

# L'ODYSSÉE DE L'ARBRE

par Robert Briod

Mars 1995

Cahier 17

## Les cahiers du Musée

### Titres déjà parus:

- N° 1 Les rabots (1985)
- N° 2 Forêts en survol (1977)
- N° 3 L'herbe et le bois (1978)
- N° 4 Clé pour la détermination des rabots (1978)
- N° 5 Vieilles bornes en Pays de Vaud (1980)
- N° 6 Histoire d'une fontaine (1981)
- N° 7 Le marteau et ses formes (1984)
- N° 8 Une ancienne scierie (1985)
- N° 9 Les couvertures en bois (1986)
- N° 10 Pierres gravées et symboles (1987)
- N° 11 Pièges dans la ferme (1988)
- N° 12 Le silex et la mèche (1989)
- N° 13 L'herminette et la hache (1991)
- N° 14 Fers à gaufres et à bricelets (1992)
- N° 15 Les scies (1993)
- N° 16 La paille et l'osier (1994)

### Titres à paraître:

Serpes et couteaux  
Sous-bois légendaires  
L'univers des pinces

---

Bron-Marendaz Imprimeurs, Le Mont-sur-Lausanne  
Couverture: M<sup>lle</sup> Hélène Cosandey  
Texte: Robert Briod

---

Ce cahier est vendu au bénéfice du musée  
Il peut être obtenu au musée même, à Aubonne,  
ou commandé à l'adresse suivante:

M. Jean-Fr. Robert  
Rosière 52  
**1012 Lausanne**

# L' ODYSSEE DE L' ARBRE

par Robert Briod, Prilly

## Préambule

Le rédacteur des pages qui suivent n'est pas un scientifique, tout au plus un amateur de minéraux qui, intéressé par les fossiles végétaux et surtout les bois silicifiés, a souhaité connaître et faire connaître leur histoire.

Nous n'avons donc pas voulu présenter un exposé de l'évolution «botanique» des arbres, mais plutôt situer cette évolution dans la dynamique mouvementée de notre planète, et ainsi tenter de com-

prendre le pourquoi et le comment de ce qui s'est passé.

Les temps géologiques et leurs fossiles ont été explorés par des géologues, climatologues, paléontologues et paléobotanistes. Il est évident que nous ne pouvions que reprendre ce qui a été écrit par eux, puis par ceux qui, à leur tour, ont utilisé le résultat des recherches pour en tirer des enseignements plus généraux.

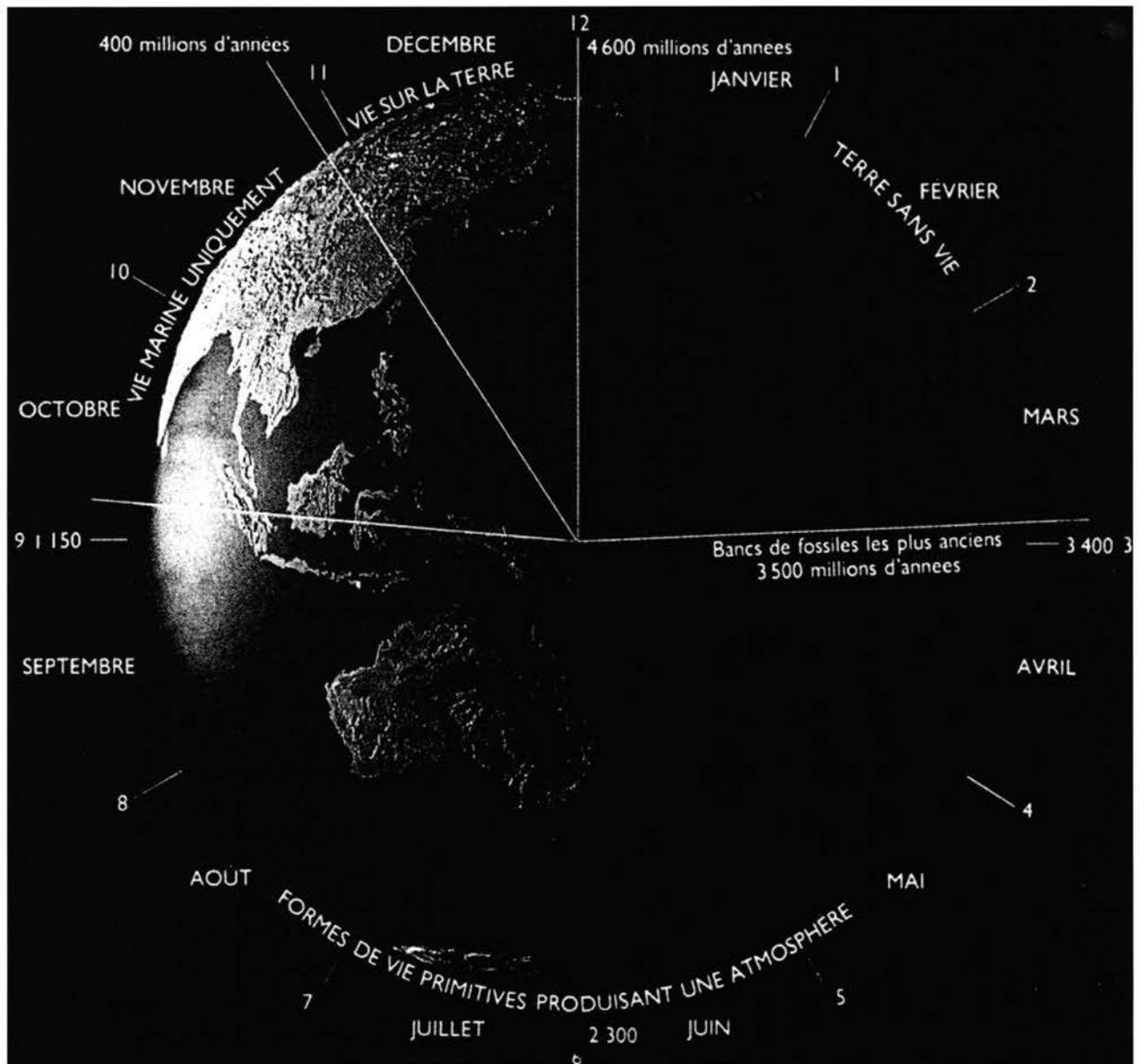


fig.1

L'horloge de la vie (extraite de *L'odyssée des plantes*, de White, Bibliogr. N° 10).

«Pour situer le grand âge de notre Terre dans une certaine perspective, les temps géologiques sont souvent comparés à un calendrier de l'année, ou au cycle d'une horloge. En termes de relativité, la vie sur terre aurait commencé, selon notre calendrier, à fin novembre et n'aurait été présente que pendant une heure et quart, si on la mesurait à notre horloge.»

«En termes d'une année complète, l'homme moderne apparut sur la scène une minute avant minuit, le 31 décembre.»

De remarquables naturalistes du siècle passé ignoraient la dérive des continents et pensaient que les pollens avaient traversé les océans, emportés par les vents, permettant l'implantation de mêmes espèces en Europe et en Amérique.

Certaines théories actuelles en infirment d'autres,

établies il y a quelques années seulement. L'observation de la Terre depuis les satellites, l'utilisation des microscopes électroniques, nous autorisent à penser que, dans un proche avenir, l'état de nos connaissances sera à réviser une fois de plus, en suite des multiples découvertes que l'on peut prévoir.

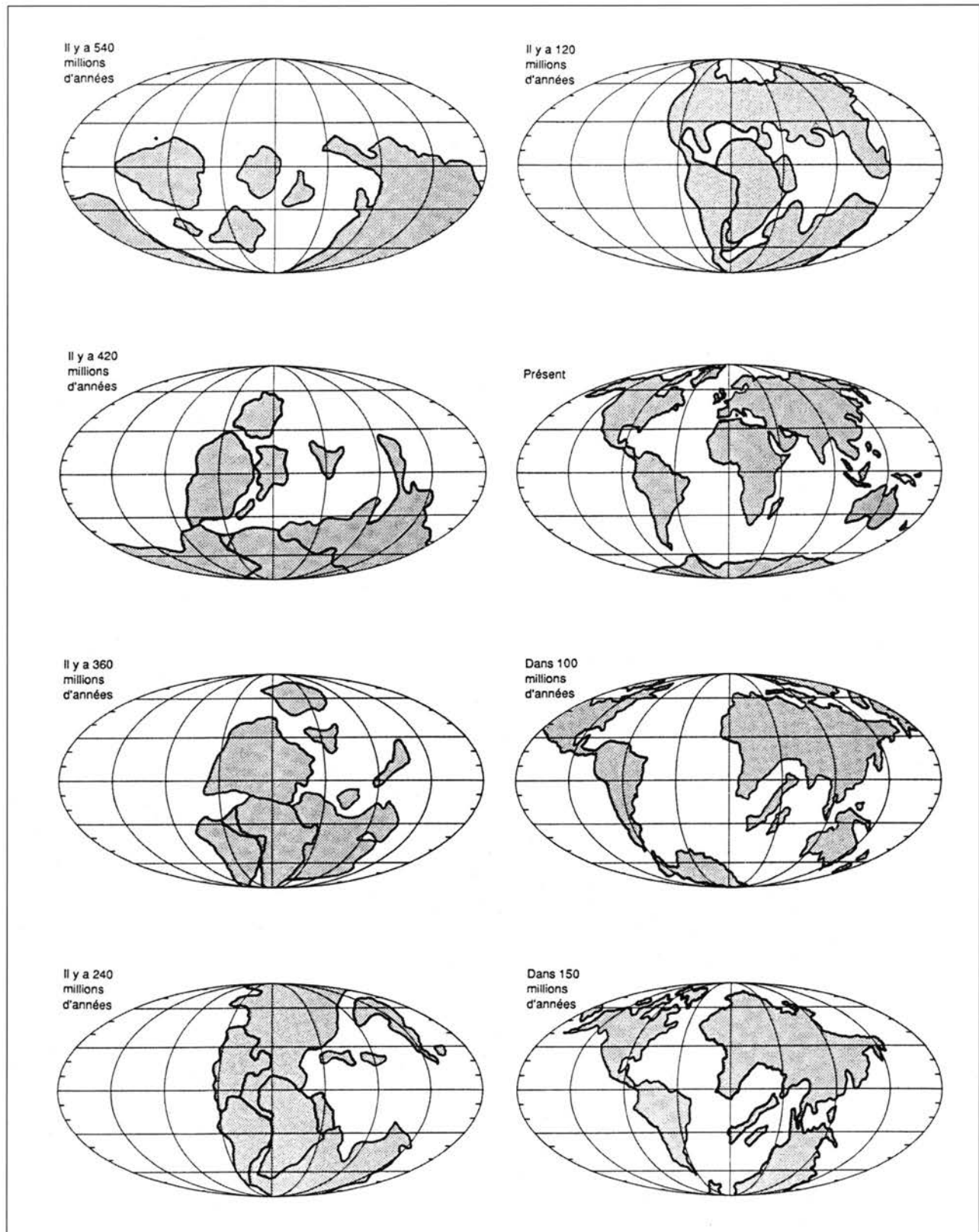


fig. 2  
Reconstitution des continents à diverses périodes. Les dessins ne tiennent pas compte de la migration des pôles au cours des temps géologiques, de telle sorte que certains continents, apparaissant en position arctique ou antarctique, occupaient en réalité une situation tropicale.

# Introduction

L'histoire de l'arbre constitue un vaste parcours qui part de la formation de la terre et, par celle des molécules, accède aux premières manifestations de la vie, notamment celle, d'abord, des algues unicellulaires, puis, finalement, à travers leur longue évolution et diversification, à la vie terrestre.

Ensuite viendra la conquête des marécages par les végétaux et, très vite, l'apparition des premières espèces arborescentes (fig.1).

L'adaptation à des terres plus sèches passe par les gymnospermes, avec les premières forêts de conifères. Il y a 115 millions d'années, apparaissent les angiospermes, plantes et arbres à fleurs, qui, à leur tour, domineront la flore.

L'arbre évoluera en familles, genres et espèces multiples, qui disparaîtront ou s'adapteront constamment à des conditions changeantes au cours des temps géologiques (fig.2). Les facteurs déterminants sont :

- des climats chauds et humides,
- des périodes de sécheresse,
- des glaciations,
- l'inondation par la montée des mers (transgression marine),
- la désertification,
- les cataclysmes résultant de la formation des chaînes de montagne (orogénèse), du volcanisme et des impacts météoritiques majeurs,
- les conséquences de la dérive des continents et de la migration des pôles.

Tous ces phénomènes ont conditionné la formation des terres aptes à recevoir la végétation, donc la vie. Les géologues les ont pris en considération pour établir un **Tableau chronologique** (géochronologie), avec des divisions du temps, depuis la formation de la terre.

Ce que l'on appelle l'explosion de la vie commence il y a 540 millions d'années et marque le début de l'Ere primaire, dont la première période porte le nom de Cambrien. Tout ce qui est antérieur est communément désigné sous le nom de Précambrien.

Les termes Ere primaire, secondaire, tertiaire, quaternaire, disparaissent du vocabulaire moderne, et sont remplacés par :

- Paléozoïque, pour l'ère primaire,
- Mésozoïque, pour l'ère secondaire,
- Cénozoïque, pour les ères tertiaire et quaternaire.

La Géochronologie prévoit des divisions et subdivisions en ERES - SYSTEMES - SERIES - ETAGES. Celle qui est utilisée dans le présent travail a été établie en 1990, dans le cadre d'un congrès de géologues. (voir tableau 3 ci-après).

La désignation de «système» pour ce que nous connaissons sous le nom de «période» (comme le Jurassique ou le Carbonifère, par exemple), se jus-

tifie par le fait que chacune de ces désignations recouvre bien évidemment une durée, mais aussi et avant tout un mode de formation des terres, des continents, lié à des événements particuliers, donc un système.

Notre propos, l'histoire de l'arbre, les perçoit comme une durée, et nous utiliserons l'ancien terme de «période», plus compréhensible dans le cas présent que «système».

Précisons encore que les temps géologiques sont évalués en millions d'années, abrégé maintenant en Ma. Ainsi, pour situer un événement, le début du Jurassique, par exemple, on écrira *205 Ma*, et pour exprimer une durée, celle du Jurassique toujours, on écrira (*205 - 135 Ma*).

\*\*\*\*\*

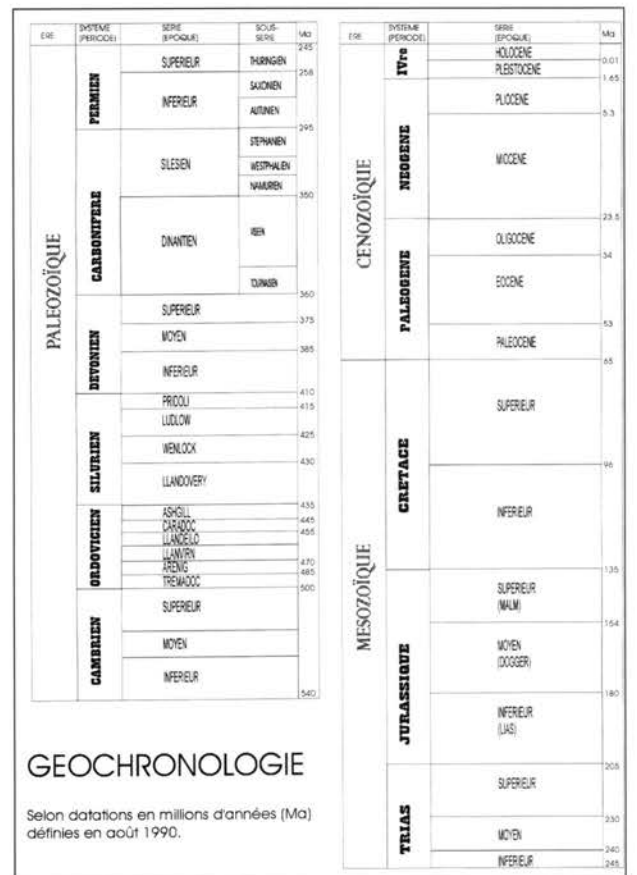


fig.3 Géochronologie.

# Chapitre 1.

## Fossiles et fossilisation

Dans les archives de la terre, les fossiles occupent une place prépondérante. Restes ou traces d'êtres vivants préservés dans les roches, ce sont eux et eux seuls qui nous renseignent de manière concrète sur les animaux et les plantes ayant vécu durant des époques lointaines et qui furent souvent bien différents des espèces actuelles.

La fossilisation est le passage d'un être organisé à l'état de fossile, c'est-à-dire l'ensemble des processus de transformation de la matière vivante en un reliquat minéralisé.

### Formation des fossiles

Pour que les anciens représentants de la faune et de la flore parviennent jusqu'à nous, tout un concours de circonstances a été nécessaire.

Après la mort, les parties molles des animaux et des plantes sont immédiatement soumises à un processus de décomposition, par putréfaction ou fermentation. Seules les parties dures des animaux résistent pendant un temps plus ou moins long.

Pour que la fossilisation soit rendue possible, il faut un recouvrement rapide de l'animal ou de la plante par des sédiments qui limitent la destruction mécanique et, en s'opposant à l'accès de l'air, freinent ou empêchent la décomposition.

La nature des sédiments est importante. Plus ils sont fins, meilleure sera l'imperméabilité à l'oxygène et à l'eau. Un animal à corps mou, une fleur, un fruit à chair tendre ont une chance infiniment petite de se fossiliser. Un bivalve, un gastéropode, par exemple, ou les ammonites du Jurassique, parce que dotés d'une coquille, se prêtent mieux aux divers processus qui les conduiront à l'état de fossile par encroûtement du carbonate de calcium en calcite ou en aragonite, avec parfois des traces de pyritisation. (Pl. 4) La nacre originelle des coquillages peut subsister partiellement après des millions d'années, ou disparaître complètement.

### Formation des plantes fossiles

Notre but étant de retracer l'histoire de l'arbre, nous nous en tiendrons à la fossilisation des plantes, qui nous interpelle par une grande question :

Pourquoi, sur 400 Ma, seules deux périodes sont-elles véritablement représentées par leurs fossiles végétaux, avec entre elles un «trou» de quelque 260 Ma?

A moins de se trouver dans une région riche en mines de charbon, le visiteur de tout musée de paléontologie constatera d'emblée que la place réservée à la paléobotanique y est réduite.

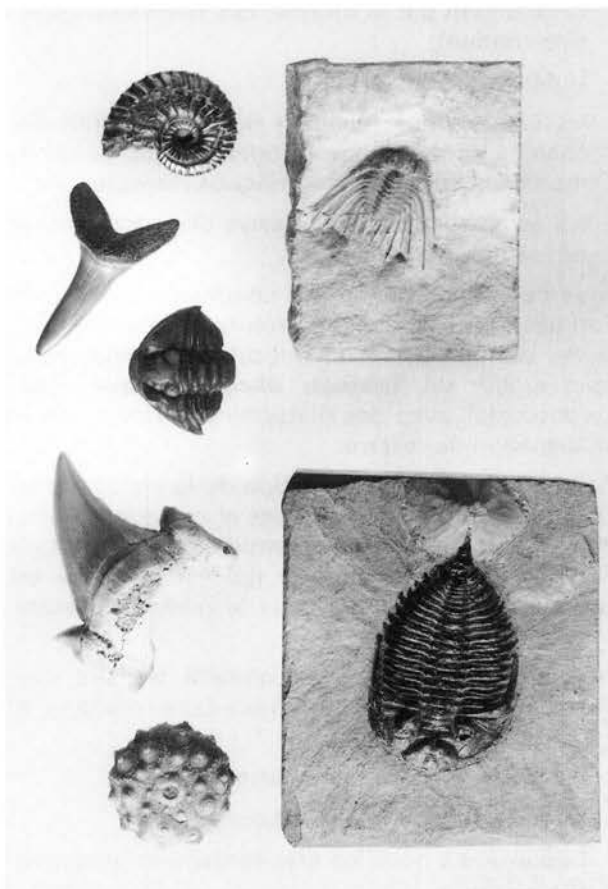
Prenons le cas du Musée de paléontologie du Palais de Rumine, à Lausanne : sur 18 rayonnages vitrés affectés à la fois aux invertébrés et à la paléobotanique, cette dernière n'en occupe que trois, dont un complet consacré aux fossiles du Carbonifère et un et demi aux fossiles végétaux de la molasse vaudoise. En dehors de cela, il n'y a que quelques rares pièces du Cénozoïque d'autres provenances que nos molasses, ainsi que quelques spécimens de bois silicifié.

Les nombreuses pièces confiées depuis le siècle dernier au Musée géologique de Lausanne et conservées actuellement à Dorigny, reflètent les mêmes origines et les mêmes proportions.

Situation identique à Genève, au Museum d'histoire naturelle de Malagnou, avec cette différence que les fossiles de la molasse vaudoise sont remplacés par des pièces de même nature en provenance d'un gisement très connu de la région de Constance.

Pourquoi? Comment? C'est là qu'intervient l'interprétation :

- Nos musées reflètent des situations nationales ou régionales. Si, dans une contrée, les fossiles d'une époque sont abondants, ils pourront être



Pl. 4.  
Animaux fossilisés :  
à droite : demi-moulage de trilobites, avec  
en haut : *Leonapsis williamsis*, Dévonien, 380 Ma  
en bas : *Dalmanites limulurus*, Silurien, 430 Ma

à gauche :  
centre : moulage de trilobite *Flexicalymène*, Ordovicien, 450 Ma  
haut : moulage d'ammonite, Jurassique, 150 Ma  
bas : moulage d'oursin, Jurassique, 150 Ma  
entre deux : dents de requin fossiles 20 Ma

cédés à des musées étrangers après que l'on se sera servi. S'ils sont rares, ils deviennent patrimoine national ou local.

- Les fossiles d'espèces antérieures à 360 Ma sont très rares. Ils ne franchissent de ce fait guère les frontières des pays de leur découverte.
- La grande période du Carbonifère, de 360 à 295 Ma, à climat chaud et humide, fut incontestablement celle qui a laissé le plus grand nombre de fossiles végétaux, largement disséminés dans les collections publiques et privées du monde entier.
- Dans la période suivante, le Permien, puis pendant toute l'Ère secondaire, le temps des dinosaures, le climat se modifie. La montée des mers submerge de nombreuses terres, et les conditions ne sont pas réunies pour permettre une fossilisation abondante des végétaux.
- A certaines époques du Tertiaire et dans certaines régions, on retrouve à nouveau des conditions proches de celles du Carbonifère, qui nous laisseront à la fois des charbons et des fossiles d'arbres.

Mais reprenons la formation des plantes fossiles dans sa généralité.

Il existe deux types de fossiles : ceux qui sont visibles à l'oeil nu, connus sous le nom de macrofossiles, et ceux que l'on ne voit qu'au microscope, les microfossiles.

Lorsque les sédiments en provenance de roches érodées furent rejetés dans des bassins où ils s'accumulèrent pour être transformés par tassement et compression en couches rocheuses, des débris végétaux furent souvent entraînés avec eux. Des feuilles, des fragments de tiges, des morceaux de bois, des cônes, des graines, des racines ou même des plantes entières et des troncs d'arbres furent rapidement recouverts de sédiments. Les processus de décomposition furent empêchés ou du moins retardés. Au cours du temps, si les conditions étaient favorables, certaines des matières végétales purent être fossilisées. L'acidité existant dans les tourbières et marécages contribua à leur conservation.

Les gisements de charbon du monde entier sont des accumulations de volumes énormes de végé-

tation ayant poussé dans les marécages, dont certains ont existé dans la même zone pendant des millions d'années consécutives. Le poids des matériaux accumulés fit s'affaisser les auges où ils étaient collectés et, dans certains cas, des veines de grande profondeur se formèrent. Toutefois, tandis qu'un profond ensevelissement et une forte pression transformaient le carbone en charbon (processus de houillification), les détails des plantes qui fournissaient le carbone furent détruits.

En règle générale, ce n'est que dans les couches de schistes et de limons associés aux gisements de charbon que des plantes macrofossiles bien conservées peuvent exister. Dans certains cas, des eaux riches en minéraux se sont infiltrées à travers les dépôts marécageux pendant la carbonisation, provoquant la pétrification d'une partie des matières végétales. Le remplacement de celles-ci, molécule par molécule, par des minéraux a eu pour conséquence une conservation parfaite où chaque détail microscopique d'une plante a été reproduit.

Des pétrifications par la silicification (silice sous forme de quartz, d'agate, de jaspé ou d'opale) peuvent se produire dans toute une série de conditions, qui feront l'objet d'un chapitre séparé, vu leur importance dans l'histoire de l'arbre.

Les parties les plus délicates des plantes, notamment les fleurs, ne peuvent que rarement être pétrifiées. En conséquence, beaucoup de notre savoir sur les végétaux du passé n'est que superficiel, car il est tiré de fossiles où les détails microscopiques ne sont en général pas conservés.

Lorsqu'une feuille ou un autre fragment végétal est enfoui dans le sédiment, il est aplati au cours du processus de tassement. En général, toute la matière végétale disparaît; seule la marque en demeure sur le sédiment. Cette marque est une empreinte et la plupart des feuilles fossiles sont de cette sorte. Un film de carbone peut rester sur la surface d'impression, noirâtre, parfois rouge-brun, attestant la présence d'un peu de fer. La cuticule (membrane protectrice souple de la feuille) peut aussi avoir été conservée. Détachée de la roche et examinée au microscope, cette cuticule fournira de précieux renseignements. (Pl. 5 à 8).

Si le fragment végétal en voie de pétrification était volumineux et tridimensionnel, il aura probable-



Pl. 5.  
Empreintes de fougère, Sénégal/Hérault, 300 Ma



Pl. 6.  
Double empreinte de fougère, USA, 300 Ma



Pl. 7.  
Demi-moulage de lépidodendron, France, 300 Ma

ment subi un aplatissement et une déformation considérables. Les objets mous et les tiges creuses devaient être particulièrement vulnérables.

Une tige peut être conservée sous sa forme cylindrique avec les marques intactes à sa surface et parfois être détachée de la roche lorsqu'on fend celle-ci pour voir l'intérieur, laissant des empreintes en creux. Un tel fossile est un «moulage». Une variante de cette forme de fossile est le «moulage interne» dans lequel le sédiment du cœur creux de la tige révèle la forme de la cavité. Si un moulage est fermement enfoui dans la roche si bien qu'une seule face est exposée lorsqu'on fend le spécimen en deux, le demi-moulage a une contrepartie qui est une empreinte. (Pl. 9 et 10).

L'étude des fossiles végétaux est compliquée par le fait qu'on ne découvre que rarement une plante complète ou une relation entre différents organes qui établisse indubitablement quelles sont les par-

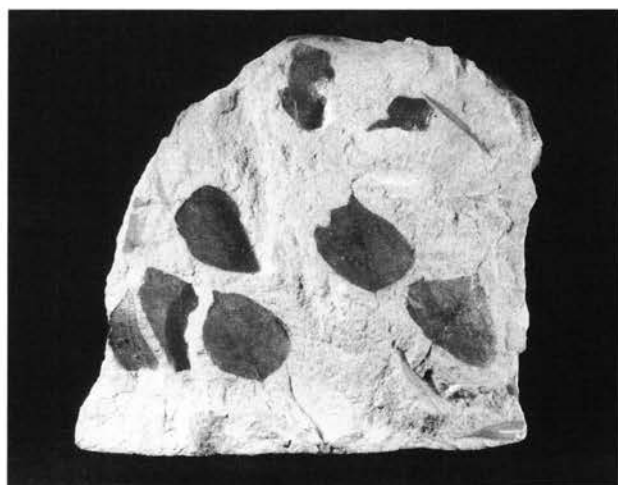


Pl. 8.  
Empreinte de feuille de Ginkgo, North Dakota, USA, 40 Ma

ties qui, ensemble, ont formé une plante particulière.

Dans la classification des plantes fossiles, plusieurs noms de genre et d'espèce ont parfois été donnés pour désigner la même plante dont les parties constituantes ont presque toujours été trouvées séparément. Il faudra parfois de multiples découvertes et essais d'association pour permettre d'affirmer que tels types de feuilles, de bois, de racines, ou encore de structures de reproduction ne concernent qu'une seule et même espèce de plante.

L'ensemble des informations recueillies permet maintenant la reconstitution de nombreuses plantes anciennes avec un degré honnête de certitude. Toutefois, beaucoup de choses restent à déterminer avant d'avoir une compréhension adéquate de notre patrimoine floral et il existe des lacunes qui probablement ne seront jamais comblées, car :

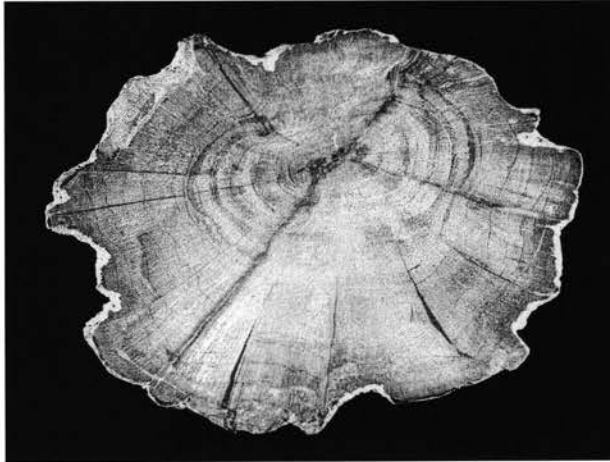


Pl. 9.  
Empreinte de feuille de peuplier, Lausanne, 23 Ma



Pl. 10.  
Moulage de fruit, espèce non identifiée, Moudon, 25 Ma





Pl. 11.  
Bois silicifié d'*Archeopteris*, Oklahoma. 350 Ma

- la nature fragmentaire et le type de conservation limitent les renseignements que peuvent fournir les fossiles ;
- le recensement des fossiles manque d'unité ;
- les chances qu'une espèce végétale laisse une trace sont minces, à moins qu'elle n'ait existé pendant une très longue période;
- et surtout, seules les plantes arborescentes et les arbres ayant poussé dans des habitats proches de l'eau ont eu une chance de pouvoir se fossiliser. Les végétaux provenant d'autres habitats nous demeureront sans doute à jamais inconnus.

### Les bois silicifiés

Si la fossilisation des végétaux ayant vécu dans des marécages ou à leur proximité comporte une pétrification, celle-ci est presque exclusivement l'oeuvre du carbonate de calcium.

Lorsqu'il s'agit de bois issu de stations différentes, les troncs, branches et fruits ont la possibilité, parfois, d'être soumis à un autre processus de fossilisation, la silicification.

Les forêts des temps géologiques furent parfois victimes de cataclysmes qui ont provoqué l'enfouissement de troncs et de branches sous des cendres et boues volcaniques, ou encore sous des limons riches en silice.

Le pourrissement de la matière végétale est évité, puis celle-ci se détruit lentement sous l'action de bactéries, mais avec remplacement de chaque particule organique par de la silice, amenée sous forme dissoute par les eaux fortement minéralisées circulant dans les sédiments.

Les structures internes et externes sont souvent si bien conservées que les cercles concentriques de croissance de l'arbre, de même que les détails de l'écorce, demeurent très nettement visibles. Il peut aussi arriver que des coupes dans les troncs laissent percevoir les trous pratiqués par les vers du bois, et même les ravages causés par des termites, il y a plus de 100 Ma.

Suivant les inclusions minérales qu'elle renferme, la silice de substitution se présente sous forme de



Pl. 12.  
Bois silicifié d'*araucaria*, Arizona. 200 Ma

quartz, de calcédoine, d'agate, de jaspé, ou encore d'opale, parfois avec des traces d'opale-gemme.

Les bois pétrifiés par la silice ont une couleur blanche, grise, brune ou bronze. Dans la plupart des cas, les eaux amenant de la silice dissoute sont également chargées d'oxydes de fer donnant une coloration jaune, orange ou rouge, ainsi que d'oxydes de manganèse, conférant des teintes noires, bleues ou violettes.

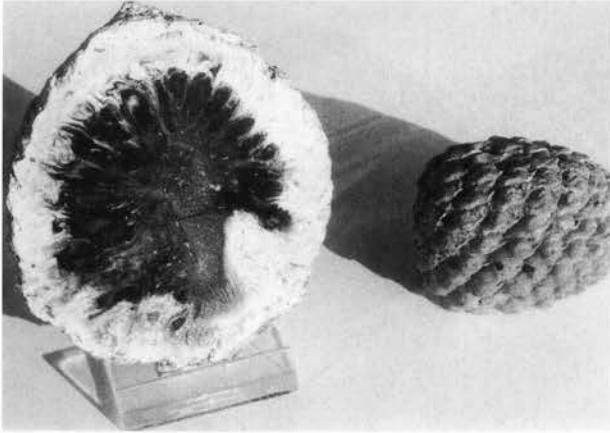
Parmi les troncs silicifiés les plus anciens, il faut citer ceux des fougères arborescentes *Psaronius* des USA, d'Australie, du Brésil, et aussi ceux, très connus, de Chemnitz, en Allemagne, datant du Carbonifère. En Oklahoma (USA), c'est le précurseur des conifères qui a été découvert sous forme silicifiée, une fougère arborescente datant de 350 Ma, dont le tronc était en bois, présentant des anneaux de croissance, contrairement aux espèces de l'époque où les troncs étaient à moelle. Cette fougère porte le nom de *Archeopteris*, et son bois, le premier qui ait existé, celui de *Callixylon*. (Pl.11)

Les trois périodes de l'ère secondaire ont laissé des bois silicifiés dans de nombreuses contrées, plus spécialement dans l'ouest des USA, le sud brésilien, l'Argentine, l'Australie, Madagascar et diverses contrées de l'Afrique. Il s'agit presque toujours de bois d'*araucaria*, le conifère dominant de l'époque. (Pl. 12)

Des troncs d'*araucarias*, aujourd'hui dénudés par l'érosion, sont visibles dans la forêt pétrifiée d'Arizona, un parc national protégé. Près de celle-ci, à d'autres endroits moins accessibles au public et sur des terrains privés, les troncs peuvent être vendus pour être travaillés, afin de révéler toute leur beauté.

Les *araucarias* d'Arizona datent de 200 Ma. Fait curieux, on n'y a pas trouvé de cônes silicifiés, comme c'est le cas pour les forêts d'*araucarias* fossiles de Patagonie (Argentine), plus récentes et datées de 120 Ma. (Pl, 13)

L'ère tertiaire nous a laissé également de nombreux bois silicifiés, en France (Loire, Nice, Vosges), en Sarre, Hongrie, Grèce (île de Mytilène). On ne peut parler de forêts pétrifiées, mais de groupes d'arbres, de troncs ou de segments de troncs épars.



Pl. 13.  
Cônes d'araucarias, Patagonie, Argentine. 120 Ma

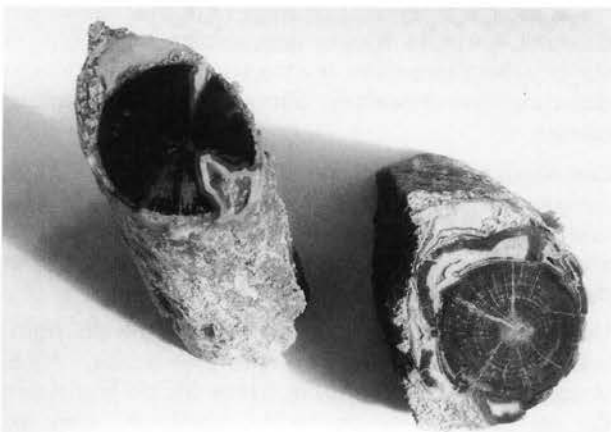
A Maadi, à l'ouest du Caire, d'innombrables troncs silicifiés jonchent les sables du désert. Il s'agit ici d'arbres datés de l'Oligocène (30 Ma), comportant également des troncs de palmiers, qui auraient été transportés par un fleuve puissant, puis ensevelis dans un lac par des sédiments riches en quartz. De tels bois ont aussi été retrouvés à l'est du Caire et près de Louxor. (Pl. 14)

Les plus beaux bois silicifiés du Tertiaire, ayant le mieux conservé les structures de l'arbre, sont incontestablement ceux du nord-ouest des USA, Oregon, Etat de Washington, Wyoming, Utah, Nevada, pétrifiés au cours d'une période allant de 50 Ma jusqu'à des temps récents, en suite du volcanisme. (Pl. 15)

Les arbres y sont en général facilement identifiables : pins, séquoias, érables, platanes, chênes, proches des espèces actuelles si ce n'est parfois exactement semblables.

Dans le parc national de Yellowstone, on a découvert, à la fin du siècle passé, une étrange forêt pétrifiée. Après investigation, il s'est avéré qu'il s'agissait d'un empilement de 28 niveaux superposés sur 660 mètres de hauteur, contenant 12 forêts anéanties, enfouies dans des cendres volcaniques, chacune, tout aussi importante, ayant repoussé par dessus l'autre. Elle s'étend sur plusieurs centaines de mètres carrés.

Certains troncs sont énormes, d'autres serrés les uns contre les autres, parfois dispersés. Leur hau-



Pl. 15.  
Bois silicifié et agatisé, érable, Wyoming. 40 Ma



Pl. 14.  
Forêt pétrifiée de Maadi, près du Caire. 40 Ma

teur est assez variable. Un séquoia écorcé et cassé s'élève à 4 mètres de haut, avec 7,5 mètres de circonférence. A sa base, ses racines pétrifiées s'insinuent dans la roche.

Ailleurs dans le parc, des troncs subsistent encore, en position verticale, autrefois décapités et ébranchés par la puissance des éléments lors de l'éruption volcanique, puis ensevelis et pétrifiés sous les cendres avant d'être libérés par l'érosion, qui, un jour, les détruira eux aussi.

## Microfossiles végétaux et palynologie

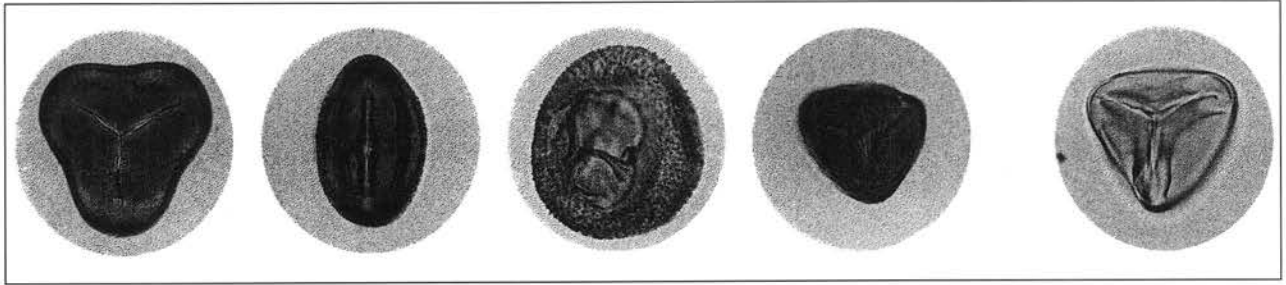
La palynologie est la science qui s'occupe de l'étude des pollens, actuels et fossiles.

Les spores et les pollens, visibles seulement au microscope, constituent des microfossiles fournissant quantité d'informations sur les plantes du passé. Ils ont des enveloppes externes cireuses, cutinisées, qui résistent à la décomposition. Comme le savent ceux qui souffrent du rhume des foins, les plantes produisent d'impressionnantes quantités de pollens et de spores, lesquels, transportés par les vents, peuvent franchir de grandes distances.

Les pollens existent depuis l'apparition des plantes à fleurs, il y a 115 Ma. Leurs grains ont été enfouis en grand nombre dans les sédiments, lors de l'accumulation de ceux-ci. A défaut de demeurer actifs, ces pollens, comme les spores, ont conservé très souvent leur apparence primitive et constituent de bons échantillons, souvent d'une complexité et d'une beauté surprenantes, lorsqu'on les examine au microscope. (Pl. 16)

La structure et l'ornementation des spores permettent l'identification des espèces végétales. Comme il s'agit de végétaux maintenant disparus, il est toutefois difficile et dans la plupart des cas impossible d'attribuer un type de spores à un végétal précis.

Pour les pollens par contre, il est souvent possible d'établir un parallèle entre le pollen fossile et celui d'une plante vivante, ce qui contribue à dresser la généalogie de la flore moderne.



Pl. 16.  
Grains de pollens, flore australienne. grossissement : 800 fois.

On peut même affirmer que l'étude des angiospermes progresse davantage actuellement par le recours aux pollens que par l'utilisation des

macrofossiles, souvent rares, si ce n'est complètement absents.

\*\*\*\*\*

## Chapitre 2

### De la formation de la terre à l'apparition des premières plantes terrestres

Notre planète Terre est née il y a 4,55 milliards d'années, en même temps que l'ensemble du système solaire. Le globe s'est formé par accrétion de matériaux semblables à ceux des météorites actuelles. Sous l'effet des hautes températures et de la gravitation, le fer en fusion va descendre au centre. Les roches les plus lourdes resteront en profondeur pour constituer le manteau, alors que les plus légères formeront la croûte.

Lorsque les températures de surface eurent suffisamment baissé, probablement vers 4000 Ma, des mers commencèrent à se former, dans les dépressions de la croûte. L'eau de ces mers, fortement acide, n'a rien de commun avec celle que nous connaissons.

Dès sa formation, la croûte terrestre contenait tous les éléments, notamment l'hydrogène, l'oxygène, le carbone et l'azote, nécessaires à la formation des molécules, matière première des organismes vivants.

L'atmosphère, qui s'est enrichie en CO<sup>2</sup> et H<sub>2</sub>O par suite du dégazage de la croûte et du manteau, mais qui est toujours dépourvue d'oxygène libre, est traversée par des rayonnements ultraviolets et par des décharges électriques qui provoquent, par synthèse, dans l'hydrosphère, de nombreux composés organiques, dont la concentration formera ce que l'on a appelé la «soupe primitive», un milieu favorable à l'apparition de la vie.

La présence de l'eau entraîne des phénomènes d'érosion et, les premières roches sédimentaires apparaissent dès la constitution des premières mers.

Les premiers êtres vivants seront des micro-organismes unicellulaires, prélevant leur substance dans l'environnement et vivant sans oxygène. Ils permettent de situer l'origine de la vie entre 3500

et 3800 Ma. Des traces fossiles en ont été retrouvées dans des roches datant de 3500 Ma, en Australie et en Afrique du Sud.

Puis viennent les algues primitives unicellulaires, dont témoignent les stromatolites, des corps carbonatés résultant de l'activité des cyanophytes (ou algues bleues), dont les fossiles sont datés de 2800 Ma en Australie et 2700 Ma au Zimbabwe. Aux USA, les plus anciennes roches connues, des jaspes du Minnesota, renferment les fossiles de l'algue *Collenia*, de 2200 Ma.

L'apparition de la condition pluricellulaire demeure imprécise. Elle semble remonter vers 1300 Ma et est attribuée à une algue découverte aux USA.

A la fin du Précambrien, vers 550 Ma, la vie n'existe toujours qu'en milieu aquatique, sous forme d'algues, d'éponges, d'animaux à corps mou, fortement diversifiés.

La véritable explosion de la vie et la grande multiplication des espèces interviendra vers 540 Ma, au début du Cambrien, première période de l'Ere primaire ou Paléozoïque. Elle est liée à l'amélioration de la qualité des eaux, notamment à leur teneur en oxygène, et aussi en carbonates de calcium et de magnésium qui, désormais, permettront aux animaux marins de se constituer des carapaces, coquillages et squelettes.

Vient alors la grande époque des trilobites, puis des poissons. La végétation algaire, marine et lacustre, s'intensifie et se diversifie. Les algues vertes prennent toute leur importance, car on croit qu'elles sont les ancêtres de tous les végétaux supérieurs.

On peut supposer que des champignons, puis des lichens, ont fait leur apparition en milieu terrestre dès le Cambrien, mais on n'en a pas de preuve étayée par des fossiles.

Les tout premiers véritables végétaux terrestres pointeront hors de l'eau des marécages vers 415 Ma.

## Chapitre 3.

### De l'apparition des premiers végétaux terrestres (415 Ma) à la fin du Paléozoïque (245 Ma)

Les périodes du Paléozoïque (Ere primaire) sont les suivantes :

- Cambrien	450 à 500 Ma
- Ordovicien	500 à 435 Ma
- Silurien	435 à 410 Ma
- Dévonien	410 à 360 Ma
- Carbonifère	360 à 295 Ma
- Permien	295 à 245 Ma

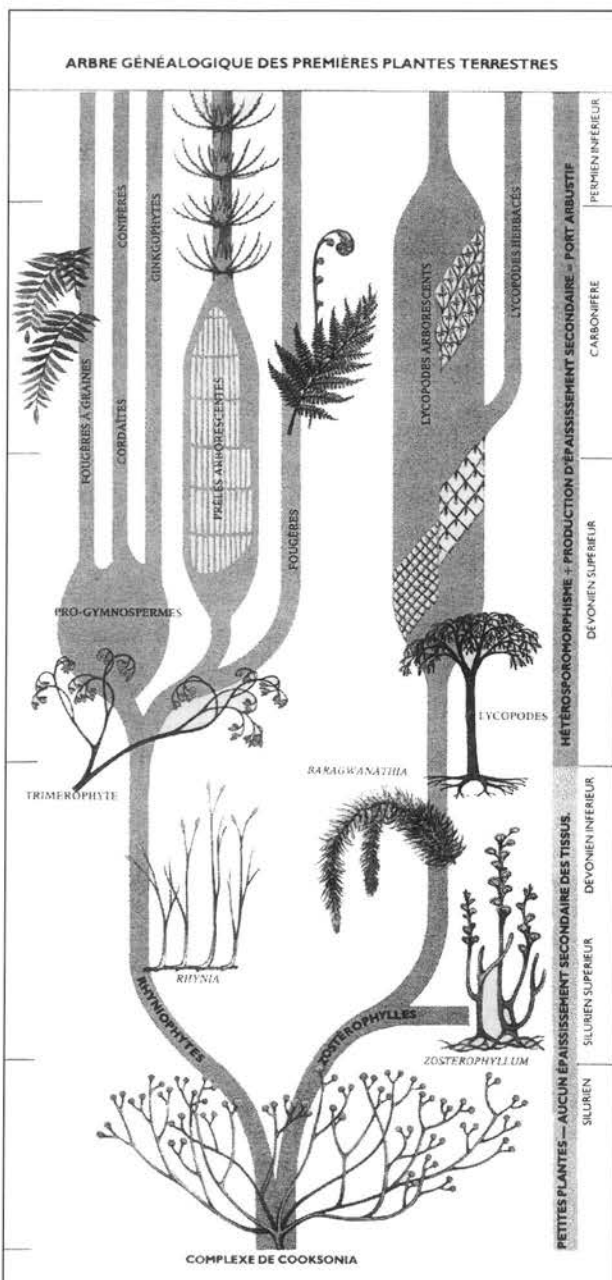


fig. 17. Arbre généalogique des premières plantes, extrait de *L'odyssée des plantes*, de White (Bibliogr. N° 10).

L'adaptation des plantes à la vie terrestre se fait vers 415 Ma. Dans plusieurs terrains datant de la fin du Silurien et du début du Dévonien, les géologues ont recueilli des fossiles sous forme de détritiques charbonneux, qui, après étude, permettent d'affirmer que l'on se trouve en présence des premières plantes terrestres. On leur attribue le nom de *Cooksonia*. Elles apparaissent dans des lagunes où croissaient des algues vertes qui ont entamé un processus d'adaptation à la vie terrestre par :

- la création d'une pellicule cireuse, la cuticule, destinée à empêcher la dessiccation ;
- puis, après la cuticule, par celle des stomates, petites ouvertures pour permettre et régulariser les échanges gazeux entre la plante et l'air environnant ;
- la création aussi de racines capables de rechercher dans le sol des substances nutritives .
- Enfin, l'algue absorbe eau et minéraux à travers toute la plante. L'absorption par les racines va nécessiter des conduits pour les transporter, de même que les produits de la photosynthèse, jusqu'aux parties en croissance de la plante : xylèmes pour véhiculer eau et minéraux, phloèmes pour les sucres photosynthésés.

La plante doit s'adapter à ces fonctions et la tige se développer pour soutenir les branches au bout desquelles sont placés les organes reproducteurs. Les premières plantes vasculaires sont ainsi nées.

Cette évolution d'un milieu totalement aquatique vers le milieu semi-aquatique du *Cooksonia* a certainement pris du temps. Il faut cependant préciser que les algues, de leur côté, ont considérablement évolué depuis le début du Paléozoïque. Lors du changement, elles sont génétiquement prêtes à accomplir le pas. (fig. 17)

Le *Cooksonia* atteint 6 cm. Vers 395 Ma, on dénombre une douzaine d'espèces distinctes. Beaucoup disparaîtront. Parmi les restantes, le *Zosterophyllum*, plante rampante à rhizome, de 20 cm. de hauteur, aura pour descendants les lycopodes.

Une autre, le *Rhynia*, mince comme un roseau, d'environ 17 cm. de haut, sera l'ancêtre des fougères, des prêles et des plantes à graines.

*Cooksonia* a été découvert aussi bien dans des terrains de l'actuelle Grande-Bretagne que de l'Australie, régions qui se trouvaient alors l'une et l'autre sous l'équateur, par l'effet conjugué de la dérive des continents et de la position des pôles à cette époque.

Les deltas, les rives des fleuves et des rivières sont très vite colonisés par les plantes primitives. La lutte pour la lumière et l'espace les incite à accroître leur taille et à augmenter leur surface photosynthétique. Les descendants des *Rhynias* deviennent de plus en plus grands et branchus.

Tous ces premiers végétaux ont hérité des algues leur système de reproduction par les spores, ce qui les contraint à vivre en milieu humide. Certaines plantes ne s'échapperont jamais des lieux humides, dont les fougères, les lycopodes et les prêles, qui s'y trouvent encore aujourd'hui.

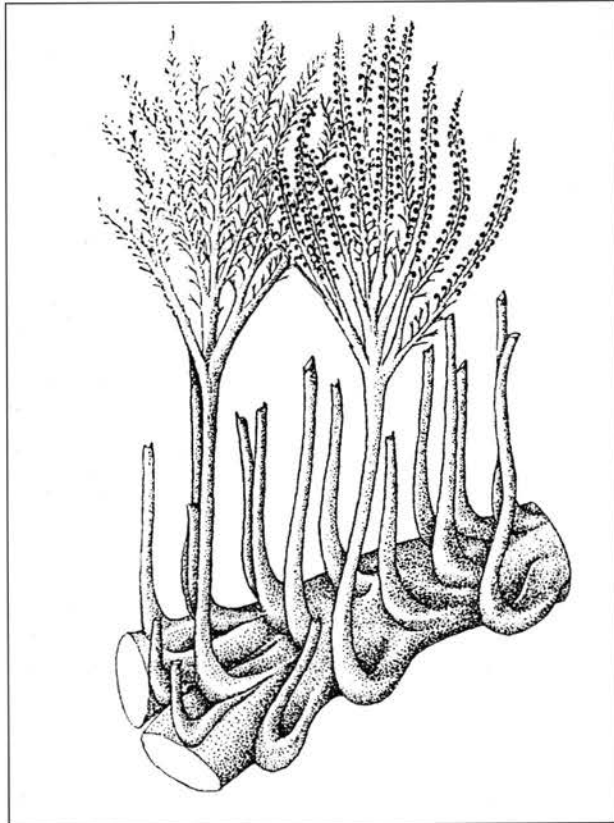


fig. 18.  
Silhouette de Hyenale («Tronc rampant»).

Vers 360 Ma commence une période marquante dans l'histoire des végétaux et plus particulièrement de l'arbre, le Carbonifère. Les terres émergées de l'Europe actuelle, de l'Espagne à la Russie, ainsi qu'une partie de l'Amérique du Nord soudée

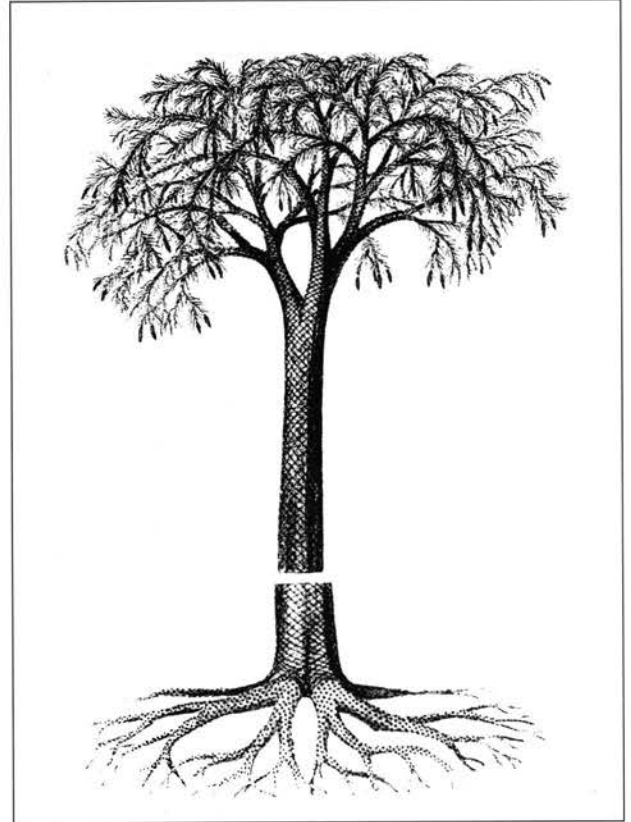


Fig. 19a.  
Reconstitution de lépidodendron («Tronc écorce»).

alors à l'Europe, se trouvaient encore en pleine zone tropicale et bénéficiaient d'un climat chaud et humide toute l'année. Les plantes connaissaient une croissance phénoménale. De grandes forêts, uniformes et denses, couvraient les basses terres marécageuses.

En examinant la structure des formes arborescentes du Paléozoïque, on se rend compte que ces forêts du Carbonifère, ou plutôt leurs arbres, sont bien différents de ceux d'aujourd'hui. Tout est à inventer, et les premiers arbres, les premières familles, jouent en quelque sorte le rôle de prototypes. Avant l'arbre moderne, on distingue quatre types :

- 1) Le «**tronc rampant**» : c'est le plus primitif. A ce stade, la majorité des caractères nécessaires à l'arbre sont réalisés, mais il en manque un, et fondamental : l'élévation. Ces «arbres» sont en effet constitués par un tronc rampant pouvant atteindre plusieurs mètres de long pour un diamètre de quelques centimètres, mais restant au sol, à la manière des racines de nos arbres modernes. Ce type d'arbre, réalisé par les *Hyenales* (fig. 18), n'a connu qu'un court succès, au Dévonien supérieur.
- 2) Le «**tronc écorce**» : ce type, totalement inconnu dans la nature actuelle, a connu très vite un immense succès, dès la fin du Dévonien, et surtout au Carbonifère, avec l'apogée des formes géantes de *Lepidodendron* (fig. 19 a et Pl. 20) et *Sigillaria* (fig. 19 b et c). Ces arbres, qui pouvaient dépasser 50 mètres de haut, possédaient un tronc essentiellement constitué par l'écorce, qui représentait 90 % du volume du tronc, dont le centre était fait d'un cylindre de bois entouré

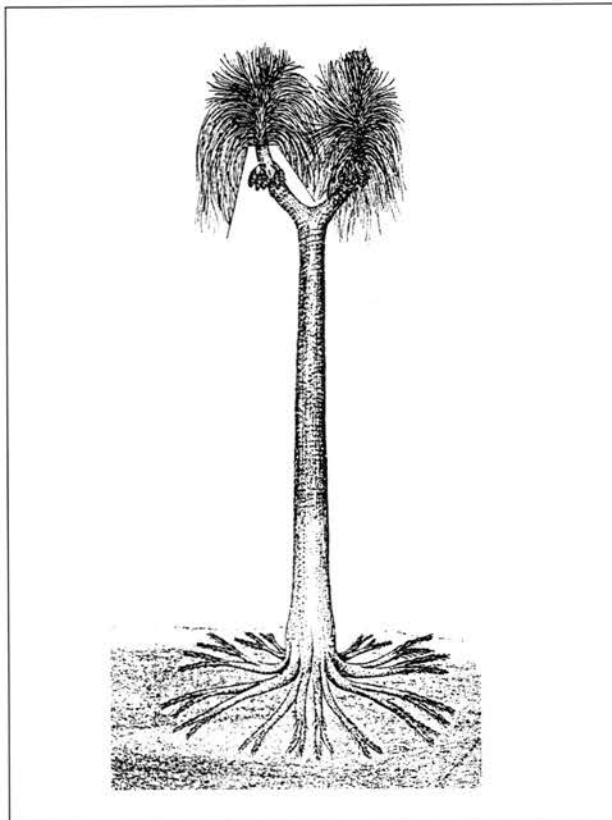


Fig. 19b.  
Reconstitution de sigillaire

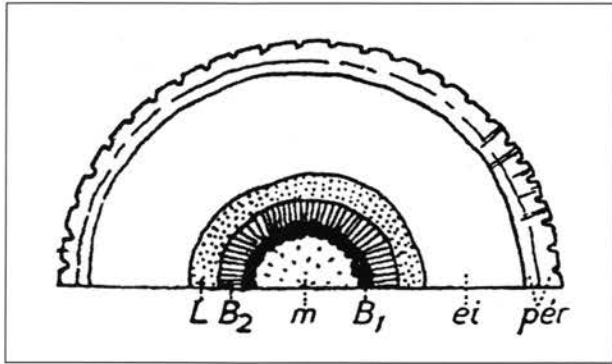


Fig. 19c.  
Coupe d'un tronc de sigillaire  
m = moelle  
B1 = bois primaire  
B2 = bois secondaire  
L = liber  
ei = écorce  
pér = périderme)

de liber. Ces arbres à tronc-écorce, des lycopodes (Lycophytes, selon la désignation actuelle) règneront sur les forêts du Carbonifère pendant 70 Ma. Dès le Permien, ils seront peu à peu remplacés par le type «bois».

- 3) Le «**tronc moelle**» : ce type d'arbre, que l'on trouve encore partiellement réalisé par une Equisétale géante des tropiques (*Equisetum giganteum* qui peut atteindre une dizaine de mètres de haut), a connu un franc succès au Carbonifère supérieur, avec les spectaculaires *Calamites* (fig. 21a et b), qui pouvaient dépasser 20 mètres. La technique est celle de la résistance statique d'un tube. Au milieu du tronc se trouve une colonne de moelle, qui, en se détruisant, laisse un creux coupé par des noeuds.

Les Equisétales (dénomination moderne *Sphenophytes*) comportaient aussi des formes non arborescentes, dont les *Annularia stellata* et *Annularia brevifolia*, qui ont fourni des fossiles très spectaculaires. Une espèce subsiste, la prêle de nos surfaces humides.

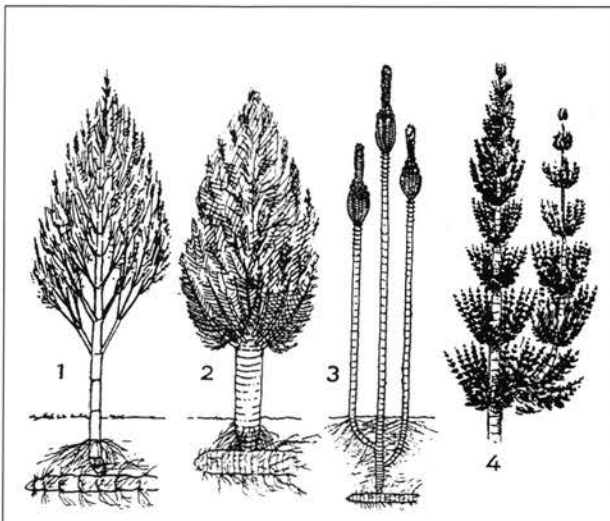
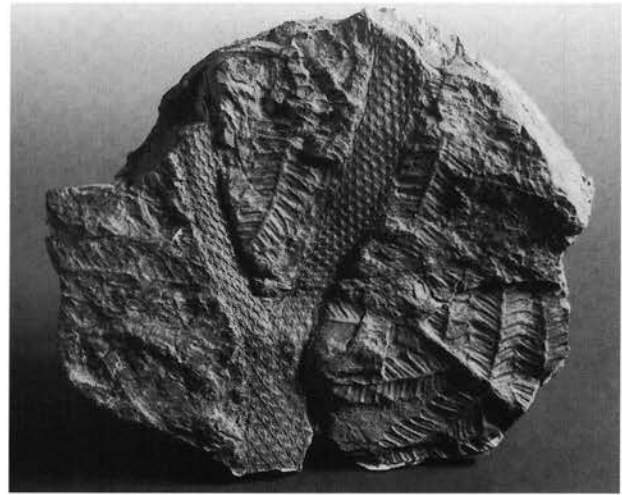


Fig. 21a.  
Silhouettes de calamites («Tronc moelle»):  
1. *Calamites (Eucalamites) carinatus*  
2. *Calamites (Eucalamites) multiramis*  
3. *Calamites (Stylocalamites) Schulzi*  
4. *Calamites (Calamitina) Sachsei*



Pl. 20.  
Fossile de lépidodendron.

- 4) Le «**tronc-racine**» : encore réalisé actuellement par quelques fougères arborescentes tropicales, le tronc-racine est celui que l'on retrouve chez les *Filicophytes*, la grande famille des fougères du Paléozoïque. Ici, ce sont les racines qui s'associent pour soutenir le tronc, et en forment ainsi l'essentiel. Connue depuis le Carbonifère supérieur, ce type a fortement décliné dès le Permien, mais a néanmoins survécu jusqu'à nos jours (fig. 22a et b).

Le genre *Psaronius*, très répandu, a laissé des troncs silicifiés en plusieurs contrées.

- 5) Le «**tronc-bois**» : c'est le type moderne, réalisé par la quasi totalité des arbres actuels. Basé sur le renforcement secondaire des faisceaux conducteurs (croissance secondaire en épaisseur) et leur transformation en «bois dur», ce type d'arbres est celui que choisit la flore dès le Mésozoïque pour sa grande expansion et diversification. Paradoxalement, ce type de tronc et de bois est pourtant apparu très tôt, dès le Dévonien supérieur, chez une fougère, l'*Archaeopteris*, dont on a retrouvé des bois silicifiés en Oklahoma, vieux de 350 Ma. Il faudra attendre cependant le Permien, près de 100 Ma plus tard, pour que le «tronc-bois» s'impose définitivement et supplante les autres.

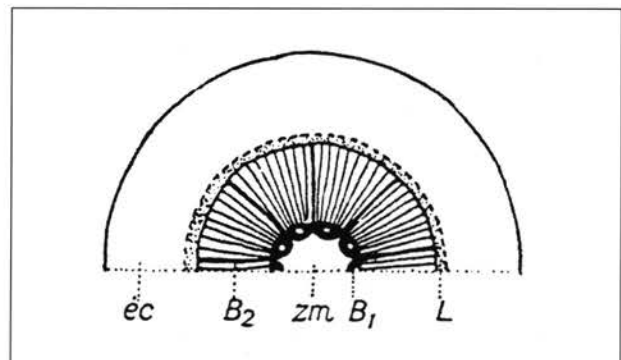


Fig. 21b.  
Coupe d'un tronc de calamite  
éc = écorce  
B2 = Bois secondaire  
zm = moelle  
B1 = Bois primaire  
L = Liber)



Fig. 22a.  
Reconstitution d'une fougère arborescente *Psaronius* («Tronc racine»).

Plantes à reproduction par spores, les fougères «Filicophytes» ont aussi évolué dès le Dévonien sous une forme parallèle de «fougères à graines», d'où leur nom de Ptéridospermes. Elles ont la même apparence que les Filicophytes, mais sont simplement dotées d'un système de reproduction différent, mystère qui ne fut élucidé qu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

Les Ptéridospermes étaient des plantes ligneuses buissonnantes, arborescentes ou lianescentes. Elles furent abondantes au Carbonifère supérieur et purent étendre leur habitat hors des marécages, étant gymnospermes. Elles déclinerent au Mésozoïque pour disparaître totalement au Crétacé, après avoir été supplantées par les autres gymnospermes. (fig. 23 et 24)

L'addition des deux types de fougères, à spores et à graines, a créé un ensemble végétal important et probablement celui qui a laissé le plus grand nombre de macrofossiles, à travers tous les temps.



Fig. 23.  
Reconstitution de ptéridospermes (fougères à graines) :  
a) forme buissonnante et b) forme arborescente.

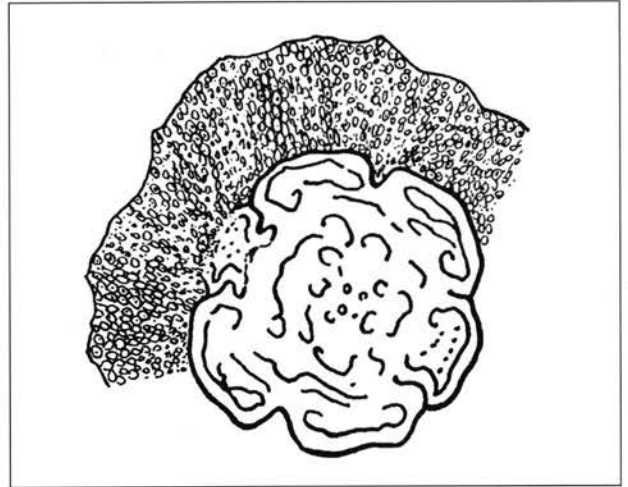


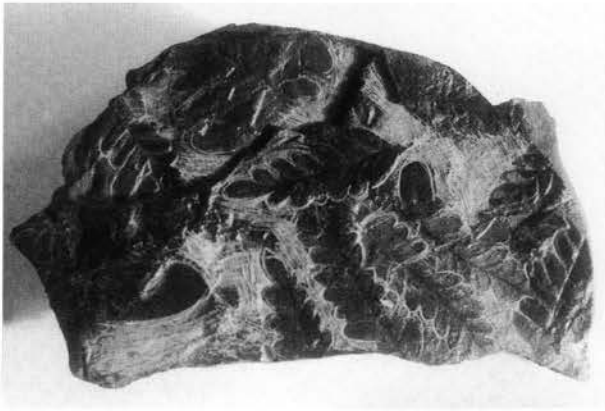
Fig. 22b.  
Coupe d'un tronc de *Psaronius* (au centre : cylindre avec bande vasculaire.- partie externe : manchon (partiel) formé par les racines).

Parmi les arbres à «tronc-moelle», il faut mentionner encore les **Cordaïtales**. Ce sont des gymnospermes arborescentes primitives ayant beaucoup de rapport avec les coniférales, mais de caractère plus simple. Elles semblent présentes depuis le Dévonien, mais n'atteignent un grand développement qu'au Carbonifère supérieur et deviennent un élément important de certaines forêts houillères. (fig. 25a et b)

Les *Cordaïtes* sont de grands arbres pouvant atteindre 30 à 40 mètres. L'axe du tronc est occupé par une grosse moelle en forme de vis de presseur, entourée de bois primaire. Le bois secondaire est très compact et dépourvu de zones saisonnières. Le tronc se ramifie dans la partie haute en feuilles denses et parfois très longues, jusqu'à un mètre.

Tous ces lycopodes, prêles, fougères et cordaïtes étaient privés de racines profondément ancrées dans le sol. Ils poussaient les uns sur les autres et l'accumulation de leurs débris commença à dépasser le rythme de la décomposition. Les marais devinrent marécages. En maints endroits, la terre s'affaissa, et les sédiments recouvrirent les masses végétales non décomposées. (Pl. 26)





Pl. 24.  
Empreintes de fougères fossiles.

Les crues des rivières purent entraîner aussi ces débris végétaux et les déposer dans des dépressions ou des lagunes, là où des sédiments les recouvrirent. Dans un cas comme dans l'autre, ce fut le premier stade de la formation des charbons.

Ce processus se poursuit pendant des millions d'années, créant les énormes gisements de charbon de l'hémisphère nord. Il cessa lorsque les continents se furent suffisamment déplacés et que le climat changea, il y a 270 Ma, au Permien, dernière période de l'Ere primaire.

Les charbonnages de France, d'Allemagne, de Belgique et de Grande-Bretagne nous sont familiers, de même que ceux de Pologne et des USA. Plus près de chez nous, les forêts du Carbonifère ont couvert une bande de terrain allant du centre du Valais, par le Bas Valais et la Savoie, jusqu'à Grenoble.

Des gisements de fossiles à Arbignon, Collonges, Dorénaz, Grône, Chandoline (Pl. 27), Aproz, Bramois, Réchy, Isérable, ainsi qu'aux Marécottes, ont fourni des pièces de toutes les grandes familles du Carbonifère : fougères, prêles, lépidodendrons et cordaïtes. Des mines d'antracite ont également été exploitées dans le passé à Grône, Chandoline, Aproz, Bramois et Dorénaz.

Par suite du double effet de la mouvance des pôles et de la dérive des continents, les terres à charbon de l'hémisphère nord actuel se trouvaient en zone tropicale. Elles ne furent pas touchées par le changement de climat qui affecta les territoires du

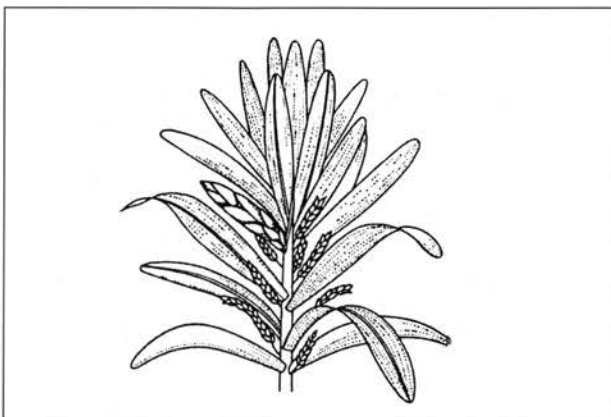


Fig. 25b.  
Feuilles et inflorescences de cordaïte

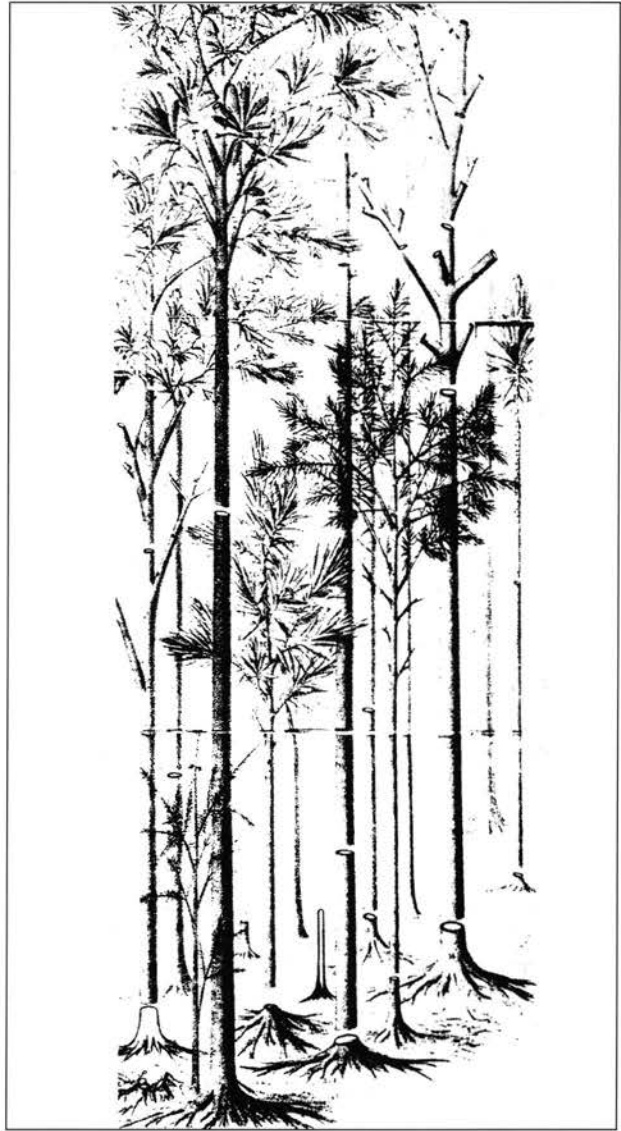
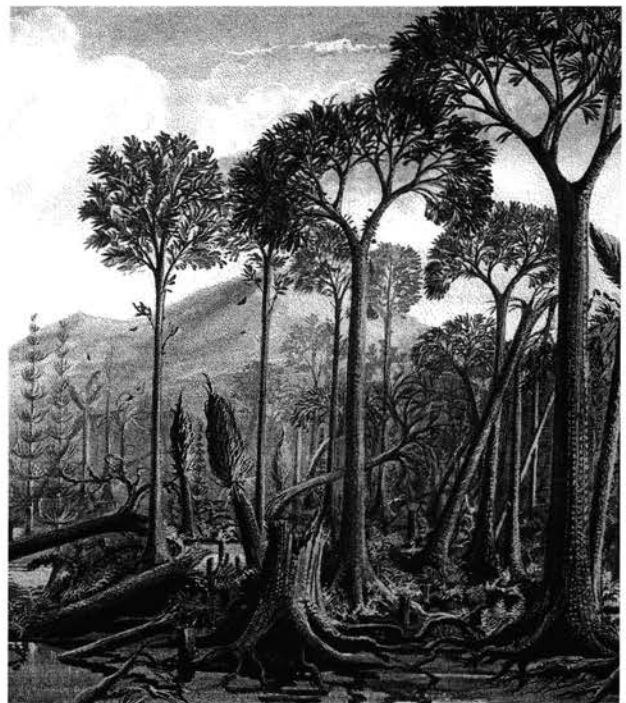


Fig. 25a.  
Reconstitution d'une forêt de cordaïtes.



Pl. 26.  
Forêt du Carbonifère (d'après un dessin de Robert André, Berne).





Pl. 27.  
Bloc d'anthracite de 11 tonnes extrait de la mine de Chandoline, près de Sion.

**Gondwana**, plus au sud, mettant une nappe de glace sur une partie des terres de l'Australie actuelle, de l'Inde et de l'Afrique depuis le Sahara.

Cette glaciation s'étend de 325 à 285 Ma. Lorsqu'elle prend fin, une nouvelle flore s'implante en Gondwana, marquée par les glossoptéridées, gymnospermes du Permien à croissance lente, qui disparaîtront à l'Ere secondaire. Les glossoptéridées paraissent être les ancêtres des angiospermes. Au Permien encore, les premiers Ginkgos font leur apparition en Australie.

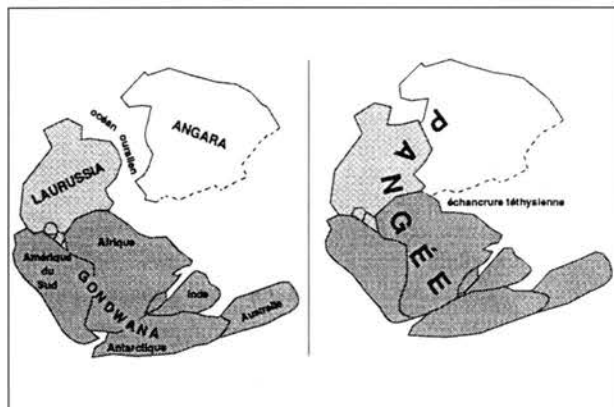


Fig. 28.  
Formation de la Pangée, au Paléozoïque supérieur.

Tout au long du Permien, les continents achèvent leur regroupement en un supercontinent, la **Pangée** (fig. 28). Ceux du nord voient leurs conditions climatiques se détériorer et de nombreuses terres s'assécher. Après la fin des grandes forêts houillères, ce sont les espèces elles-mêmes qui sont menacées et qui devront évoluer pour faire face à des climats plus secs.

Lorsque le Permien s'achève, il y a 245 Ma, le regroupement des continents est terminé, mais de nombreuses espèces, groupes et familles d'animaux comme de végétaux auront disparu.

\*\*\*\*\*

## Chapitre 4.

### Le MESOZOÏQUE ou Ere secondaire (245 à 65 Ma)

Il se subdivise en :

- Trias 245 à 205 Ma
- Jurassique 205 à 135 Ma
- Crétacé 135 à 65 Ma

Lorsque débute le Mésozoïque, le temps des dinosaures, les continents sont regroupés en un supercontinent, la **Pangée**, qui déjà porte en elle l'amorce de la rupture en deux blocs, la **Laurasie** au nord et le **Gondwana** au sud (fig. 29).

La notion nord et sud n'a rien de commun avec celle que nous connaissons. Le pôle nord se situe alors dans l'Océan Pacifique, à quelques centaines de kilomètres au large de l'actuelle San Francisco, par 140° de longitude Est et 40° de latitude Nord, soit une latitude qui correspond à celle de la Sardaigne.

En conséquence, les grandes masses continentales se trouvaient dans les zones tropicales ou équatoriales. Un climat très chaud règnera au Trias et au Jurassique et l'on verra à ces époques des dépôts

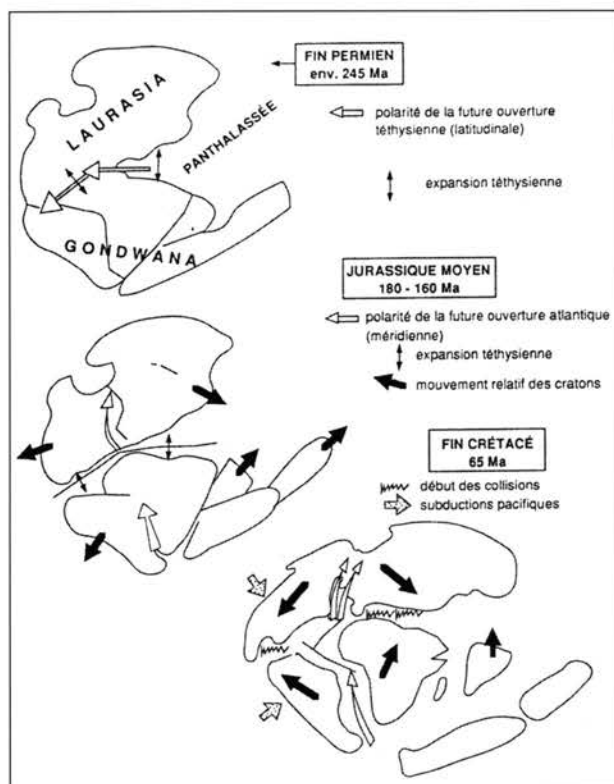


Fig. 29.  
Fragmentation progressive de la Pangée au cours du Mésozoïque.



Pl. 30.  
Rameaux fossiles de Voltzias, Haut-Rhin, France. 245 Ma.

houillers se former dans les régions polaires actuelles : Sibérie, Spitzberg et Groenland.

En Europe, de tels dépôts houillers se constitueront encore en Hongrie. Ailleurs, leur temps est révolu depuis 25 Ma déjà. La végétation des marécages – prêles, fougères, lépidodendrons, cordaïtes – sera toujours présente, mais en régression, à l'exception de quelques prêles géantes qui connaîtront leur apogée au Trias.

Une nouvelle flore apparaît, caractérisée par les fougères à graines à fronde ramifiée, les ginkgos, les cycadées et de nombreux conifères. Dans la deuxième moitié du Trias, le climat plus sec contraindra les végétaux à s'adapter à la sécheresse.

Le Jurassique qui suit bénéficie partout d'un climat chaud et humide. La température des mers est de 10 °C supérieure à celle des mers actuelles. Aucune calotte polaire n'est signalée. La flore faite de conifères, cycadées, fougères à graines, ginkgos



Pl. 31.  
Bois silicifié d'araucaria, Sud brésilien. 100 Ma.

ainsi que de lycopodes et fougères herbacées, fut sans doute luxuriante et cosmopolite, mais elle n'a laissé que peu de fossiles, les conditions nécessaires à la fossilisation n'étant guère présentes.

On pense que les premiers conifères sont apparus au Dévonien déjà. Des formes proches des araucariacées, les *Lebachias* et les *Voltzias* (Pl. 30), se répandent fortement dès le Permien. Avec les araucariacées, genre *Araucarite* dès la fin du Trias, puis *Araucaria* au Jurassique, ils domineront la flore de leur époque, que l'on qualifiera parfois d'«Ere des conifères» (Pl. 31).

D'autres conifères apparaissent aussi au Jurassique :

- chez les Cupressacées : les *Thyites*, ancêtres des Thuyas, et les *Paleocyparis*, qui précèdent les Cyprès.
- chez les Taxacées : le *Sequoia giganteum* et les espèces européennes, de même que *Taxodium distichum* ou cyprès chauve.
- chez les Abietacées : l'ancêtre des pins et des épicéas apparaît dans les contrées boréales. Sa diffusion vers le sud n'intervient qu'au Crétacé.

Les Ginkgoales ou Ginkgos sont connus depuis le Permien inférieur en Australie. Le regroupement des continents permet leur dissémination sur toutes les terres de l'époque. Des divers groupes

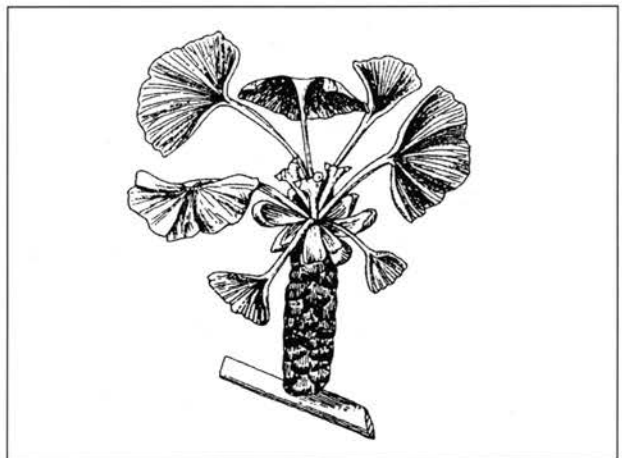
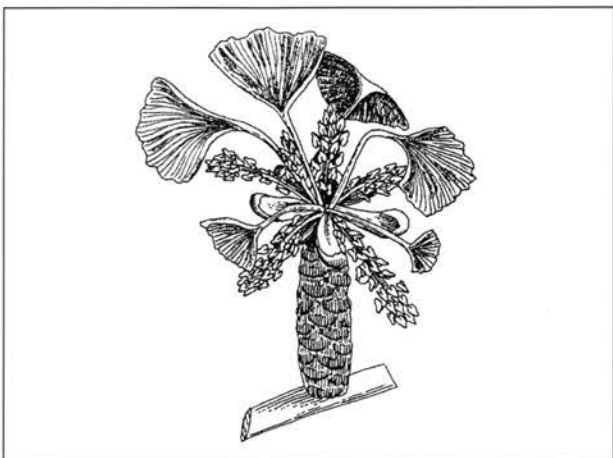


Fig. 32.  
Rameaux de *Ginkgo biloba* a) inlorescence mâle, b) inflorescence femelle



Fig. 33.  
Reconstitution d'une Cycadale, genre Palaeocycas.

et espèces de ce gymnosperme si abondant au Secondaire, une seule espèce a survécu, le *Ginkgo biloba*, dans le sud de la Chine, où quelques arbres atteignent 2000 ans. Le *Ginkgo biloba* est maintenant réintroduit comme arbre d'ornement dans les villes du monde entier, son extrême robustesse lui permettant de résister à toutes les maladies, les parasites, la pollution des villes, les pluies acides, et de survivre là où les autres meurent, comme l'a prouvé une expérience faite dans les rues de New York. (fig. 32a et b).

Pendant 250 Ma, ces plantes n'ont pas connu de modifications importantes et l'espèce survivante, le *Ginkgo biloba*, est considérée comme une relique, un «fossile vivant».

Parmi les gymnospermes du Mésozoïque largement répandus, citons le groupe des cycadées, ressemblant à certains palmiers actuels, ou mieux encore au fruit de l'ananas. (fig. 33 et 34)

Un autre groupe, les bennettitales, qui disparaîtront à la fin du Crétacé, comprend les Zamites,

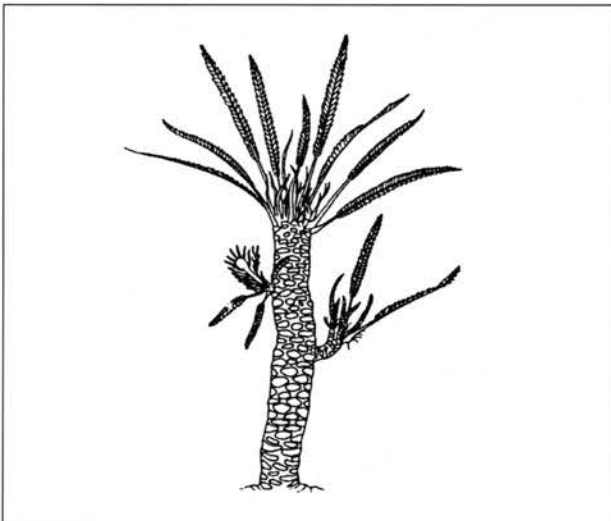


Fig. 35.  
Reconstitution d'une Bennettitale, genre Williamsonia.

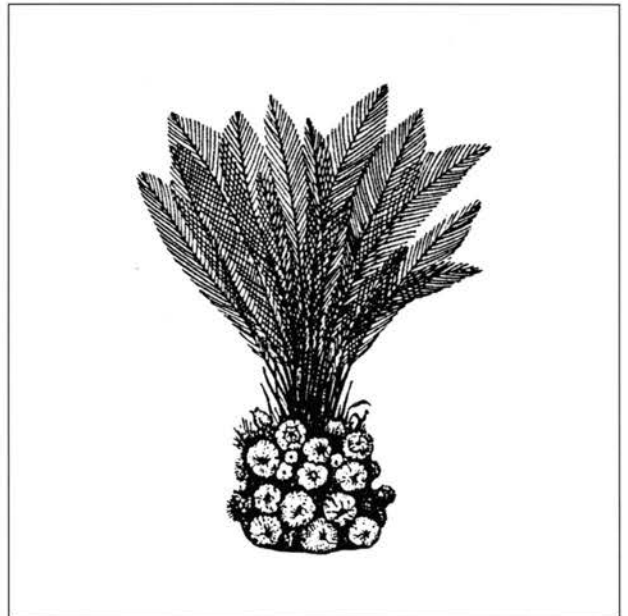


Fig. 34.  
Reconstitution d'une Cycadale, genre Cycadeoidea.

dont l'espèce la plus connue *Zamites feneonis*, a laissé d'intéressants fossiles dans les calcaires lithographiques de Cerin, dans l'Ain. (fig. 35 et 36, et Pl. 37)

Au cours du Crétacé, la migration de l'équateur vers le sud a pour conséquence l'abaissement des températures en Europe. Le Crétacé inférieur est en outre marqué par une importante transgression marine et l'inondation de vastes territoires.

Des flores sont anéanties, d'autres frappées de sénescence, ne possédant pas le potentiel génétique qui aurait pu leur permettre de faire face à un environnement changeant rapidement.

Lorsque le climat se réchauffe et que les mers se retirent, la flore est prête pour le changement et la progression vers le monde moderne. Des terres dénudées sont disponibles pour recevoir la nouvelle flore.

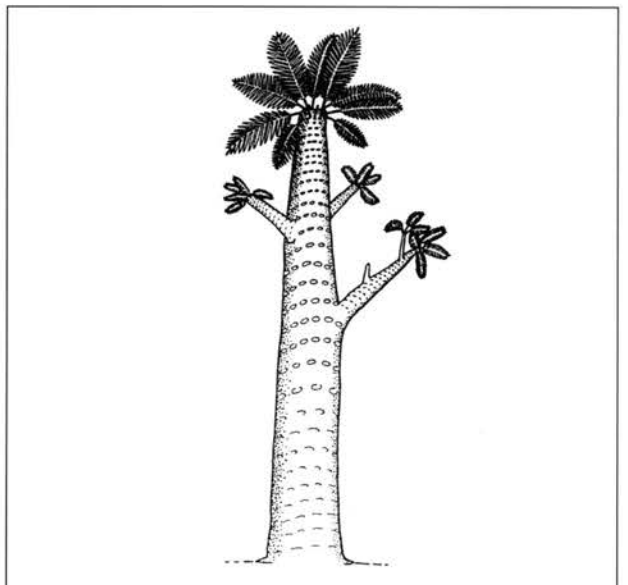
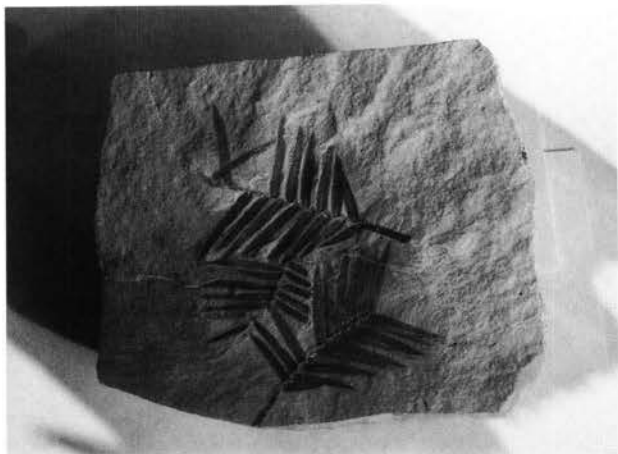


Fig. 36.  
Reconstitution d'une Bennettitale *Zamites feneonis*.



Pl. 37.  
Rameaux fossiles de *Zamites feneonis*.

Les premières angiospermes se développent au Trias déjà, dans l'ouest du Gondwana, dans le fossé tectonique entre la bosse de l'Afrique et le nord de l'Amérique du Sud. Le contact avec la masse terrestre euraméricaine permet aux premières vagues de diffusion des plantes à fleurs de

se répandre dans l'hémisphère septentrional. Le Gondwana, pas encore éclaté, leur permet aussi de se disséminer sur tous les continents méridionaux. Lorsque ces continents se séparent et que les liens sont tranchés, les descendants des premières angiospermes ne se répandront plus que dans des directions où les routes sont encore ouvertes. Après une mise en place commune des premières familles de plantes à fleurs, l'évolution ultérieure des divers continents vers les flores modernes se fera dans l'isolement dès l'accomplissement de la séparation des masses terrestres.

L'Amérique et l'Eurasie, pas encore séparées par l'Atlantique nord, auront une flore septentrionale, tandis que des flores distinctes, parfois endémiques, caractériseront les divers continents et îles de l'hémisphère sud.

Il est largement admis que les angiospermes dérivent d'une seule origine, mais des chaînons intermédiaires manquent, et les paléobotanistes sont toujours à leur recherche.

Jusqu'à preuve du contraire, les ancêtres de toutes les plantes à fleurs seraient les *ranales*, fleurs semblables aux magnolias actuels. Dans la zone

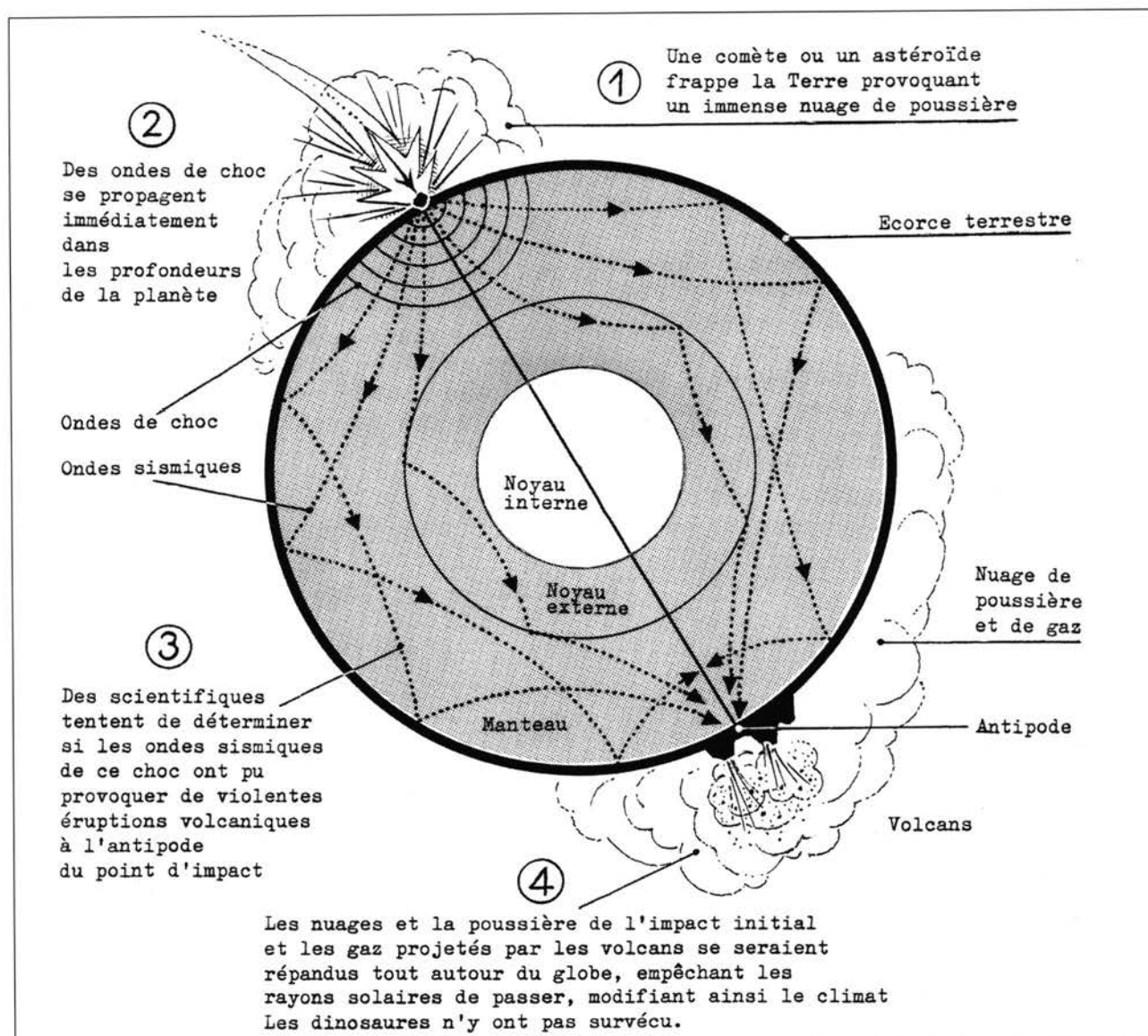


Fig. 38.  
Schéma du cataclysme marquant la fin de l'Ere secondaire.

d'origine des angiospermes, on a retrouvé également les plus anciens pollens de celles-ci, un genre *nymphaea*, montrant des affinités avec le magnolia.

Les palmiers figurent aussi parmi les angiospermes de la première heure. Très vite, ils se répandirent dans les contrées les plus chaudes des continents. Certains voient, dans le palmier, notamment le pandanus, un descendant direct des glossoptéridées du Permien, sans passer par les ranales.

Quantité d'angiospermes arbres apparaissent tout au long du Crétacé, certains au Jurassique déjà, les ancêtres des chênes, des hêtres, des platanes, des saules et d'autres.

La fin du Crétacé survient lorsque tout est en route vers un renouveau et que la terre a retrouvé un climat généralement favorable, chaud et humide. Tous les grands groupes d'angiospermes sont pratiquement nés.

Selon une théorie qui ne fait pas encore l'unanimité, cette fin serait marquée par un cataclysme, la chute d'un grand astéroïde sur le Yucatan (Mexique). Le choc causa d'énormes destructions, un raz de marée et un refroidissement consécutif à l'obscurcissement provoqué par les poussières

répandues dans l'atmosphère, entraînant une réduction des phénomènes photosynthétiques et une altération des chaînes alimentaires.

Pour les volcanologues, une série d'éruptions volcaniques massives et rapprochées, au Deccan (Inde), aurait projeté dans l'atmosphère quelques 100 à 150 km<sup>3</sup> de matières, ce qui aurait eu les mêmes conséquences que le premier scénario.

Une nouvelle et toute récente théorie lie les deux événements précédents, bien réels. Selon des géologues américains, l'impact au Mexique aurait provoqué d'énormes ondes sismiques convergeant aux antipodes où elles auraient déployé leur maximum d'effet. A cette époque-là, l'Inde, terre détachée du Gondwana, se déplaçant en direction du continent asiatique, se trouvait précisément à proximité des antipodes du Mexique. (fig. 38)

On voit dans ces événements la cause de la disparition des dinosaures, des ammonites et de quantité d'espèces, tant animales surtout, que végétales. En fait, si l'on s'en tient à la flore, l'effet vu avec un peu de recul semble insignifiant. Le grand changement est amorcé depuis plusieurs millions d'années et le cheminement vers la flore actuelle, en place. Le cataclysme ? ... un peu la grêle après la vendange !

\*\*\*\*\*

## Chapitre 5

### Le CENOZOÏQUE (Eres tertiaire et quaternaire ) ( 65 Ma à nos jours )

Périodes du Cénozoïque (systèmes)		subdivisées en époques (séries)		
Paléogène	Paléocène	65	- 53	Ma
	Eocène	53	- 34	Ma
	Oligocène	34	- 23,50	Ma
Néogène	Miocène	23,50	- 5,30	Ma
	Pliocène	5,30	- 1,65	Ma
Quaternaire	Pléistocène	1,65	- 0,01	Ma
	Holocène	0,01	- actuel	

Pour mieux situer certains événements dans le temps, nous ferons usage, dans les pages qui suivent, des subdivisions des trois périodes du Cénozoïque.

Le cataclysme marquant la fin du Crétacé survient dans un monde en plein changement, aussi bien dans ses structures géographiques que dans l'évolution des végétaux et des animaux.

L'Ere secondaire a vu la Pangée entamer sa frag-

mentation, qui conduira les continents à leur position actuelle. Tout au long du Crétacé, la dérive des continents a été particulièrement importante. L'Océan Atlantique, autrefois inexistant, s'est formé, séparant l'Afrique de l'Amérique du Sud, puis l'Europe de l'Amérique du Nord ; il sera parachevé à l'Oligocène, lorsque l'Atlantique Nord rejoindra l'Océan Arctique. (fig. 39)

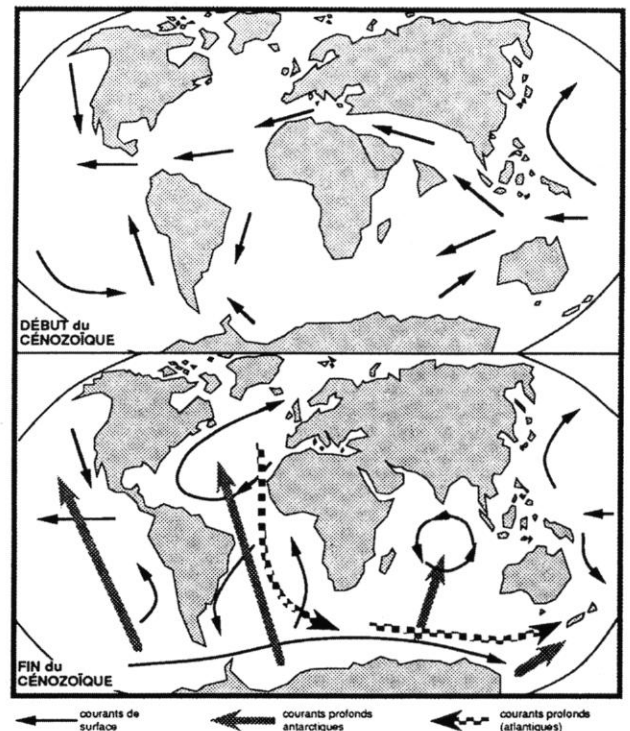


Fig. 39. Modification des courants océaniques au cours du Cénozoïque.

L'Inde, détachée du Gondwana, poursuit son chemin vers le nord. Elle franchit l'équateur à l'Eocène et viendra se souder au continent asiatique à l'Oligocène.

L'Eocène voit aussi l'Australie se séparer de l'Antarctique et entamer sa dérive vers le nord. Elle est désormais une île.

L'Afrique, en remontant vers le nord et en pivotant légèrement, vient heurter la plaque continentale européenne, réduisant l'ancienne mer téthysienne, qui deviendra la Méditerranée. Celle-ci se fermera d'abord à l'est, par la jonction de l'Afrique avec l'Eurasie. Elle se fermera également, plus tard, à l'ouest, au Miocène supérieur, et le niveau de ses eaux s'abaissera jusqu'à assèchement complet. Le détroit de Gibraltar s'ouvrira au Pliocène, permettant à la mer de s'installer à nouveau.

Tous ces mouvements tectoniques ont eu pour conséquence une orogénèse importante, la mise en place des Alpes, et plus généralement le cycle alpin, comprenant les chaînes de l'Afrique du Nord (Atlas), de l'Andalousie, les Pyrénées, les Alpes et toutes les chaînes qui les suivent, jusqu'en Extrême-Orient, inclus l'Himalaya. Il faut y joindre aussi, en Amérique, les Montagnes Rocheuses et la Cordillère des Andes.

Le paroxysme du plissement des zones internes des Alpes se produit à l'Oligocène (34-23 Ma). On admet que les montagnes ont alors atteint des hauteurs de plus de 8000 mètres. Par contre-effet, des dépressions préalpines se creusent à l'arrière. L'une nous est bien connue, celle qui va de Cham-

béry jusqu'à Vienne et qui formera le futur Plateau suisse.

Les Alpes, très élevées, seront soumises à des pluies importantes, de type mousson, ayant pour effet une érosion intense dont les produits créeront les molasses du Plateau, comblant les dépressions où la mer s'était installée.

## Les climats

Ils évoluent considérablement au cours du Cénozoïque et sont bien plus contrastés qu'auparavant. Des changements fondamentaux interviennent pendant le Paléogène. Ils affectent la circulation océanique de façon particulièrement importante pendant l'Oligocène, en suite de la fermeture de la Téthys, puis la fermeture progressive entre les deux Amériques, qui rend de plus en plus difficile la communication entre l'Atlantique et le Pacifique. Comme le montre l'illustration, les courants équatoriaux sont interrompus et les circulations méridiennes deviennent dominantes dans l'Atlantique.

Un autre phénomène va influencer la circulation océanique au début du Miocène : le continent antarctique est entouré par un véritable océan. Il s'y développe un courant circumpolaire qui va empêcher l'arrivée des eaux chaudes. En conséquence, une calotte glaciaire commence à recouvrir l'Antarctique, dont l'extension contribuera à l'abaissement général de la température de la Terre.



Pl. 40.  
Paysage tropical en Europe.

Au Néogène, les courants des grands océans deviennent progressivement indépendants les uns des autres. A la suite de cette ségrégation, des courants froids hypersalés se mettent en place. Dans l'Atlantique, des courants froids boréaux ajoutent leur influence à celle des courants froids antarctiques.

A partir de 3 à 2 Ma, la glace commence à former les banquises arctiques (glaciation arctique). Il est possible que la fermeture totale de l'isthme de Panama en suite de phénomènes volcaniques ait facilité cette évolution en isolant encore plus l'Atlantique et le Pacifique.

Si le cataclysme de la fin du Crétacé entraîne un refroidissement, consécutif à un obscurcissement, celui-ci ne sera que de courte durée, l'effet second ne pouvant être qu'un effet de serre.

C'est donc un climat chaud qui caractérise encore les 30 Ma du Paléocène et de l'Eocène. Les changements se feront sentir aux époques ultérieures. (fig. 40)

Les températures s'abaisseront, lentement à l'Oligocène et au Miocène, plus marquées au Pliocène. Ensuite le Quaternaire se caractérise par des variations climatiques fortes et répétées, se traduisant par des périodes dites glaciaires, avec une température généralement fraîche, et qui sont séparées par des périodes inter-glaciaires.

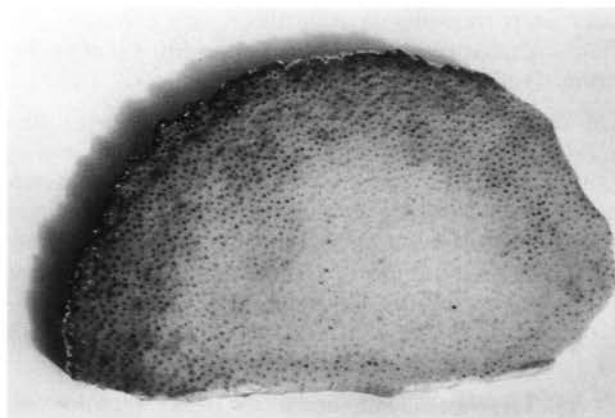
Ainsi, dans l'hémisphère boréal, lorsque les calottes glaciaires s'avancent vers le sud, l'Europe moyenne est soumise à un climat périglaciaire, froid. La Méditerranée jouit d'un climat tempéré et humide, et le Nord-Sahara bénéficie d'épisodes pluviaux. (Pl. 41)

Chacune des glaciations voit apparaître une régression des mers suivie de leur transgression lors des épisodes post-glaciaires.

## Evolution de la flore

Voyons comment la flore des angiospermes évolue, de son apparition à nos jours, compte tenu des conditions climatiques changeantes :

Phase 1 : Les angiospermes sont apparues dans une région équatoriale. Leur bassin d'expansion et de diversification est sou-



Pl. 41.  
Tronc de palmier silicifié, Louxor, Egypte, 40 Ma.

mis au climat chaud et humide du début du Crétacé. On peut supposer qu'elles créent très rapidement des «forêts humides», proches de nos forêts équatoriales actuelles.

Phase 2 : Par le double effet de leur expansion géographique et des changements progressifs du climat, les plantes à fleurs vont être soumises à l'épreuve de l'alternance de saisons humides avec des saisons chaudes et sèches. Elles réagissent par l'évolution en espèces dotées de feuilles épaisses et brillantes, qui ralentissent la déperdition de l'humidité.

Phase 3 : La dérive des continents et leur conquête par la flore met les angiospermes en face d'une nouvelle contrainte, le froid. Pour entretenir une croissance continue, il leur faut des températures constantes relativement élevées. Une basse température peut tuer la plante aussi bien qu'une période sèche. En outre, si le sol est gelé, la plante ne peut plus pomper l'eau qui lui est nécessaire. Elle va donc se mettre en hibernation en se dotant de feuilles caduques.

Phase 4 : Les angiospermes primitives avaient une structure essentiellement ligneuse. Arbres ou arbustes, elles étaient capables de se reproduire pendant des années. Ces plantes vivaient longtemps, mais leur propagation était limitée par le temps qu'il leur fallait pour arriver à maturité.

La graine tombée sur le sol peut donner naissance à une plante. Mais si les conditions se détériorent, elle mourra avant d'être adulte et de produire ses propres graines. Cet inconvénient conduit à la naissance de plantes plus «opportunistes», capables de grandir et produire des graines en une seule saison. Ces graines, à leur tour, poussent quand les conditions leur sont favorables et restent en sommeil quand elles ne le sont pas.

A ce stade, nous en sommes au développement des herbacées, dont aucune partie durable ne se trouve au dessus du sol. Toutes poussent, fleurissent, produisent des graines, se fanent et meurent en quelques mois. Un cycle reproductif court les préserve du climat et leur permet d'occuper toutes les niches de la terre. Elles sont persistantes, produisent des graines tous les ans, mais restent vivantes, stockant des éléments nutritifs pour leur permettre de repousser et se reproduire lorsque les conditions le permettront.

Phase 5 : La plante est annuelle et tout le cycle de croissance, de la graine jusqu'à la mort, s'accomplit en une saison, ou partie de saison.

Après la disparition des dinosaures, les mammifères occupent par grandes vagues les territoires. Herbivores d'abord, puis carnivores, ils suivent les angiospermes dans leur progression. Chaque fois qu'il y a de la place, de l'espace, le gigantisme apparaît, tel le *Baluchitherium*, lointain ancêtre du rhinocéros. Si l'espace et la nourriture sont moindres, les petites espèces sont dominantes.

Lorsque les températures commencent à baisser, presque imperceptiblement, mais régulièrement, au cours de l'Oligocène, puis au Miocène, la végétation tropicale retourne vers ses régions équatoriales d'origine.

Les angiospermes herbacées, qui s'étaient développées dans des marécages et dans les bordures de rivières dégagés d'arbres, s'adaptent et débordent de leur habitat premier. Elles occupent la place laissée libre par le retrait de la végétation équatoriale.

Ainsi l'herbe peut coloniser une partie des terres, il y a 15 Ma, soit 100 Ma après l'apparition des premières plantes à fleurs. L'herbe remplace la forêt en maintes régions, au Miocène, réduisant l'habitat des mangeurs de feuilles, mais stimulant l'évolution vers de nouveaux animaux, la faune actuelle des prairies.

Comme on l'a vu, l'Europe n'était pas encore séparée de l'Amérique du Nord, au Crétacé, et certains territoires arctiques étaient rattachés au continent. Il s'agit du Spitzberg et surtout du Groenland, où l'on a découvert quantité de fossiles des premières familles d'angiospermes.

Parmi toutes ces familles, apparues pour la plus grande partie au Crétacé déjà, plusieurs présentent une évolution particulièrement intéressante.

Les **Cupulifères** ont un ancêtre, le genre *Dryophyllum*, largement répandu du Crétacé à l'Oligocène. Un rameau s'en détache au Crétacé déjà pour donner les châtaigniers tropicaux, à feuilles persistantes. A l'Eocène, *Dryophyllum* donne nais-

sance aux divers châtaigniers américains et européens. Au Crétacé encore, il est à l'origine des divers groupes de chênes actuels (*Quercus*) qui ne comptent pas moins de 300 espèces répandues surtout dans l'hémisphère nord. (Pl. 42)

Les hêtres (*Fagus*) sont aussi issus du stock de *Dryophyllum*, au Crétacé, mais ils ne se développent vraiment qu'au Tertiaire.

Plusieurs familles bien représentées dans les terres d'Europe au Tertiaire s'en retirent lorsque les températures baissent. C'est le cas des **Myrtacées**, dont une seule espèce subsiste chez nous.

En Australie, ces Myrtacées évoluent d'une manière extraordinaire, donnant naissance au groupe des eucalyptus, arbres dominants de l'Australie avec pas moins de 700 espèces capables de vivre en toutes régions, des eaux saumâtres de bords de mers aux terres enneigées des montagnes, du désert aux marécages, ceci sous forme de petits arbustes jusqu'à des arbres géants, les plus hauts qui aient jamais vécu atteignant jusqu'à 147 mètres, plus que les grands séquoias californiens. Et d'Australie, l'eucalyptus, une Myrtacée endémique, ira s'implanter dans le monde entier, par les soins de l'homme.

Le noyer (**Juglandacée**), bien répandu en Europe au Tertiaire, supportera les premières glaciations, mais disparaîtra complètement à la dernière. Il sera réintroduit par l'homme.

L'époque du Quaternaire est caractérisée par le développement des glaciers arctiques, qui font refouler vers le sud les grandes forêts installées au Pliocène.

En Amérique, le repli vers le sud n'est pas contrarié, géographiquement. En Europe, les chaînes transversales de montagnes, prises à leur tour sous les glaces, empêchent le repli de la flore, qui restera diminuée.

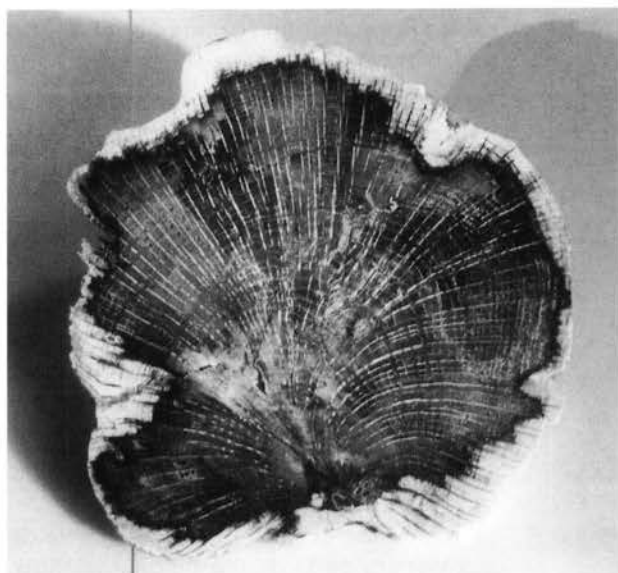
Aux périodes interglaciaires, la flore se réinstalle à partir du sud ; d'abord la flore arctique des toundras, dont les bouleaux nains et les saules polaires. A cette première flore, succédera la forêt à conifères (pin sylvestre) et les feuillus (noisetiers, chênes, ormes, tilleuls), puis les sapins et les pins.

D'autres manquent à l'appel, ayant complètement disparu, tel le séquoia d'Europe.

Maintenant, c'est l'homme qui intervient à son tour pour modifier la répartition des espèces, par déplacement de continent à continent, ou pour en créer de nouvelles, par hybridation.

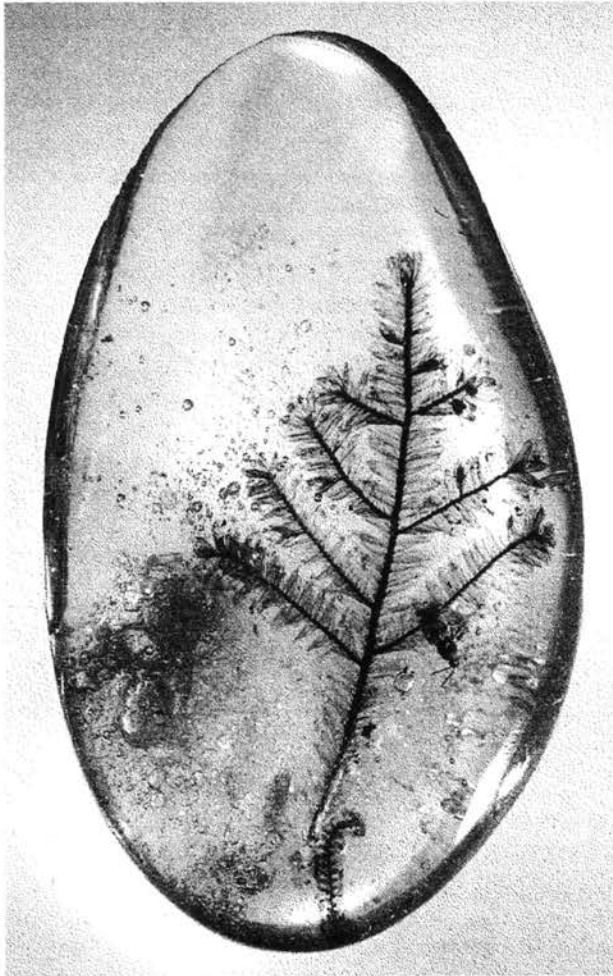
On ne peut parler de l'histoire de l'arbre et des plantes au Tertiaire sans mentionner le rôle important joué par les insectes et les oiseaux, dont beaucoup se nourrissent de pollens et de graines. Face à cette menace, les angiospermes, toujours opportunistes, se sont dotées d'organes qui ont pour effet de contraindre l'animal à transporter du pollen pour féconder d'autres fleurs ou de permettre la dispersion au sol de graines.

Et le Tertiaire, c'est aussi la belle histoire de l'ambre. Dans les forêts de l'Oligocène, le *Pinus succinifer* a sécrété des résines qui se sont fossili-



Pl. 42.  
Bois silicifié de chêne, Orégon, USA, 40 Ma.





Pl. 43.  
Fossiles végétaux dans de l'ambre, Rép. Dominicaine, 25 Ma.

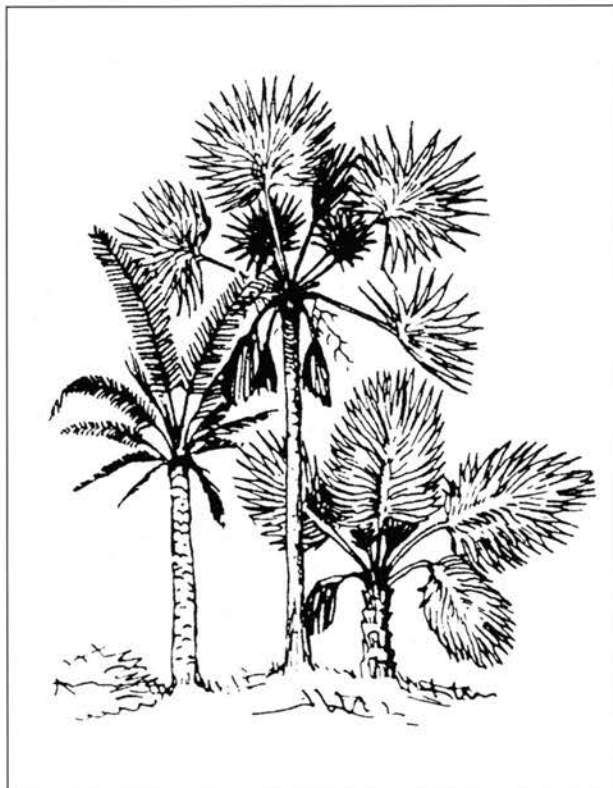


Fig. 44.  
Silhouettes de palmiers d'Europe au cours de l'Oligocène de g. à dr. *Phoenicites spectabilis*, *Flabellaria ruminiana*, *Sabalites major*.

sées, par durcissement de la matière originelle, sans substitution à celle-ci de minéral.

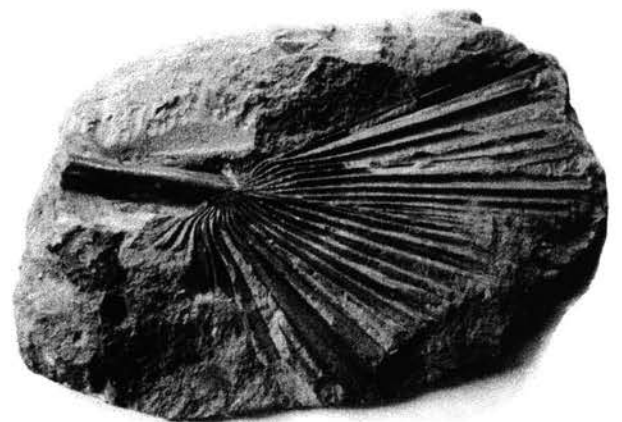
L'ambre, fréquent dans les contrées baltes (Pologne, Pays baltes et Russie), mais aussi à St. Domingue, est utilisé en bijouterie. S'il intéresse la science, c'est que l'on trouve, avec un peu de chance, des insectes et des débris végétaux, emprisonnés dans la résine depuis 20 à 30 Ma, parfaitement conservés, comme s'ils étaient encore vivants. (Pl. 43)

### Les fossiles d'arbres de la molasse vaudoise

Une période particulièrement intéressante, à cheval sur l'Oligocène et le Miocène, comporte dans la région lémanique deux épisodes marqués par la formation de fossiles, nous permettant de retracer la vie et le climat de ces temps anciens.

Il y a 65 Ma, la mer s'est retirée vers le sud-est. La ligne de rivage orientée plus ou moins SO-NE, devait passer par la région de Vevey ou Montreux. Au nord-ouest était une terre émergée, boisée d'une végétation tropicale.

Vers 35 Ma, la mer se soulève, au SE, sous l'effet de la montée alpine qui la repousse vers le NO. Vers 30 Ma, alors qu'elle est déjà presque comblée par les produits de l'érosion alpine, cette mer disparaît totalement par suite de l'abaissement du niveau des océans, laissant une plaine d'inondation qui durera environ 10 Ma. Du côté alpin (E et SE), le relief devient de plus en plus prononcé. L'érosion et le transport des matériaux sont intenses. Les galets et les graviers, les premiers à être déposés, constitueront les conglomérats ou poudingues typiques du Mont-Pélerin. Plus loin se déposeront des sables qui formeront des grès, et, plus loin encore, les rivières dans leurs méandres charrieront des limons et des sables fins qui se déposeront dans des marécages et des forêts périodiquement inondées.



Pl. 45.  
Empreinte d'une feuille de palmier, Lausanne, 23 Ma.



Fig. 46  
Empreintes rameaux de conifères et feuilles diverses.  
Rivaz, 23 Ma.

Aux alluvions minérales s'ajouteront des débris végétaux qui se transformeront en minces couches de charbon. C'est la molasse à charbon de Belmont, Paudex, Oron et autres localités dans le canton de Fribourg, dont les filons de charbon seront exploités dans plusieurs mines.

Dans la région de Lavaux, ce même cycle de sédimentation nous laissera de nombreux fossiles et l'on dénombrera dans un seul gisement, à Rivaz, une soixantaine d'espèces végétales différentes. Ces fossiles de Lavaux sont datés de 25 Ma.

La molasse grise de la région lausannoise, de 5 Ma plus jeune, est issue aussi des sédiments alpins apportés par de nombreuses rivières circulant dans une plaine où elles changent constamment de cours, débordant et déposant des alluvions

sableuses et argileuses dans lesquelles pourront se fossiliser des végétaux et des animaux.

Un banc de molasse, allant de Pully à Cheseaux, par le centre de Lausanne, les hauts de Prilly et de Jouxens, s'est avéré particulièrement riche en fossiles, datés pour la plus grande partie de 20 à 18 Ma. On y a trouvé des crocodiles, des tapirs, des petits rhinocéros et hippopotames.

Sur le plan végétal, les espèces sont révélatrices de la flore de cette époque, comportant, à Lausanne comme à Lavaux :

- des espèces tropicales, feuilles de canneliers en abondance (*Cinnamomum*), des palmiers de type *Sabal* et *Flabellaria*, des figuiers, des lauriers, des camphriers (fig. 44 et Pl. 45); des essences plus communes à nos régions et représentatives de la flore actuelle : peupliers, érables, noyers, acacias, aulnes, séquoias et pins, ainsi que des rameaux de fougère.

Il s'agit en général de feuilles souvent parfaitement fossilisées, avec parfois plusieurs essences dans le même bloc de roche, mais on trouve également des fruits et des branches.

Quelques autres régions du canton, Vevey, Mézières, Moudon, ont aussi laissé des fossiles végétaux datés de la même époque.

L'histoire de la molasse à fossiles végétaux prendra fin vers 18 à 15 Ma, lorsque la mer envahit à nouveau nos régions, à la fois depuis l'est (Bavière) et le sud (actuelle vallée du Rhône). D'importantes couches de molasse marine se déposeront, qui, à leur tour, seront plissées, soulevées et érodées.

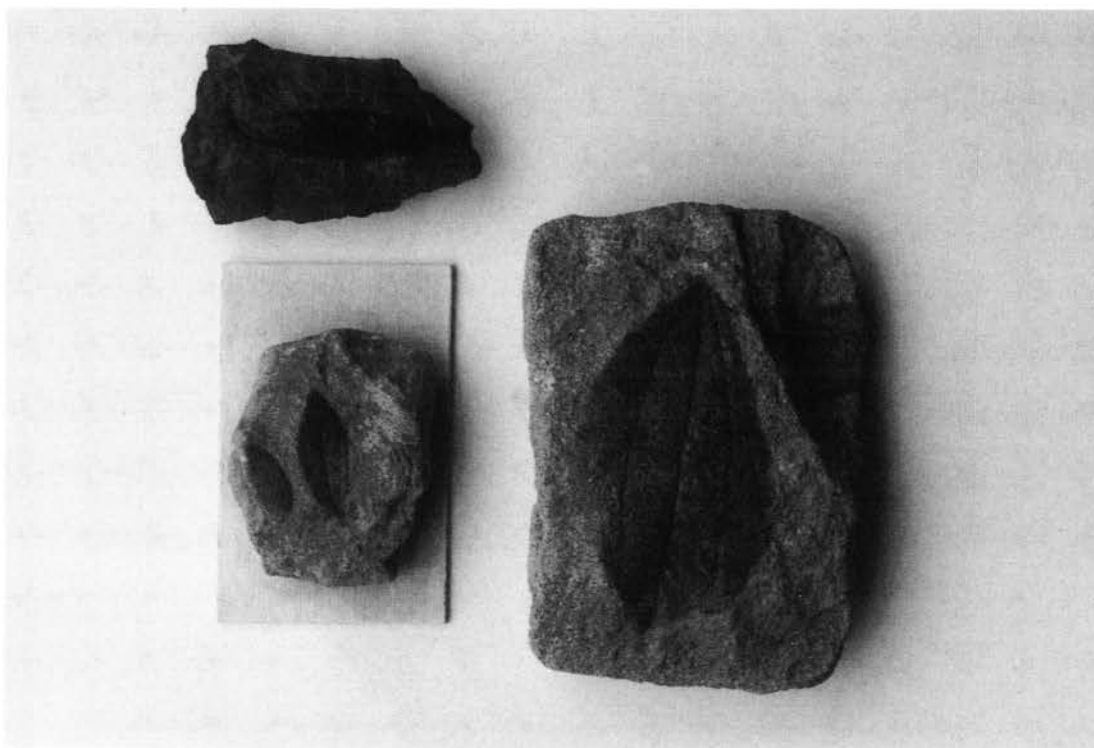


Fig. 47  
Empreintes de feuilles de canneliers (*Cinnamomum*). Rivaz, Lausanne et Prilly, 23 et 18 Ma.



Fig. 48  
Fossiles de plantes sur molasse. Moudon, 18 Ma.



Fig. 49  
Empreinte de feuille de plamier *Flabellaria*. Vevey, 25 Ma.



Fig. 50  
Empreintes de feuilles de peuplier et de canneliers. Jouxens, 18 Ma.

# Bibliographie

1. Dr. **Berger** Jean-Pierre  
Mini-cours « *Paléobotanique* »  
Institut de Géologie de l'Université de Fribourg.  
Fribourg 1993.
2. **Bernier** Paul  
*Cerin, une lagune tropicale au temps des dinosaures*, 135 p.  
Centre national de recherches scientifiques, Museum de Lyon, 1985.
3. **Decrouez** Danielle et **Bénier** Christiane  
*L'aventure de la Terre*, 24 p.  
Bulletin des Musées de Genève, 1989.
4. **Deville** Joan  
*Bois fossiles - Forêts pétrifiées*, 69 p.  
Editions Cedim, 1991.
5. **Elmi** Serge et **Babin** Claude  
*Histoire de la Terre*, 173 p.  
Collection CURSUS.  
Ed. Armand Colin, 1994.
6. **Michel** Pierre-François  
*Ginkgo biloba, l'arbre qui a vaincu le temps*, 106 p.  
Editions du Félin.
7. **Moret** Louis  
*Manuel de paléontologie végétale*, 244 p.  
Editions Masson et Cie, 1964.
8. **Reader** John  
*L'histoire de la vie*, 190 p.  
Traduit par Bernard Pouguet de *The rise of life*.  
Editions Solar, 1986.
9. **Septfontaine** Michel  
*Fossiles, archives de la vie*, 22 p  
Musée de Géologie, Lausanne.
10. **White** Mary E.  
*L'Odyssée des plantes (du Gondwana à l'Australie, 400 millions d'années d'évolution)*, 1986.  
256 p.  
Edition française, Flammarion 1988.
11. *La grande encyclopédie des fossiles*, 520 p.  
Editions Gründ, 1988.
12. *Versteinertes Holz*, 96 p.  
Christian Weise Verlag, München 1994.
13. *Versteinerte Wälder*, 143 p.  
Mineralientage, München 1986.

# L'Association pour l'Arboretum du vallon de l'Aubonne (AAVA)

Pour les visites de l'Arboretum,  
prendre contact avec:

M. Jean-Paul Dégletagne  
Gérant de l'Arboretum  
En Plan  
1170 Aubonne  
Tél. 021/808 51 83

Fondée en 1968, cette association groupe toutes les personnes physiques ou morales désireuses de soutenir et de développer dans le vallon de l'Aubonne un arboretum, et cela dans un but à la fois scientifique, éducatif et récréatif (art. 1 des statuts).

Un **arboretum** est un parc boisé, une «forêt botanique» constituant une sorte de musée de l'arbre en plein vent, où sont rassemblées toutes les espèces susceptibles d'être acclimatées dans la région. Les spécimens sont groupés de façon que chaque individu puisse atteindre son développement le meilleur. L'aménagement tient compte prioritairement de critères esthétiques afin que formes et couleurs se marient harmonieusement et que les bosquets respectent une économie de l'espace, ménagent les perspectives nécessaires à les mettre en valeur pour eux-mêmes et dans le paysage.

L'association comprend des membres individuels (cotisation Fr. 30.- par an), des membres individuels à vie (cotisation unique Fr. 500.-), et des membres collectifs (cotisation: Fr. 200.- par an).

Les ressources de l'AAVA reposent essentiellement sur les cotisations des membres et des dons.

Les immeubles (terrains et bâtiments), ainsi que les arbres, sont propriété d'une fondation. Au printemps 1992, elle possède en propre 59,6 ha de terrains avec deux fermes et dispose en outre de 47 ha par affermage à long terme. Plus de 2000 espèces et variétés d'arbres ont déjà été mises à demeure.

Le **Musée du Bois** est un second musée au sein du premier. Il était légitime dans un parc érigé à la gloire de l'arbre de faire revivre le bois dans l'infini des partis qu'a su en tirer l'ingéniosité paysanne de nos ancêtres: vieux métiers disparus, objets oubliés de la vie quotidienne, produits d'un artisanat expéditif ou minutieux, merveilleux d'efficacité, relevant d'un art aussi véritable qu'inconscient.

---

Toute **correspondance** est à adresser au

Service cantonal des forêts  
Caroline 11 bis  
1014 Lausanne

Cotisations et dons destinés à l'Arboretum  
sont à verser à la

Banque Cantonale Vaudoise  
CCP 10-725-4  
Lausanne  
(avec mention sur le talon «Compte courant 216.517.0  
Arboretum du vallon de l'Aubonne»)

Dons et versements destinés au  
Musée du Bois sont à verser à la

Banque Cantonale Vaudoise (Agence de Chailly)  
CCP 10-725-4  
Lausanne  
(avec mention sur le talon C. 860.860.7  
Musée du Bois)

Le Musée du Bois est ouvert tous les dimanches après-midi du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre.

---



NOS PRESTATIONS  
À LA CARTE



BANQUE CANTONALE  
VAUDOISE