

Deux plantes pionnières de la transition siluro-dévonienne à la conquête des milieux terrestres

Par Christian TSCHOCKE

Introduction :

Le monde végétal est étroitement lié au mécanisme de la photosynthèse permettant la production de glucides à partir de l'énergie solaire, du dioxyde de carbone atmosphérique et de l'eau. Les plus anciennes traces fossiles actuellement connues sont dues à des cyanobactéries marines qui datent de plus de 3,4 milliards d'années. Leur participation à l'évolution de la chimie de l'atmosphère et aux conditions de vie sur notre planète est incontestable.

Le Dévonien est la quatrième période de l'ère primaire. Elle se situe entre la fin du Silurien (-419 Ma) et le début du Carbonifère (-359 Ma). Durant cette période nous constatons nombre d'avancées majeures de la conquête des terres émergées par la végétation dont la vascularisation, la production de graines et les premiers systèmes racinaires. Deux plantes pionnières de la colonisation du Gondwana, *Cooksonia* et *Baragwanathia*, sont emblématiques de cette période.

Du Cambrien à la sortie des eaux :

Le Paléozoïque débute avec le Cambrien, il y a environ 540 millions d'années. Le début de l'ère primaire est caractérisé par d'importants changements : orogénèses, formation d'un supercontinent, cycles successifs de transgressions-régressions marines, glaciations et modification de la composition de l'atmosphère et des conditions climatiques.

Les enregistrements fossiles de cette période montrent un extraordinaire foisonnement d'espèces connu sous la dénomination d'explosion cambrienne. Les sites fossilifères du Cambrien inférieur tel celui de Chengjiang (≈ 524 Ma) dans la Chine actuelle ont permis la mise au jour de plus de 200 espèces différentes avec au moins 4 espèces d'algues marines filamenteuses ramifiées, dont *Fuxianospira* sp. (Chen&Zhou, 1997).



Les algues sont des organismes uni ou pluricellulaires qui utilisent la photosynthèse. Elles se développent essentiellement en milieu aqueux. Leur coloration est due à la présence d'organites tels les chloroplastes pour les algues vertes.

Fuxiano spiragyrata (Chen&Zhou, 1997) Chengjiang, Chine.
Collection personnelle.

La régression du niveau des océans et l'apparition de nouvelles zones intertidales, de lagunes peu profondes voire de mares d'eau douces ou saumâtres sont propices à la colonisation des terres nouvellement émergées. La sortie des eaux commence assez tôt comme le souligne la découverte de fossiles d'hépatiques en Argentine, à l'origine sur la côte est du Gondwana, et datés de 472 Ma, c'est-à-dire au début de l'Ordovicien. L'apport et la maîtrise des techniques d'analyse moléculaire permettent de mieux cerner les étapes de l'évolution des plantes et confirme leur origine charophytique, c'est-à-dire d'algues vertes, et démontrent le monophylétisme des diverses lignées de charophytes et de plantes terrestres. Les hépatiques qui appartiennent aux bryophytes, sont ainsi clairement identifiées comme étant les premières plantes ayant colonisé les sols alors que les lycopodes seraient à l'origine des plantes vasculaires. La sortie des eaux implique une évolution essentielle, la résistance au dessèchement, bien que les bryophytes restent toujours très dépendantes d'un fort niveau d'humidité. Il est ainsi admis par la communauté

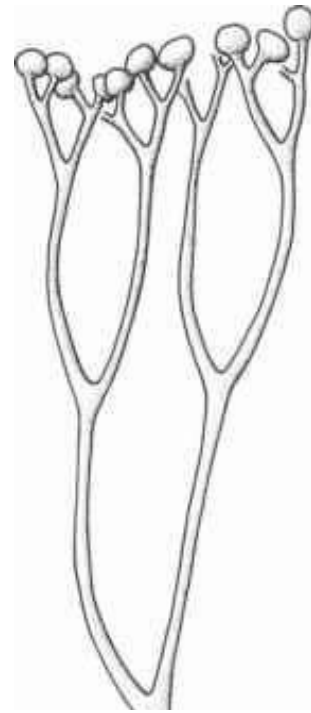
scientifique que les premières plantes terrestres appartiennent aux Bryophytes et aux Ptéridophytes. Ces groupes végétaux sont caractérisés par l'absence de vascularisation et par un cycle de développement haplo-diplophasique hétéromorphe nécessitant la présence de l'eau pour le transport des gamètes. Il est également logique de penser que les lichens, association d'algues et de champignons, ont accompagné la conquête des terres émergées. La production d'acides lichéniques attaquant la matière minérale associée à la décomposition de la nécromasse sont à l'origine, sur le long terme, d'un substrat organique prêt à recevoir de nouvelles formes végétales, d'autant plus que les premiers arthropodes, essentiellement des fouisseurs de petites tailles, ont eux aussi commencé la conquête des milieux terrestres ce qui de fait participe à l'élaboration d'écosystèmes de plus en plus complexes aptes au développement d'une biomasse de plus en plus spécialisée.

La présence de spores trilètes ornementées (qui ne sont pas produites par les algues) dans les sédiments de l'Ordovicien moyen d'Arabie Saoudite (≈ 450 Ma) laisse soupçonner que l'expansion des plantes vasculaires a commencé dès cette époque bien qu'aucun fossile de la forme végétative associée aux spores n'ait été trouvé. Il est possible qu'il ne s'agisse que du témoignage de la présence de protrachéophytes, c'est-à-dire de leurs précurseurs. La mise au jour de lycopodiales datées du Silurien moyen d'Australie laisse également penser que le phénomène de mycorhization était déjà en place et que cette symbiose est à l'origine des rhizoïdes puis des systèmes racinaires.

Cooksonia : un emblème botanique de la transition siluro-dévonienne.

La découverte de fossiles de plantes de la fin du Silurien (≈ 425 Ma) marque une avancée décisive pour la botanique. Il s'agit du premier végétal connu possédant des tissus vascularisés, *Cooksonia*, découvert en 1937 par William H. Lang et nommé en l'honneur d'Isabel C. Cookson, paléobotaniste australienne avec laquelle il a collaboré.

Les *Cooksonia* sont des plantes de petite taille dépassant rarement 7,5 cm. Les différents fossiles connus présentent une tige à ramification dichotomique sans feuille ni racine bien que l'existence de filaments racinaires dérivés de mycélium de champignons symbiotiques soit probable. Chacune des branches se termine par un sporange contenant des spores. Seule la phase sporophyte est connue. Plusieurs spécimens présentent une bande plus foncée au centre de la tige ce qui est interprétable comme étant des trachéïdes.



Reconstruction de *Cooksonia*
d'après Taylor & Taylor 1993.

Cooksonia cambrensis, Bohême, République Tchèque.
(Collection personnelle.)

La distribution de *Cooksonia* est euraméricaine, de la Sibérie au Brésil en passant par l'Europe et l'Amérique du nord où cinq espèces sont actuellement connues (*Cooksonia pertoni*, *C. hemisphaerica*, *C. cambrensis*, *C. caledonica* (Passée sous le genre *Aberlemniacaledonica*) et *C. paranensis*. De nouvelles études s'interrogent sur ces espèces (voir Genez, P., & Gerrienne, P. (2010). A New Definition and a Lectotypification of the Genus *Cooksonia* Lang 1937. *International Journal of Plant Sciences*, 171(2), 199–215. Doi : 10.1086/648988)

Le genre *Cooksonia* franchit la barrière du Silurien mais au sein de la grande compétition de l'évolution il disparaît dès la fin du Dévonien inférieur. Toutefois durant cette même période nous notons un début de diversification de la flore associée à une réelle distribution biogéographique. L'est du Gondwana, actuellement l'Australie, présente des espèces différentes comme *Baragwanathia longifolia*, une lycophyte présentant un rhizome portant des tiges verticales couvertes de microphylls au sein desquelles on observe des vaisseaux.



Cet exemplaire provient du
Silurien supérieur
(Ludlovien/Pridolien) de
Pologne (Monts de la Sainte
Croix).

On remarque les microphylls
distribués autour d'une tige
centrale.

L'appartenance de cette plante
fossile avec les Lycopsides fait
toujours débat. Le début de
l'histoire évolutive tout comme
l'origine de ce groupe ne sont
pas clairement compris, mais
les espèces du Gondwana se
sont adaptées très tôt à la vie
terrestre.

Baragwanathia sp. (Collection personnelle.)

Le système géologique du Dévonien est caractérisé par la fin de l'orogénèse calédonienne et la prédominance du supercontinent Gondwana. Le climat mondial est nettement plus chaud qu'aujourd'hui avec une teneur en CO₂ atmosphérique de 5 à 6 fois le niveau actuel. Ces conditions sont alors favorables à l'émergence d'une nouvelle classe, les Rhyniopsida, un rang taxinomique paraphylétique des Eutracheophyta mais totalement disparue de nos jours.

Le site fossilifère de Rhynie en Écosse est constitué de cherts datés de 396 Ma (+/- 8 Ma) appartenant donc à la fin du Dévonien inférieur. Des conditions taphonomiques exceptionnelles ont permis la fossilisation de 7 genres d'Embryophytes dont 5 vascularisés, mais aussi des algues dont des Charophytes, des champignons ascomycètes et le premier lichen avéré à ce jour.

Rhynie était un milieu marécageux mais les végétaux présentaient des adaptations au milieu terrestre comme des stomates et de la cuticule. Il ne s'agit pas des seules évolutions anatomiques associées à l'écologie de leur milieu. Les fossiles montrent aussi la présence de rhizoïdes et une adaptation à la verticalité avec une taille allant de 20 cm à 1 mètre. Enfin comme le souligne Patrick FERREIRA, le transfert de la matière végétale vers les consommateurs ne se fait pas par les consommateurs primaires que sont les herbivores mais par les détritivores.

En guise de conclusion nous pouvons considérer que la conquête des milieux terrestres par les plantes de la transition siluro-dévonienne fut le résultat de deux stratégies opposées, la première étant l'acquisition de la résistance temporaire au dessèchement que l'on retrouve entre autre chez les bryophytes, la seconde provenant de l'apparition de canaux de vascularisation amenant l'eau et les nutriments aux différentes parties de la plante, cette caractéristique étant à l'origine des trachéophytes.

Dès le début du Dévonien nous assistons à une dynamique évolutive produisant une diversification importante des espèces et à l'apparition de communautés telle celle de Rhynie.

Enfin vers la fin du Dévonien moyen (Givétien) on observe les premiers enregistrements fossiles d'arbres dans les dépôts sédimentaires du site de Gilboa bordant le lac Erié connu comme contenant les restes du tout premier écosystème forestier avec des arbres mesurant jusqu'à 10 mètres de haut annonçant de fait les immenses systèmes forestiers du Carbonifère et la pleine colonisation des surfaces émergées.

Bibliographie :

BUSCAIL R. *Les végétaux avant nous « de l'algue marine unicellulaire aux plantes à fleurs »*. CEFREM.

DUBUISSON J.Y., ROCHEBOEUF P., JANVIER P. *Du Silurien au Dévonien : sortie des eaux*. Site du CNRS

FERREIRA P. : *Rhynie : la première communauté végétale*. ENS Lyon

SHEAR W., 1992. Les premiers écosystèmes terrestres. *La Recherche*, n° 248, pages 1258-1267.