

**Interdisciplinary Workshop on
3D Paleo-Anthropology, Anatomy,
Computer Science & Engineering
- Synergies for the Future –**



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France

**Interdisciplinary Workshop on
3D Paleo-Anthropology, Anatomy, Computer Science & Engineering
- Synergies for the Future –**

**3D fossil plant reconstruction and
visualisation from surface
morphology observations**

René LECOUSTRE, Véronique DAVIERRO



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France



Les fossiles observés sont le plus souvent des empreintes ou des inclusions carbonées qui ne permettent que d'observer facilement l'anatomie externe des végétaux ainsi préservés.

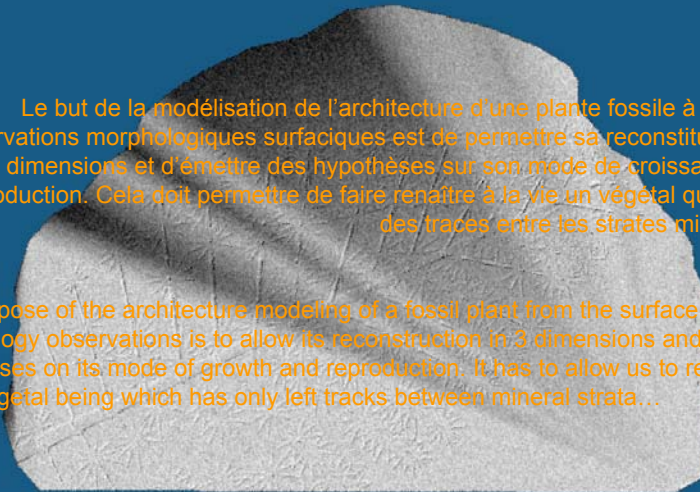
The observed fossils are mostly imprints or carbon inclusions which allow only an easy observation of the external anatomy of so protected plants.



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

Le but de la modélisation de l'architecture d'une plante fossile à partir des observations morphologiques surfaciques est de permettre sa reconstitution en 3 dimensions et d'émettre des hypothèses sur son mode de croissance et de reproduction. Cela doit permettre de faire renaître à la vie un végétal qui a laissé des traces entre les strates minérales...

The purpose of the architecture modeling of a fossil plant from the surface morphology observations is to allow its reconstruction in 3 dimensions and to emit hypotheses on its mode of growth and reproduction. It has to allow us to reborn to life a vegetal being which has only left tracks between mineral strata...



Voilà comment on pourrait résumer ce but en images

Here is how summarize this purpose in images



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.



Here is how this purpose could be summarize in images

June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

AMAP

Principes d'observation, de modélisation et de simulation des plantes vivantes

- Observation des plantes en cours de croissance, étape n , $n+1$, etc....
- Modélisation de l'activité des bourgeons et donc de la croissance et de l'architecture
- Création des fichiers paramètres incluant topologie et géométrie
- Calcul et simulation des maquettes en 3 dimensions par le moteur de croissance
- Visualisation grâce à des logiciels spécialement dédiés aux végétaux

Principles of observation, modelling and simulation of alive plants

- Observation of growing plants, step n , $n+1$, etc...
- Modelling the activity of buds and thus the growth and the architecture
- Creation of parameter files including topology and geometry
- Computing and simulation of models in 3 dimensions by the growth engine
- Visualization by softwares specially dedicated to plants



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

AMAP

Principes d'observation, de modélisation et de simulation des plantes fossiles

- Observation des parties préservées des plantes à une étape de leur développement
- Modélisation de la croissance et de l'architecture à partir d'hypothèses de fonctionnement
- Création des fichiers paramètres à incluant topologie et géométrie des éléments constitutifs
- Calcul et simulation des maquettes en 3 dimensions par le moteur de croissance
- Visualisation grâce à des logiciels spécialement dédiés aux végétaux

Principles of observation, modelling and simulation of fossil plants

- Observation of the preserved parts of plants at one step of their development
- Modelling the growth and the architecture from functioning hypotheses
- Creation of parameter files including topology and geometry of the constituent elements
- Computing and simulation of models in 3 dimensions by the growth engine
- Visualization by softwares specially dedicated to plants



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

3 plantes fossiles reconstituées – reconstruction of 3 fossil plants

- *Calamites multiramis* / *Annularia stellata* / *Calamostachys tuberculata*
- *Calamites alternans* / *Asterophyllites equisetiformis* / *Calamostyachys germanica*
- *Sphenophyllum oblongifolium* / *Bowmanites* sp.

Analyse architecturale - Architectural analysis

- Mode de croissance (rythmique/continue) Mode of growth (rhythmic/continuous)
- Direction de croissance (orthotrope/plagiotrope) Direction of growth (orthotropic/plagiotropic)
- Mode de développement (monopodique/sympodique) Mode of development (monopodic/sympodic)
- Mode de ramification (rythmique/diffus/continue, immédiate/différée) Mode of branching (rhythmic/diffuse/continuous, immediate/deferred)
- Position de la sexualité (terminale/axillaire) Position of the sexuality (terminal/axillary)
- Phyllotaxie Phyllotaxy



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

Troncs des *Calamitaceae* - Trunks of *Calamitaceae*

Similitudes - Resemblances

Chez *C. multiramis* et *C. alternans* : modalité d'élongation indépendante de la taille du méristème
For *C. multiramis* and *C. alternans* : modality of lengthening independent of the meristem size

Différences – Differences

- Modalité d'élongation :
 - stable chez *C. multiramis*
 - séquentielle chez *C. alternans*
- Modalité de production de branches :
 - continue chez *C. multiramis*
 - rythmique chez *C. alternans*
- Nombre de branches par verticille :
 - corrélé chez *C. multiramis*
 - indépendant chez *C. alternans*
- Lengthening modality :
 - stable for *C. multiramis*
 - sequential for *C. alternans*
- Modality of branches production :
 - continuous for *C. multiramis*
 - rhythmic for *C. alternans*
- Number of branches per verticille :
 - correlated for *C. multiramis*
 - independent for *C. alternans*



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

Branches et troncs des *Calamitaceae* - Branches and trunks of *Calamitaceae*

- Tronc de *C. multiramis* et axes feuillés (*Annularia* et *Asterophyllites*) à ramification continue
- Tronc de *C. alternans* à ramification rythmique
- Tronc de *C. multiramis* avec une corrélation entre le nombre de branches par nœud et le diamètre de l'axe.
- Trunk of *C. multiramis* and leaved axis (*Annularia* et *Asterophyllites*) with a continuous branching process
- Trunk of *C. alternans* with a rhythmic branching process
- Trunk of *C. multiramis* with a correlation between the number of branches per node and the axis diameter.



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

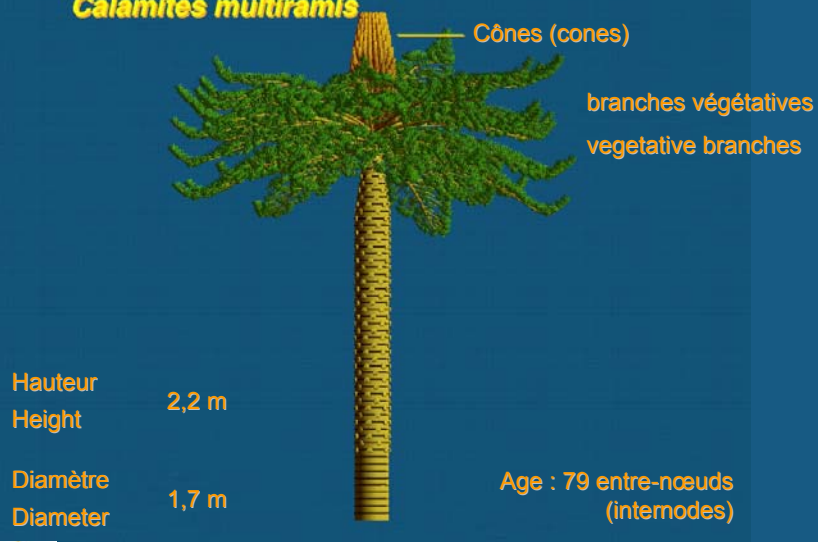
Axes feuillés de *C. multiramis* - Leaved axis of *C. multiramisa* (*Asterophyllites equisetiformis*)

- Branches :
 - Longueur des entre-nœuds diminue distalement(1) ou irrégulière (2)
 - Diminution distale de la longueur des feuilles
- Rameaux :
 - Pas de premier entre-nœud court, donc ramification sylleptique
 - Production de feuilles de taille maximale sur une grande partie
- Branches :
 - Internodes length distally decreasing(1) or irregular(2)
 - Distal decrease of the leaf lengths
- Twigs :
 - No first short internode, thus a sylleptic branching process
 - Production of leaves of the maximal size on a main part



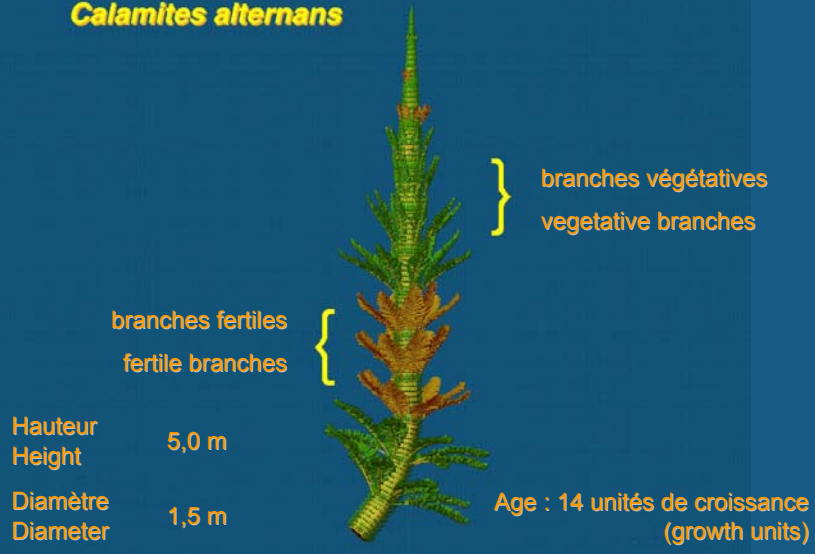
June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

Calamites multiramis



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

Calamites alternans



branches végétatives
vegetative branches

branches fertiles
fertile branches

Hauteur
Height 5,0 m

Diamètre
Diameter 1,5 m

Age : 14 unités de croissance
(growth units)



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

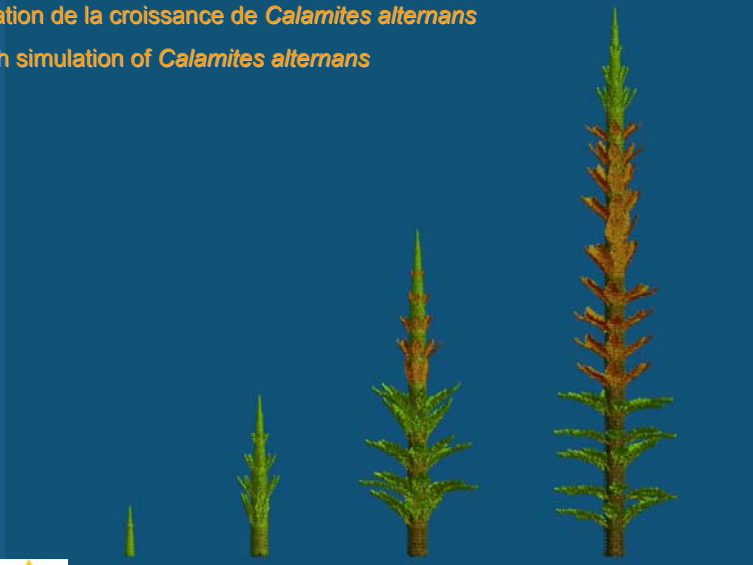
Simulation de la croissance de *Calamites multiramis* Growth simulation of *Calamites multiramis*



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

Simulation de la croissance de *Calamites alternans*

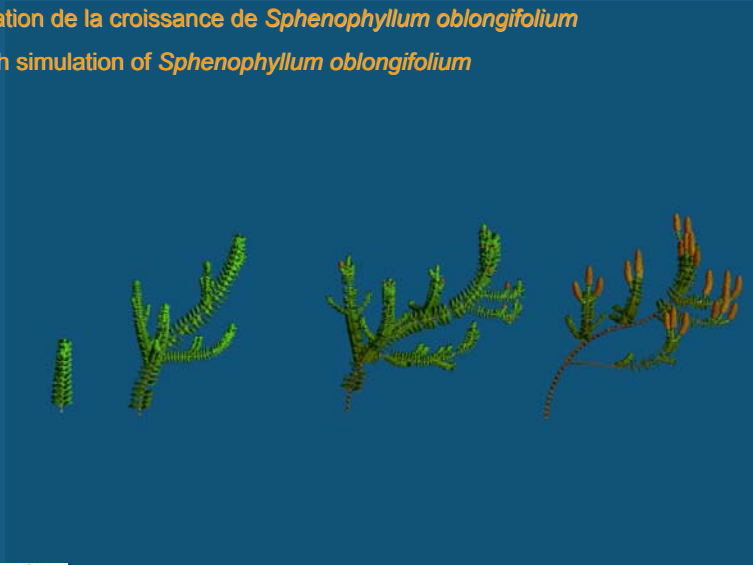
Growth simulation of *Calamites alternans*



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

Simulation de la croissance de *Sphenophyllum oblongifolium*

Growth simulation of *Sphenophyllum oblongifolium*



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.

Comparaison des tailles de
Sphenophyllum oblongifolium
Calamites multiramis
Calamites alternans

et *Homo sapiens pastoralis*

Size comparison of
Sphenophyllum oblongifolium
Calamites multiramis
Calamites alternans

and *Homo sapiens pastoralis*



Simulation de la croissance de *Lepidodendron* sp.
Growth simulation of *Lepidodendron* sp.



Reconstitution d'un paysage carbonifère possible *sp.*
Reconstruction of a possible carboniferous landscape



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.



June, 19-20 - Muséum de Toulouse, France.