

Arbres

Ce document est la transcription révisée, chapitrée et illustrée d'une vidéo du MOOC UVED « Arbres ». Ce n'est pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots et l'articulation des idées sont propres aux interventions orales des auteurs.

L'arbre dans le registre fossile



Anaïs BOURA

Maître de conférences à Sorbonne Université

1. Le processus de fossilisation

Les arbres, comme les animaux, peuvent se fossiliser. Ils subissent ce qu'on appelle un processus de fossilisation. Il faut bien garder en tête que ce processus est exceptionnel.

En effet, chez les plantes comme chez les animaux, la matière organique est peu à peu recyclée en plus petites molécules d'eau, de CO₂, de méthane ou d'ammoniaque. Chez les plantes, il existe de nombreux microorganismes spécialisés dans la dégradation du bois et des autres tissus végétaux. Mais heureusement, quelques débris végétaux échappent parfois à ce processus de dégradation, et on obtient des fossiles de racines, de troncs, de feuilles, d'appareils reproducteurs, de spores, ou de grains de pollen. Plus ces organes sont durs et les molécules organiques qui les composent résistantes, meilleure sera leur préservation.

Racines



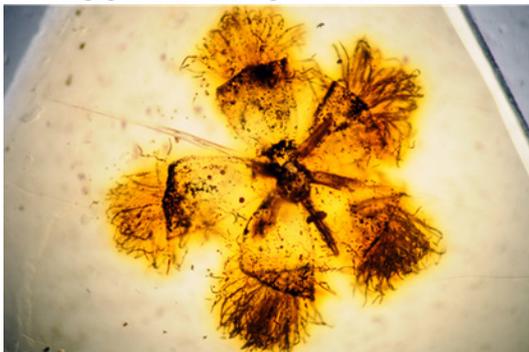
Troncs



Feuilles



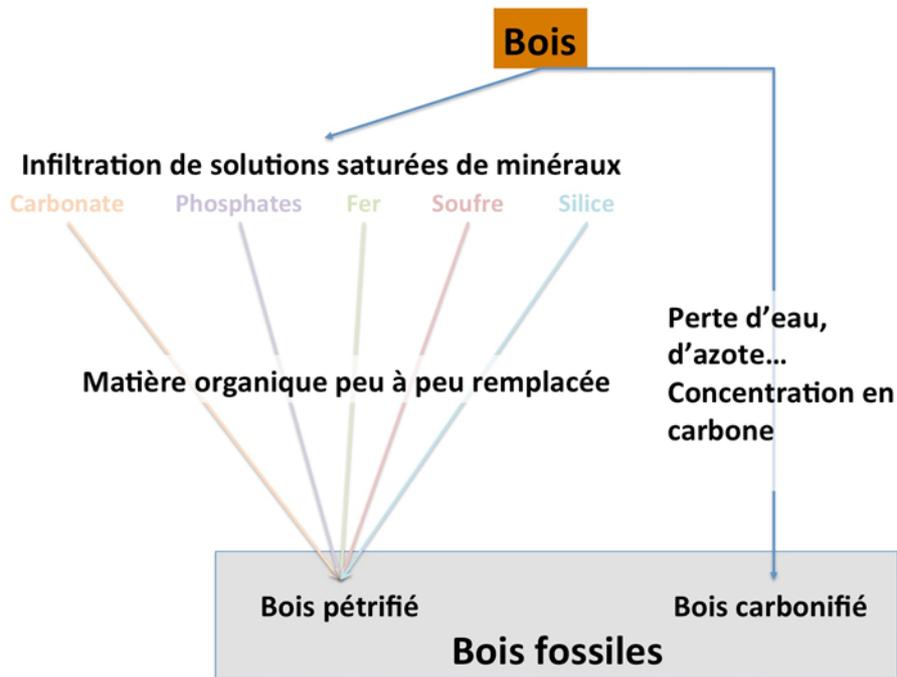
Appareils reproducteurs



Spores & grains de pollen



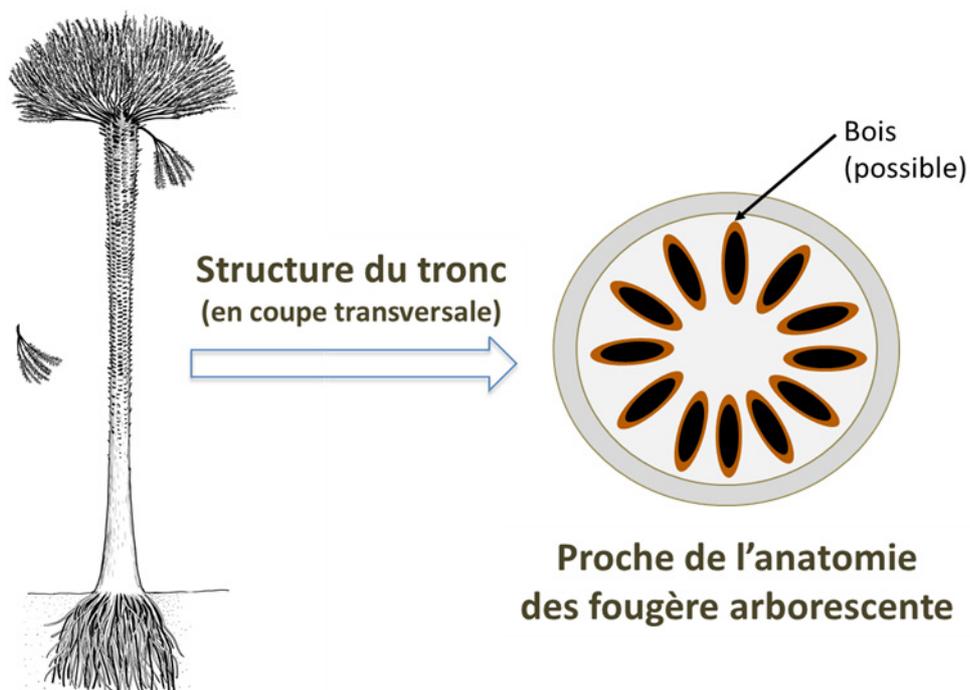
Quand on pense aux arbres, on pense au bois. Un des types de fossilisation qui concerne le bois est la pétrification. La pétrification est l'infiltration de solutions saturées en minéraux à travers l'organe, dans les espaces entre les cellules, mais également dans les parois des cellules. La matière organique est peu à peu remplacée par des éléments minéraux, et on obtient un réplique du spécimen original jusqu'au niveau cellulaire. Ce processus est quelque chose qui peut être plus ou moins rapide, qui peut durer quelques années seulement en fonction de la saturation de l'eau en minéraux. On obtient des bois calcifiés quand la matière organique est remplacée par des ions carbonate, des bois phosphatisés quand c'est l'ion phosphate, des bois ferruginisés, des bois pyritisés, silicifiés quand c'est respectivement du fer, du soufre ou de la silice. Le bois peut être aussi conservé sous forme de lignite, qui est une forme de carbonification incomplète qui aboutit à la formation du charbon dans des sédiments riches en matière organique.



2. Les Calamophyton

Les tout premiers arbres décrits sont les Calamophyton. Ils l'ont été dans la localité allemande de Lindlar. Ces Calamophyton ont été décrits dans des sédiments du Dévonien moyen il y a 390 millions d'années. Ces arbres, vous les voyez reconstitués ici.

Calamophyton



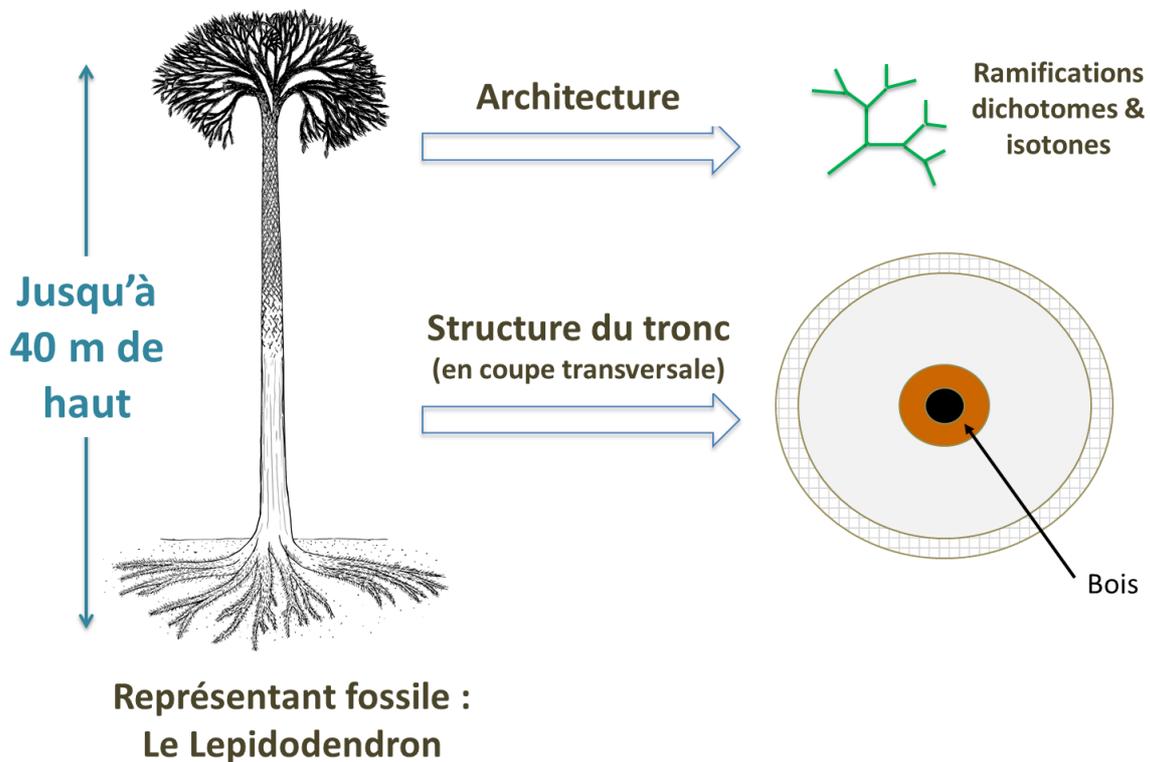
Quand on les observe comme ça, on a l'impression qu'ils sont de très grande taille, et qu'ils mesurent plusieurs mètres de haut. Mais finalement, ils ne sont pas très grands. Ils mesurent 1 à 2 m de haut seulement, ce qui est très loin des critères de botanique actuels pour définir un arbre. En général, la hauteur retenue est de 7 m de haut. Mais il faut les comparer avec la végétation qui les a précédés. Ces arbres ont été décrits à partir de sédiments du Dévonien moyen. Le Dévonien est une période du Paléozoïque, l'ère primaire, qui commence il y a 541 millions d'années. L'âge de la Terre est beaucoup plus ancien puisqu'on parle de 4,6 milliards d'années. Pendant très longtemps, la vie ne s'est développée qu'en milieu aquatique. Il a fallu attendre l'Ordovicien moyen, vers 475 millions d'années, pour voir la colonisation du milieu continental par les plantes terrestres. Ces plantes étaient proches des mousses et des hépatiques actuelles, des organismes de petite taille. C'est pourquoi le Calamophyton est considéré comme un véritable géant.

Au Dévonien, de nombreux groupes acquièrent une structure arborescente. Les Calamophyton font partie d'un groupe proche des fougères actuelles. Ils montrent un tronc sans bois, ou presque, avec un système vasculaire fragmenté. Leur architecture est très simple : un tronc principal terminé par une couronne de branches très ramifiée qui faisait la photosynthèse et qui était caduque.

3. Les Lycophytes

On va également trouver des arbres dans le groupe des Lycophytes. Les représentants actuels de ce groupe sont les sélaginelles, les isoètes ou les lycopodes. Ce sont de petites plantes actuelles qui mesurent quelques dizaines de cm de haut maximum. Mais au Dévonien et au Carbonifère, ce groupe a pu produire des plantes de très grande taille, notamment ce Lepidodendron qui apparaît ici, qui pouvait mesurer jusqu'à 40 m de haut.

Lycophytes

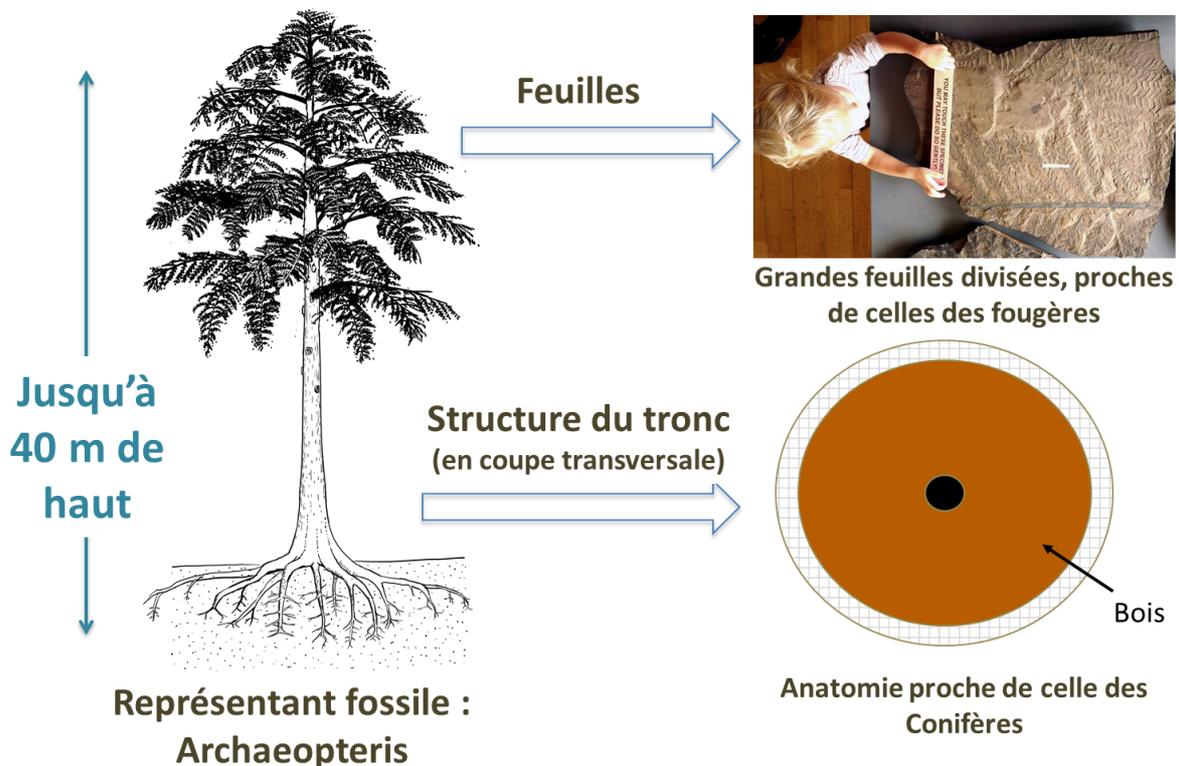


Son tronc était composé d'un anneau de bois très fin situé plutôt à l'intérieur. Par-dessus, on avait une épaisse couche de tissus corticaux qui maintenait la structure dressée. Son tronc était couvert de cicatrices en forme de losanges qui sont les restes des feuilles qui sont tombées. Son houppier avait une architecture assez particulière avec une forme en éventail qui était formée grâce à des divisions dichotomes-isotones qui produisent des branches toujours de la même taille.

4. Les Lignophytes

Enfin, on va retrouver des arbres liés au groupe des Lignophytes, groupe dans lequel on va avoir tous les arbres modernes. Au Dévonien, l'arbre emblématique est l'*Archaeopteris*. Il va former de grandes forêts à la fin du Dévonien. L'*Archaeopteris* va montrer un tronc et une architecture très proches des conifères modernes, mais des feuilles et un mode de reproduction plus proches de celui des fougères. L'acquisition d'une structure arborescente au Dévonien va de pair avec la mise en place de plus en plus de feuilles, l'organe dédié à la fixation du carbone et à l'évapotranspiration, mais aussi, va de pair avec l'augmentation du volume des systèmes racinaires.

Lignophytes



Tous ces organes, feuilles et racines vont profondément transformer le milieu et bouleverser les grands cycles biogéochimiques. D'abord, énormément d'eau est libérée dans l'atmosphère via l'évapotranspiration. Ensuite, du CO_2 est fixé en très grandes quantités dans la matière organique, et piégé dans le bois et les sols. On va aussi avoir une stabilisation des couches superficielles du sol qui contiennent le carbone. Également, on va avoir une augmentation de la rétention d'eau dans les sols et, finalement, une érosion chimique des roches sous-jacentes qui va conduire, par différents processus chimiques, à également une baisse du CO_2 atmosphérique.

5. Les conifères

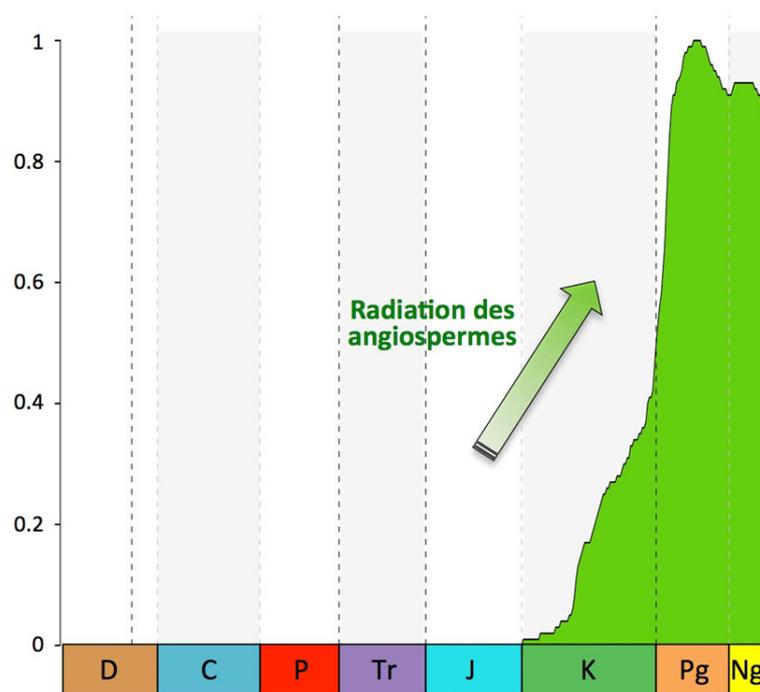
À la fin du Paléozoïque, à la limite entre le Permien et Trias, on assiste à la plus grande crise d'extinction des espèces. Cette crise a été enregistrée en milieu marin. Pour le milieu continental c'est un peu plus débattu, mais on sait qu'il y a eu des dépérissements forestiers, au moins localement. En tout cas, le remplacement de la végétation entre l'ère primaire, le Paléozoïque, et l'ère secondaire, le

Mésozoïque, avait commencé avant. À la limite entre le Carbonifère et le Permien, on a eu une aridification qui a eu tendance à sélectionner des plantes qui étaient déjà présentes dans le milieu et qui se reproduisaient avec des ovules et des grains de pollen, qui ne nécessitait pas d'eau atmosphérique pour leur reproduction, et qui avaient aussi des feuilles de plus petite taille. Au début du Mésozoïque, au Trias et au Jurassique, on va donc avoir les conifères, les Ginkgophytes et les Cycadophytes qui vont dominer les écosystèmes.

6. Les angiospermes

Au milieu du Mésozoïque, un nouveau groupe apparaît : les angiospermes, ou plantes à fleurs. Les angiospermes vont subir une radiation explosive et vont voir leur nombre d'espèces augmenter de façon exponentielle, pour plusieurs raisons.

Les plantes à fleur (angiospermes)



Diversité des angiospermes au cours du temps

D'abord, elles présentent des systèmes de reproduction variés qui font intervenir les insectes ou d'autres animaux. Aussi, elles montrent de nouveaux systèmes de défense chimique et une tolérance accrue face au stress climatique. Leur feuillage

est aussi adaptable aux conditions de milieux changeantes, et leur nervation extrêmement dense. Tout cela leur a donné des avantages concurrentiels face aux conifères, et ça va peu à peu provoquer leur déclin. Au Crétacé moyen, les angiospermes colonisent l'ensemble des strates de végétation, dont la strate arborescente. On va assister à une complexification et à une diversification des modèles architecturaux. On va également observer une généralisation de la réitération sous toutes ses formes et modalités. Aujourd'hui, la plupart des espèces d'arbres sont des angiospermes. Une étude récente a montré que parmi les 300 000 espèces d'angiospermes, environ 60 000 sont des arbres.