

L'ambre, une archive paléoentomologique

L'ambre

L'ambre est une résine fossilisée issue de végétaux qui piège et préserve avec une fidélité exceptionnelle des organismes et échantillons de plusieurs millions d'années. Chaque inclusion, insecte ou fragment végétal constitue de précieux indices. Au-delà de sa valeur esthétique, l'ambre représente donc une archive paléontologique unique, offrant une fenêtre incomparable sur les écosystèmes disparus.



Moustique fossile ($\approx 1,2$ cm) piégé dans de l'ambre dominicain (Cordillère Septentrionale, République Dominicaine), daté du Miocène inférieur. Photographie de Didier Desouens, 24 décembre 2010. CCA

Aambre ou copal ?

Il est commun d'entendre que le copal serait une résine simplement plus jeune et moins dure mais la différence ne repose pas uniquement sur l'âge ou encore l'origine botanique des résines, même si celle-ci influence fortement leur composition chimique (Lambert et al., 2008). En effet, une même lignée végétale peut produire des résines qui, jeunes, sont classées comme copal, mais qui deviennent ambre après fossilisation et polymérisation sur des millions d'années (Wolfe et al., 2009). C'est le cas du genre *Hymenaea*, dont les résines récentes d'Afrique sont qualifiées de copal, tandis que son équivalent fossile en République dominicaine est considéré comme ambre. Les critères retenus par la communauté scientifique combinent donc composition chimique, degré de polymérisation et âge géologique, plutôt qu'une simple différence botanique (Anderson & Crelling, 1995 ; Lambert et al., 2008).

(La polymérisation de l'ambre est la transformation naturelle d'une résine d'arbre liquide en une pierre dure et stable sur des millions d'années. Sous l'effet de la chaleur, de la pression et du temps, les molécules de la résine s'assemblent (polymérisation) pour former un matériau solide, fossile et résistant.)

La formation et la nature de l'ambre birman

L'ambre se forme lorsque la résine exsudée par un arbre se durcit, s'enfouit dans les sédiments, puis subit une fossilisation progressive. La pression, la chaleur et le temps entraînent une polymérisation qui stabilise la matière et la rend capable de traverser les âges (Lambert et al., 2008).

Parmi les gisements connus, l'ambre du Myanmar ou ambre birman occupe une place particulière. Redécouvert au début des années 2000 (Grimaldi, Engel & Nascimbene, 2002), il s'est révélé être l'un des gisements fossilifères les plus riches au monde.

L'âge de cet ambre a été déterminé par une datation radiométrique à l'uranium-plomb sur des zircons présents dans des cendres volcaniques associées à l'ambre, donnant un âge d'environ 99 millions d'années, correspondant au Cénomanien, une période du Crétacé supérieur (Shi et al., 2012 ; Ross & Zherikhin, 2014). Sa biodiversité, d'une ampleur inégalée, a profondément renouvelé nos connaissances sur l'évolution des insectes, des plantes et de leurs interactions au moment où les écosystèmes modernes commençaient à se mettre en place.

L'origine botanique de l'ambre birman reste débattue. Les analyses géochimiques suggèrent une production par des conifères proches des Araucariacées ou des Cupressacées, mais certains chercheurs évoquent aussi des Dipterocarpaceae primitives, aujourd'hui caractéristiques de l'Asie du Sud-Est (Wolfe et al., 2009 ; Perkins, 2016 ; Li et al.). Cette incertitude illustre la complexité des signatures chimiques et la possible multiplicité des arbres producteurs.

Sa qualité de préservation est exceptionnelle : on y retrouve insectes, fragments végétaux, plumes, écailles de reptiles et même tissus mous (Grimaldi, Engel & Nascimbene, 2002). Le principal gisement, situé dans l'État de Kachin, est daté précisément à 99 millions d'années, une période marquée par la diversification rapide des plantes à fleurs (angiospermes) et l'essor des insectes pollinisateurs.



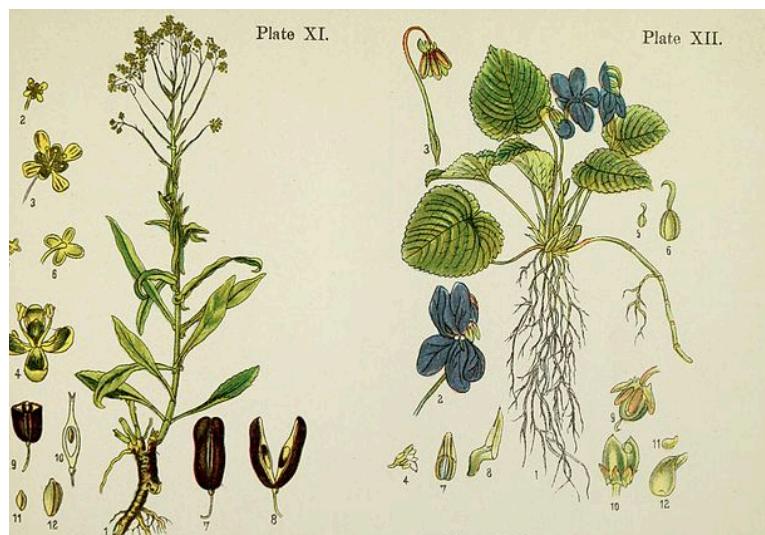
La plaine sacrée de Bagan (Myanmar), parsemée d'anciens temples bouddhistes datant du IX^e au XIII^e siècle

bartvanpoll, *Htilominlo temple, Bagan, Myanmar*, CCA

L'apport à la paléoentomologie et paléobotanique

La richesse entomologique de l'ambre birman est sans équivalent : plus de 200 familles d'insectes y ont été identifiées (Prokop, Nel & Engel, 2023 ; Tihelka & Cai, 2023). La finesse de la conservation permet d'observer des détails microscopiques tels que les poils, les organes sensoriels ou reproducteurs, offrant une base solide pour l'étude de leur évolution.

Parmi les découvertes majeures figurent les plus anciennes preuves directes de pollinisation entomophile : des insectes fossilisés avec des grains de pollen d'angiospermes attachés à leur corps. Cela démontre que l'association plantes-fleurs / insectes était déjà établie il y a près de 100 millions d'années.



Plus récemment, des larves de coléoptères élatériformes (Elateridae et Ptilodactylidae) ont été décrites (Zippel et al., 2024), fournissant des informations inédites sur le développement post-embryonnaire d'insectes encore présents aujourd'hui. Les inclusions révèlent également des interactions variées, préation, parasitisme, détritivorie, qui esquisse une image vivante des réseaux trophiques du Crétacé.

Les inclusions végétales révèlent une flore tropicale dense et diversifiée, composée de fougères, mousses, conifères et angiospermes précoce. La présence abondante de spores et de grains de pollen témoigne d'un environnement propice à la reproduction végétale et permet de reconstituer une partie des paléoforêts du Crétacé.

Certaines inclusions présentent des traces d'herbivorie, preuve directe des interactions entre plantes et arthropodes. Ces données éclairent non seulement la composition des forêts, mais aussi les dynamiques écologiques à l'œuvre au moment où les angiospermes commençaient à transformer durablement les écosystèmes terrestres.

La force scientifique de l'ambre birman réside dans la complémentarité des approches. Les données végétales permettent de reconstituer la flore et d'identifier les résines productrices, tandis que les insectes renseignent sur les réseaux écologiques. Ensemble, elles offrent une vision importante et précise des écosystèmes anciens.

Âgé de 99 millions d'années, l'ambre birman est une archive paléontologique d'une valeur inestimable. Il permet de reconstruire les forêts tropicales du Crétacé dans toute leur complexité, depuis les arbres producteurs de résine jusqu'aux insectes qui s'en nourrissaient, pollinaient et interagissaient avec cette flore.

Ces données éclairent l'origine des écosystèmes modernes, structurés par la coévolution entre plantes à fleurs et insectes. Elles rappellent également la fragilité de ces archives fossiles, aujourd'hui au centre de débats scientifiques, éthiques et géopolitiques liés à leur exploitation en Birmanie.

Bibliographie :

- J. B. Lambert, J. Santiago-Blay, K. Anderson, Chemical Signatures of Fossilized Resins and Recent Plant Exudates, November 2008.
- A. P Wolfe, R. Tappert, K. Muehlenbachs, M. Boudreau, R. C McKellar, J. F Basinger, A. Garrett, Proc Biol Sci. 2009 Jul 1, A new proposal concerning the botanical origin of Baltic amber.
- Y. Li, Y. Feng, J. Du, Y. Wang, G. Shi, Y. L. Spectral and chemical characterization of amber from Xixia, Henan Province, China via FTIR, three-dimensional fluorescence spectra and Py (HMDs)-GC-MS
- S. Perkins June 1, 2016, Identifying ancient trees from their amber ScienceNewsExplores.

Balashov, I. (2021). "The first records of mollusks from mid-Cretaceous Hkamti amber, Myanmar, with the description of a land snail *Euthema myanmarica* n. sp. (Caenogastropoda, Cyclophoroidea, Diplommatinidae)." *Journal of Paleontology*, 95(5), 994–1004.

-Ross, A. J., & Zherikhin, V. V. (2014). "A review of the history, geology and age of Burmese amber (Burmite)." *Bulletin of the Natural History Museum, Geology Series*, 70(2), 95–106.

-McKenna, D. D., et al. (2020). *Generalist pollen-feeding beetles during the Mid-Cretaceous*. *Current Biology*, 30(13), 2540–2548.

-Trust My Science. (2020, mai 25). *Une incroyable découverte repousse les premières traces de pollinisation animale*.

- D. A. GRIMALDI, M. S. ENGEL, P. C. NASCIMBENE. 26 March 2002 Fossiliferous Cretaceous Amber from Myanmar (Burma): Its Rediscovery, Biotic Diversity, and Paleontological Significance - Prokop, Nel & Engel (2023) "Diversity, Form and Postembryonic Development of Paleozoic Insects" dans Annual Review of Entomology, Volu 68, pp. 401–429.

- Tihelka & Cai (2023) – Editorial: "A fossil view of insect evolution..." dans *Frontiers in Earth Science*

- Zippel et al., 2024 – Description des premières larves d'elateriformes (familles Elateridae et Ptilodactylidae) préservées dans l'ambre du Myanmar (~100 Ma)

- Paleoentomologie, Vol. 6 No. 5: October 2023, Vol. 6 No. 1: February 2023

- Zippel, A., Haug, C., Müller, P. et al. Larves de coléoptères élatériformes préservées dans de l'ambre kachin vieux d'environ 100 millions d'années. *PalZ* 98 , 245–262 (2024).



Ambre, origine inconnue, fonds du Muséum de Lille. CCA