifiés avant 1850 en dépit d'une exploitation par l'homme, extensive il est vrai et qu'il semble qu'on assiste, après une longue phase intermédiaire plus sèche et plus acide, à un retour à des conditions plus humides mais tout aussi acides.

On savait les milieux tourbeux extrêmement sensibles par leur caractère oligo-dystrophe et on a largement décrit dans la littérature leur dégradation catastrophique depuis le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle. Nous montrons que leurs peuplements de microorganismes pourtant très originaux (desmidiées ; diatomées, thécamoebiens) ont perdu une grande partie de leur diversité, ce qui ne peut avoir qu'un impact très négatif sur le fonctionnement global de ces écosystèmes très fragiles. A l'heure où, dans un cadre local (région wallonne) et européen (projets LIFE), on investit des sommes de plus en plus considérables dans la conservation de la nature et en particulier dans la restauration des tourbières, notre travail fournit un outil d'évaluation de l'efficacité des nombreuses mesures de gestion visant à réhydrater les zones tourbeuses et à y relancer une activité turfifère. Il démontre aussi qu'il est applicable dans des milieux variés (tourbières hautes et basses, bas-marais, tourbières flottantes).

## Révision de la flore de la veine Bouxharmont (charbonnages de Wérister, Belgique)

**Maryam FARAHIMANESH<sup>1</sup>, Philippe GERRIENNE<sup>1</sup>, Cyrille PRESTIANNI<sup>2</sup>, Jean GALTIER<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Unité PPM, Département de Géologie, Université de Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique. [kamyar.maryam@gmail.com](mailto:kamyar.maryam@gmail.com) - [P.Gerrienne@ulg.ac.be](mailto:P.Gerrienne@ulg.ac.be)

<sup>2</sup> Département de Paléontologie, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Rue Vautier, 29, 1000 Bruxelles, Belgique. [cyrille.prestianni@gmail.com](mailto:cyrille.prestianni@gmail.com)

<sup>3</sup> Botanique et Bioinformatique de l'Architecture des Plantes, AMAP-CIRAD, TA-A51/PS2, Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier cedex 5, France. [jean.galtier@cirad.fr](mailto:jean.galtier@cirad.fr)

En 1925, Suzanne Leclercq décrit une flore préservée dans des coal balls récoltés dans la veine "Bouxharmont" des charbonnages de Wérister près de Liège. Les couches fossilifères sont datées du Bashkirien (Pennsylvanien inférieur) à partir des goniatites (Leclercq 1925). En 1984, Holmes et Fairon-Demaret ont publié une revision préliminaire de la flore, mais aucune étude détaillée n'a été réalisée. Les études précédentes de la flore de Bouxharmont (les plus importantes : Leclercq, 1925 ; Holmes & Fairon-Demaret, 1984) ont montré la présence de nombreuses Lycophytes, mais aussi de Sphénophytes et de Filicophytes. Parmi les Spermatophytes, les Ptéridospermes (Lyginopteridales, Medullosales) sont rares ; aucune n'est n'a été décrite en détail. Plusieurs spécimens de graines de type *Cordaites* (*Mitrospermum*) sont présents.

Les objectifs de ce travail sont (1) de faire un inventaire détaillé et actualisé de toutes les études préalables, (2) de décrire en détail plusieurs taxa de Filicophytes, parmi lesquels des spécimens des genres *Ankyropteris*, *Botryopteris*, *Clepsydropsis*, *Etapteris*, *Rowleya* et *Stauropteris*, ainsi que plusieurs spécimens de Spermatophytes, et (3) de reconstituer le plus fidèlement possible l'association végétale qui caractérise la « flore de Bouxharmont ».

## **Les origines et l'évolution de l'organe feuille-mégaphylle; implications sur les relations fougères-plantes à graines.**

**Jean GALTIER**

Botanique et Bioinformatique de l'Architecture des Plantes, AMAP-CIRAD, TA-A51/PS2,  
Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier cedex 5, France. [jean.galtier@cirad.fr](mailto:jean.galtier@cirad.fr)

Une revue des données paléobotaniques permet d'interpréter l'origine et la signification de la feuille-mégaphylle. Ces données, mettant l'accent sur les caractères anatomiques, suggèrent que la feuille est apparue indépendamment près d'une dizaine de fois entre le Dévonien moyen et le Carbonifère inférieur. Les végétaux de type Cladoxylales sensu lato et les progymnospermes aneurophytales possèdent des « précuseurs- mégaphylles » homologues des petites feuilles des progymnospermes archaeopteridales. D'autre part chez les fougères *sensu lato* la mégaphylle a été réalisée par modification de rameaux latéraux de certaines euphyllophytes basales. Ainsi différents processus progressifs sont reconnaissables chez les Rhacophytales, puis chez les Zygopteridales (avec leur pétiole de type phyllophore) et les Tedealeales. En contraste, les autres fougères anciennes (de type Botryopteris) ont pu acquérir une fronde directement par modification anatomique minimale de systèmes latéraux d'euphyllophytes. Enfin la fronde des premières plantes à graines dérive certainement par modification de l'ensemble d'un système latéral du type observé chez les progymnospermes aneurophytales. Des pinnules à limbe assez large apparaissent chez les plantes à graines avant les fougères. Les feuilles des fougères et des plantes à graines ne sont pas homologues et montrent des différences anatomiques fondamentales qui soutiennent la divergence précoce des deux groupes.

## La vie à 3,2 milliards d'années

**Emmanuelle J. JAVAUX<sup>1</sup>, Craig P. MARSHALL<sup>1</sup>, Andrey BEKKER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Unité PPM, Département de Géologie, Université de Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique. [ej.javaux@ulg.ac.be](mailto:ej.javaux@ulg.ac.be)

<sup>2</sup> Department of Geology, University of Kansas, Lawrence KS 66044, USA. [cpmarshall@ku.edu](mailto:cpmarshall@ku.edu);

<sup>3</sup> Department of Geological Sciences, University of Manitoba, Winnipeg MB R3T 2N2, Canada. [bekker@cc.umanitoba.ca](mailto:bekker@cc.umanitoba.ca)

De nombreux travaux ont décrit des traces morphologiques, isotopiques, moléculaires ou biosédimentaires possibles de vie dans les sédiments archéens, suggérant l'existence d'une communauté microbienne diversifiée dans des habitats variés allant de lacs évaporitiques et eaux marines côtières aux sources hydrothermales profondes, depuis 3.5 (voire 3.8) milliards d'années. Cependant, les controverses sont nombreuses quant à la biogénicité (origine biologique de l'objet d'étude), endogénicité (l'objet d'étude est dans la roche et pas une contamination) et syngénicité (l'objet d'étude a le même âge que la roche) du registre fossile plus ancien que la fin de l'Archéen.

Récemment, une population de grandes microstructures sphéroïdales carbonées (jusqu'à 298 µm de diamètre) a été découverte dans des shales et siltstones du Groupe Moodies (Barberton Greenstone Belt) en Afrique du Sud (Javaux et al., 2010, *Nature* 463, 934-938; Buick, 2010, *Nature* 463, 885-886). Le Groupe Moodies est bien daté à 3.2 milliards d'années et préserve les plus anciens dépôts terrigènes alluviaux et côtiers avec une influence tidale connus jusqu'à présent (Eriksson & Simpson, 2000, *Geology* 28, 831-834). Ces microstructures sont interprétées comme des microfossiles à paroi organique (acritarches) sur base d'un ensemble d'observations pétrographiques et géochimiques démontrant leur endogénicité et syngénicité, leur composition carbonée, un fractionnement isotopique du carbone compatible avec des processus biologiques, leur morphologie et ultrastructure cellulaires, leur présence sous forme de population, leur taphonomie (déformation de paroi flexible), le contexte géologique plausible pour la vie, et le manque d'explications abiotiques permettant de falsifier l'hypothèse d'une origine biologique. La taille des microfossiles est supérieure à celle reportée auparavant pour de possibles sphéromorphes archéens, mais comparable à celle des plus anciens acritarches du Paléoproterozoïque (1.8 Ga), permettant d'étendre leur registre fossile de 1.4 milliard d'années. L'affinité biologique, procaryote ou eucaryote, de ces acritarches archéens n'est pas élucidée pour l'instant. D'autres traces de vie, sous forme de tapis microbiens benthiques et de signatures isotopiques, ont été décrits dans le Groupe Moodies (Noffke, Eriksson, Hazen, & Simpson, 2006, *Geology* 34, 253-256; Heubeck, 2009, *Geology* 37, 931-934). Ces travaux offrent un nouveau regard sur l'écologie de l'océan mésoarchéen, démontrant l'évolution précoce d'un écosystème modérément diversifié dans la zone photique de milieux marins côtiers terrigènes vieux de 3.2 milliards d'années, où de grandes cellules (ou enveloppes coloniales) à paroi organique résistante et peut-être planctoniques cotoyaient des tapis microbiens benthiques.

## **Etude palynologique d'un sondage profond réalisé dans la tourbière du Misten (Plateau des Hautes-Fagnes, Belgique)**

**Kamyar KAMRAN<sup>1</sup>, Mona COURT-PICON<sup>2</sup>, Philippe GERRIENNE<sup>1</sup>, Maurice STREEL<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Unité PPM, Département de Géologie, Université de Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique. [kamyar.maryam@gmail.com](mailto:kamyar.maryam@gmail.com) - [P.Gerrienne@ulg.ac.be](mailto:P.Gerrienne@ulg.ac.be) - [Maurice.Streel@ulg.ac.be](mailto:Maurice.Streel@ulg.ac.be)

<sup>2</sup> Research Unit of Palaeontology, Department of Geology and Soil Sciences, Ghent University, Belgium. [mona.courticon@gmail.com](mailto:mona.courticon@gmail.com)

Les tourbières sont des milieux humides sensibles aux changements climatiques et aux activités humaines. La plupart des tourbières du Plateau des Hautes-Fagnes (Belgique) ont commencé à se former au début de l'Holocène, voici environ 11.000 ans. La tourbe s'y est accumulée sur des épaisseurs considérables, pouvant atteindre une dizaine de mètres.

Ce travail est consacré à l'étude à haute résolution (échantillonnage tous les 1,5 cm) d'un sondage réalisé dans la tourbière du Misten, dans les Hautes-Fagnes. Notre recherche concerne l'étude des spores et grains de pollen; d'autres études (macrorestes végétaux, thécamoebiens, diatomées, humification, géochimie) sont ou seront menées par d'autres équipes.

Les objectifs de notre travail sont de proposer une reconstitution fine (1) de l'évolution des conditions climatiques et (2) du paysage au cours de l'Holocène sur le plateau des Hautes-Fagnes.

## Biogenicity of microtubes in 2.7 Gyrs old basaltic tuff investigated down to the nanoscale

**Kevin LEPOT<sup>1</sup>, Pascal PHILIPPOT<sup>2</sup>, Karim BENZERARA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> PPM unit, Geology Department, University of Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique.

[kevin.lepot@ulg.ac.be](mailto:kevin.lepot@ulg.ac.be)

<sup>2</sup> Géobiosphère Actuelle et Primitive, Institut de Physique du Globe de Paris et Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux Condensés, 75005 Paris, France. [philippot@ipgp.fr](mailto:philippot@ipgp.fr) -

[benzerar@impmc.jussieu.fr](mailto:benzerar@impmc.jussieu.fr)

Dissolution of volcanic glass with formation of microgranular or microtubular pitting has been widely considered as the result of microbial activity in modern oceanic crust. Microtubes found in metamorphosed glassy parts of ancient submarine pillow lavas as old as ca. 3.5 Gyrs have been consequently considered as the oldest imprints of this microbial dissolution activity, thus revealing an important potential sub-oceanic habitat for early life (1). Alternative abiotic processes forming microtubes may occur in rocks submitted to metamorphism (2), hence the importance of careful multi-scale analysis of potential microbial tunneling imprints.

Here, we report the finding of microtubes within primary and reworked ash-fall (and/or ash flow) tuffs of the 2.72 Gyrs old Mingah member lying at the base of the Tumbiana Formation (PDP1 drillcore). The formerly glassy ashes of basalt composition are now chloritized. They are interpreted as deposits in a shallow marine or lacustrine setting (3). Thus, some potential volcanic glass-dwellers may also have thrived in an environment markedly different from the deep ocean basaltic crust, which we discuss with respect to the Tumbiana Formation stratigraphy.

Studied samples contain microtubes that are morphologically similar with some other Archean occurrences interpreted as biogenic (1) and are similarly mineralized by titanite. We studied the mineral and organic petrography down to the nanoscale in these samples using i) Raman mappings (spatial resolution better than 1 µm), ii) Scanning Electron Microscopy, and iii) nanoscale elemental mappings and selected area electron diffraction by Transmission Electron Microscopy. Resulting data can be used to address the biogenicity and formation processes of alteration features within these rocks including titanite microtubes.

### References

- Furnes, H., Banerjee, N. R., Staudigel, H., Muehlenbachs, K., McLoughlin, N., de Wit, M., and Van Kranendonk, M. J., 2007. Comparing petrographic signatures of bioalteration in recent to Mesoarchean pillow lavas: Tracing subsurface life in oceanic igneous rocks. *Precambrian Res.* 158, 156-176.
- Lepot, K., Philippot, P., Benzerara, K., and Wang, G. Y., 2009. Garnet-filled trails associated with carbonaceous matter mimicking microbial filaments in Archean basalt. *Geobiology* 7, 6579–6599.
- Thorne, A. M. and Trendall, A. F., 2001. *Geology of the Fortescue Group, Pilbara Craton, Western Australia*. Western Australia Geological Survey, Bulletin 144, 249p.

## **Comparaison de deux bassins sédimentaires à la limite Paléocène-Eocène : le Bassin sud de la Mer du Nord et le Bassin de Douala (Cameroun)**

**Cécile MBESSE, Emile ROCHE**

Unité PPM, Département de Géologie, Université de Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique. [bessong.olive@gmail.com](mailto:bessong.olive@gmail.com) - [rocheemile@yahoo.fr](mailto:rocheemile@yahoo.fr)

Le projet d'étude consiste à comparer deux bassins sédimentaires situés, au début du Cénozoïque, dans deux zones paléophytogéographiques distinctes : le Bassin sud de la Mer du Nord, en Province thétysienne subtropicale et le Bassin de Douala, en Province africano – sud-américaine, tropicale. L'objectif est d'établir entre ces deux bassins des corrélations biostratigraphiques permettant de suivre l'évolution de leurs paléoflores respectives à la limite Paléocène – Eocène.

La limite Paléocène – Eocène, longtemps située par des repères paléontologiques a été repérée assez récemment sur base de données de chimiostratigraphie mettant en évidence une anomalie isotopique du carbone décelable tant en milieu continental qu'en milieu marin. Cette anomalie consistant en un apport dans l'atmosphère d'une quantité importante de Carbone a eu pour effet une augmentation sensible de la température sous un effet de serre connu sous le nom PETM (Paleocene - Eocene Thermal Maximum). La coupe de référence reconnue internationalement pour l'enregistrement sédimentaire de l'anomalie est celle de la carrière de Dababiya en Egypte.

Dans le Bassin sud de la Mer du Nord, la coupe de référence de Kallo (Anvers-Belgique) enregistre le PETM à la limite entre les Formations de Hannut (ex-Landenien marin) et de Tienen (ex-Landenien laguno-continental). Notre recherche, centrée principalement sur une série de séquences relevées dans l'Avesnois (Hainaut français), dans lesquelles l'anomalie a été repérée, aura pour but de vérifier les données biostratigraphiques et paléoenvironnementales dégagées de l'étude de la séquence de Kallo. Les premiers résultats corroborent les données antérieures, à savoir que le PETM a déclenché un processus de modification de la flore Paléocène entraînant la disparition des « Normapolles » produits par des taxons botaniques issus des florules archaïques du Crétacé et leur remplacement par des taxons d'une flore « modernisée » en évolution vers la flore actuelle. Du point de vue paléoenvironnemental, le réchauffement du début de l'Eocène a permis la mise en place d'une flore tempérée chaude évoluant vers un stade subtropical humide dont le caractère mégatherme se situe à l'Yprésien supérieur (ex-Paniselien).

Le Bassin de Douala, limité au nord par la ligne volcanique du Cameroun et au sud par le fleuve Ntem formant la frontière avec la Guinée équatoriale couvre 19000 km<sup>2</sup> dont 7000 sont émergés et 12000 sont offshore. Le passage Paléocène – Eocène s'y caractérise par le contraste entre un Paléocène transgressif et un Eocène régressif. Du point de vue palynostratigraphique (étude des pollens, spores et dinoflagellés), il est encore imparfaitement connu. Seule une étude déjà ancienne sur le sondage Kwa-Kwa datant des années 1977 à 1984 a été publiée. Des documents plus récents sont conservés dans les archives des sociétés pétrolières et ne sont pas accessibles.

Dans la nouvelle étude entreprise sur la limite Paléocène – Eocène, des cuttings provenant de 4 puits sont en cours d'analyse : North Matanda, Mamiwater, Yatou et Pungo. Un premier examen permet de constater que les assemblages palynologiques tant des pollens et spores que des

dinoflagellés sont très variés. Les premiers constitués de taxons évolués d'une flore paléotropicale devraient permettre de distinguer la flore Eocène de celle du Paléocène, en évolution, et de celle du Crétacé, plus archaïque. En ce qui concerne les dinoflagellés, les corrélations avec les bassins nordiques pourront s'établir sur base de la progression du genre *Apectodinium*, caractéristique de la base de l'Eocène.

## ***Aneurophyton* (Aneurophytales - Progymnosperms) from Goé (Mid Devonian, Belgium)**

**Nicolas MOMONT<sup>1</sup>, Cyrille PRESTIANNI<sup>2</sup>, Philippe GERRIENNE<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> PPM unit, Géology Department, University of Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgium.

[Nicolas.Momont@student.ulg.ac.be](mailto:Nicolas.Momont@student.ulg.ac.be) - [P.Gerrienne@ulg.ac.be](mailto:P.Gerrienne@ulg.ac.be)

<sup>2</sup> Palaeontology Department, IRSNB, Rue Vautier, 29, 1000 Bruxelles, Belgium,

[cyrille.prestianni@gmail.com](mailto:cyrille.prestianni@gmail.com)

Progymnosperms are basal members of the Lignophytes (plants that possess a bifacial vascular cambium, producing secondary phloem -inner bark- outwards, and secondary xylem -wood - inwards). Progymnosperms include three orders: Aneurophytales, Archaeopteridales and Protopytales. These plants combine a gymnosperm-type anatomy and a free-sporing reproduction. This unique combination of characters is generally considered as indicating that the progymnosperms are closely related to the early evolution of seed plants (spermatophytes). Despite the importance of the group, the gross morphology and the architecture of the progymnosperms are still poorly understood.

The present study focuses on specimens of *Aneurophyton germanicum* Krausel & Weyland (Aneurophytales). This genus has been reported from the late Eifelian of Germany (Krausel and Weyland, 1923, 1926, 1929; Schweitzer and Matten, 1982) and from the Frasnian of USA (Serlin and Banks, 1978). This specimens studied here are mostly compression fossils from Goé (Massif de la Vesdre, Belgium). The age of the locality is late Eifelian (AD pre-Lem spore zone; Hance et al., 1996; Berry and Fairon-Demaret, 2001).

All large *Aneurophyton germanicum* specimens from Goé are vegetative. They are comprised of a main axis (stem) bearing large lateral branching systems (LBS). Vegetative LBS are inserted in a spiral arrangement. They are composed of a petiole and of pinnae. The petiole is a short axe that divides by dichotomy or trichotomy to form two or three pinnae. Pinnae bear pinnules, which are inserted alternately. When the petiole is divided by trichotomy, the central pinna bears second-order pinnae. Pinnules are dichotomous unwebbed structures; divisions occur in the same plane. Pinnules show a bilateral symmetry. Fertile LBS are generally poorly preserved. Their architecture is similar to that of vegetative LBS. Fertile pinnules are composed of a stalk which divides once to form a lyre-shaped structure. Each arm of the lyre-shaped structure bears two rows of stalked sporangia on its inner face. Sporangia are elliptical; they show a rounded tip and a longitudinal dehiscence line.

The complexity of LBS varies according to their position in the plant. Proximal LBS are larger than distal LBS. The petiole of proximal LBS is longer than that of distal LB. The petiole of several proximal LBS divides by trichotomy, whereas petioles divide only by dichotomy in distal regions. Pinnules also exhibit a morphological variation related with their position on the plant: proximal pinnules are more complex than distal ones. Vegetative pinnules can be divided up to five times; fertile pinnules include a stalk that divides once or twice below the lyre-shaped structures.

The lateral branching systems of *Aneurophyton germanicum* have been compared with those of the other Aneurophytales and *Elkinsia polymorpha* Rothwell, Scheckler and Gillespie, a Late Devonian seed plant. The frond morphology and the organization of axis protostele suggest that Aneurophytales are phylogenetically related to basal spermatophytes.

## References

- Berry, C. M., Fairon-Demaret, M. (2001). The Middle Devonian flora revisited. In Gensel P. G. & Edwards, D. (eds). *Plants invade the land: evolutionary and environmental perspectives*. Columbia University Press, New York, 120–139.
- Hance, L., Dejonghe, L., Fairon-Demaret, Steemans, P., 1996. La Formation de Pépinster dans le Synclinorium de Verviers, entre Pépinster et Eupen (Belgique) - Contexte structural et stratigraphique. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 117(1): 75-93.
- Kräusel, R., Weyland, H. (1923). Beiträge zur Kenntnis der Devonflora. *Senckenbergiana*, 5: 154-184.
- Kräusel, R., Weyland, H. (1926). Beiträge zur Kenntnis der Devonflora II. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 40:115-155.
- Kräusel, R., Weyland, H. (1929). Beiträge zur Kenntnis der Devonflora III. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 40:315-360.
- Schweitzer, H.-J., Matten, L. C. (1982). *Aneurophyton germanicum* and *Protopteridium thomsonii* from the Middle Devonian of Germany. *Palaeontographica. Abteilung B*, 184:65-126.
- Serlin, B. S., Banks, H. P. (1978). Morphology and anatomy of *Aneurophyton*, a progymnosperm from the Late Devonian of New York. *Palaeontographica Americana*, 8 (51): 343-359.

## Variabilité et distribution paléogéographique du morphotype *Moresnetia* (spermatophyte)

Cyrille PRESTIANNI<sup>1</sup>, Philippe GERRIENNE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Paléontologie, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Rue Vautier, 29, 1000 Bruxelles, Belgique. [cyrille.prestianni@gmail.com](mailto:cyrille.prestianni@gmail.com)

<sup>2</sup> Unité PPM, Département de Géologie, Université de Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique. [P.Gerrienne@ulg.ac.be](mailto:P.Gerrienne@ulg.ac.be)

Les spermatophytes se sont développées dès la fin du Dévonien moyen. Elles se sont ensuite diversifiées au cours du Dévonien supérieur, notamment sous le couvert des forêts dominées par *Archaeopteris* (Progymnosperme). Celui-ci était présent dans pratiquement tous les écosystèmes frasniens et famenniens continentaux connus. Le Famennien enregistre la très probablement la première radiation évolutive des spermatophytes. En effet, alors qu'une seule espèce est connue au Frasnien, quatorze sont décrites dans les dépôts famenniens. Ces dernières ont été classées de manière informelle en cinq types morphologiques (le type *Moresnetia*, le type *Condrusia*, le type *Dorinnotheca*, le type *Aglosperma*, et le type *Warsteinia*). Parmi eux, le type *Moresnetia* est particulièrement abondant et présent dans la plupart des assemblages famenniens à spermatophytes. Ce morphotype est caractérisé par une cupule multiovulée constituée de segments diversement soudés les uns aux autres. Jusqu'à six ovules par cupule peuvent être observés. Ces ovules sont dits hydraspermies, en référence au mode particulier de capture des grains de pollen qui consiste en une modification de la région apicale du nucelle. Cette modification, spécifique des premières graines, est liée à l'absence de micropyle bien défini. En effet, le tégument dans ces premières graines est disséqué en plusieurs lobes eux aussi variablement soudés. L'objectif de cette communication est de présenter la variabilité observée au sein du seul morphotype *Moresnetia*. Une revue de toutes les espèces connue est proposée à la lumière des données les plus récentes. Enfin, une interprétation palaeo-écologique sera proposée.

## **The Misten peat-bog (Hautes-Fagnes): how pollen analysis allows to link interdisciplinary data**

**Maurice STREEL**

PPM unit, Geology Department, University of Liège, B18, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique.

[Maurice.Streel@ulg.ac.be](mailto:Maurice.Streel@ulg.ac.be)

With the collaboration of

Mona COURT-PICON (Ghent University), Freddy DAMBLON (IRSNB), François DE VLEESCHOUWER (University of Toulouse), Nathalie FAGEL (University of Liège), Philippe GERRIENNE (University of Liège), Emmanuelle JAVAUX (University of Liège), Louis LECLERCQ (University of Liège), Gaël LE ROUX (University of Toulouse), Cédric LUTHERS (University of Liège), Dmitri MAUQUOY (University of Aberdeen), Serge NEKRASSOFF (University of Liège), Cécile WASTIAUX (University of Liège)

The discrimination of human *vs.* climate impact on a sensitive ecosystem such as raised bogs requires the prior knowledge of its accumulation processes as well as its bio-physico-chemical characteristics. This joint study between several expert laboratories from the University of Liège, as well as other European ones, aims to answer three questions:

- 1) what are the recent vegetation changes and their causes;
- 2) are those changes synchronous, and how could we take advantage of them to manage the bog and
- 3) can we discriminate human from climatic impacts on the bog development.

In order to answer those questions, several 1m-long peat monoliths were retrieved from the Misten bog (East Belgium).

Each laboratory provided one or several parameters, guaranteeing a multiproxy and interdisciplinary approach: peat macrofossils, pollens, spores, testate amoebae, humification, nitrogen, trace metals, lead and neodymium isotopes, <sup>210</sup>Pb and <sup>14</sup>C dating.

The high resolution of the sampling step and the accurate age-model make this study a reference that can be compared to various data such as the history of the area, climatic parameters, human occupation and activities, forestry data, old maps (the bog having been mapped back to mid XVIII th century), but also to ongoing projects such as LIFE Hautes Fagnes.

From the base to the top of each monolith, it is possible to reconstruct and correlate ca. 2000 yrs of environmental changes linked to climate and/or human activities. The Medieval Warm Period (MWP) and the Little Ice Age (LIA) are well defined. The latter one is characterized by a recurrent dominance of aquatic Sphagnum. From the XVI th onwards, the climatic signal is progressively disturbed by peat cutting at the edges of the bog. However, our monoliths do not seem significantly affected. The geochemical data show a decrease in mining activities, compared to the previous Roman Period. However, mineral dust loads increase significantly, due to human activities (grazing, agriculture) superimposed upon climatic deterioration (LIA, more wind, more erosion).