

# PALEONTOLOGIE



## BeBREF

Focus espèces animales  
panchroniques

## Animal

- Les trilobites
- Paléozoïque & poissons cartilagineux
- Les mosasaures

## BD

Papi et les crapaudines

## Retour d'expérience

Stage en archéontomologie

## Végétal

Les premières angiospermes

## Entomo

Les insectes au Carbonifère

## Liste rouge

- Sapin d'eau
- Limule d'Asie du Sud-Est

## Dossier

Aux origines des grands mammifères

# Sommaire

- 3 **Untitled**  
Secrets Stellaires
- 4 **Be BREF**  
Focus espèces animales panchroniques
- 6 **Animal**
  - Les trilobites
  - Paléozoïque & poissons cartilagineux
  - Les mosasaures
- 11 **Dossier**  
Aux origines des grands mammifères
- 13 **Végétal**  
Les premiers Angiospermes
- 16 **Entomo**  
Les insectes au Carbonifère
- 18 **Liste rouge**
  - Le Sapin d'eau
  - La limule d'Asie du Sud-Est
- 20 **Retour d'expérience**  
Stage en archéontomologie
- 23 **BD**  
Papi et les crapaudines
- 25 **Mots-croisés**  
À vous de jouer !

## L'édito

Déjà la nouvelle année... qui a vu l'hiver passer ???

2024 est arrivée avant même que le sapin soit dégarni, c'est à s'y perdre, mais pas d'inquiétude : votre journal BeBOP se veut votre meilleur allié dans ce désordre chronologique. En effet, nous vous proposons cette fois-ci de devenir explorateurs du temps et de remonter les millénaires, entre mystères antédiluviens et fossiles vivants. En espérant vous en faire découvrir davantage sur la biodiversité passée et sur ce qu'elle peut nous apprendre sur le présent et le futur de notre planète, nous avons également à cœur de vous offrir ce numéro comme un "bâton de relais" entre la rédaction 2022-2023 et celle de 2023-2024 !

Bonne lecture et bien sûr belle année à tous,

Lila GENCE & Lucie COMBET

## L'équipe

### Rédactrices en chef

Lila GENCE, Lucie COMBET

### Rédacteurs

Imane FAVRET, Lila GENCE,  
Jocelyne GEARHART, Florence  
HEBERT, Marie HENNINOT,  
Océane JAN, Clara PETIT, Inès  
PICOT, Théodore

RAMANANKATSOINA, Marie  
SCLIFFET, Mattéo VASSEUR

### Charte graphique

Cassandra BLONDEL, Pauline  
GUINET

### Logo

Irène GUILLET, Pauline GUINET

### Première et quatrième de couverture

Eléane DERVAUX

### Supervision

Céline PERNIN, Matthieu MARIN

# Secrets Stellaires



Imane FAVRET



# Focus espèces animales panchroniques

Les espèces dites panchroniques sont des espèces présentes sur Terre depuis une longue période géologique, sans avoir subi de changements significatifs au niveau de leur structure morphologique ou de leur fonctionnement écologique. Ces espèces sont considérées comme des reliques d'une ancienne époque, ayant survécu à travers les changements environnementaux et les pressions évolutives, on les nomme aussi "fossiles vivants". La préservation de caractéristiques ancestrales peut être due à des facteurs tels que des habitats stables, un faible taux de mutations génétiques, ou une sélection naturelle limitée.

Voici une sélection non exhaustive d'espèces panchroniques, toutes observables à Oniria (Canet-en-Roussillon), aquarium au sein duquel j'ai d'ailleurs effectué mon stage de fin de licence.

## POLYPTERIDAE

Cette famille de poissons d'eau douce est originaire d'Afrique où ils vivent dans les rivières et les marécages. Ces poissons possèdent un corps long et cylindrique recouvert d'écailles épaisses.

Une particularité des Polypteridae est leur capacité à respirer à la fois dans l'eau et hors de l'eau. En effet, ils possèdent une paire de poumons reliés à l'œsophage par une glotte qui leur permet de prendre de l'oxygène à la surface de l'eau. Ils peuvent donc survivre dans des conditions d'eau pauvre en oxygène.



Polypteridae  
© Inès Picot



Dipneuste  
© Déodat Manchon

## DIPNEUSTES (*Ceratodontomorpha*)

Les dipneustes sont le seul genre de la famille des Protopteridae. Ces espèces possèdent un poumon fonctionnel qui est utilisé en complément de la respiration branchiale. Il reste de nos jours trois espèces reliques de Dipneustes : en Amérique du Sud, en Afrique et en Australie.

Lorsque les conditions ne sont pas favorables (en été lors des saisons sèches), les dipneustes ont la capacité de s'enkyster. Pour ce faire, ils creusent un terrier dans la vase et se recouvrent de mucus qui les enferme dans un cocon. Ils sortent de leurs terriers lors des premières pluies, même si cela peut prendre des années.

Lépisoste  
© Inès Picot



**LEPISOSTES (*Lepisosteus*)**

Ce poisson d'eau douce est caractérisé par des écailles dures et luisantes en forme de losanges, et par un museau long et étroit.

Leur vessie natatoire est modifiée en vessie gazeuse lui permettant d'effectuer des échanges gazeux avec le milieu extérieur.



Lépisoste  
© Inès Picot



Esturgeon  
© Inès Picot

**ESTURGEONS (*Acipenser*)**

Les esturgeons sont des poissons benthiques qui ont un long museau doté de barbillons sensitifs et de grosses plaques osseuses sur le corps. Ces poissons sont amphihalins, c'est-à-dire qu'ils vivent en mer mais migrent en eaux douces lors de la reproduction.

Malgré une lignée évolutive très ancienne témoignant des époques géologiques, l'esturgeon d'Europe (*Acipenser sturio*) est aujourd'hui en danger critique d'extinction, bien que des plans de préservation de l'espèce par l'introduction d'alevins soient en place.

**NAUTILES**

Les nautilus appartiennent à la classe des céphalopodes. Ces créatures sont emblématiques de l'évolution marine. Dotés d'une coquille extérieure en spirale composée de chambres, les nautilus diffèrent des calmars et des pieuvres par cette caractéristique qui leur est propre.

Grâce à leurs tentacules qui sont au nombre de 90 environ, les nautilus capturent leurs proies et se déplacent en utilisant des jets d'eau.

Les nautilus sont des reliques vivantes de l'histoire de la Terre, montrant leur persistance à travers le temps.



Nautilus  
© Wikipédia

# Les Trilobites

Les **Trilobites** forment un groupe à part entière parmi les Arthropodes. Ils ont vécu exclusivement au **Paléozoïque** ; ils étaient déjà très évolués au Cambrien et ont disparu à la fin du Permien. Ce groupe était très **diversifié** : on y retrouvait de nombreuses espèces, avec des modes de vie très différents.



## Écologie des Trilobites

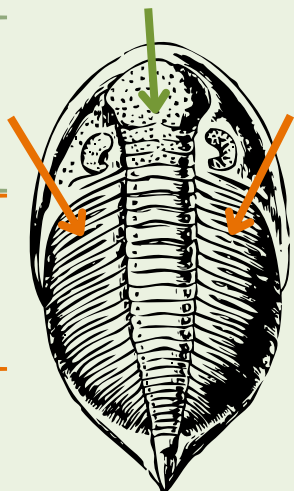
Les trilobites sont subdivisés en **Miomera** et en **Polymera**, ayant tous deux des écologies très différentes.

Les Miomera sont **légers** et **petits**, et étaient facilement transportés par les courants, comme les larves.

Les Polymera vivaient principalement sur le **fond** de la mer, souvent même en **s'enfouissant**, laissant leurs antennes et leurs yeux dépasser.

L'étude de leurs **yeux** a permis de déterminer les "attitudes" favorites des Trilobites : la présence d'yeux très développés indique une vie **benthique** riche en végétaux et très éclairée.

## Anatomie des Trilobites



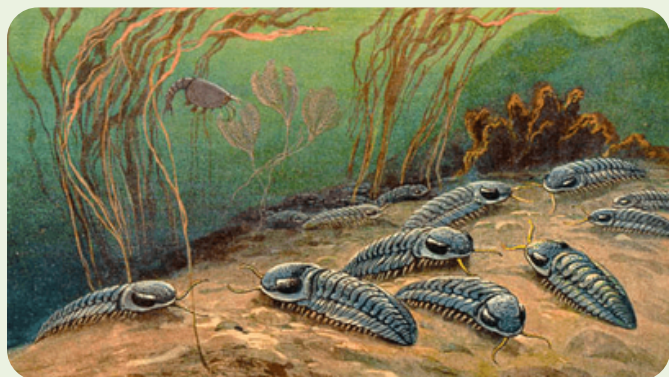
Ces animaux tiennent leur petit nom de leur anatomie : leur corps peut être divisé en trois lobes, verticalement et horizontalement ! Verticalement, on distingue **la partie centrale ou rachis**, et **deux parties latérales ou plèvres**. Horizontalement, on retrouve le **céphalothorax** qui porte les yeux, l'**abdomen** constitué de segments articulés et enfin le **pygidium** (qui chez certaines espèces se termine par une longue épine).



<https://whalerslocker.com/blogs/news/all-about-trilobite-fossils>

## Rôle des Trilobites de nos jours

De très nombreux fossiles de Trilobites ont été retrouvés, leur conservation étant facilitée par leur exosquelette. Certains gisements à conservation exceptionnelle (comme celui de la **faune de Burgess**) permet même une conservation de leurs parties molles. Ces fossiles âgés de plusieurs millions d'années sont utiles pour l'étude de **l'évolution**, de **l'écologie** et de la **distribution** géographique des trilobites, ainsi que celle de la **stratigraphie** de certaines roches.



<https://www.darwinsdoor.co.uk/prehistoricplanet/trilobites-so-many-trilobites.html>

Clara PETIT & Marie SCLIFFET

<https://coursgeologie.com/trilobites-167/>

<https://www.universalis.fr/encyclopedie/trilobites/4-ecologie/>





# Paléozoïque : l'Âge d'Or des poissons cartilagineux

L'ère du **Paléozoïque**, qui s'étend de -541 à -252 millions d'années, a été marquée par une période fascinante dans l'histoire évolutive : l'**Âge d'Or des poissons cartilagineux**. Durant cette période, la population de poissons a explosé principalement au cours du Dévonien. C'est pendant cette phase que les poissons cartilagineux ont connu leur **apogée**.

## Le début des requins

Les **premiers fossiles** de requins remontent au **Silurien supérieur** et témoignent de l'émergence de ces prédateurs marins redoutables. Libérés de la concurrence des placodermes (poissons avec une carapace constituée de plaques osseuses), les **chondrichthyens** ont pu se développer et **accroître significativement leur taille**. On a ainsi observé l'apparition de formes de plus de 3 mètres de long, qualifiées de super-prédateurs dans les océans de cette époque.



© Masato Hattori

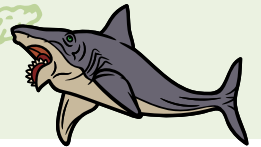
Animaux aquatiques préhistoriques ayant vécu à l'époque du Silurien.



Helicoprion  
© Ray Troll

## Prédateur légendaire

Parmi ces prédateurs marins légendaires figure **Helicoprion**, un poisson cartilagineux qui est connu pour sa **mâchoire en forme de spirale**. Ces prédateurs se sont ensuite également développés dans les milieux d'eau douce, notamment avec les Xénacanthés.



## La fin d'une ère

Cependant, à la **fin du Permien**, survint une **extinction de masse**, au cours de laquelle une grande quantité d'espèces ont soudainement disparu de la surface de la Terre, y compris environ **90% des espèces marines**. Parmi les victimes de cette catastrophe, on compte **la plupart des chondrichthyens**. Cette extinction met donc **fin à l'Âge d'Or des poissons cartilagineux** et marque la fin d'une période de grande diversité et d'expansion pour ce groupe.

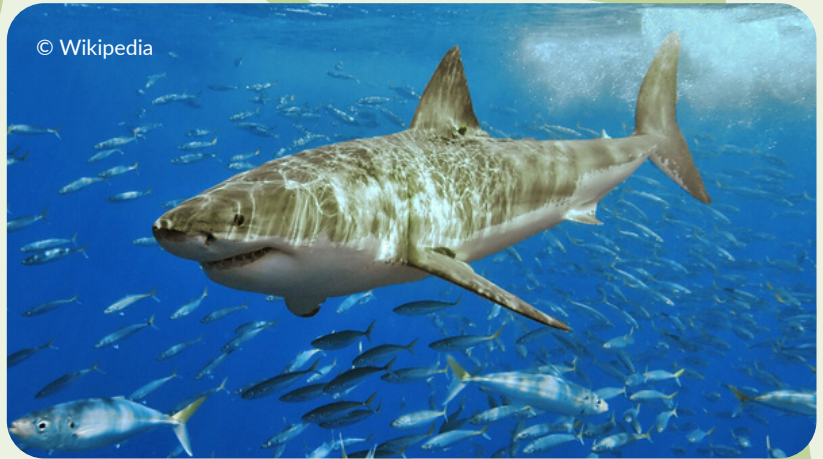


Extinction de masse à la fin du Permien  
© Julio Lacerda



# Les chondrichthyens

Les **poissons cartilagineux** sont regroupés sous le terme scientifique de **chondrichthyens**. Ils sont caractérisés par leur **squelette principalement composé de cartilage** plutôt que d'os calcifiés. Cette particularité a malheureusement entraîné une **conservation moins efficace des fossiles** contrairement aux ostéichthyens, constitués d'os.



## L'Âge d'Or des poissons cartilagineux

Malgré ces défis, l'étude des poissons cartilagineux au Paléozoïque nous a permis de reconstruire une partie de leur histoire évolutive, de leur **apogée** au cours du **Dévonien** à leur **déclin** lors de l'**extinction de masse**. **L'Âge d'Or des poissons cartilagineux** a été **une période riche et importante dans l'histoire de la vie marine**, nous offrant un aperçu précieux de la **diversité** et des **capacités d'adaptation** de ces prédateurs préhistoriques.

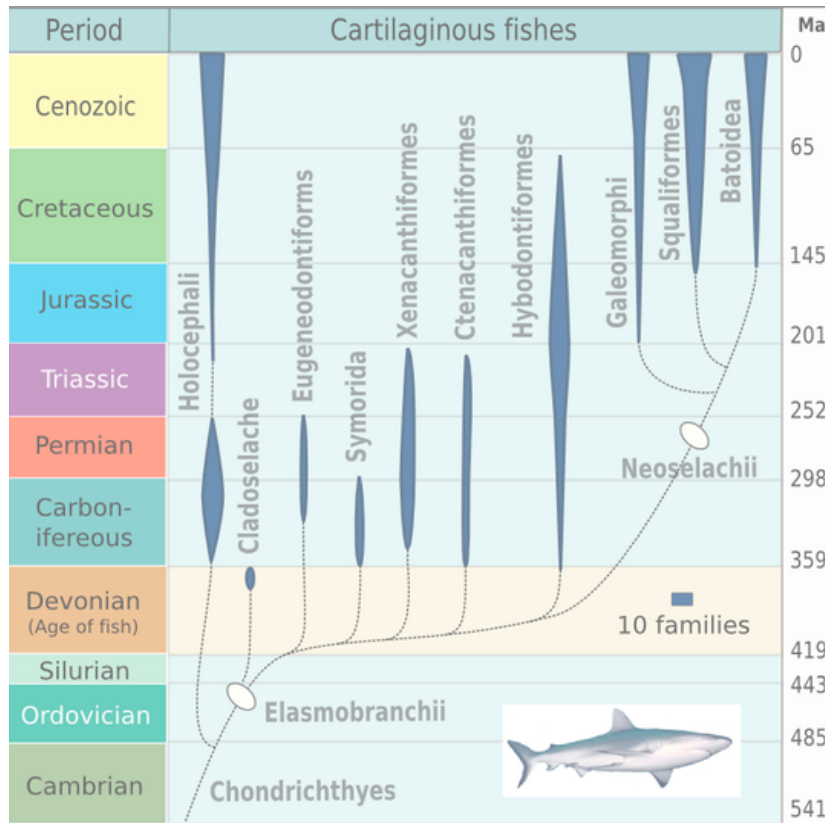


Diagramme évolutif des poissons cartilagineux.  
© Wikipedia

# Les mosasaures

## La disparition d'un super prédateur

### Classification

**Ordre:** Squamata **Famille:** Mosasauridae **Genre:** *Mosasaurus*

### En immersion....

Nous sommes à la frontière **entre le Crétacé et le Paléogène**, la faune et la flore sont alors bien différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui.

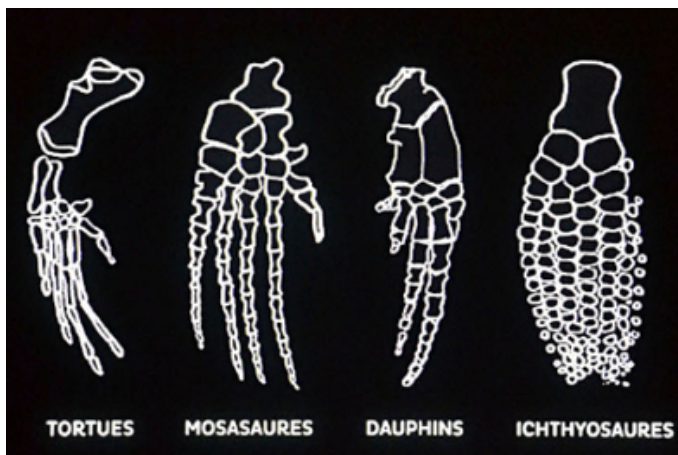
Imaginez-vous à cette époque où, dans l'obscurité des océans, vivait un **superprédateur** au sommet de la chaîne alimentaire : le mosasaure.

La plus grande espèce connue est *Mosasaurus hoffmannii* qui pouvait mesurer plus de 13 mètres de long.

Les **adaptations** de ce reptile ont fait de lui un **prédateur agressif** qui a sillonné l'ensemble des océans. Son crâne imposant équipé de mâchoires robustes, entourées de muscles puissants, lui permettait de balancer la tête d'avant en arrière. Ces mâchoires composées de dents capables de couper les proies lui permettaient de s'attaquer à des proies de taille importante comme des poissons osseux, céphalopodes, oiseaux, tortues de mer voire même d'autres mosasaures plus petits.



© PECSICS TIBOR



Comparaison de l'ossature de nageoire entre quatre espèces différentes

© Pierre THOMAS

Ce prédateur avait la morphologie d'un crocodylien ou d'un lézard actuel, mais ce qui le différencie principalement de ce groupe de vertébrés terrestres c'est son **mode de vie**. Cet animal était **amniotique**, et de manière générale son comportement s'apparentait à celui d'une orque. En regardant de plus près sa **dentition** (voir photos ci-contre), les scientifiques ont remarqué des **dents incluses** dans les os fossilisés de la mâchoire. Le mosasaure était donc capable tout comme les crocodyliens de posséder des dents de remplacement qui poussaient sous l'ancienne dent.

Une spécificité de ce squamate est que ses ancêtres étaient vraisemblablement des **animaux terrestres**. En effet, les scientifiques soupçonnent un **"retour à l'eau"**, de par la forme des membres antérieurs qui se seraient transformés en palettes natatoires au cours de l'évolution. Les scientifiques du musée des Confluences de Lyon ont comparé les membres antérieurs d'une tortue, d'un mosasaure, d'un dauphin et d'un ichthyosaure afin d'observer les différences et convergences entre ces vertébrés initialement terrestres. Ceux du mosasaure possèdent des doigts plus longs et un nombre de phalanges plus élevé que ceux des trois autres organismes étudiés.



Fragment de mâchoire montrant une dent a priori hors de l'os de la mâchoire (en haut) et une autre dent incluse dans cet os

© Pierre THOMAS

## Mais alors comment ces redoutables prédateurs ont-ils pu disparaître ?

Leur disparition remonte à il y a **66 million d'années**, au même titre que celle des dinosaures terrestres : les mosasauroïdes se sont éteints lors de la **grande extinction du Crétacé-Tertiaire**.

A cette période, un écrasement de **météorites** sur notre planète aurait été responsable de nombreuses catastrophes naturelles. Séismes, tsunamis et augmentation de la température auraient également **bouleversé le monde** marin. **L'acidification** des océans provoquée par les nombreuses éruptions volcaniques aurait causé d'importants dégâts sur la faune et la flore sous-marines pouvant être à l'origine d'un dérèglement de la chaîne trophique. Par conséquent, un **appauvrissement** des ressources alimentaires aurait eu raison de ce gigantesque reptile.



Reconstitution par Dimitri Bogdanov d'un *M. hoffmannii* attaquant une tortue marine.



Vision d'artiste de dinosaures fuyant l'impact de la météorite.  
© MARK GARLICK, SCIENCE SOURCE

Océane JAN

[html https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/paleontologie-reptiles-geants-mosasaures](https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/paleontologie-reptiles-geants-mosasaures)  
<https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/lmg739-2022-03-07.xml>  
<https://www.science-et-vie.com/questions-reponses/pourquoi-les-dinosaures-marins-ont-ils-disparu-3942.html>  
<https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/paleontologie-reptiles-geants-mosasaures-avaient-aussi-conquis-rivieres-43547/>  
<https://www.nationalgeographic.fr/sciences/nouvelles-theories-sur-la-cause-de-lextinction-des-dinosaures>



# Aux origines des grands mammifères

Les mammifères est un groupe qui intéresse depuis longtemps les paléontologues. Les mammifères placentaires tirent leur origine d'il y a environ 300Ma avec le plus ancien représentant *Eomaia*. Ils se sont diversifiés au cours des temps géologiques, et nous avons aujourd'hui, comme témoins de cette évolution, les mammifères modernes que nous côtoyons. Certains d'entre eux ont atteint des tailles imposantes, voire gigantesques, mais nous verrons via les fossiles qu'il n'en a pas toujours été ainsi.

## Aux origines des plus grands mammifères marins

### Les cétacés

Groupe auquel appartiennent les baleines, les dauphins, les orques, cachalots... des géants dans nos océans. Aujourd'hui les cétacés sont des animaux inféodés au milieu aquatique, mais il n'en a pas toujours été ainsi ! Leur plus ancien représentant, *Pachycetus*, exposé au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, a été trouvé au Pakistan, pendant l'Eocène il y a 50Ma. *Pachycetus* ne s'était pas affranchi du milieu terrestre, et ses membres chiridiens sont bien développés, contrairement à nos baleines actuelles par exemple dont l'évolution a abouti à la régression des membres. *Pachycetus* vivait près des rivières et cours d'eau peu profonds. Les Pakicétidés, famille auquel *Pachycetus* appartient, sont des animaux carnivores. Il est probable que leur méthode de chasse s'apparentait à celle des crocodiles actuels, patientant tranquillement dans l'eau avant de saisir sa malheureuse victime par surprise.

*Cynthiacetus* est un fossile datant de -35Ma, sa lignée est également celle qui a engendré les cétacés modernes. Son squelette est exposé à la galerie de paléontologie du MNHN. Il mesurait environ 9m de long, de petits membres postérieurs étaient visibles. Ses membres postérieurs étaient si petits qu'il lui était impossible de les utiliser pour retourner à la surface. Une nouveauté donc pour ces cétacés, qui donnent donc naissance à leur descendance sous l'eau et non plus sur terre. Les membres antérieurs se spécialisent pour permettre à l'animal d'effectuer des mouvements de pagaie sous l'eau et donc d'être mieux adapté à la nage.

*Pachycetus*



*Cynthiacetus*



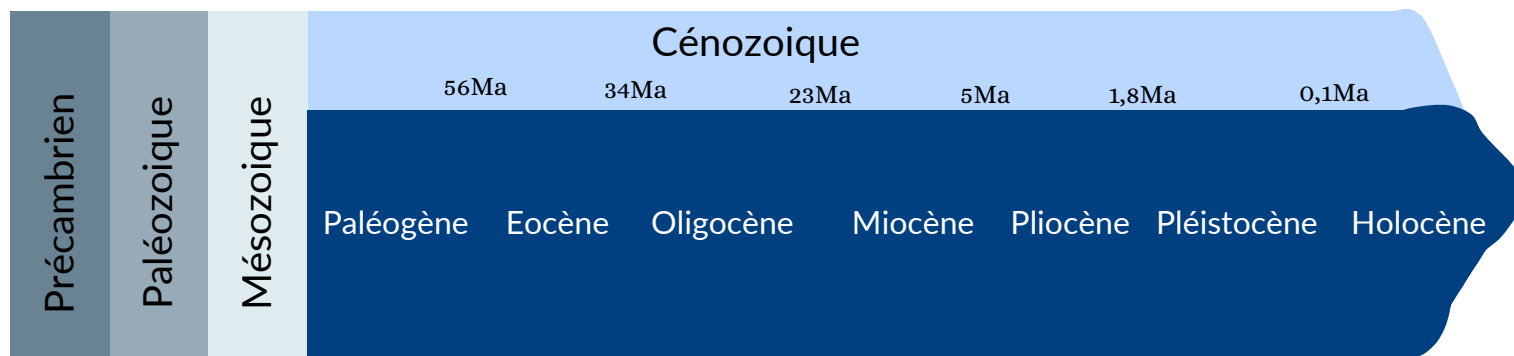
Baleine à bosse



UN FOSSILE DU MUSÉUM, PRÉCURSEUR DES CÉTACÉS ACTUELS, LIVRE SES SECRETS", MNHN, 31:03:17  
Simplex paléo-évolution des primates, évolution des cétacés, évolution des proboscidiens  
[www.cite-sciences.fr](http://www.cite-sciences.fr)

Thirion, J.-M. Evrard, P. (2022). Guide des reptiles et amphibiens de France. Belin.

4,6Ga 542Ma 251Ma 66Ma



## Et chez les plus grands mammifères terrestres?

### Les proboscidiens

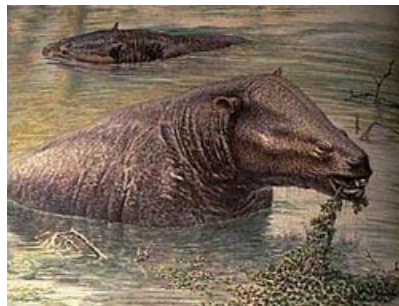
On recense aujourd'hui trois espèces d'éléphants de la même famille : le grand éléphant d'Asie (*Elephas maximus*), l'éléphant de savane (*Loxodonta africana*) et l'éléphant de forêt d'Afrique (*Loxodonta cyclotis*). Ce dernier, bien qu'étant le plus petit de tous, peut tout de même peser jusque 6 tonnes. Qu'en est-il de l'histoire de ces géants ? L'ont-ils toujours été ? Bien que ces représentants soient imposants aujourd'hui, certains fossiles ont une taille bien plus modeste. Au Paléocène, il y a 60Ma soit au début du Cénozoïque, est trouvé au Maroc, isolé du reste des terres à ce moment là, *Eritherium azzouzorom*. Ce sont des restes crâniens qui ont alors été découverts, dont des dents. Contrairement aux éléphants actuels qui ont un renouvellement en tapis roulant, *Eritherium azzouzorom* avait un renouvellement dentaire de type dents de lait - dents définitives. Son poids est estimé à environ 10kg voire moins.

Nous sommes encore loin d'un mastodonte de plusieurs tonnes. Toutefois il y a une évolution croissante importante de la taille chez les proboscidiens dans le temps. *Daouitherium*, lui aussi trouvé au Maroc, il y a 55Ma en est un bon témoin. son poids estimé varie entre 80 et 180kg. *Moeritherium*, trouvé en Egypte avec un calibre de 200 à 300kg, portait des incisives développées, et une petite trompe. Il ressemblait à un tapir mais c'est bien avec les éléphants qu'il a un lien de parenté. Les Deinothéridés apparus en Afrique il y a 27-28Ma portent des défenses inférieures. *Deinotherium* est un fossile datant de 23Ma, son poids est estimé à 12 tonnes maximum, et figure parmi les plus grands mammifères terrestres ayant existé. Ce genre a pu sortir du continent africain, à cette période relié à l'Asie. Il s'éteindra au Pliocène. Particularité : des incisives inférieures modifiées en défenses, et non pas supérieures comme celles de nos éléphants actuels !

Eritherium



Daouitherium



Moeritherium



Deinotherium



### Crédits photos et références:

New to Nature No 82: Eritherium

azzouzorom

A cranium and CAST of a mandible from *Deinotherium giganteum*: Specimen # PV OR 40631 at the British Museum of Natural History. From: Natural History Museum Online Collection. Credit: The Trustees of the Natural History Museum, London (CC-by-4.0).

Alex Bernardini- Simplex paléo "évolution des proboscidiens"

New to Nature No 82: Eritherium

azzouzorom

Prehistoria fandom

Florence HEBERT

# Les premières Angiospermes

## Généralités

Les angiospermes sont des plantes aux organes reproducteurs rassemblés en fleur et dont la graine une fois fécondée se cache dans un fruit. C'est une révolution dans le monde végétal qui jusqu'à présent avait des graines nues.

Les premières angiospermes seraient apparues sur Terre il y a quelques 130 millions d'années. Nos amis les insectes ont d'ailleurs joué un grand rôle dans leur évolution et dans leur colonisation du monde terrestre. Or, quelques nouvelles découvertes de fossiles conservés en Chine montrent qu'elles seraient apparues bien plus tôt...

La présence des angiospermes semble avoir permis une explosion de la diversité de la vie sur Terre. Rares sont les endroits où les plantes à fleurs ne représentent pas au moins 90% de la diversité botanique locale des plantes vasculaires (1). Les nombreuses innovations dont ont fait preuve les Angiospermes leur ont permis de se développer dans presque tous les milieux.

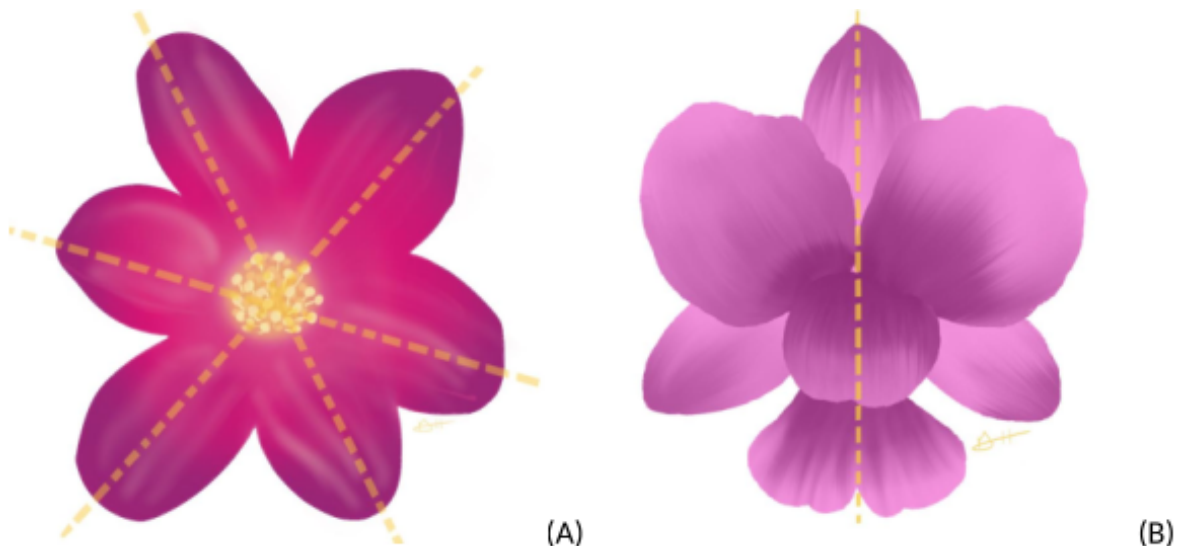
## La première trace d'Angiosperme ?

Très présentes au Crétacé, les Angiospermes sont apparues au Jurassique. Mais faute de preuves suffisantes, on ne savait pas précisément quand. Or, pendant des fouilles archéologiques, une équipe de chercheurs a trouvé un fossile d'une plante à fleur en Chine avec des caractéristiques correspondant aux Angiospermes : *Nanjinganthus*. (2)

*Nanjinganthus* présente des preuves solides que les graines se trouvaient dans ce qui semblait être un ovaire. Elle fait donc partie des Angiospermes. Les chercheurs ont comparé leur trouvaille avec plusieurs modèles de prédictions et les ressemblances sont frappantes : 23 des 29 critères prédits par Peter Endress et James Doyle en 2009 (3) sont respectés et 6 sur 13 sont retrouvés par rapport au modèle présenté par Hervé Sauquet et collaborateurs (4). L'observation de 284 fleurs individuelles a permis une première étude des caractéristiques de la fleur. La fleur est actinomorphe en forme de coupe et présente un angio-ovule. Ce sont des caractéristiques permettant de confirmer la datation du Jurassique et la présence de fleurs à cette période précoce de l'histoire. (5)

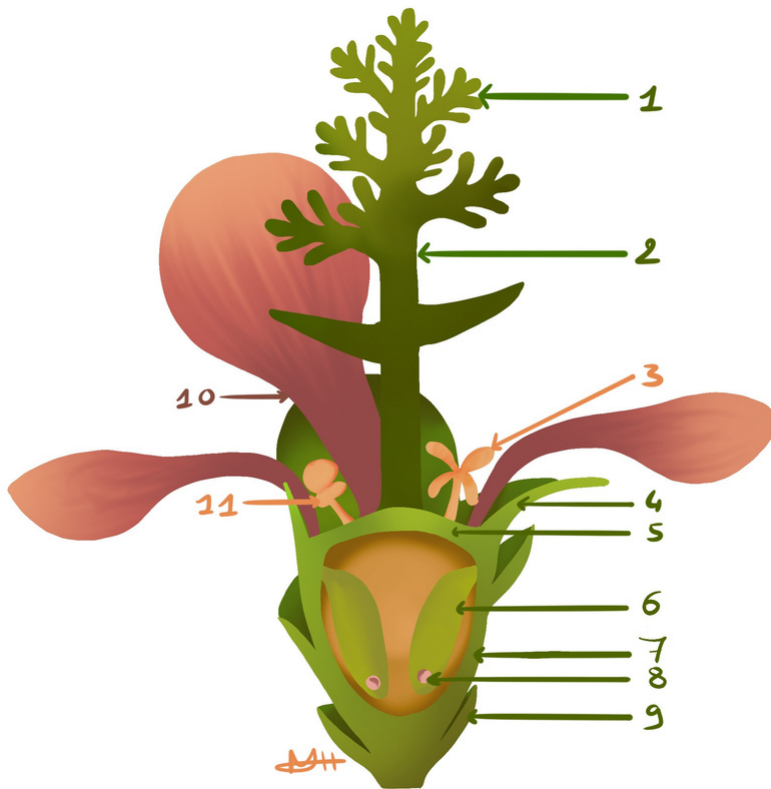
### Actinomorphe :

Se dit d'une fleur présentant une symétrie axiale. La fleur peut alors être découpée en deux parties égales dans différentes directions. A contrario, les fleur zygomorphes ne peuvent être séparées en deux que par un unique plan axial. Le schéma ci contre montre une comparaison des deux symétries.



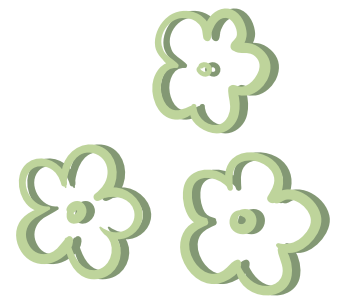
Actinomorphe, dessin d'une violette (A); Zygomorphe, dessin d'une orchidée (B)





Dessin d'une reconstruction selon des fossiles de *Nanjinganthus* (5).

- 1 : Branches de style dendroïde
- 2 : Style dendroïde
- 3 : Possibles étamines
- 4 : Sépale
- 5 : Toit ovarien
- 6 : Ovule
- 7 : Réceptacle ne forme de coupe
- 8 : Graine
- 9 : Bractée
- 10 : Pétale
- 11 : Organe encore inconnu



## Principaux groupes identifiés chez les Angiospermes

La famille des Annonaceae est la famille des Angiospermes primitives la plus importante. Elle compte environ 200 genres et 2500 espèces. Elle a donc joué un rôle très important dans la colonisation des terres. Ses espèces sont presque toutes tropicales. On retrouve aussi beaucoup de fossiles d'autres grandes familles des angiospermes, qui présentent une grande diversité de fleurs mésophiles et de feuilles. On découvre alors les Amborellales, les Nymphaeales, les Magnoliidae et pleins d'autres un peu partout sur tous les continents.

## Et les insectes ?

Il y a de nombreux débats sur l'apparition des insectes. Cependant les analyses phylogénétiques moléculaires montrent que 80% des espèces actuelles appartiennent à des familles apparues au Crétacé. Ce taux important pourrait s'expliquer par d'abondantes relations de mutualisme (pollinisation, herbivorie...) qu'ils entretenaient avec les angiospermes (6).

Il semblerait que l'importante présence des angiospermes au fil du temps a en partie modifié les conditions du sol, le rendant plus riche en azote et offrant donc de nouvelles opportunités de diversification à plusieurs catégories d'insectes comme les cafards ou les termites. Autres bénéficiaires, les Bombyliidae. Ces petites mouches-abeilles ont profité du nouveau climat chaud et humide offert par les angiospermes pour se diversifier avec leurs larves parasitoïdes et les adultes nectarivores (7).



Dessin d'un Bombyle (genre encore présent actuellement)

## La fin des Gymnospermes ?

Nous sommes d'accord pour dire que la diversité des angiospermes est très importante et que les gymnospermes semblent décliner. La vitesse de reproduction des angiospermes en est une cause, leurs capacités d'adaptation plus rapides en est une autre... Tout semble indiquer que les gymnospermes continuent leur recul qu'ils avaient déjà rapidement amorcé dès l'arrivée des angiospermes.

Cependant, la comparaison peut être biaisée. En effet, les angiospermes aujourd'hui très diversifiés, sont comparés aux gymnospermes dont de nombreuses familles se sont éteintes il y a bien longtemps (7). Qui sait, peut être que dans des milliers d'année, de nouveaux végétaux mieux adaptés remplaceront eux aussi les angiospermes et nous dirons alors que c'est la fin de ces derniers.

Marie HENNINOT



- 1 Kreft, H., & Jetz, W. (2007). Global patterns and determinants of vascular plant diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(14), 5925-5930.
- 2 Taylor, D. W., & Li, H. (2018). Did flowering plants exist in the Jurassic period?. *Elife*, 7, e43421.
- 3 Endress, P. K., & Doyle, J. A. (2009). Reconstructing the ancestral angiosperm flower and its initial specializations. *American Journal of Botany*, 96(1), 22-66.
- 4 Sauquet, H., Von Balthazar, M., Magallón, S., Doyle, J. A., Endress, P. K., Bailes, E. J., ... & Schönenberger, J. (2017). The ancestral flower of angiosperms and its early diversification. *Nature communications*, 8(1), 1-10.
- 5 Fu, Q., Diez, J. B., Pole, M., García-Ávila, M., Liu, Z. J., Chu, H., ... & Wang, X. (2017). *Nanjinganthus*: An Unexpected Flower from the Jurassic of China. *bioRxiv*, 240226.
- 6 Kawahara, A. Y., Plotkin, D., Espeland, M., Meusemann, K., Toussaint, E. F., Donath, A., ... & Breinholt, J. W. (2019). Phylogenomics reveals the evolutionary timing and pattern of butterflies and moths. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(45), 22657-22663.
- 7 Benton, M. J., Wilf, P., & Sauquet, H. (2022). The Angiosperm Terrestrial Revolution and the origins of modern biodiversity. *New Phytologist*, 233(5), 2017-2035.

# Les insectes au Carbonifère

Découvrir des espèces d'insectes fossiles qui ont des centaines de millions d'années, c'est possible, notamment grâce aux Konservat-Lagerstätte, des gisements fossiles à la conservation exceptionnelle. Les premiers insectes sont apparus il y a 425 millions d'années au Silurien. Le plus vieux spécimen retrouvé date du Dévonien moyen à Rhynie en Ecosse. Les restes d'insectes du dévonien sont rares et ne comportent pas d'ailes. Des données de phylogénie moléculaire ont mis en évidence leur apparition pendant le silurien ou l'ordovicien, avec les premières plantes terrestres.

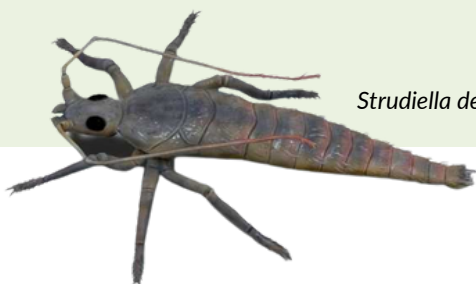
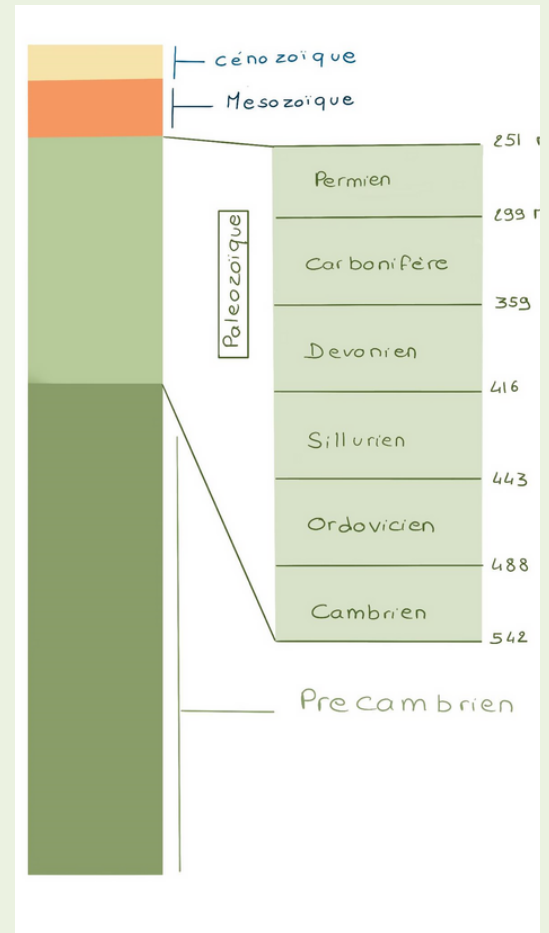
Intéressons nous à la période du Carbonifère, la période où l'on voit s'épanouir et se diversifier les insectes pouvant prendre des proportions gigantesques comme Meganeura.

## Quand sont apparus les premiers insectes?

Les premiers insectes sont apparus il y a 425 millions d'années au Silurien. Le plus vieux spécimen retrouvé date du Dévonien moyen à Rhynie en Ecosse. Le plus vieux spécimen complet *Strudiella devonica* a été trouvé en Belgique et date également du Dévonien. Les restes d'insectes de cette période sont rares, ce qui en fait un fossile exceptionnel. Ces derniers n'avaient pas d'ailes. Des données de phylogénie moléculaire ont mis en évidence leur apparition pendant le silurien ou l'ordovicien, avec les premières plantes terrestres.

C'est lors du carbonifère que des insectes ailés apparaissent subitement dans le registre fossile, ils sont diversifiés, avec des régimes alimentaires différents. Les insectes non ailés sont alors restés depuis marginaux. Les vertébrés volant n'existaient pas encore au carbonifère et c'est cette absence de prédateurs qui pourrait expliquer en partie le gigantisme observé des meganeuridae. C'est au Carbonifère tardif que l'on voit l'apparition des plus vieux holométaboles et des punaises hémiptères, ils étaient toutefois plutôt petits.

Les premiers insectes avaient une morphologie ancestrale. Au départ sans aile, puis équipés d'une paire d'aile par segment thoracique il y a 320 Millions d'années. Et oui ! les premiers insectes volants avaient non pas deux mais trois paires d'ailes !



*Strudiella devonica*

<https://www.mnhn.fr/fr/comment-les-insectes-ont-conquis-la-terre>

<https://www.mnhn.fr/fr/communiqu-e-de-presse/le-graal-de-l-entomologie-enfin-decouvert-le-plus-ancien-insecte-fossile>

<https://www.mnhn.fr/fr/communiqu-e-de-presse/dans-l-ombre-des-geants-du-carbonifere-les-plus-anciens-representants-des>



# Les Meganeuridae, insectes mytiques du carbonifère



Les forêts humides forment des habitats propices aux insectes qui vont connaître un succès sans précédent lors du Carbonifère. A cette époque, les orthoptères sont abondants. *Meganeura monyi* est le plus grand insecte que la terre ait connu avec une envergure de 70 cm! Une telle croissance a été possible grâce au taux d'oxygène important de cette période. Ressemblant à une libellule, l'espèce s'est éteinte lors de la crise Permien-Trias. Des fossiles de *Meganeura* ont été découverts au XIX siècle dans les mines Commentry (Auvergne). Il faut garder à l'esprit que la plupart des restes retrouvés sont des fragments d'ailes par exemple. Bien que les paléoécologues indiquent des habitats de type forêt tropicales fermées, des auteurs suggèrent que ces milieux auraient gêné la mobilité des ailes, et que ces organismes auraient préféré des habitats plus ouverts. Certains fossiles ont livré des restes plus complets comme c'est le cas avec *Meganeurites gracilipes* dont des restes de la tête et du corps nous sont parvenus. Quelques particularités quant à sa morphologie : elle possède des yeux composés hypertrophiés, des puissantes mandibules, des épines sur les tarsi, des caractères présents chez nos libellules actuelles utiles pour la capture de proie en vol : de redoutables prédateurs. La position des ocelles est également identique suggérant un même rôle.



Illustratrice : Marie Henninot

Florence HEBERT &  
Marie HENNINOT

[Libellule géante | Muséum national d'Histoire naturelle \(mnhn.fr\)](#)  
[Palaeozoic giant dragonflies were hawker predators | Scientific Reports \(nature.com\)](#)  
[New archaeorthopteran insects from the L20160610-7974-f4uchf-libre.pdf \(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net\)](#)  
[A glance at the deep past history of insects - ScienceDirect](#)  
[Palaeozoic giant dragonflies were hawker predators | Scientific Reports \(nature.com\)](#)

# Tachypleus tridentatus

Taxonomie : *Animalia*, *Arthropoda*, *Merostomata*, *Xiphosura*, *Limulidae*, *Tachypleus*

La limule d'Asie du Sud-Est est une des quatre seules espèces connues de limule. Elle fait partie des organismes dits panchroniques et peut rappeler l'aspect des Triops.

## Anatomie

Elle mesure de 40 à 60 centimètres, possède une tête portant dix yeux et un thorax fusionnés, tous deux recouverts d'une carapace. Son abdomen est épineux, elle présente un aiguillon caudal et son sang est bleu puisque notamment composé d'hémocyanine.

## Régime alimentaire

Très souvent assimilée aux crustacés, à tort puisque davantage proche des arachnides, elle est carnivore.

## Habitat & Ecologie

Elle occupe les fonds sableux océaniques, et se recroqueville ou s'enfouit dans le sable en cas de présence de prédateurs. En période de reproduction, soit au début de l'été, les individus mâles retrouvent les femelles en eaux peu profondes. Les femelles pondent alors leurs 200 à 1000 œufs dans un creux de sable, où ils sont ensuite fécondés et couverts.

## Statut actuel/Répartition

*Tachypleus tridentatus* est inscrit sur la liste rouge de l'UICN (espèces en danger). Sa population est fortement affectée par la destruction de son habitat via l'urbanisation des côtes et la surpêche, subissant donc une importante décroissance. Certains oiseaux se nourrissant d'œufs de limules, tels les bécasseaux maubèches, s'en retrouvent également impactés.

On la retrouve entre l'Océan Indien et les Antilles.



## Protection

Trop peu d'initiatives sont connues à ce jour, bien que des programmes de sensibilisation, de réintroduction d'individus ou de sauvegarde de certains habitats soient déjà en place et tendent à se développer.

L'utilisation de son sang en biomédecine, notamment dans le cadre de quantification d'endotoxines bactériennes, reste un point à surveiller dans une démarche de préservation de l'espèce, et afin d'éviter une surexploitation de l'animal.





## *Metasequoia glyptostroboides*

Taxonomie : *Plantae, Tracheophyta, Pinopsida, Pinales, Cupressaceae, Metasequoia*

Le sapin d'eau est la seule espèce actuelle du genre *Metasequoia*. Il s'agit d'une espèce panchronique ("fossile vivant") puisqu'elle présente des caractères morphologiques rappelant certains organismes éteints.

### Description

Il s'agit d'un grand arbre, pouvant parfois dépasser une cinquantaine de mètres de haut. Il présente souvent des dimensions plus modestes lorsqu'il est cultivé par l'homme.

Ses feuilles, bourgeons et écailles de cônes sont disposés non pas en hélice comme il est courant, mais en paires opposées.

Ses cônes sont plutôt gonflés, atteignent 2 à 3 cm de diamètre, et possèdent 16 à 30 écailles formant des paires opposées réparties sur quatre rangs.

Son feuillage vert se cuivre juste avant de tomber lorsqu'arrive l'automne.



© UBC Botanical Garden and Centre for Plant Research



### Habitat & Ecologie

A l'état sauvage, il se développe, avec une croissance plutôt rapide, en forêts peu exposées (vallées). Il fait majoritairement partie de la végétation secondaire, c'est-à-dire ayant poussé sur des sols précédemment endommagés.

Il a tendance à préférer des sols argileux et/ou sableux à pH acide voire neutre, et un contexte à nappes phréatiques peu profondes mais fortement variables.

Son climat idéal est tempéré et présente des étés chauds et des hivers froids.

Sa période de floraison est proche de la fin de l'hiver, et il est résistant au froid sec.

Il s'agit d'un conifère caduc, fait assez rare, c'est-à-dire que ses feuilles tombent chaque année.

### Statut actuel/ Répartition

*Metasequoia glyptostroboides* est inscrit sur la liste rouge de l'UICN (espèces en danger). Sa population est fortement affectée par la fragmentation de son milieu et subit donc une importante décroissance.

Les menaces principales qui le concernent sont l'exploitation intensive de son bois en tant que ressource naturelle, ainsi que la dégradation de son habitat au profit de formes d'agriculture productiviste.

Il a initialement été découvert en Chine en 1943, et est aujourd'hui observable dans les régions du Hunan, de Hubei et du Sichuan. En parallèle, il est cultivé pour servir de plante d'ornement dans de nombreux parcs à l'international.

### Protection

Peu d'actions concrètes sont connues à ce jour, bien que tous les individus matures connus aient été déclarés protégés. Améliorer la situation plus que préoccupante de *Metasequoia glyptostroboides* fait l'objet de nombreuses études depuis des années (ex les travaux de X. Wang & B. Guo en 2009)



© UBC Botanical Garden and Centre for Plant Research

UBC Botanical Garden and Center for Plant Research  
Wikipédia  
IUCN Red List  
Société Nationale d'Horticulture de France

Lila GENCE

# Mon stage en archéoentomologie

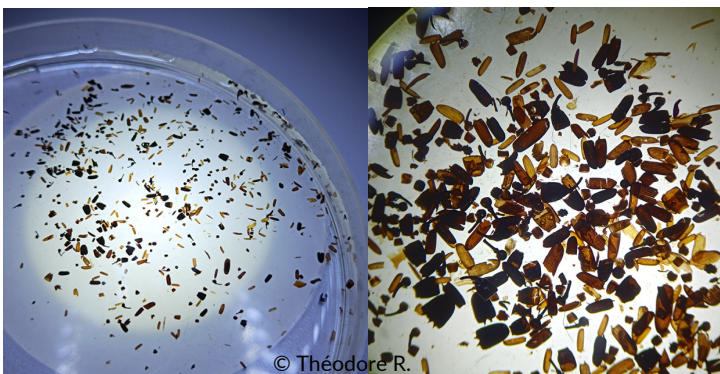
## Les insectes, révélateurs du passé

Pour reconstituer les environnements passés, les archéologues s'appuient sur de multiples vestiges. Les ossements de vertébrés, le pollen, le sédiment, le bois, le charbon et de nombreux autres restes sont ainsi étudiés. À tous ces outils s'ajoute l'étude des restes d'insectes, nommée archéoentomologie. Cette discipline repose sur le principe d'actualisme en partant du principe que les insectes n'ont pas (ou très peu) évolué depuis la période du dépôt. Il est ainsi admis que la morphologie et l'écologie des individus du passé sont identiques à celles des individus actuels.

## Principes de conservation des insectes

La préservation des restes d'insectes dans les sites archéologiques est un processus complexe et délicat. Différents facteurs influencent leur conservation, notamment la composition du sol, le pH, l'humidité et la présence d'oxygène. La plupart des restes d'insectes sont trouvés en contexte humide comme dans les puits par exemple. Basiquement, un milieu saturé en eau va permettre de créer des conditions anaérobies et empêcher le développement de bactéries, conservant ainsi les restes sur de longues périodes. Cependant, seuls les exosquelettes les plus rigides seront préservés sur le long terme, les Coléoptères formant ainsi la majorité des insectes archéologiques. D'autres conditions peuvent permettre la conservation des restes d'insectes tel qu'un milieu chaud et sec.

Les restes d'insectes sont préservés sous forme de fragments appelés sclérites. Ces fragments sont isolés en effectuant une flottation au pétrole pour séparer les sclérites des débris minéraux et végétaux. La chitine, molécule composant l'exosquelette des insectes, adhère au pétrole puis de l'eau est ajoutée pour que les sclérites remontent en raison de la faible densité du pétrole par rapport à celle de l'eau. La fraction flottante est ensuite tamisée. Les élytres, la capsule céphalique, le pronotum (partie dorsale du premier segment thoracique) ainsi que le fémur et le tibia sont parmi les éléments les plus couramment trouvés. Parmi eux certains sclérites dits discriminants permettent l'identification au genre ou à l'espèce.



À gauche : Sclérites d'insectes triés.

À droite : Vue à la loupe binoculaire de restes de

quatre taxons : trois ravageurs de grains entreposés

(*Sitophilus granarius*, *Cryptolestes ferrugineus* et

*Oryzaephilus surinamensis*) et un xylophage de bois

domestique (*Anobium cf. punctatum*).

## Domaines d'application de l'archéoentomologie

L'archéoentomologie trouve son utilité dans divers domaines de recherche. Les insectes sont sensibles aux variations environnementales et climatiques et, contrairement aux pollens, sont moins soumis au transport passif par l'eau et le vent. De ce fait, ils permettent de connaître l'environnement immédiat du site de dépôt. En analysant les restes d'insectes préservés dans les couches archéologiques, il est possible de reconstituer les conditions environnementales passées, comme le climat, la végétation et les changements d'occupation humaine.

En effet, l'archéoentomologie permet d'étudier les activités humaines anciennes. Les insectes peuvent être des indicateurs de pratiques agricoles, d'élevage, de commerce, et même de pratiques funéraires. Par exemple, la présence d'insectes associés à la conservation des aliments peut révéler des techniques de stockage et de transformation des denrées alimentaires dans les civilisations anciennes.



## Mon expérience

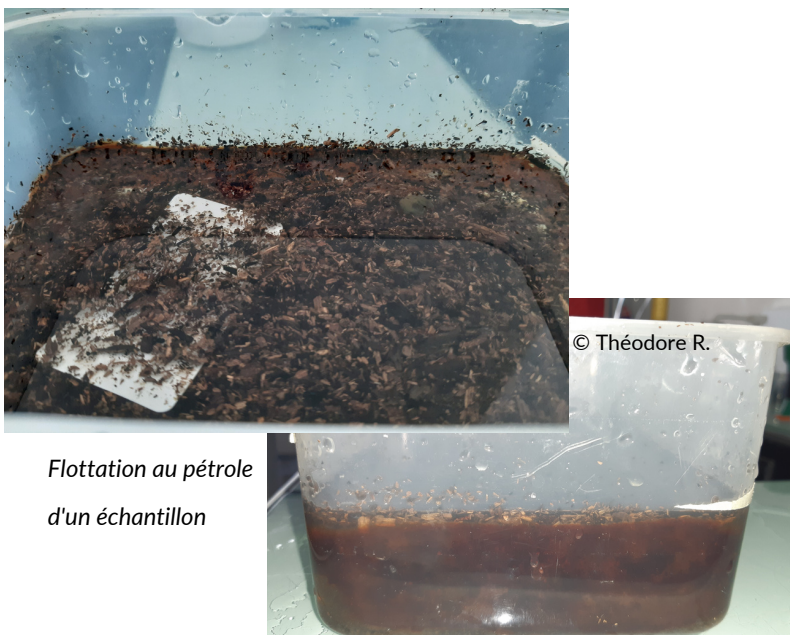
Lors de mon stage de 3ème année de licence du 16 mai au 10 juin 2022, j'ai eu l'occasion de découvrir cette discipline de l'entomologie qui m'était alors totalement inconnue.

J'ai ainsi participé à la thèse de Jérémie Rollin, portant sur l'étude des insectes archéologiques comme bioindicateurs des pratiques agropastorales. Ce sujet de recherche se situe à l'interface de l'archéologie, par l'étude des pratiques humaines et des environnements passés, et l'entomologie par l'étude d'assemblages d'insectes. J'ai de ce fait travaillé à l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI - UMR 7261) et au Laboratoire Archéologique et Territoires (LAT - UMR 7324), tous deux affiliés à l'Université de Tours. La thèse étant toujours en cours, il faut préciser que les résultats présentés par la suite ne sont que provisoires et incomplets.

L'étude se situe sur un site datant de la Tène finale à la fin de l'Antiquité, soit entre -130 et 476. C'est une époque marquée par la démocratisation de l'accès au fer et par l'intensification des échanges commerciaux. Les outils de culture changent, ce qui impacte les méthodes agropastorales, notamment la modification des cheptels et des introductions volontaires ou non de nouvelles plantes. Des pratiques nouvelles se mettent en place comme la fumure et la culture intensive de plusieurs espèces sur des surfaces réduites. L'objectif du stage était donc d'utiliser les insectes comme révélateurs d'un système agropastoral.

J'ai ainsi participé à l'étude du sédiment provenant d'un puits du site de La Porte au Souda à Saint-Brandan en Bretagne. J'ai plus précisément étudié l'unité stratigraphique n°13 (US13) qui correspond à une des couches les plus profondes du puits (à 4,15 mètres de profondeur), datant de la fin du IIe siècle au début du IIIe, période d'utilisation du puits. J'ai donc travaillé sur une infime partie de la séquence étudiée car une étude archéoentomologique s'intéresse généralement à une multitude de couches stratigraphiques. Lors de ces 4 semaines, j'ai pu effectuer de nombreuses tâches : récupération du matériel biologique par flottation au pétrole, tri des sclérites sous loupe binoculaire, mise en collection, photographie sous microscope numérique, identification des insectes (comparaison sur photos et sur spécimens en collection), montages photo sur Photoshop et recherches sur l'écologie des insectes identifiés.

A la fin de mon stage, j'avais isolé plus de 800 fragments dont 236 discriminants, et identifié 28 taxons et 58 individus. Ce dernier chiffre est obtenu par la méthode de NMI, soit le nombre minimum d'individus. Il s'agit d'une méthode qualitative qui tend à sous-représenter les effectifs afin d'éviter une surévaluation. Par exemple, si un élytre droit et un élytre gauche d'une même espèce sont retrouvés, un seul individu sera comptabilisé même s'il est possible qu'ils appartiennent à deux individus différents.



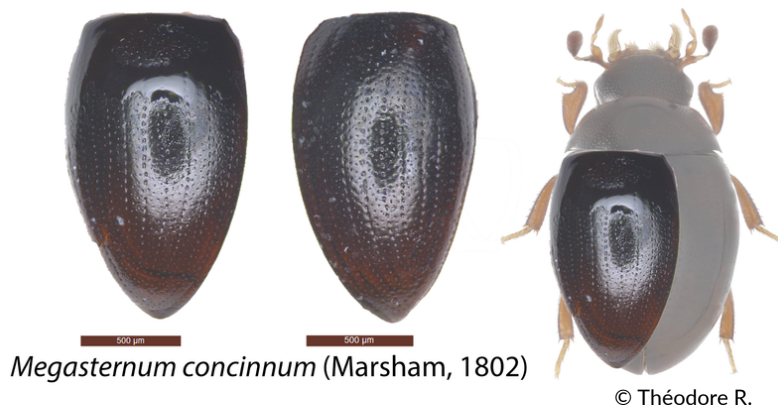
Flottation au pétrole  
d'un échantillon



Étape de tri, de nombreux débris végétaux sont encore présents

# Retour d'expérience

Parmi les insectes que j'ai identifiés se trouvent des insectes ayant des affinités écologiques. J'ai donc classé ces derniers dans des catégories en fonction de leur habitat et de leur régime alimentaire. Concernant l'habitat, un grand nombre d'insectes de milieu humide (14 individus répartis dans 4 taxons) ainsi que des espèces synanthropes (4 individus, 2 taxons) ont été identifiés. Pour le régime alimentaire, ont été retrouvés de nombreux coprophages ou coprophiles (10 individus, 4 taxons), phytophages (16 individus, 6 taxons) et zoophages (13 individus, 6 taxons). Les espèces synanthropes (vivant à proximité de l'humain) démontrent une présence humaine sur le site, tandis que le nombre d'insectes hygrophiles tend à prouver que le site se trouvait près d'un milieu humide (autre que le puits). Les insectes coprophages proviennent probablement de pâturages à proximité. Les phytophages ont mis en évidence une végétation composée de graminées et de plantes nitrophiles, favorisée par le passage humain et l'épandage de fumier sur les cultures. Les insectes zoophages n'ont pas de grande valeur indicative dans ce cas, mais on peut supposer que leur abondance est corrélée avec celle de leurs proies. Enfin, il est intéressant de noter quelques insectes particulièrement intéressants : *Trogoxylon* sp et *Megasternum concinnum* entre autres. Le premier est un insecte xylophage du bois d'œuvre, attestant à lui seul d'une activité humaine sur le bois et le second est un Hydrophilidae coprophage affectionnant les milieux humides. Ce dernier, retrouvé en forte abondance, peut révéler une activité d'élevage à proximité du puits. Ces données permettent de dresser un premier portrait de l'environnement : un village utilisant du bois et pratiquant agriculture et élevage à proximité d'une zone humide.



Montage photo de restes de *Megasternum concinnum* sur individu actuel. Identification : T. Ramanankatsoina.

## Retour et ressenti

Mon stage en archéoentomologie a été une opportunité incroyable de plonger dans une discipline liée à l'entomologie peu connue. J'ai été agréablement surpris par la diversité des tâches effectuées, loin du travail répétitif auquel je m'attendais initialement. L'identification d'insectes à partir de fragments s'est souvent révélée frustrante mais très satisfaisante à force de persévérance. Cette expérience positive a également ouvert la porte à une opportunité de travailler avec Jérém Rollin pendant l'été sur des projets d'identification de restes d'insectes provenant de sites archéologiques en dehors du cadre de sa thèse. Cette expérience m'a fait grandement progresser dans la taxonomie entomologique en plus de m'avoir ouvert de nouvelles perspectives sur les possibilités d'application de l'entomologie.

Boîtes de collection de Carabidae de Jérém Rollin utilisées pour la détermination des restes d'insectes



Théodore RAMANANKATSOINA

Rocq C. & Yvinec J.-H. (2002) L'archéoentomologie : une nouvelle spécialité en France. *Archéopages*, 6, 24-29.

Pécreaux D. (2007) Archéoentomologie et Paléoentomologie, Les Insectes : témoins du passé des hommes et de leur environnement. *Studia de Preistorie*, 4, 189-200.

Moret P. (1998) L'archéo-entomologie, ou les insectes au service de l'histoire. *Revue Méd. Vét.*, 149, 995-998.

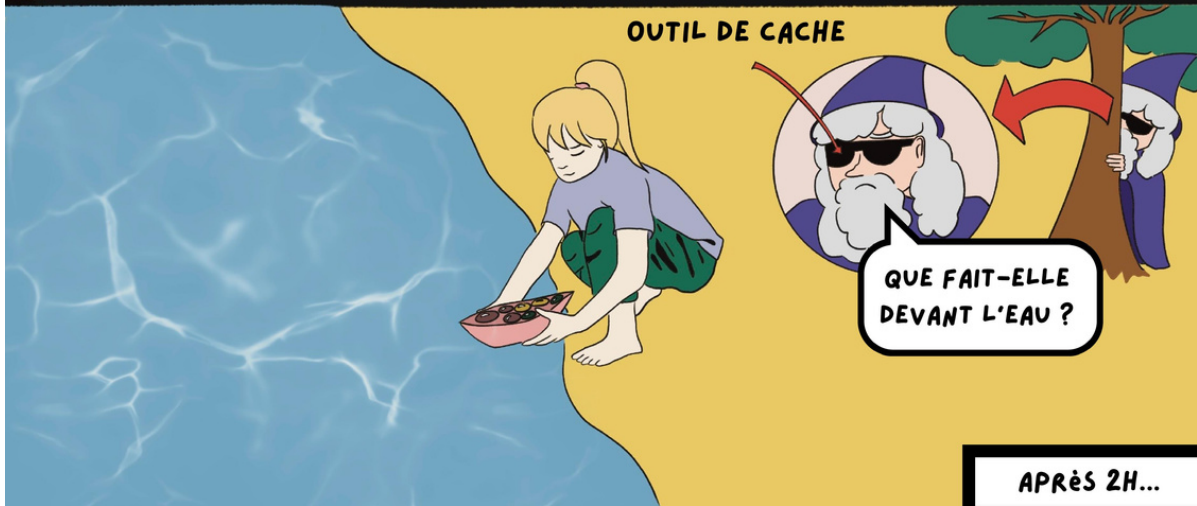
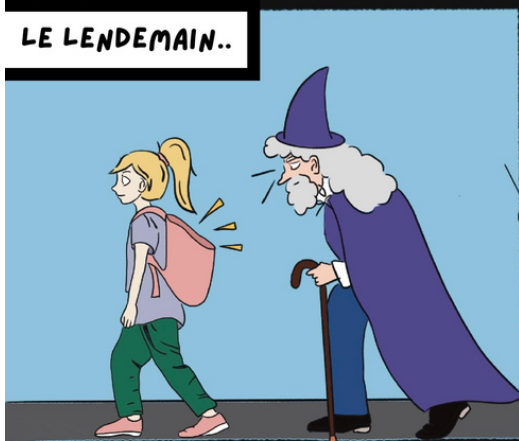


# "Papi et les crapaudines"



EN EFFET, MÊME EN POSANT LE CRAPAUD SUR DU TISSU ROUGE, IL N'Y AVAIT PAS DE CRAPAUDINES...

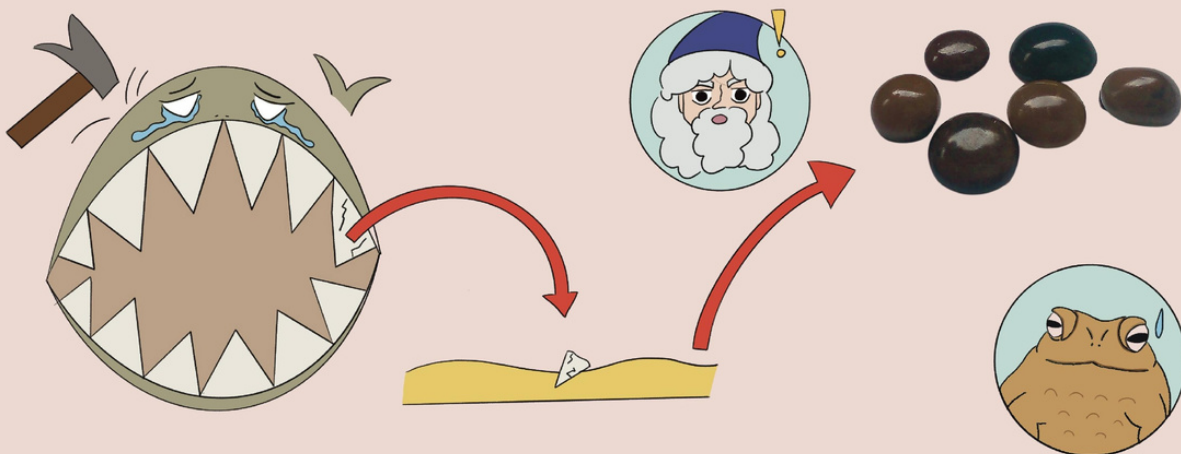
ALORS, COMMENT FAIT-IL POUR AVOIR DES CRAPAUDINES ?





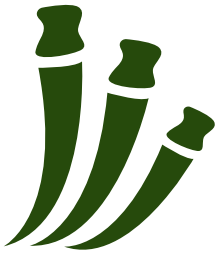
## CRAPAUDINES : VRAI OU MYTHE ?

ON CROYAIT AUTREFOIS QUE LES **CRAPAUDINES** PROVENAIENT DE LA TÊTE DES CRAPAUDS ET QU'ELLES AVAIENT DES **VERTUS CURATIVES MAGIQUES**. POUR RECONNAÎTRE UNE CRAPAUDINE, ON PLAÇAIT UN CRAPAUD DEVANT LE FOSSILE ET SI CELUI-CI RÉAGISSAIT FORTEMENT, CELA SIGNIFIAIT QU'IL S'AGISSAIT D'UNE VÉRITABLE CRAPAUDINE DOTÉE D'UN FORT POUVOIR MAGIQUE.



CEPENDANT, BIEN DES ANNÉES PLUS TARD, ON A DÉCOUVERT QUE CES CRAPAUDINES ÉTAIENT EN FAIT DES **FOSSILES DE DENTS DE POISSON**. LE GENRE DE DENTS DE POISSON DONT IL S'AGIT FAIT ENCORE L'OBJET D'UN DÉBAT. PAUVRES CRAPAUDS :(



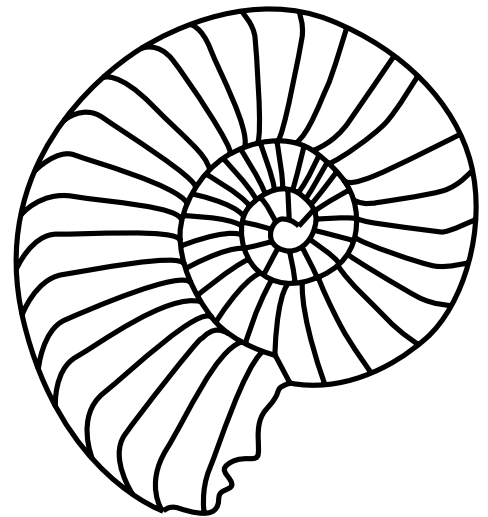


# À vous de jouer !



VERTICAL

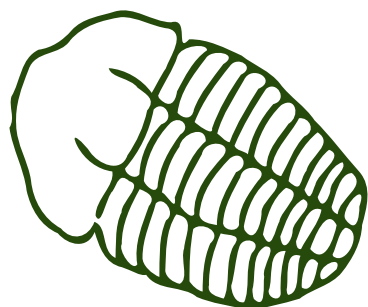
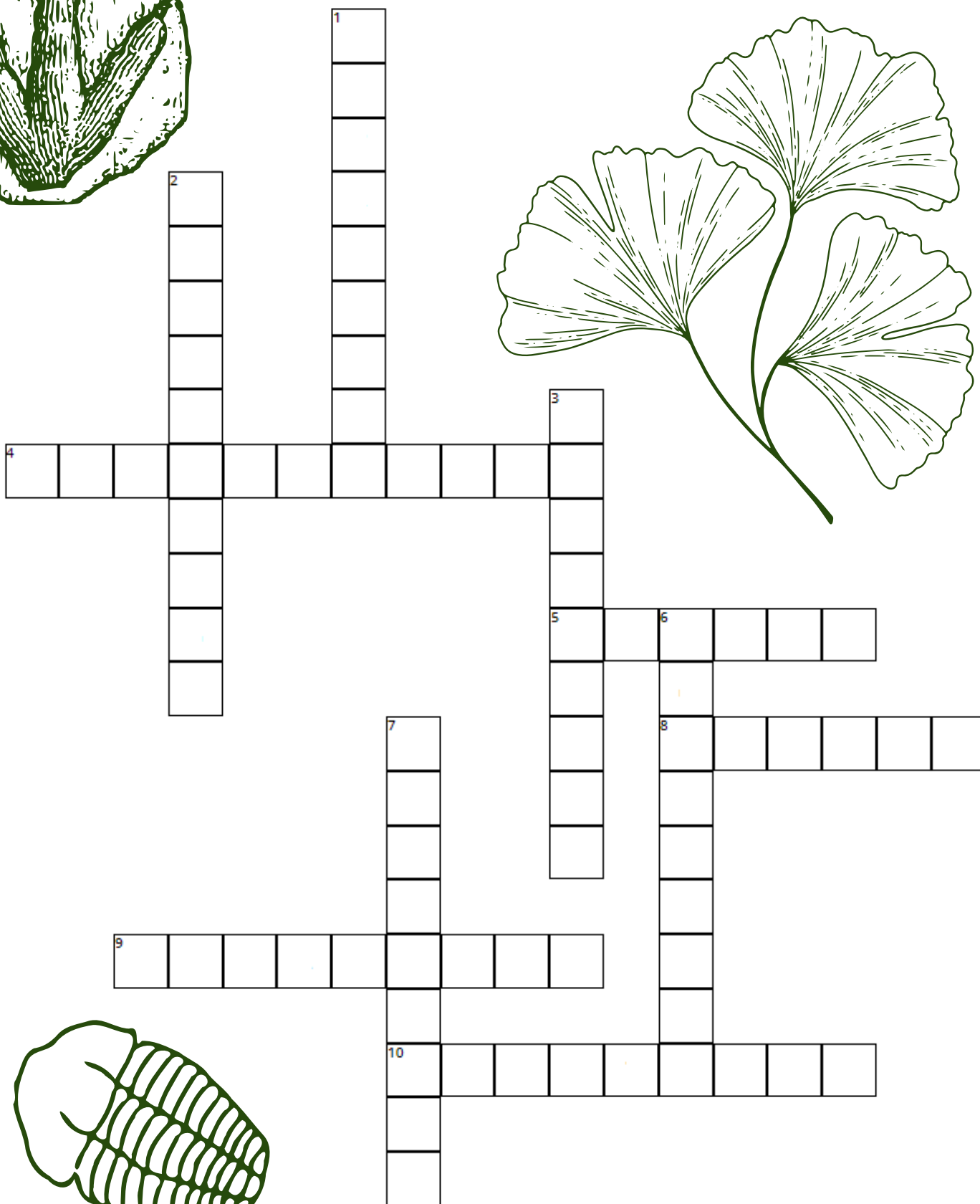
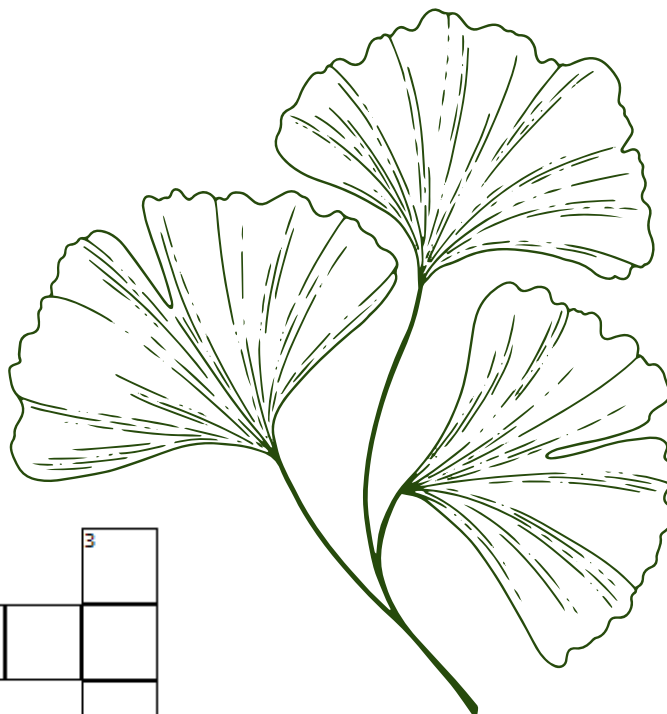
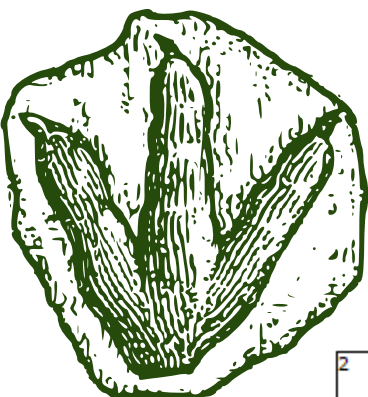
- 1 Je suis un serpent pouvant mesurer jusqu'à 14 m d'après mon fossile découvert en Colombie.
- 2 Excrément fossile qui permet d'étudier l'alimentation d'un spécimen.
- 3 A en juger par la taille de mes dents par rapport à celle des requins actuels, je suis sûrement le plus grand requin de tous les temps.
- 6 Je suis le plus gros insecte ayant existé sur terre avec environ 70 cm d'envergure.
- 7 Je suis une classe d'arthropodes marins fossiles, mon nom vient de mon anatomie spécifique en 3 lobes.



HORIZONTAL

- 4 Je suis une espèce panchronique de poisson, découvert vivant en 1938 par Marjorie Courtenay-Latimer, on me qualifie souvent de « fossile-vivant ».
- 5 Mes premiers fossiles découverts datent de plus de 450 millions d'années, aujourd'hui les représentants de ma classe sont utilisés en médecine pour leur sang bleu.
- 8 Je suis une espèce panchronique de Gymnospermes, je suis le symbole de la ville de Tokyo au Japon.
- 9 Je suis une espèce ayant vécu au Jurassique supérieur et au Crétacé inférieur. Mon nom scientifique est né de la découverte d'un grand nombre de fossiles dans la mine de charbon de Bernissart en Belgique.
- 10 Je suis un genre de dinosaure, mon nom rappelle l'état dans lequel étaient les paléontologues quand ils ont découvert mon unique fossile, dégradé par des contrebandiers.

# À vous de jouer !





# Solutions

1 T  
I  
T  
A  
N  
O  
B  
O  
N  
T  
O

2 C  
O  
P  
R  
O  
P  
O

3 M  
I  
G  
A

4 C O E L A C A N T H E

5 L I M O

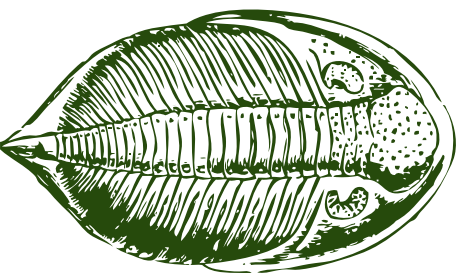
6 M U L É E

7 T  
R  
I  
L  
I  
T  
E

8 G I N K G O

9 I G U A N O D O N

10 I R R I T A T O R




Mattéo VASSEUR



## Remerciements :

A la Faculté des Sciences et Technologies de Lille qui finance l'édition du journal  
 A Madame Pernin et Monsieur Marin pour leurs relectures et conseils  
 A Jeanne Legendre, Teri Denisse et Pauline Guinet pour leur précieuse aide  
 A Perrine Sapède, Anaëlle Meunier et Anastasiya Vozova qui gèrent le compte Instagram du journal d'une main de maître

## Retrouvez-nous :

 [bebop\\_journal](https://www.instagram.com/bebop_journal)

 [beboplille@gmail.com](mailto:beboplille@gmail.com)

 [BeBOP FM sur YouTube](https://www.youtube.com/BeBOPFM)

Et sur le site de l'Université de Lille !



N°18 - hiver 2023