

[Accueil](#) ▶ [Tous les numéros](#) ▶ [Volume 191 \(2020\)](#) ▶ [BSGF - Earth Sci. Bull., 191 \(2020\) 16](#) ▶ [HTML complet](#)

Numéro spécial L'Ambre

Accès libre

Problème	BSGF - Earth Sci. Taureau. Volume 191, 2020 Numéro spécial L'Ambre
Numéro de l'article	16
Nombre de pages)	5
EST CE QUE JE	https://doi.org/10.1051/bsgf/2020017
Publié en ligne	11 juin 2020

BSGF - Bulletin des sciences de la Terre 2020, 191, 16

Conifères de l'ambre cénonanien de Fouras (Charente-Maritime, ouest de la France)

Conifères de l'ambre cénonanien de Fouras (Charente-Maritime, Ouest de la France)

Jean-David Moreau^{1*}, Didier Néraudeau² et Vincent Perrichot²

¹ UMR CNRS 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne Franche-Comté, 6, boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France

² Univ. Rennes, CNRS, Géosciences Rennes - UMR 6118, 35000 Rennes, France

* Auteur correspondant: jean.david.moreau@gmail.com

Reçu le 26 août 2019 Accepté le 5 mai 2020

Abstrait

Les inclusions fossiles d'arthropodes et de microorganismes sont abondantes dans l'ambre créacé de l'ouest de la France, mais les méso- ou macrorestes végétaux sont rares. Les restes préservés sont pour la plupart minuscules, très fragmentés et indéterminables. Une seule localité ambrée du département de la Charente a déjà fourni des restes de conifères. Ici, nous rapportons les premiers mésoremaines végétaux piégés dans l'ambre cénonanien de Fouras - Bois Vert, dans le département de la Charente-Maritime. Ils se composent de trois haches feuillues bien conservées et d'un cône de conifères Cheirolepidiacean. Sur la base de la disposition hélicoïdale des feuilles rhomboïdales, plus longues que larges et fortement pressées, les axes feuillus sont attribués au genre *Pagiophyllum*. Le cône ovoïde porte plus de 15 feuilles imbriquées, disposées en hélice, en forme d'écaillés et est attribué à *Classostrobus* sp. Bien que la flore du Crétacé soit abondante dans l'argile lignitique de la région des Charentes, *Pagiophyllum* est signalé pour la première fois dans les gisements *albio*-cénonaniens de cette zone. Les caractéristiques xérophytes de *Pagiophyllum* soutiennent en outre un environnement côtier rude et instable exposé de façon saisonnière à des conditions chaudes et sèches au milieu du Crétacé dans la région des Charentes.

Reprendre

Les inclusions fossiles d'arthropodes et de microorganismes sont abondantes dans l'ambre créacé de l'Ouest de la France, mais les méso- et macrorestes végétaux sont quant à eux rares. Les restes préservés sont essentiellement minuscules, très fragmentés et indéterminables. Jusqu'ici, seule une localité du département de la Charente a livré de l'ambre contenant des conifères. Ici, nous présentons les premiers mésorestes végétaux connus dans l'ambre cénonanien de Fouras - Bois Vert, dans le département de la Charente-Maritime. Il s'agit de trois axes feuillés et d'un cône de conifère Cheirolepidiaceae bien préservés. Les axes feuillés sont attribués au genre *Pagiophyllum* sur la base de l'arrangement hélicoïdal de feuilles qui

Table des matières

Article

Abstrait

HTML complet

PDF (1,648 Mo)

ePUB (1,822 Mo)

Les références

Métrique

[Afficher les statistiques de l'article](#)

Prestations de service

Mêmes auteurs

[- Google Scholar](#)[- Base de données EDP Sciences](#)[- PubMed](#)[Recommander cet article](#)[Envoyer sur mon Kindle](#)[Télécharger la citation](#)

Articles Liés

[Nouvel assemblage de fossiles avec de l'ambre, des plantes et des vertébrés du Cénonanien inférieur près de Châtelleraut \(Vienne, ouest de la France\)](#)

BSGF - Earth Sciences Bulletin 2020, 191, 29

[Ambre thaïlandais: un aperçu de l'histoire des premières diatomées?](#)

BSGF - Bulletin des sciences de la Terre 2020, 191, 23

[Un examen des occurrences de l'ambre et du copal en Afrique et leur importance paléontologique](#)

BSGF - Earth Sciences Bulletin 2020, 191, 17

Plus

Bookmarking

 [Services aux lecteurs](#) [Alerte email](#)[Haut](#)
[Abstrait](#)

sont rhomboïdales, plus longues que larges et très plaquées sur les axes. Le cône est ovoïde, constitué de plus de 15 écailles arrangées de manière spiralée et est attribué à *Classostrobus* sp. Bien que les flores crétacées soient abondantes dans les argiles ligniteuses de la région des Charentes, *Pagiophyllum* est pour la première fois signalé dans les dépôts albo-cénomaniens de ce secteur. Les caractéristiques xérophytiques de *Pagiophyllum* sont des arguments pour soutenir que les flores du Crétacé moyen de Charente-Maritime étaient adaptées aux milieux côtiers saisonnièrement exposés à de fortes températures.

Mots clés: plantes fossiles / ambre / Crétacé / *Pagiophyllum* / xérophyte / France

Mots clés: plantes fossiles / ambre / Crétacé / *Pagiophyllum* / xérophytique / France

© J.-D. Moreau et coll., Edité par EDP Sciences 2020



Il s'agit d'un article en libre accès distribué sous les termes de la licence d'attribution Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), qui permet une utilisation, une distribution et une reproduction sans restriction sur tout support, à condition que l'œuvre originale soit correctement citée.

1. Introduction

Des restes de plantes tels que des bryophytes, des haches feuillues de conifères, des fougères et des fleurs ont été signalés dans l'ambre du Crétacé dans de nombreuses localités du monde (Chambers *et coll.*, 2010 ; Crepet *et coll.*, 2016 ; Ignatov *et coll.*, 2016 ; Schneider *et coll.*, 2016 ; Moreau *et coll.*, 2017a ; Kvaček *et coll.*, 2018). Cependant, de telles inclusions fossiles restent extrêmement rares dans l'ambre du Crétacé français qui a par ailleurs produit des fossiles abondants et diversifiés d'arthropodes (Néraudeau *et coll.*, 2002, 2008 ; Nel *et coll.*, 2004 ; Perrichot, 2005, 2015 ; Perrichot *et coll.*, 2008a, 2008b, 2010), micro-organismes (Breton et Tostain, 2005 ; Girard *et coll.*, 2009), ainsi que de rares téguments vertébrés (Perrichot *et coll.*, 2008c ; Vullo *et coll.*, 2010a). Les méso- ou macrorestes végétaux trouvés dans cet ambre sont généralement indéterminables, altérés et limités aux poils étoilés (Girard, 2010), ou de minuscules fragments de cuticule ou de bois parfois conservés sous forme de moulages partiellement vides (Perrichot, 2005 ; Girard *et coll.*, 2013). Jusqu'à présent, une seule plante foliaire restante était décrite dans l'ambre de La Buzinie dans le département de la Charente (Moreau *et al.*, 2017a). Il se compose d'un axe feuillu de conifères *parfaitement préservé* attribué à *Glenrosa carentonensis* Moreau, Néraudeau, Tafforeau & Dépré, un taxon du Crétacé éteint caractérisé par un arrangement stomatique inhabituel à l'intérieur des cryptes (Moreau *et coll.*, 2015). Récemment, plusieurs haches feuillues et un cône ont été découverts dans l'ambre cénomanien du site paléontologique de Fouras qui a jusqu'à présent fourni divers fossiles d'insectes et de vertébrés (Néraudeau *et coll.*, 2003 ; Vullo *et coll.*, 2005). Ici, nous décrivons ces spécimens et discutons des implications paléocophysiologiques.

2 Cadre géologique

Les morceaux d'ambre contenant les restes végétaux décrits ici ont été découverts dans les gisements du Crétacé de la Plage de la Vierge à Fouras - Bois Vert dans le département de la Charente-Maritime (ouest de la France). Au niveau régional, les séries de l'Albien supérieur et du Cénomaniens sont divisées en sept unités, A à G (Néraudeau et Moreau, 1989 ; Moreau, 1996 ; Néraudeau *et coll.*, 1997). À Fouras - Bois Vert, les gisements sont exposés de la sous-unité B1 à la sous-unité B3 qui sont d'âge cénomanien précoce en raison de la présence de la *conica* d'Archiac foraminifera *Orbitolina* (*Conicorbitulina*) dans les trois sous-unités (Néraudeau *et al.*, 2003). La sous-unité B1 comprend jusqu'à 5 m de calcaire fossilifère limoneux à sableux produisant des rudistes (*Ichthyosarcolithes triangularis* Desmarest), des huîtres (*Rhynchostreon suborbiculatum* Lamarck) et le foraminifera *Orbitolina plana concava* Lamarck. La sous-unité B2 correspond à jusqu'à 5 m de marnes et de sable glauconitique. Fondamentalement, cette sous-unité (B2ms) est constituée d'argile lamellée grise à lignitique produisant d'abondants fragments de bois (parfois de gros troncs pouvant atteindre 3 m de long), des restes d'ambre et de vertébrés (Néraudeau *et al.*, 2003 ; Perrichot, 2005 ; Vullo *et al.*, 2005). Le bois a été principalement attribué à des taxons de conifères tels que *Agathoxylon gardoniense* Crié, *Brachyoxylon* Hollick & E. Jeffrey et *Podocarpoxyylon* Gothan alors qu'un seul spécimen a été attribué au bois de Ginkgoalean *Ginkgoxylon* Saporta. La surface des troncs porte souvent des huîtres marines (*Acutostrea lingularis* Lamarck, *Gyrostroma cf. delectrei* Coquand) et des sondages de bivalves xylophages (*Teredolites* Leymerie). L'ambre de B2ms a produit diverses inclusions d'insectes (Perrichot *et al.*, 2010), parmi lesquelles se trouvent certaines des plus anciennes fourmis et coléoptères trogossitides connus (Perrichot *et al.*, 2008b ; Peris *et coll.*, 2014). Les restes de vertébrés ont été attribués à des groupes terrestres, tels que les dinosaures (Iguanodontidés ; Néraudeau *et al.*, 2003), les ptérosaures (Vullo et Néraudeau, 2009) et des tortues (*Solemys* de Lapparent de Broin & Murelaga ; Vullo *et coll.*, 2010b), ainsi que des marins comme le serpent *Simoliophis rochebrunei* Sauvage et le requin *Cretodus semiplicatus* Agassiz (Vullo *et al.*, 2005, 2011).

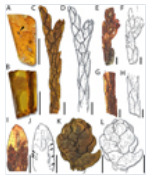
- 1. Introduction
- 2 Cadre géologique
- 3 Matériel et méthodes
- 4 Paléobotanique systématique
- 5 Discussion et conclusions
- Remerciements
- Les références
- Liste des figures

La partie supérieure de la sous-unité B2 correspond au grès avec accumulation d'huîtres (*Rhynchostreon suborbiculatum*, *Ceratostreon flabellatum* Goldfuss). La sous-unité B3 est constituée de 6–8 m de calcaire alternant avec des marnes limoneuses à sableuses.

3 Matériel et méthodes

Les morceaux d'ambre ont tous été collectés dans la sous-unité B2 (couche B2ms). L'ambre fossilifère de Fouras - Bois Vert est principalement translucide et jaune à orange (figures 1A et 1B). Les restes végétaux se composent de trois axes feuillus et d'un cône de conifère, qui étaient à l'origine conservés en deux morceaux d'ambre avec de nombreuses inclusions d'arthropodes: le morceau IGR.FRS-1 contenait 13 hexapodes; et la pièce IGR.FRS-7 contenait 57 arthropodes (voir la liste détaillée dans Cockx *et coll.*, 2016 : Tab. 1). Pour une étude optimale de chaque inclusion fossile, ces pièces ont ensuite été coupées en fragments plus petits à l'aide de lames de scalpel, et chaque fragment a été poli à l'aide de papiers de carbure de silicium sur un polisseur Buehler Metaserv 3000. Les restes de conifères sont conservés en trois dimensions et montrent une préservation exquise de la cuticule, y compris les appareils stomatiques. Les photographies ont été prises avec une caméra numérique USB BMS (5 mégapixels) montée sur un stéréomicroscope Leica 125. Les spécimens présentés dans cet article sont conservés au Département de Géologie et au Musée de l'Université de Rennes 1.

Fig. 1



Inclusions végétales en ambre cénoomanien de Fouras - Bois Vert. UN B. Fragment d'ambre portant un cône de conifère (A) et un axe feuillu (B); la flèche noire indique l'emplacement du cône. C - H. Axe foliaire de conifères disposé en hélice, *Pagiophyllum* sp. I - J. Surface abaxiale d'une feuille montrant l'alignement des appareils stomatiques; les flèches noires indiquent l'emplacement des appareils stomatiques. K - L. Cône de conifère, *Classostrobus*. A, K - L. IGR.FRS-7.18; B, G - H, IGR.FRS-1.14; CD. IGR.FRS-7.25; E - F. IGR.FRS-7.10. Barres d'échelle: A = 10 mm; B = 5 mm; C - H = 1 mm; I - L = 0,5 mm.

4 Paléobotanique systématique

Ordre - Coniferales

Famille - Cheirolepidiaceae

4.1 Haches feuillues

Genre - *Pagiophyllum* Heer, corrige. Harris, 1979

Pagiophyllum s.p.

Figures. 1C - 1J

Matériel. 3 spécimens; IGR.FRS-7.10, IGR.FRS-1.14, IGR.FRS-7.25.

La description. Les axes feuillus sont droits (figures 1C, 1D, 1G, 1H) à légèrement incurvés (figures 1E et 1F). Le plus gros spécimen mesure 10 mm de long. Les pousses sont étroites et atteignent 1,5 mm de diamètre. Les feuilles sont persistantes, disposées en hélice (phyllotaxie 3/8), fortement pressées et imbriquées (figures 1C - 1H). Les feuilles sont en forme d'écailles, rhomboïdales, plus longues que larges et carénées sur le côté abaxial (Figs. 1C - 1J). Ils mesurent 1,7–2,5 mm de long et 0,6–0,8 mm de large. Apicalement, les feuilles présentent une partie libre qui mesure jusqu'à 0,8 mm de long. La surface abaxiale des feuilles est convexe tandis que la surface adaxiale est concave. La marge de la feuille est entière et la forme de l'apex de la feuille est assez pointue. La surface des feuilles montre localement les contours des cellules épidermiques. Sur la surface abaxiale, les appareils stomatiques sont disposés en rangées longitudinales qui convergent vers l'apex des feuilles (Fig. 1I et 1J). Les appareils stomatiques sur la surface abaxiale mesurent 50–70 µm de long et 35–45 µm de large. Les rangées stomatiques ne sont pas enfoncées mais les cellules de garde des stomates individuels sont enfoncées dans une fosse. Les ouvertures de la fosse sont principalement ovales et parfois circulaires. Leur orientation est assez stable, principalement orientée transversalement au bord des feuilles. Cependant, ils sont parfois orientés obliquement par rapport à la marge des feuilles. Les cellules subsidiaires forment un bord épais et bien marqué autour des ouvertures de la fosse. La surface abaxiale des feuilles montre partiellement la forme de cellules épidermiques ordinaires qui sont rectangulaires et forment des rangées longitudinales, qui sont orientées parallèlement à l'axe des feuilles.

Remarques. La morphologie grossière de *Pagiophyllum* est proche de celles de l'axe feuillu *Brachyphyllum* Brongn. (par exemple, des rameaux droits avec des aiguilles disposées en hélice et de petites feuilles). Harris

(1979) a mis en évidence la difficulté à distinguer les deux genres et a proposé que la « *seule distinction de Brachyphyllum de Brachyphyllum est sa feuille libre plus* ». Il a précisé dans les diagnostics corrigés de *Brachyphyllum* et *Pagiophyllum* "feuille composée d'un coussin basal se rétrécissant en une petite partie libre, de la longueur de la partie libre (surface supérieure au-delà du coussin de la feuille) ou de la hauteur totale de la feuille et du coussin (vers l'extérieur de la pousse) inférieure à la largeur du coussin de feuille » pour la première, alors que « *feuille à peu près aussi large que son coussin basal, longueur dépassant la largeur du coussin* » pour le second. *Brachyphyllum* a été signalé dans de nombreux sites paléobotaniques du Crétacé de l'ouest de la France (par ex. [Coquand, 1860](#) ; [Gomez et coll. , 2008](#) ; [Néraudeau et coll. , 2009](#) ; [Moreau et coll. , 2014a](#)). Il diffère de *Pagiophyllum* par ses feuilles aussi longues que larges, avec une partie libre plus courte fortement apprimée sur la tige. D'après [Harris \(1979\)](#) , les spécimens de Fouras peuvent être attribués en toute confiance à *Pagiophyllum*.

4.2 Cône

Genre - *Classostrobus* Alvin, Spicer et J. Watson 1978

Classostrobus sp.

Figures. 1K et 1L

Matériel. 1 spécimen; IGR.FRS-7.18

La description. Le cône est ovoïde, 1,7 mm de long, 1,3 mm de large et porte plus de 15 feuilles imbriquées, disposées en hélice, en forme d'écailles. Les feuilles en forme d'écailles sont convexes, de forme rhomboïdale et présentent des apex acuminés ou aigus (figures 1K et 1L). Ils mesurent jusqu'à 0,8 mm de long et jusqu'à 0,7 mm de large.

Remarques . Les structures internes du cône ne sont pas visibles. Nous pouvons remarquer que de minuscules cônes mâles attribués à *Classostrobus* sp. et montrant une morphologie grossière proche du spécimen de Fouras - Bois Vert ont été découverts dans de l'argile lignitique cénomanienne de plusieurs régions de la Charente-Maritime (ex: Ile d'Aix, [Néraudeau et al. , 2009](#) ; Puy-Puy, [Perrichot, 2005](#)). *Pagiophyllum* et *Classostrobus* coexistent souvent dans les plates-bandes du Mésozoïque ([Thévenard, 1993](#) ; [Van Konijnenburg-Van Cittert, 1987](#)). Cependant, les appareils stomatiques n'étant pas visibles, le cône de Fouras - Bois Vert ne peut pas être lié en toute confiance à l'axe feuillu *Pagiophyllum* décrit ci-dessous.

5 Discussion et conclusions

Des restes de plantes albio-cénomaniennes ont été signalés dans de nombreuses localités de l'ouest de la France (par exemple [Coquand, 1860](#) ; [Zeiller, 1887](#) ; [Lecointre et Carpentier, 1938](#) ; [Pons et coll. , 1976](#) ; [Pons, 1979](#) ; [Koeniguer, 1981](#) ; [Berthelin et Pons, 1999](#) ; [Néraudeau et coll. , 2002, 2005, 2013, 2020](#) ; [Gomez et coll. , 2004, 2008](#) ; [Coiffard et coll. , 2009](#) ; [Saint-Martin et coll. , 2013](#) ; [Moreau et coll. , 2014a, 2014b, 2015, 2017b, 2017c](#) ; [Valentin et coll. , 2014](#) ; [Fleury et coll. , 2017](#)). Ces rapports incluaient des angiospermes, des conifères, des bennettitiales, des fougères, des cycadales et des ginkgophytes. Les conifères sont représentés par des haches feuillues, des cônes mâles, ainsi que des écailles ovulifères isolées. Les haches feuillues de *Brachyphyllum* , *Frenelopsis* (Schenk) corrigent. J. Watson, *Geinitzia* Endl. Et *Glenrosa* J. Watson & HL Fisher sont abondants dans la plupart des assemblages dominés par les conifères des gisements du Crétacé de la Charente-Maritime (eg [Gomez et al. , 2008](#) ; [Néraudeau et al. , 2009](#) ; [Moreau et al. , 2014a, 2015, 2017c](#)). Cependant, le conifère *Pagiophyllum* est signalé pour la première fois dans cette zone, car il n'était jusqu'alors connu que des gisements cénomaniens du département de la Vienne ([Valentin et al. , 2014](#)).

Des conifères à caractères xérophytes ont déjà été trouvés dans la flore côtière du Crétacé de l'ouest de la France (ex: *Brachyphyllum* , *Frenelopsis* et *Glenrosa* ; [Gomez et al. , 2008](#) ; [Moreau et al. , 2015](#)). Selon ces études, ces plantes ont été adaptées pour résister à un ensoleillement intense et aux environnements côtiers exposés à des conditions desséchantes associées à de l'eau de mer saline et à des conditions sèches. *Pagiophyllum* montre clairement des pousses charnues, de petites feuilles pressées contre l'axe, une cuticule épaisse et des appareils stomates enfoncés avec des cellules subsidiaires formant un bord épais. Ces caractéristiques sont celles d'une flore en climat tropical avec des saisons contrastées cycliquement sèches ([Thévenard et coll. , 2003](#)). Conformément à cette hypothèse, [Néraudeau et al. \(2003\)](#) ont interprété le lit ambré de Fouras comme un gisement paraliatique présentant à la fois des impulsions marines et terrestres. Complétant les précédentes analyses paléobotaniques (par exemple , [Gomez et al. , 2008](#) ; [Moreau et al. , 2015](#)), les caractéristiques xérophytes de *Pagiophyllum* sont de nouveaux arguments pour soutenir que les flores côtières albio-cénomaniennes de la Charente-Maritime étaient bien adaptées aux environnements paraliatiques de manière saisonnière exposés à des conditions chaudes et sèches.

La flore crétacée de l'ouest de la France est principalement conservée sous forme d'empreintes et de compressions avec ou sans cuticule dans des dépôts argileux et lignitiques. En contraste avec ces plantes fossiles hautement compressées, les haches feuillues de *Pagiophyllum* et le cône de l'ambre de Fouras sont conservés en trois dimensions. [Moreau et coll. \(2017A, 2017b, 2017c\)](#) ont démontré que certains spécimens

peuvent parfaitement préserver la plupart des tissus, y compris l'épiderme, le parenchyme palissade, le parenchyme spongieux, les trachéides de transfusion et les faisceaux vasculaires. Cependant, les structures internes des spécimens de Fouras ne peuvent pas être explorées en utilisant la microscopie légère classique. Bien que nous ne puissions pas garantir une telle préservation, de futures investigations utilisant une technique d'imagerie 3D telle que la tomographie synchrotron devraient être appropriées pour explorer l'histologie de ces échantillons de Fouras.

Remerciements

Nous remercions Eric Dépré (INRA Surgères), Vincent Girard (Université de Montpellier) et Romain Vullo (Université Rennes 1) pour leurs contributions lors de plusieurs sorties terrain à Fouras. Nous remercions les deux relecteurs anonymes pour leurs commentaires constructifs sur le manuscrit. Ce travail est une contribution au programme de recherche INSU TELLUS InterrVie, Projet NOVAMBRE 2 (coord. D. Néraudeau et V. Perrichot).

Les références

- Berthelin M, Pons D. 1999. Signification des caractères partagés entre Bennettiales et Cycadales. Implications de la découverte d'une Cycadale nouvelle du Cénomaniens de l'Anjou (France). *Annales de Paléontologie* 85: 227-239. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Breton G, Tostain F. 2005. Les microorganismes de l'ambre cénomaniens d'Écommoy (Sarthe, France). *Comptes Rendus Palevol* 4: 31-46. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Chambers KL, Poinar Jr GO, Buckley R. 2010. *Tropidogyne*, un nouveau genre d'Eudicots du Crétacé précoce (Angiospermae) de l'ambre birman. *Novon* 20: 23-29. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Cockx PFD, McKellar RC, Perrichot V. 2016. Premiers signalements des sous-familles Bethylinae (Hymenoptera: Bethylinidae) et Cleptinae (Hymenoptera: Chrysididae) dans l'ambre du Crétacé supérieur de France. *Cretaceous Research* 68: 1-8. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Coiffard C, Gomez B, Thiébaud M, Kvaček J, Thévenard F, Néraudeau D. 2009. *Eucalyptolaurus depreii*, gén. et sp. nov., feuilles de Lauracées veinées intra-marginales de l'Albien-Cénomaniens de la Charente-Maritime (ouest de la France). *Palaeontology* 52: 323-336. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Coquand H. 1860. Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans les formations secondaires de la Charente, de la Charente Inférieure et de la Dordogne. Marseille: Barlatier-Feissat et Demonchy. [[Google Scholar](#)]
- Crepet WL, Nixon KC, Grimaldi D, Riccio M. 2016. Une fleur lauralienne en mosaïque du Crétacé précoce du Myanmar. *American Journal of Botany* 103: 290-297. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Fleury R, Polette F, Batten DJ, Durand M, Moreau JD, Néraudeau D, *et al.* 2017. Etude paléobotanique d'une lentille d'argile cénomaniens dans la carrière de Hucheloup, Maine-et-Loire, Nord-Ouest de la France: implications taxonomiques, stratigraphiques et paléoenvironnementales. *Annales de Paléontologie* 103: 235-250. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Girard V. 2010. Microcénoses des ambres médio-crétacés français. Taphonomie, systématique, paléoécologie et reconstitution du paléoenvironnement. *Mémoires de Géosciences Rennes* 134: 1-294. [[Google Scholar](#)]
- Girard V, Schmidt AR, Struwe S, Perrichot V, Breton G, Néraudeau D. 2009. Taphonomie et paléoécologie de microorganismes conservés à l'ambre moyen du Crétacé du sud-ouest de la France. *Geodiversitas* 31: 152-163. [[Google Scholar](#)]
- Girard V, Néraudeau D, Breton G, Morel N. 2013. Paléoécologie de la forêt d'ambre cénomaniens de la Sarthe (ouest de la France). *Geologica Acta* 11: 321-330. [[Google Scholar](#)]
- Gomez B, Daviero-Gomez V, Perrichot V, Thévenard F, Coiffard C, Philippe M, *et al.* 2004. Assemblages floristiques de l'Albien-Cénomaniens de Charente-Maritime (SO France). *Annales de Paléontologie* 90: 147-159. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

- Gomez B, Coiffard C, Dépré E, Daviero-Gomez V, Néraudeau D. 2008. Diversité et histologie d'une litière végétale du Cénomaniens d'Archingeay – Les Nouillers (SO France). *Comptes Rendus Palevol* 7: 135–144. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Harris TM. 1979. Le Yorkshire Jurassic Flora, V, Coniferales. Londres (Royaume-Uni): British Museum. [[Google Scholar](#)]
- Ignatov MS, Heinrichs J, Schäfer-Verwimp A, Perkovsky EE. 2016. Premier signalement d'un bryophyte dans l'ambre du Crétacé supérieur de Taimyr, au nord de la Sibérie: *Taimyrobryum martynoviorum* gen. et sp. nov. (Bryopsida). *Cretaceous Research* 65: 25–31. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Koeniguer JC. 1981. Les milieux forestiers littoraux du Cénomaniens inférieur des Charentes. *Cretaceous Research* 2: 351–352. [[Google Scholar](#)]
- Kvaček J, Barrón E, Heřmanová Z, Mendes MM, Karch J, Žemlička J, et al. 2018. Conifère Araucarian de l'ambre Albien tardif du nord de l'Espagne. *Palaeontology* 4: 643–656. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Lecointre G, Carpentier A. 1938. Sur les empreintes de *Frenelopsis* du Cénomaniens provenant du fourrage de Monts-sur-Guesnes (Vienne). *Bulletin de la Société géologique de France* 5: 583–586. [[Google Scholar](#)]
- Moreau JD, Néraudeau D, Gomez B, Tafforeau P, Dépré E. 2014a. Inclusions végétales des silex cénomaniens d'Archingeay-Les Nouillers, ouest de la France. *Lethaia* 47: 313–322. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Moreau JD, Néraudeau D, Gomez B, Tafforeau P, Dépré E. 2014b. Inclusions de conifères, échinoïdes, foraminifères et éponges dans des silex du Cénomaniens de Charente-Maritime (France): apport de la microtomographie synchrotron. *Comptes Rendus Palevol* 13: 455–461. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Moreau JD, Néraudeau D, Tafforeau P, Dépré E. 2015. Etude de l'histologie des haches feuillues et des cônes mâles de *Glenrosa carentonensis* sp. nov. (Silex cénomaniens de Charente-Maritime, France) utilisant la microtomographie synchrotron liée à la paléoécologie. *PLoS One* 10 (8): e0134515. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Moreau JD, Néraudeau D, Perrichot V, Tafforeau P. 2017a. Tissus de conifères vieux de 100 millions d'années de l'ambre du Crétacé moyen de la Charente (ouest de la France) révélés par microtomographie synchrotron. *Annals of Botany* 119: 117–118. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Moreau JD, Néraudeau D, Tafforeau P, Dépré E. 2017b. Synthèse sur la diversité des préservations végétales du site d'Archingeay-Les Nouillers (France): un Konservat-Lagerstätte pour les flores de l'Albien-Cénomaniens. *Annales de Paléontologie* 103: 165–171. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Moreau JD, Néraudeau D, Philippe M, Dépré E. 2017c. Flore Albienne d'Archingeay-Les Nouillers (Charente-Maritime): comparaison et synthèse des méso-et macro-restes crétacés du bassin aquitain (sud-ouest de la France). *Geodiversitas* 39: 729–741. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Moreau P. 1996. Analyse de la transgression cénomaniens sur la bordure nord-occidentale du Bassin de l'Aquitaine. *Géologie de la France* 1: 3–16. [[Google Scholar](#)]
- Nel A, Perrault G, Perrichot V, Néraudeau D. 2004. La plus vieille fourmi de l'ambre du Crétacé inférieur de la Charente-Maritime (Sud-Ouest de la France) (Insectes: Hyménoptères: Formicidae). *Geologica Acta* 2: 23–29. [[Google Scholar](#)]
- Néraudeau D, Moreau P. 1989. Paléoécologie et paléobiogéographie des faunes d'échinoïdes du Cénomaniens nord-aquitain (Charente-Maritime, France). *Geobios* 22: 293–324. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Néraudeau D, Thierry J, Moreau P. 1997. Variations de la biodiversité des échinoïdes lors de l'épisode transgressif Cénomaniens-Turonien précoce en Charente (France). *Bulletin de la Société Géologique de France* 168: 51–61. [[Google Scholar](#)]

Néraudeau D, Perrichot V, Dejax J, Masure E, Nel A, Philippe M, *et al.* 2002. Un nouveau gisement à l'ambre insectifère et à végétaux (Albien terminal probable): Archingeay (Charente-Maritime, France). *Geobios* 35: 233–240. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Néraudeau D, Allain R, Perrichot V, Videt B, de Lapparent de Broin F, Guillocheau F, *et al.* 2003. Découverte d'un dépôt paralique à bois fossiles, ambre insectifère et restes d'Iguanodontidae (Dinosauria, Ornithopoda) dans le Cénomaniens inférieur de Fouras (Charente-Maritime, Sud-Ouest de la France). *Comptes Rendus Palevol* 2: 221-230. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Néraudeau D, Vullo R, Gomez B, Perrichot V, Videt B. 2005. Stratigraphie et Paléontologie (plantes, vertébrés) de la série paralique Albien terminal-Cénomaniens basal de Tonnay-Charente (Charente-Maritime, France). *Comptes Rendus Palevol* 4: 79–93. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Néraudeau D, Perrichot V, Colin JP, Girard V, Gomez B, Guillocheau F, *et al.* 2008. Un nouveau gisement ambré du Crétacé (Albien supérieur-Cénomaniens inférieur) du sud-ouest de la France. *Cretaceous Research* 29: 925–929. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Néraudeau D, Vullo R, Gomez B, Girard V, Lak M, Videt B, *et al.* 2009. Fossiles d'ambre, de plantes et de vertébrés du faciès paralique du Cénomaniens inférieur de l'île d'Aix (Charente-Maritime, sud-ouest de la France). *Geodiversitas* 31: 13–27. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Néraudeau D, Redois F, Ballèvre M, Duplessis B, Girard V, Gomez B, *et al.* 2013. L'ambre cénomaniens d'Anjou: stratigraphie et paléontologie des carrières du Brouillard et de Hucheloup (Ecouflant, Maine-et-Loire). *Annales de Paléontologie* 99: 361–374. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Néraudeau D, Vullo R, Bénéfice P, Breton G, Dépré E, Gaspard D, *et al.* 2020. Le Puy-Puy Lagerstätte paralique Albien – Cénomaniens (Bassin d'Aquitaine, France): un aperçu et de nouvelles données. *Cretaceous Research* 111: 104124. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Peris D, Kolibáč J, Delclòs X. 2014. *Cretamerus vulloji* gen. et sp. nov., le plus ancien coléoptère rongeur de l'écorce (Coleoptera: Trogossitidae) de l'ambre du Crétacé. *Journal of Systematic Palaeontology* 12: 879–891. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Perrichot V. 2005. Environnements paraliques à l'ambre et à végétaux au Crétacé nord-aquitain (Charentes, Sud-Ouest de la France). *Mémoires de Géosciences Rennes* 118: 1–310. [[Google Scholar](#)]

Perrichot V. 2015. Une nouvelle espèce de *Baikuris* (Hymenoptera: Formicidae: Sphecomyrminae) dans l'ambre mi-Crétacé de France. *Cretaceous Research* 52: 585–590. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Perrichot V, Lacau S, Néraudeau D, Nel A. 2008a. Preuve fossile de l'évolution précoce de la fourmi. *Naturwissenschaften* 95: 85–90. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Perrichot V, Nel A, Néraudeau D, Lacau S, Guyot T. 2008b. Nouvelles fourmis fossiles dans l'ambre du Crétacé français (Hymenoptera: Formicidae). *Naturwissenschaften* 95: 91–97. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Perrichot V, Marion L, Néraudeau D, Vullo R, Tafforeau P. 2008c. L'évolution précoce des plumes: preuves fossiles de l'ambre du Crétacé de France. *Actes de la Royal Society of London, Biological Sciences* 275: 1197-1202. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Perrichot V, Néraudeau D, Tafforeau P. 2010. Ambre charentaise. Dans: Penney D, éd. Biodiversité des fossiles dans l'ambre des principaux gisements mondiaux. Manchester (Royaume-Uni): Siri Scientific Press, pp. 192–207. [[Google Scholar](#)]

Pons D. 1979. Les organes reproducteurs de *Frenelopsis alata* (K. Feistm) Knobloch, Cheirolepidiaceae du Cénomaniens de l'Anjou, France. *Comptes Rendus du 104ème Congrès national des Sociétés savantes, Bordeaux, Section Sciences* 209-231. [[Google Scholar](#)]

Pons D, Boureau E, Broutin J. 1976. Nouvelles études paléobotaniques des environs d'Angers I.

Eretmophyllum andegavense nov. sp., Ginkgoale fossile du Cénomaniens. In: *Comptes Rendus du 97^e Congrès national des Sociétés savantes, Section Sciences, Nantes*, pp. 367–369. [[Google Scholar](#)]

Saint-Martin JP, Saint-Martin S, Néraudeau D. 2013. L'ambre associé aux lignites cénomaniens du Sarladais (Dordogne, SO France). *Annales de Paléontologie* 99: 289–300. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Schneider H, Schmidt AR, Heinrichs J. 2016. Les fossiles d'ambre birman comblent le vide dans le registre crétacé des fougères polypodes. *Perspectives en écologie végétale, évolution et systématique* 18: 70–78. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Thévenard, F. 1993. Les coniférales du Jurassique inférieur du gisement de Chadelcoste, bassin des Causses (Lozère, France). *Examen de la paléobotanique et de la palynologie* 78: 145–166. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Thévenard F, Deschamps S, Guignard G, Gomez B. 2003. Les plantes fossiles du gisement hettangien de Talmont-Saint-Hilaire (Vendée, France). *Le Naturaliste vendéen* 3: 69–87. [[Google Scholar](#)]

Valentin X, Gomez B, Daviero-Gomez V, Charbonnier S, Ferchaud P, Kirejtshuk A, et al. 2014. Assemblage à dominance végétale et invertébrés du Cénomaniens inférieur du Jaunay-Clan, sud-ouest de la France. *Comptes Rendus Palevol* 13: 443–454. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Van Konijnenburg-Van Cittert JH. 1987. Nouvelles données sur *Pagiophyllum maculosum* Kendall et son cône mâle du Jurassique du Yorkshire du Nord. *Revue de la paléobotanique et de la palynologie* 51: 95–105. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Vullo R, Néraudeau D. 2009. Restes de ptérosaures des gisements paraliques du Cénomaniens (Crétacé supérieur) des Charentes, ouest de la France. *Journal of Vertebrate Paleontology* 29: 277–282. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Vullo R, Néraudeau D, Allain R, Cappetta H. 2005. Un nouveau gisement à microrestes de vertébrés continentaux et littoraux dans le Cénomaniens inférieur de Fouras (Charente-Maritime, Sud-Ouest de la France). *Comptes Rendus Palevol* 4: 95–107. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Vullo R, Girard V, Azar D, Néraudeau D. 2010a. Poils de mammifères en ambre du Crétacé précoce. *Naturwissenschaften* 97: 683–687. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Vullo R, Lapparent De Broin F, Néraudeau D, Durrieu N. 2010b. Tortues du début des dépôts paraliques du Cénomaniens (Crétacé supérieur) des Charentes, France. *Oryctos* 9: 37–48. [[Google Scholar](#)]

Vullo R, Rage JC, Néraudeau D. 2011. Restes anuriens et squamates du Cénomaniens (Crétacé supérieur) des Charentes, ouest de la France. *Journal of Vertebrate Paleontology* 31: 279–291. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Zeiller R. 1887. Note sur la flore des lignites de Simeyrols. *Bulletin de la Société géologique de France* 15: 882–884. [[Google Scholar](#)]

Citez cet article comme suit: Moreau JD, Néraudeau D, Perrichot V. 2020. Conifères de l'ambre cénomaniens de Fouras (Charente-Maritime, ouest de la France), *BSGF - Earth Sciences Bulletin* 191: 16.

Tous les chiffres

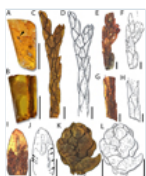


Fig. 1

Inclusions végétales en ambre cénomaniens de Fouras - Bois Vert. UN B. Fragment d'ambre portant un cône de conifère (A) et un axe feuillu (B); la flèche noire indique l'emplacement du cône. C – H. Axe foliaire de conifères disposé en hélice, *Pagiophyllum* sp. I – J. Surface abaxiale d'une feuille montrant l'alignement des appareils stomatiques; les flèches noires indiquent l'emplacement des appareils stomatiques. K – L. Cône de conifère, *Classostrobus*. A, K – L. IGR.FRS-7.18; B, G – H,

IGR.FRS-1.14; CD. IGR.FRS-7,25; E - F. IGR.FRS-7.10. Barres d'échelle: A = 10 mm; B = 5 mm; C - H = 1 mm; I - L = 0,5 mm.

[↑ Dans le texte](#)

BSGF - Bulletin des sciences de la Terre

Rédacteur en chef: Laurent JOLIVET - [Comité de rédaction](#)

ISSN: 0037-9409 - eISSN: 1777-5817

© SGF ([Société Géologique de France](#))



[Mentions légales](#)

[Contacts](#)