


L'Ambre



Le Miel de "protection
Géologique",...
presque parfait.



Sécrétion végétale transformée par les abeilles, le miel possède ses propriétés désinfectantes et antibiotiques extraordinaires que l'on découvre enfin. La matière devient d'ailleurs une sorte de conservateur, stérilisateur, multifonction utilisé dans la médecine d'urgence.

L'ambre initialement matériel organique collant et malléable (véritable cicatrisant pour l'arbre) pourrait-il être finalement un "miel" générique ?

L'oléorésine fluide, devenue pierre de résine, peut-elle constituer cette sorte de conservateur géologique, (thanatopraxie des inclusions animales) ? L'ambre est-il un conservateur géologique de l'ADN des espèces antiques ?

En piégeant les chairs sanguinolentes d'animaux disparus, est-il possible d'accéder au patrimoine des espèces antiques pour rendre la vie à un fossile ? Etudions les propriétés de l'ambre, ce conservateur géologique presque parfait.

L'AMBRE le conservateur géologique

Correspondance : Lucas CAEDES (caedes@hotmail.fr)
Réponses : Eric GEIRNAERT (eric.ambre.jaune@hotmail.fr)

Bonjour Monsieur GEIRNAERT,

Nous vous contactons dans le cadre de nos études scolaires (travaux pratiques notés). Nous sommes actuellement quatre à travailler pour un sujet dont la problématique est : "Comment l'ambre traverse t-il les âges ?" Au libellé du sujet, Monsieur, vous comprendrez alors notre intérêt à vous joindre étant donné votre spécialité dans le domaine de l'ambre... Nous souhaiterions aborder plusieurs notions... Question A et B, puis, 7 points.

A) - Le point de vue organique du matériel : quelles sont les limites physique et chimique de l'ambre fossile.

Réponse : L'ambre en tant que "*roche géologique*" fragile, est SURTOUT périssable ! L'eau, l'acidité, la lumière, la granulométrie d'un sable, la compaction de la roche encaissante, la présence d'oxygène, la présence d'un sel dissout dans les sédiments, tous ces paramètres exogènes peuvent altérer les résines fossiles (déjà installées géologiquement dans une strate).

L'oxygène consomme naturellement l'ambre en quelques dizaines d'années. La pression écrase la résine tendre. Les eaux polluées imprègnent les résines fossiles (qui sont poreuses) et endommagent la matrice profonde du polymère. La lumière dégrade également le polymère d'un ambre. D'un point de vue organique et structural, un ambre est surtout très fragile.

De plus, l'ambre est facilement arraché de son dépôt primaire par l'érosion fluviale (l'eau par phénomène d'érosion arrache l'ambre du gisement originel). Et, de fait les résines fossiles sont souvent accumulées en dépôts secondaires où éventuellement les conditions de conservations sont dégradées (les dépôts marins par exemple).

Au niveau physique - chimique, la transformation des oléorésines en ambre se réalise en deux étapes. En simplifiant à l'extrême, la première est une réaction de polymérisation relativement rapide (quelques dizaines de mois), la seconde est une maturation extrêmement lente (plusieurs millions d'années) sous l'influence des conditions géologiques du gisement.

La résine, à l'origine fluide, est un mélange très complexe. Mais en schématisant on peut désigner deux types de composés ; des molécules organiques imprégnées de molécules volatiles.

Lorsque la résine fraîche tombe dans le sédiment, la première réaction met en jeu les molécules organiques. Celles-ci s'attachent les unes aux autres dans un édifice régulier et uniforme, c'est ce que l'on appelle la polymérisation. L'édifice durcit permettant à la substance de traverser les époques géologiques. Cette réaction emprisonne les molécules volatiles...

(Lorsque vous poncez un ambre et découvrez son odeur "originelle" balsamique, vous libérez les molécules volatiles encore prisonnières de l'édifice organique.)

La résine «contractée» par la première réaction chimique subsiste longtemps dans les sédiments (bien entendu en l'absence d'érosion géologique). La deuxième réaction libère progressivement les molécules volatiles, cette phase extrêmement lente peut durer plusieurs millions d'années. La vitesse de cette «maturation» est imposée par les conditions du gisement, (pression, température)... Les phénomènes les plus intéressants pour l'observation des inclusions organiques (animales et végétales) sont enregistrés dans l'ambre durant la polymérisation des molécules organiques, c'est à dire en début de fossilisation.

B - Le point de vue géologique : le gîte de conservation joue-t-il un rôle essentiel dans la sauvegarde géologique de l'ambre ?

Réponse : Oui, évidemment. Selon le gîte des phénomènes inattendus peuvent intervenir, comme par exemple, les émanations gazeuses ayant percolé les grès à ambres roumains et certainement dominicains. Parfois on évoque les émanations gazeuses des volcans ou la présence (inexpliqués à ce jour) de minéraux qui altèrent en profondeur et/ou en recouvrement les résines fossiles. J'ai par exemple découvert et publié des découvertes uniques d'un copal bleu. Les couleurs des ambres et autres résines fossiles sont alors parfois surprenantes : bleus, rouges, noirs. L'interprétation des couleurs est une recherche passionnante, qui combine la géologie, la nature locale du biotope végétal originel, et, également la position initiale de la coulée de résine sur l'arbre producteur (au niveau des branches, du tronc, des racines). La nuance finale d'un échantillon résulte d'une mosaïque dynamique d'événements. Au moins cinq paramètres conditionnent la couleur géologique des résines fossiles. Certains gisements américains ont la particularité de ne présenter aucune inclusion d'insecte, seulement des inclusions végétales. La couleur uniformément jaune claire, l'absence totale de bulles dans les échantillons, laisse à penser que les arbres auraient probablement été noyés dans les sédiments. Les inclusions de l'ambre confirment l'interprétation géologique des dépôts. Toute présence de gaz dans les sédiments (percolation) durant les époques géologiques dégradent la qualité des résines fossilisées.

Monsieur, GEIRNAERT, nous souhaiterions également vous poser quelques problématiques plus précises :

1) Existe t'il une carte mondiale des gisements d'ambre ?

Réponse : Oui certainement. A l'étranger, dans une dizaine de publications des cartes sont présentées. Mais les données sont assez fragmentaires et parfois imprécises. Et, avec 70 types de résines fossiles les cartes sont assez disparates. Les localisations (précises, lieux dits, villes, positions stratigraphiques) sont conservées secrètes. En France il existe ainsi 32 gisements d'ambres. De nombreux gîtes existent en Pologne, en Allemagne, et, dans tous les pays baltes. Et, par exemple, l'ambre de Roumanie a été trouvé dans plus de 400 affleurements à travers le pays !!! Les cartes sont évidemment des répartitions géographiques. Mais, d'autres documents comme les échelles stratigraphiques peuvent également être profitables. Regardez le document que j'ai publié en juin 2002 : http://ambre.jaune.free.fr/echelle_geol.jpg

2) Dans quelles couches géologiques les ambres apparaissent-ils ?

Réponse : Les ambres peuvent affleurer partout ou presque. Là, dans les cuvettes sédimentaires où existent des charbons et le lignite, vous pouvez découvrir de l'ambre. Le plus vieux dépôt d'ambre au monde (Dépôts réel daté du Trias qui correspond à plusieurs gisements, mais un seul gîte a été étudié en détail) a ainsi été localisé dans des les Alpes italiennes. Mais, plus communément, les gîtes ambrifères sont localisés surtout dans les sables et graviers et là où apparaissent également les glaises grises. Les ambres sont aussi repérés dans les lits fossiles des rivières, également dans des cuvettes sédimentaires (parfois nombreuses), chenaux anastomosé des fleuves, petits marécages forestiers (c'est le cas des ambres amazoniens découverts dès 2002) et, évidemment au niveau des deltas marins (c'est le cas des ambres français, polonais, russes, allemands, etc). Les nodules les plus gros et intéressants de résines fossiles sont établis précisément dans des strates de lignites. Et pour les résines les plus anciennes connues à ce jour (Carbonifère) les traces de résines apparaissent dans des dépôt houillers de charbon...

Les gisements baltes les plus connus se composent de la surface vers le fond comme suit :

- 1 = Quelques décimètres d'alluvions,
- 2 = Sables et marnes diluviales, environ 4 mètres,

- 3 = Sables finement lités et lignite du Tertiaire, environ 15 mètres,
- 4 = Houille de couleur marron : 1 à 3 mètres d'épaisseur,
- 5 = Glauconite du Miocène, couche verte de 20 mètres d'épaisseur,
- 6 = Grès gris de l'Oligocène.
- 7,8,9 = Sables compactés : A-B-C = lentille d'une épaisseur moyenne de 5 à 6 mètres formée de trois couches successives de terre bleue (A : 2-3 m / B : 1-2 m / C : 1 m) dont la puissance diminue d'amont en aval, en même temps qu'augmente la teneur en ambre.
- 10 = Roches du secondaire (stériles).

Les couches : 7, 8, et 9 (dans les pays baltes) qui contiennent ainsi de l'ambre sont donc assez profondes. Et la strate, au total, a une puissance qui approche 5 - 6 mètres d'épaisseur, ce qui est énorme !!!

En France, les strates d'ambre (à peine 10 - 20 cm) sont dans le lignite à 6 mètres de fond sous des graviers. Les couches et les affleurements sont étirés géologiquement, et, les affleurements sont centimétriques...

3) Comment se procurer de l'ambre rudimentaire, brut, (sans inclusion particulière) pour réaliser quelques expériences ?

Réponse : Dans les salons (expositions, ventes) de minéralogie, ou en écrivant à des vendeurs... Mais, attention aux prix ! Soyez raisonnables. Les vendeurs ne sont par forcément de "bons" conseils.

4) Savez vous précisément comment se forme une ambre sur le point de vue chimique ? Nous savons par exemple qu'il s'agit d'une résine de conifère (le *Pinus succinifera*) dont les liquides s'évaporent avec le temps. En quoi consiste précisément la "fossilisation" ?

Réponse : En parlant de l'ambre, nombreux sont ceux sur Internet et dans les livres qui affirment que : "*L'ambre jaune est une résine fossile sécrétée par le conifère Pinus succinifera*". Et, c'est d'ailleurs le libellé exact publié dans plusieurs dictionnaires encyclopédiques ! Mais non, soyons rigoureux et un peu pointilleux... Il est assez «inexact» d'écrire, comme cela, à brûle-pourpoint, que : l'ambre jaune est une résine fossile originaire de ce seul et unique arbre. Car, en l'état actuel des connaissances, ce rapport n'est qu'une hypothèse; il est sans doute plus juste d'écrire que l'ambre jaune est, déjà, une oléorésine (*) fossile.

(*) Les oléorésines sont ces substances qui exsudent du végétal lorsque les tissus sont incisés. Les oléorésines sont donc ces substances fluides dans lesquelles on trouve alors des résines, mais, aussi, d'autre choses, comme de la sève, des huiles, des acides, des terpènes... Selon la thèse : "Etudes de quelques sécrétions végétales, Thèse à la Faculté des Sciences de l'université de Strasbourg par André Criqui, 1956", le terme oléorésine (page 3) est un terme scientifique qui s'applique essentiellement au produit de sécrétion fluide tel qu'il s'écoule du végétal mais le produit récolté (ici sous entendu contemporain) est souvent différent de l'oléorésine initiale.

Toujours page 3 : Le terme résine n'a pas de signification bien précise; il s'applique soit à de véritables oléorésines (résine d'épicéa, de sapin), soit à des oléorésines durcies par la suite de transformations chimiques ou de l'évaporation de constituants liquides (résine Manille). Les ambres sont donc sans doute des oléorésines qui fossilisent, et, qui, dans le cas de la Baltique ont été associées à la dénomination générique d'un végétal : Le *Pinus succinifera*.

Mais, dans sa monographie relative aux restes végétaux, bois et aiguilles, inclus dans l'ambre, (*Der baltischen Bernsteinbäume - 1890*), H. Conwentz émettait clairement l'hypothèse que cinq espèces de pins au moins pouvaient produire les sécrétions baltes. Et, l'auteur inventa alors le terme commun de *Pinus* (ou *Pinites*) *succinifera* pour plusieurs arbres. Parler de l'arbre unique : Le *Pinus succinifera* est donc un abus de langage. *Pinus succinifera* ou *Pinites succinifera* a donc une acception plurielle.

La définition que je propose pour l'ambre de façon tout à fait arbitraire, (pour le matériel originaire des pays baltes) est : *L'ambre jaune est une oléorésine fossilisée produit par des arbres antiques désignés par Conwentz (1890) sous le nom générique de Pinus succinifera.*

Le *Pinus succinifera* n'est pas la source botanique unique et exclusive des ambres, loin s'en faut. Si les ambres baltes ont tous des caractéristiques physiques et chimiques assez communes, (ce que l'on explique en racontant que les sécrétions proviennent de quelques espèces de pins, désignés sous le nom générique de *Pinus* (ou *Pinites succinifera*) il est assez peu probable que l'origine botanique soit unique pour ces ambres qui sont séparés dans le temps de presque 18 millions d'années !!! De fait, cette période de 18 millions d'années étant très longue, l'origine botanique commune des ambres baltes est discutée (Larsson 1978, Poinar 1992, Grimaldi 1996, Geirnaert 2002). Les ambres baltes nés de la fossilisations des oléorésines de ces "*Pinus succinifera*" ont sans doute plusieurs affinités botaniques telles que les Arecaceae (qui regroupent les palmiers) et les *Fagaceae* (avec les chênes). On évoque aussi la famille des *Pinaceae* (Abies) et celle des *Cupressaceae* (cyprès, genévriers, séquoia, thuyas) - Ganzelewski 1997.

Ainsi, les ambres baltes semblent, former une "famille géologique botanique" assez hétérogène !!! Et, n'oublions pas (Eric Geirnaert juin 2002) que nous voulons transposer notre connaissance actuelle des espèces végétales à celles des époques révolues. Mais, en effet, rien ne nous prouve que les végétaux antiques aient eu les mêmes caractéristiques physiologies et chimiques que celles que nous montrent les espèces contemporaines.

En 2002, je rappelle que l'on peut déceler dans la matrice des ambres, la présence de l'acide l'Alpha-amyrine, caractéristique de quelques espèces d'angiospermes. Si l'ambre, jusqu'à présent, était considéré comme provenant exclusivement de gymnospermes, cette découverte jette la suspicion sur la synthèse des résultats sur l'identification des espèces qui ont donné l'ambre. Comment, en effet, justifier la présence d'un acide d'angiosperme dans une matière que l'on croyait provenir uniquement de gymnospermes ?

Cette découverte ne saurait être une contamination chimique systématique des résines qui fossilisent. Des Gymnospermes produisant cet acide ont-ils existé aux périodes antiques ?

*Le **Pinus succinifera**, n'est alors pas à l'origine de tous les « ambres », et prenons un exemple dans le registre des découvertes françaises. Concernant le matériel de Charente-Maritime, on a enquêté sur les sources botaniques possibles de ces ambres. Ces notions ont été présentées au 13ème colloque de l'Organisation Francophone de Paléobotanique: "Les végétaux fossiles, patrimoine témoin de l'histoire de la vie.", 6-8 juin 2003. (Muséum d'Histoire Naturelle, Nantes).*

Attention, ici en évoquant ces *ambres* français, la distinction «ambre» «copal» n'est pas explicite. Mais, vous trouverez une argumentation complète dans le Mag-AMP N°4, page 10, au paragraphe : *Ambre - Copal : qui est qui, comment caractériser les matières.* Et, lisez également le Mag-AMP N°3, page 16 : *Une confusion, le difficile choix des mots ? Ambre = Copal et inversement ! (Nous-même, en France, nous avons les plus précieux gisements d'ambre au monde ! A moins qu'il ne s'agissent de copal ou même de Kopal ? Allez savoir !*

Monsieur Lacroix dressa un inventaire des gisements d'ambre français au début du XXe siècle (Lacroix, 1910). Il faut pourtant attendre la fin des années 70 pour que soient présentées les premières caractéristiques physico-chimiques, taphonomiques, et fauniques, de l'ambre issu de gisements crétacés des Bassins Parisien et Aquitain: Schlüter (1978, 1983) a ainsi décrit quelques insectes de l'ambre cénomanien d'Ecommoy, de Durtal (Sarthe) et de Fouras (Charente-Maritime). Savkevitch et Popkova (1978) ont analysé en spectroscopie IR de l'ambre de la collection Lacroix, sans se prononcer sur l'origine botanique de cette résine.

Récemment, 2000 -2003, les ambres de quelques gisements cénomaniens ont fait l'objet d'analyses en spectroscopie à résonance magnétique nucléaire (RMN): Waggoner (1994) a ainsi suggéré une origine araucarienne pour l'ambre de Bretagnolles (Eure); de même, Lambert et al. (1996) ont conclut à une source araucarienne pour l'ambre d'Ecommoy. De façon plus générale, la plupart des études portant sur les ambres crétacés s'accordent sur une source botanique de type *Araucariaceae*.

Toutefois, d'autres conifères sont parfois proposés comme producteurs potentiels. Notons : *Cheirolepidiaceae* pour l'ambre néocomien du Liban (Azar, 2000); *Taxodiaceae* ou *Cupressaceae* pour l'ambre albien de Birmanie (Grimaldi et al., 2002); *Pinaceae* ou *Taxodiaceae* pour l'ambre turonien du New Jersey (Grimaldi et al., 2000).

Cinq gisements d'ambre d'âge Albien et Cénomaniens (séparation Crétacé inférieur – Crétacé supérieur, soit, environ 100 M.A.) ont récemment été découverts sur estran ou en carrière dans des niveaux d'argile lignitifère de Charente-Maritime.

L'ambre est associé à de nombreux restes végétaux bien préservés, fossilisés sous forme de lignite et, selon les localités, sous forme d'impressions ou de compressions de cuticules. Certains fragments de bois inclus dans l'ambre présentent des microstructures parfaitement conservées, parfois sous forme de moulage interne par la résine. Afin de déterminer la ou les sources botaniques potentielles de cette résine, les données physico-chimiques obtenues en spectroscopie IR sur différents échantillons d'ambre ont été comparées aux données taxinomiques des bois fossiles associés. La majorité des résines analysées en spectroscopie IR montrent un spectre de type araucarien, proche du genre actuel *Agathis Salisbury, 1807*. Parallèlement, parmi les bois, cinq taxa ont été déterminés, tous attribuables à différentes familles de conifères à l'exception d'une *Ginkgoale*. Dans chacun des gisements, le taxon le plus abondant est *Agathoxylon Hartig, 1848*, genre fossile de la famille des *Araucariaceae*. C'est aussi l'unique taxon présent en inclusion dans certains morceaux d'ambre. Des canaux sécréteurs de résine n'ont pu être observés sur aucun des différents échantillons de lignite. En revanche, de fins plaquages de résine sont fréquemment observables dans les rayons médullaires de nombreux fragments de bois, tous attribués à *Agathoxylon*.

Les différentes données convergent donc vers une origine araucarienne de la résine sécrétée durant le Crétacé moyen en Charente-Maritime. Néanmoins, au vu de la diversité des taxa représentés, et de quelques spectres IR distincts du type araucarien, la possibilité de plusieurs arbres producteurs de résine n'est pas exclue. L'étude des restes de cuticules végétales associées dans les différents gisements confirme d'ailleurs la présence d'autres familles de conifères telles que *Cheirolepidiaceae*, *Cupressaceae* ou *Taxodiaceae*, qui pourraient également être à l'origine d'une partie de l'ambre charentais.

Pour relativiser l'origine "omnisciente et planétaire" des ambres par le *Pinus succinifera*, un second exemple concernant l'ambre de l'Oise est présenté sur le site Ambre.jaune. Lisez le Mag-AMP N°1 page 12/32 et le Mag-AMP N°2 page 23/36

Le Mag-AMP N°1 : http://seclin.tourisme2.free.fr/MMag-AMP_1.pdf

Le Mag-AMP N°2 : http://seclin.tourisme2.free.fr/MMag-AMP_2.pdf

Et, concernant cet ambre lisez également la page :

<http://ambre.jaune.free.fr/page16.html>

En 1890, Hugo Conwentz (ci contre) utilise le terme de *Pinus succinifera* pour désigner l'ensemble des conifères à l'origine des ambres baltes. Cependant, bien que les différents ambres baltes soient relativement proches du point de vue physico-chimique, il est peu probable qu'elles soient toutes issues d'une même espèce de conifère. En effet, la période durant laquelle ces ambres apparaissent s'étale sur 18 millions d'années.

Malgré ces constatations, l'origine des ambres baltes reste discutée (Larsson 1978, Poinar 1992, Grimaldi 1996, Ganzewski 1997, Geirnaert 2002). Leurs origines pourraient ainsi se trouver parmi les *Arecaceae*, *Fagaceae*, *Pinaceae* ou les *Cupressaceae*. Les ambres baltes verraient donc leurs origines au sein des gymnospermes, alors que le copal serait issue des angiospermes (plantes à fleurs).

Cependant, d'après Éric Geirnaert (2002), la présence de l'alpha-amyrine (substance caractéristique des angiospermes) dans certaines ambres baltes pourrait signifier que ces ambres peuvent avoir des plantes à fleurs pour origine, si les traces ne sont pas issues d'une contamination.



4 bis) En quoi consiste précisément la "fossilisation" ?

Parler d'un phénomène de "fossilisation" pour les résines fossiles est un abus de langage.

L'ambre est une substance organique durcie, stabilisée lors d'une réaction chimique, assimilée, à tort, au phénomène de la fossilisation (*). En tout état de cause, on ne peut donc qualifier l'ambre de «fossile» ; cependant, cette acception est consacrée par l'usage...

La fossilisation est en effet un processus de substitution d'une matière par une autre. L'ambre, au contraire, conserve sa nature originale tout en protégeant celle de l'inclusion.

Pour en avoir la preuve, il suffit de présenter un ambre à une flamme pour créer une combustion lente identique à celle d'une bougie. Il n'y a donc pas 'fossilisation de matière' pour l'ambre, mais seulement modification structurale des composés chimiques.

Le processus qui transforme graduellement une résine en ambre, conserve à la matière organique sa transparence ! Cette caractéristique, évidente, mérite d'être rappelée, car, si l'ambre n'était pas resté translucide, aucune inclusion n'aurait jamais pu être étudiée.

() Habituellement, la fossilisation se traduit par une disparition complète des composés organiques. L'eau est à l'origine du phénomène de la fossilisation. Vecteur de divers éléments en solution, elle s'infiltre dans les milieux poreux, et y facilite le remplacement, molécule par molécule, des éléments du corps primitif par d'autres. La fossilisation ordinaire est donc une substitution de matière. Ce processus conserve la forme globale de l'objet, mais sa constitution chimique est totalement modifiée.*

5) Monsieur GEIRNAERT, toute information que vous pensez essentielle de présenter...

Réponse : pour quelques compléments ayant rapport à la question 4, prenez le temps de lire la page web suivante : http://ambre.jaune.free.fr/dinosaure_suite.htm

Concernant la conservation des inclusions organiques avec l'ADN antique, reportez vous à la page : http://ambre.jaune.free.fr/graine_ambre.html

Lisez également le Mag-AMP N°2 présenté à la page <http://ambre.jaune.free.fr/> Pages 10/36 et suivantes, vous verrez la revitalisation des bactéries fossiles.

6) Existe-t-il des risques autour des expériences sur les ambres (gaz toxique, réaction chimique ...)?

Réponse : Non, aucun. A l'identique d'un simple et assez insignifiant petit bout de bois, l'ambre (et les autres résines fossiles et sub-fossiles) est assez neutre et sans danger pour des expériences "chimiques". Mais, attention : les faux ambres (ceux en plastiques) proposés dans le commerce dès lors qu'ils sont testés, brûlés, par exemple, pourraient être, eux, plus toxiques, (irritants). Produits dérivés des plastiques parfois toxiques.

7) Pour terminer nous voudrions savoir si vous voudriez participer à une interview de notre part (par le moyen qui vous arrangerait (MSN, téléphone, rencontre...)).

Réponse : Une interview e-mail, (eric.ambre.jaune@hotmail.fr), me conviendra parfaitement.

Monsieur GEIRNAERT, nous vous remercions d'avance beaucoup pour l'attention que vous porterez à notre sollicitation.

Cordialement,

*Lucas C., Philippe G.
Gabriel et Philippe R.*

Pour tout travail et/ou publication ayant rapport à l'ambre (texte, iconographie, échantillons) ou pour une expression culturelle, (exposition animation conférence), vous pouvez contacter l'auteur en écrivant à l'adresse : eric.ambre.jaune@hotmail.fr



Si vous souhaitez exploiter des photographies d'art (Ambre, Nature, Environnement) pour un dossier, vous pouvez contacter l'auteur sur son site.

- © 2006- Eric GEIRNAERT / Ambre.Jaune.Free.fr -

<http://ambre.jaune.free.fr/>