

Les fruits fossiles du palmier *Nypa burtinii* (Brongniart 1828) Ettinghausen 1879, des mangroves de l'Éocène des Corbières (Aude, France)

Alain Martinez¹

Résumé

De nombreux fruits et moulages internes d'endocarpes appartenant à l'espèce *Nypa burtinii* (Brongniart 1828) Ettinghausen 1879 ont été récoltés dans les dépôts du début de l'Éocène des Corbières, à Coustouge et à Albas (Aude). Leur présence suggère, un climat chaud de type subtropical et un environnement côtier où se développe actuellement les mangroves. Les fruits flottés de ce palmier, qui s'épanouit généralement à l'arrière des mangroves, indiquent l'existence de marais littoraux saumâtres à la limite du domaine émergé d'un delta. Toutefois, comme on trouve surtout des moulages internes d'endocarpe présentant des traces d'abrasion, des moulages de perforations de tarets (*Teredo*), cela indique que les fruits de *Nypa* flottés, emportés par une crue, ont dû séjourner assez longtemps en mer avant de s'échouer à distance du rivage, dans un dépôt de tempête sableux infralittoral.

Mots clés : Éocène, Yprésien, *Nypa burtinii*, Corbières, mangroves, delta, tempestites.

Fossil fruits of the Palm tree *Nypa burtinii* from the Corbières Eocen Mangroves (Aude, France).

Abstract

Numerous fruits and internal endocarp casts belonging to the species *Nypa burtinii* (Brongniart 1828) Ettinghausen 1879 have been collected from early Eocene deposits of the Corbières, at Coustouge and Albas (Aude). Their presence suggests a warm subtropical climate and a coastal environment where mangroves currently grow. The floating fruits of this palm tree, which generally flourishes at the rear of mangroves, indicate the existence of brackish coastal marshes at the edge of a delta's emerged area. However, as we mainly find internal endocarp casts showing signs of abrasion and casts of shipworm (*Teredo*) perforations, this indicates that the floating *Nypa* fruits, carried away by a flood, must have spent a fairly long time at sea before washing up some distance from the shore, in a sandy infralittoral storm deposit.

Key words : Eocene, Ypresian, *Nypa burtinii*, Corbières, mangroves, delta, tempestites.

1. Introduction

Les fruits et moulages internes d'endocarpes présentés ici ont été récoltés dans les bancs de grès marins du début de l'Éocène des Corbières. Ils sont issus d'un palmier *Nypa* fossile appartenant au genre *Nypa* Steck 1757. Ce palmier forme encore, dans les zones tropicales actuelles, des peuplements littoraux denses, trop souvent confondus avec les mangroves. Il était très largement représenté à l'Ère Tertiaire, période pendant laquelle il était représenté par une espèce unique, *Nypa burtinii* (Brongniart) Ettinghausen 1879.

De nombreux fossiles de fructifications attribuables à cette espèce sont connus depuis les années 70 dans la

partie inférieure de l'Éocène des Corbières où ils ont principalement été décrits par Plaziat (1984b) dans le secteur de la commune de Coustouge (Aude).

La présente publication est motivée par de nouvelles découvertes de fruits et de graines de *Nypa* au nord de la commune d'Albas. La présence de fruits de ce palmier permet de préciser le contexte sédimentologique, taphonomique et paléocologique de l'Ilerdien moyen des Corbières.

2. Une seule espèce actuelle, *Nypa frucicans*

Ce palmier amphibie se trouve exclusivement dans les zones tropicales (entre environ 25° N et 25° S), de

1. ACAP Musée de Cruzy - 8 chemin de Saint Estève, 11200 Lézignan-Corbières.
alainmart7@gmail.com



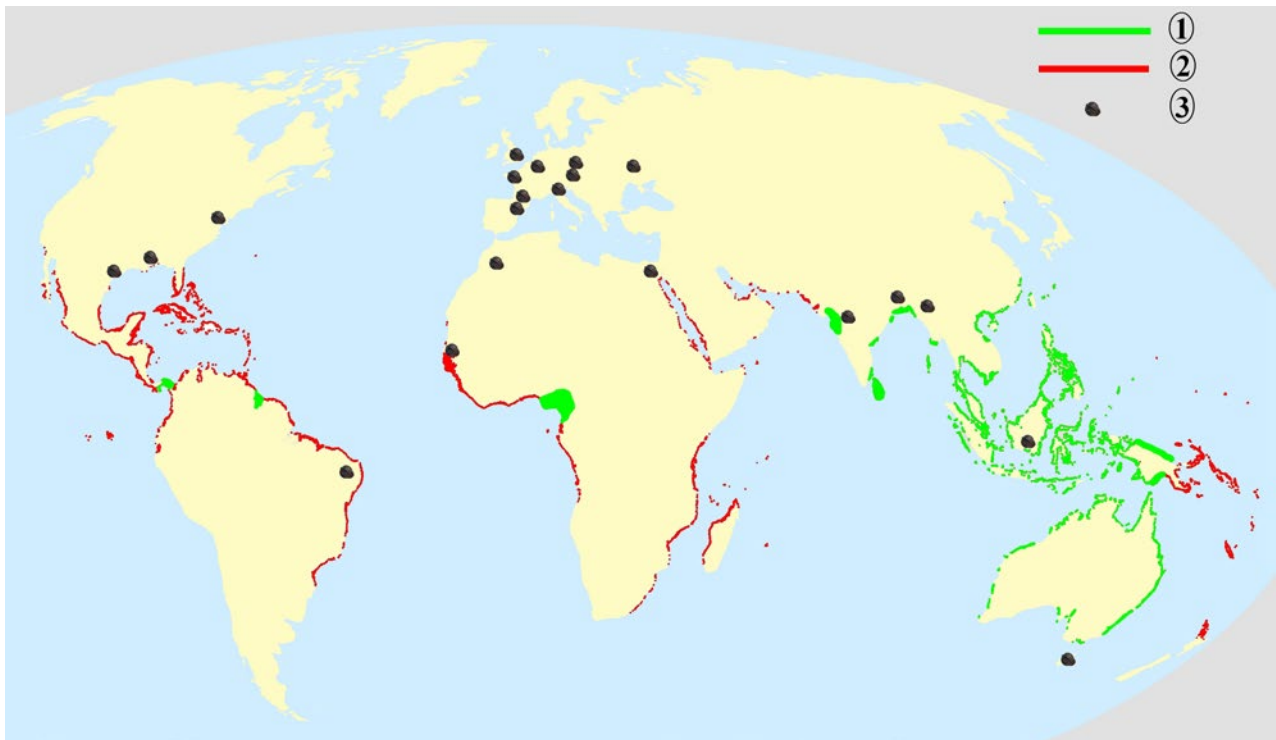


Fig. 1 - Répartition mondiale : 1. Mangroves actuelles comportant le palmier *Nypa* ; 2 : Mangroves actuelles sans palmier *Nypa* ; 3 : Fruits et graines de *Nypa* fossiles (cartographie d'après WCMC011-Atlas Mangrove 2010).



Fig. 2 - *Nypa fruticans*, Rivière Abatan, îles de Bohol et Panglao, Philippines : 1. Palmiers *Nypa* au premier plan ; 2. Palmiers *Nypa*, fleurs et fruits en grappe ; 3. Fruits en grappe ; 4. Fruits flottés germés. Photos Jean-Claude Plaziat 2004.

la région indo-pacifique, vers le nord de l'Australie et jusqu'aux îles du Pacifique occidental (Plaziat 1984b, Tomlinson 1986, Lozouet & Plaziat 2008, Teo *et al.* 2010). Après une longue période d'extension mondiale du Crétacé terminal à l'Éocène terminal, il a été réintroduit à la fin du XIX^{ème} siècle dans le delta du fleuve Niger, puis il s'est propagé spontanément du Nigéria au Cameroun. Il a été également introduit sur la côte caraïbe du Panama et dans les îles de Trinité-et-Tobago (Tuley 1995, Bacon 2001, Duke 1991, 2009, Dransfield *et al.* 2008, Teo *et al.* 2010) (**Fig. 1**).

Il n'existe actuellement qu'une seule espèce de ce palmier, *Nypa fruticans* Wurmb 1779. La plante est caractérisée par un rhizome souterrain, rampant se ramifiant et donnant naissance à de grandes frondes qui atteignent jusqu'à 7 m de hauteur et semblent surgir de la surface de la vase (Tomlinson 1986). Les feuilles pennées, très grandes, présentent une nervure centrale proéminente et sont utilisées pour couvrir les toits des habitations. Ses fruits sont plus ou moins comprimés, agencés en grappes contenant au moins 80 noix de morphologie et de tailles très différentes. L'infrutescence est généralement composée d'un assemblage de fruits fertiles et de carpelles partiellement développés mais stériles (**Fig. 2, 3**).

Chaque fruit est une drupe ligneuse composée essentiellement de trois parties : l'endocarpe uniloculaire, partie massive, très peu épaisse, fortement indurée, entourant la graine et justifiant l'appellation de noix par analogie avec la noix de coco ; le mésocarpe fibreux qui le recouvre, favorisant la flottation ; un épicarpe externe mince et lisse (**Fig. 4.1**).

3. Une seule espèce fossile à l'Eocène, *Nypa burtinii*

Une seule espèce fossile, *Nypa burtinii* (Brongniart) Ettinghausen 1879, semble admise, bien qu'une espèce

fossile, *Nypa australis* Pole & Macphail 1996, de l'Éocène de Tasmanie (Australie), ait été également décrite (Pole & Macphail 1996, Pole 2007). Dans les archives fossiles, le *Nypa* est identifié par ses fruits dispersés par les courants marins et dont on ne retrouve le plus souvent que le moulage de la graine ovoïde (**Fig. 4**) et par son pollen très caractéristique (non traités ici) et largement diffusé, *Spinozonocolpites*.

Sa présence est attestée dès le Campanien (Crétacé supérieur) d'Égypte, où des grains de pollens ont été isolés pour la première fois par Schrank (1987) et étudiés par Gee (2001). Depuis la fin du Crétacé jusqu'au milieu du Cénozoïque sa répartition est mondiale (Plaziat *et al.* 2001). Son extension maximale est atteinte au cours de l'Éocène inférieur et moyen, période à laquelle une forte et rapide élévation des températures est reconnue au niveau mondial (Cramer *et al.* 2003, Mc Inerney & Wing 2011, Inglis *et al.* 2020). Des pollens et des moulages internes de fruits (endocarpes fossiles) ont été récoltés sur tous les continents à cette période :

- En Asie, en Inde (Mehrotra *et al.* 2003, 2007), à Bornéo (Kräusel 1923) et en Chine (Tralau 1964) ;
- En Tasmanie (proche du pôle sud) (Pole & Macphail 1996) ;
- En Afrique, en Égypte (Bonnet 1904, El-Soughier *et al.* 2011), au Maroc (Herbig *et al.* 1990, Chandler 1954, Tralau 1964), et au Sénégal (Fritel 1921) ;
- En Amérique du Nord (Bonnet 1904, Arnold 1952, Gee 2001) ;
- En Amérique du Sud, au Brésil (Tralau 1964) ;
- En Europe, en Angleterre, correspondant à la présence de fruits la plus septentrionale (Parsons 1757, Douglas 1785, Parkinson 1804, Bowerbank 1840, Ettinghausen 1879, Rendle 1894, Reid et Chandler 1933, Collinson 1983, 1993, Rayner *et al.* 2009), mais aussi en Belgique (Burtin 1784, Le Hon 1862, Seward & Arber 1903, Stockmans 1936), en Italie (Massalongo 1858,



Fig. 3 - Fruits de morphologies différentes d'un même régime d'un peuplement de palmier *Nypa*, comptant 80 graines, dans une mangrove du delta de la Dibamba au Cameroun (Collection Plaziat).

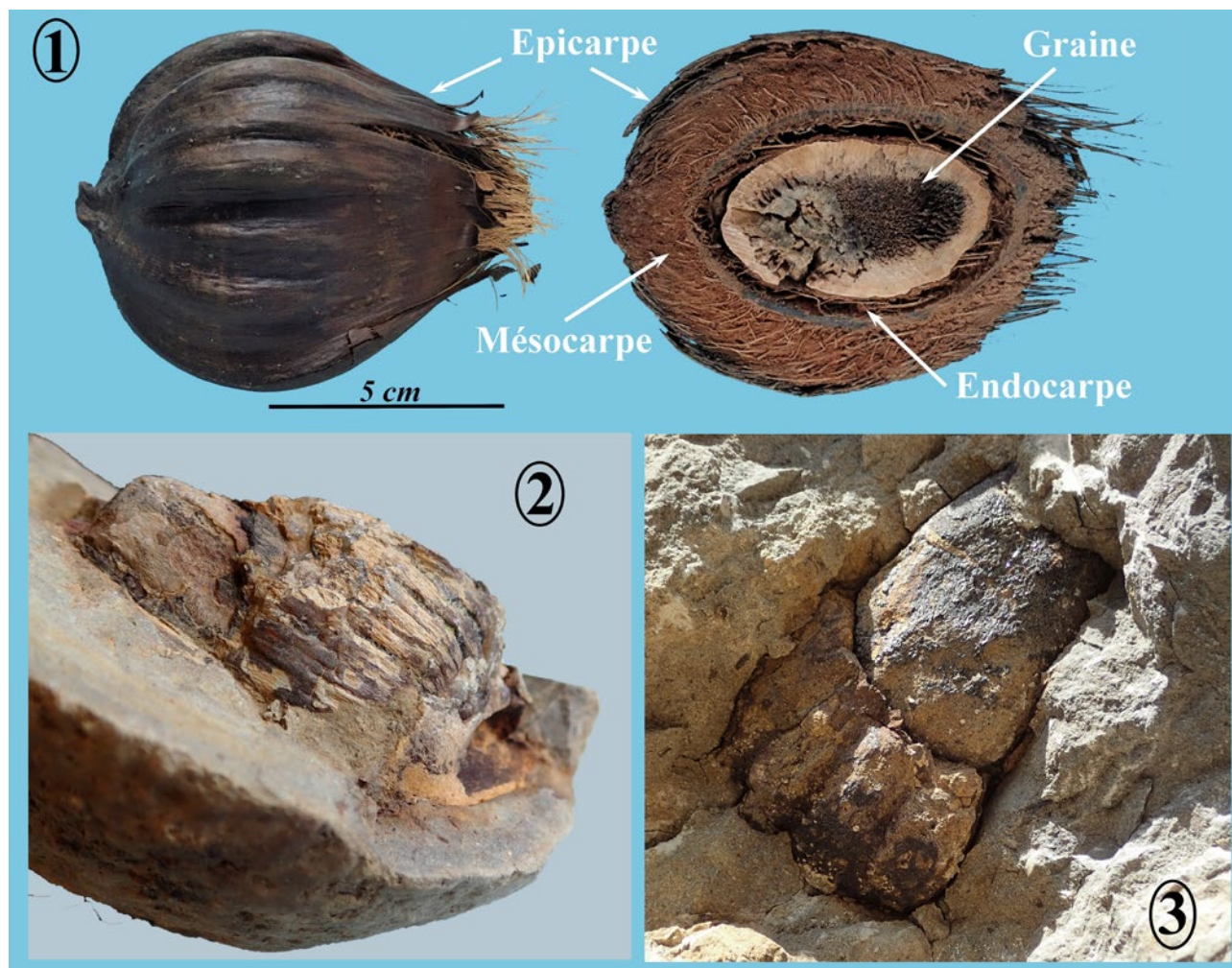


Fig. 4 - 1. Fruit de *Nypa fruticans* scié longitudinalement, faisant apparaître la différenciation histologique. Mangrove du Cameroun (Collection Plaziat) ; **2-3.** *Nypa Burtinii* avec une partie du mésocarpe fibreux fossilisé ; **2.** La Garrigue, Albas (Collection Nartet) ; **3.** Pech de las Fourquos, site de « La tranchée » de la route de Jonquières, Coustouge.

Ceccon & Pallozzi 2009), en Pologne (Worobiec *et al.* 2015), en Hongrie (Palfalvy 1963), en Ukraine (Kryshtofovich 1927) et en Espagne (Álvarez Ramis 1982, Biosca & Via 1988, Moreno-Dominguez 2016, 2019).

- En France, dans le Bassin Parisien (Hébert 1862, Watelet 1866, Combes 1906), à l'île de Noirmoutier (Ters *et al.* 1979) et à Gan (Pyrénées-atlantiques) (Fritel 1921, O'Gorman 1923).

Dans les Corbières, on doit la récolte de ses premiers fossiles à Jean-Claude Plaziat, en 1974, dans différents bancs gréseux de l'Ilerdien moyen (début de l'Éocène) de la coupe de Coustouge (Plaziat 1977, 1984a, 1984b, Plaziat & Cavagnetto 1996). Depuis 1974, ce secteur a depuis livré un nombre considérable de pièces, généralement conservées dans des collections privées. Nous décrivons ici la découverte nouvelle de fructifications de *Nypa* au nord d'Albas dans un secteur dont l'importance stratigraphique a été mise en évidence par des études récentes (Yans *et al.* 2014, Tabuce *et al.* 2025a et b).

4. Les fruits fossiles de l'Éocène des Corbières

Les fossiles de fruits de *Nypa*, principalement des moulages internes d'endocarpes, proviennent de deux secteurs principaux des Corbières :

Le secteur de Coustouge (Fig. 5-7a) :

Les affleurements qui ont fourni les fruits de *Nypa* sont plusieurs couches gréseuses et argilo-gréseuses situées au lieu-dit Le Bréseil, le long de la route départementale (RD) 323, entre 380 m et 800 m environ de son carrefour avec la RD 106. Ces couches font partie de la coupe géologique la plus représentative de l'Ilerdien des Corbières, dite de Coustouge à Jonquières. Elle est décrite pour la première fois par Hottinger & Schaub (1960), puis successivement étudiée par Massieux (1969, 1973), Kapellos & Schaub (1975), Plaziat (1977, 1984a), Rey & Bousquet (1981), Schaub (1981) et Pautal (1985) (Fig. 5-7a).

Deux bancs de grès de 2 mètres d'épaisseur environ ont livré le plus grand nombre de pièces, le premier à 600 m (affleurement 1), et le second à 800 m du carrefour

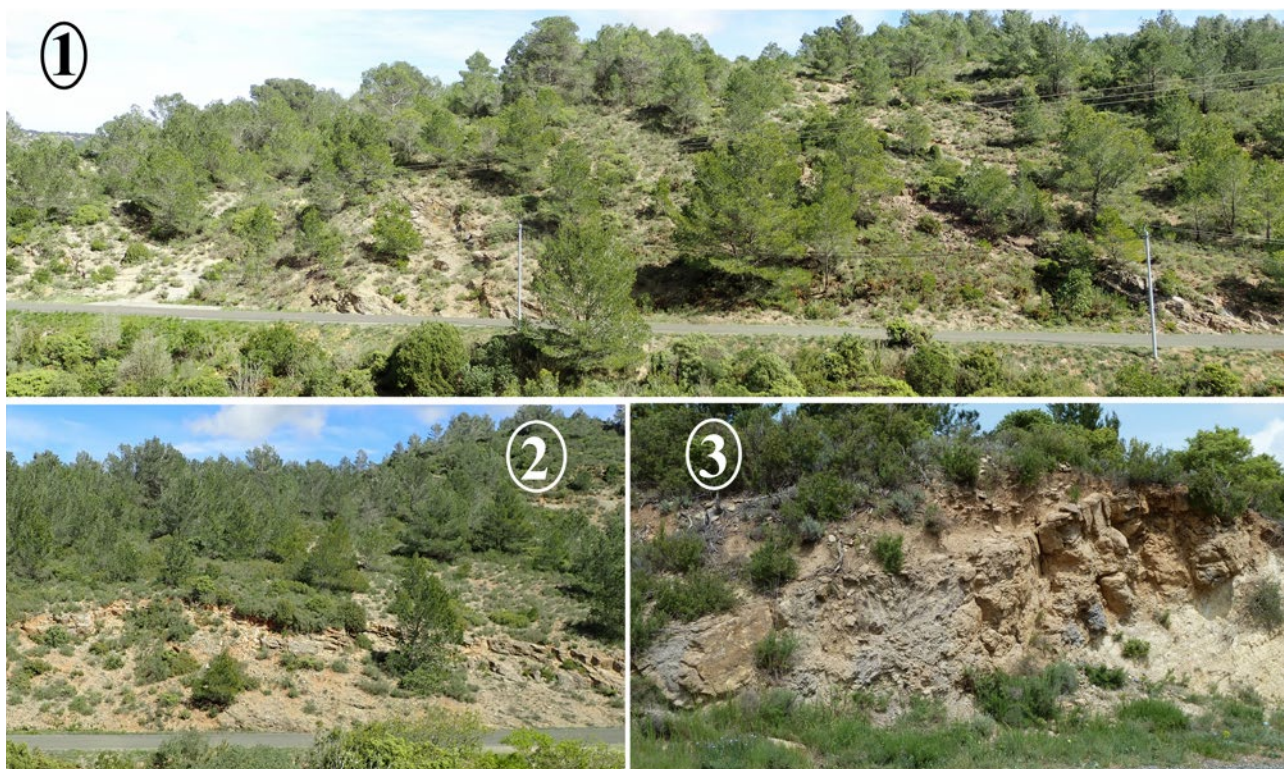


Fig. 5 - Affleurements de la route de Coustouge à Jonquières ; 1. Affleurement 1 entre km 0,4 et 0,6 ; 2. Affleurement 2 au km 0,8 ; 3. Affleurement 3 au nord de la « tranchée » de la route au km 1.2.



Fig. 6 - Site de la Laurade au nord d'Albas ; 1. Affleurement 1 ; 2. Affleurement 2 ; 3. Affleurement 3 ; 4. Marie Nartet et Jean-Claude Plaziat sur l'affleurement 3, en août 2022.

(affleurement 2). Un troisième affleurement situé à 1200 m environ, au niveau de la « tranchée », au lieu-dit Pech de las Fourquos, marque la fin de la présence de *Nypa*. De ces trois gisements, près de 60 spécimens sont répertoriés (une vingtaine sélectionnée ici), dont 42 provenant de la collection Plaziat (17 sélectionnés), mais un très grand nombre a dû être extrait, car de nombreuses et importantes fouilles de collectionneurs sont identifiables par leurs déblais.

Le secteur d'Albas (Fig. 6-7a) :

Les fruits de *Nypa* proviennent de la partie médiane de la série ilerdiennne de la coupe qui, du Moulin à vent d'Albas, se poursuit vers le nord jusqu'au ruisseau de la Soulane. Cette coupe est successivement partiellement décrite par Plaziat (1977, 1984b), Plaziat & Perrin (1992), Yans *et al.* (2014) et Tabuce *et al.* (2025a, b). Cette découverte à ce jour inédite nous a permis la récolte, au lieu-dit La Laurade, de près de 40 spécimens dans 4 affleurements marno-gréseux et gréseux (dits affleurements 1 à 4 de la Fig. 6) proches les uns des autres (Fig. 6-7a).

A noter que, dans les Corbières, de rares moulages internes d'endocarpes fossiles de *Nypa* ont été récoltés également à Réqui, dans le massif de l'Alaric (Val de Dagne, Montlaur) et à Mayronnes. Quelques spécimens proviennent aussi du versant nord du Bassin de Carcassonne, à Félines-Minervois, dans le Minervois (Plaziat, inédit) et à Aragon, dans le Cabardès (inédit).

5 Étude taxonomique

5.1. Un historique

En 1784, Burtin a décrit comme noix de coco certains fruits de l'Éocène de la région de Bruxelles. De semblables fruits avaient été mentionnés en 1757 par Parsons dans le London Clay de l'île de Sheppey et par Douglas (1785) et Parkinson (1804), qu'ils avaient comparé au genre *Cocos* Linné 1753. Brongniart (1828) adopte ce genre et décrit trois espèces, dont *Cocos burtini* de l'Éocène des environs de Bruxelles. Bronn (1837) mentionne deux espèces sous le nom de genre *Cococites* dont « *Cococites burtini* ». Ce dernier reprendra ultérieurement le genre *Nipadites* créée en

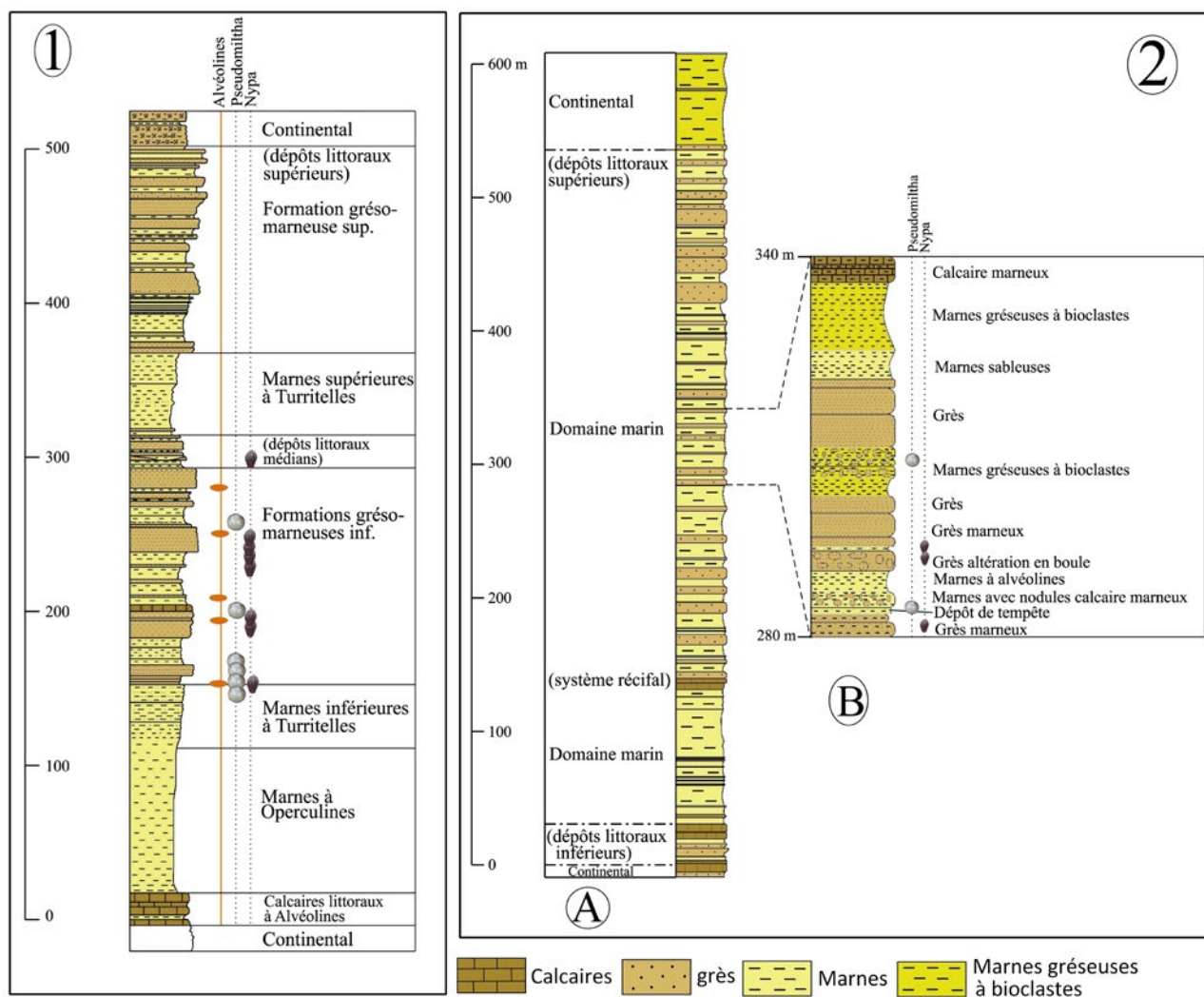


Fig. 7 - 1. Log stratigraphique de la coupe de Coustouge à Jonquières, le long de la R.D. 323 (d'après Plaziat 1984a) ; 2. A : Log stratigraphique simplifié de la coupe du Moulin à Vent au ruisseau de la Soulane, à Albas. B : Log stratigraphique de la coupe au niveau des affleurements à *Nypa* à 170 m à l'ouest.

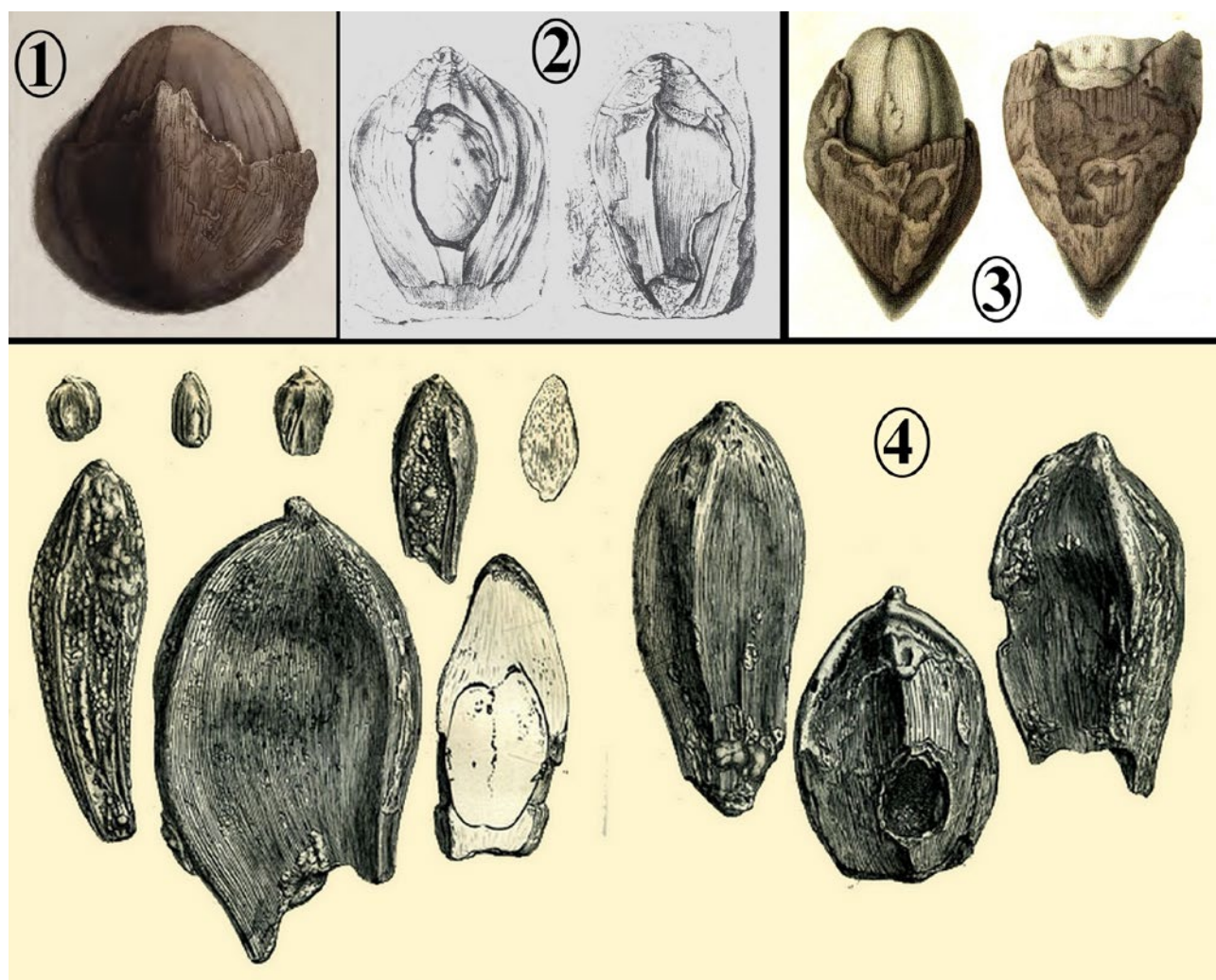


Fig. 8 - Figurations anciennes : 1. « Noix de Coco pétrifiée », Burtin 1784 ; 2. *Nipadites* Leyll 1852 ; 3. Genre *Cocos*, Parkinson 1811 ; 4. *Nipadites*, Bowerbank 1840.

1840 par Bowerbank qui décrit alors treize espèces. Lyell (1852) dans une communication sur les *Nipadites* figure *N. burtini* tout en ne conservant que trois espèces, observant qu'elles présentent des caractères similaires à l'actuelle *Nypa fruticans* Van Wurmb 1779. Ettingshausen (1879) estime qu'il existe cependant cinq espèces qu'il rattache au genre récent *Nypa*. Toutefois, Rendle (1893) et Seward & Arber (1903) indiquent que le terme *Nypa* ne doit pas remplacer celui de *Nipadites*. Tralau (1964) réalise la première étude du genre *Nypa* qui s'appuie sur des spécimens récoltés sur pratiquement tous les continents et, en raison de la similitude entre les formes fossiles et les formes actuelles, conclut qu'il n'existe qu'une espèce fossile qu'il nomme *Nypa aff. fruticans* Van Wurmb 1779, ce que Plaziat (1984b) conteste en raison d'une crête caractéristique de *N. fruticans* qui n'existe pas sur les fossiles du Crétacé et du début du Cénozoïque (**Fig. 8**). La quasi-totalité des fruits fossiles sont actuellement regroupés sous la seule espèce *Nypa burtinii* (Brongniart 1828) Ettingshausen 1879 (Gregor & Hagn 1982, Moreno-Dominguez 2019, El Soughier *et al.* 2011, Gomez-Navarro 2009), avec

la seule exception de *Nypa australis*, pour un site de Tasmanie (Pole & Macphail 1996).

Cette attribution n'est toutefois pas admise par Álvarez-Ramis (1982) qui utilise le taxon *Nipadites burtini*, ni par Gee (2001) qui le désigne sous le terme de *Nypa cf. burtinii*.

5.2. Matériel et méthodes :

Le matériel étudié comporte une centaine de fossiles de fruits provenant des Corbières. Ils sont conservés surtout sous la forme de moulages internes de l'endocarpe, avec quelques mésocarpes partiellement conservés et de rares fruits complets (**Fig. 9-1, 10-3**).

A Coustouge et à Albas, nous avons dégagé les pièces à l'aide du marteau de géologue sans faire de gros travaux de déblaiement. Les fossiles sont le plus souvent déformés, pas seulement par écrasement diagénétique, mais surtout parce que les fruits et les graines de palmier *Nypa*, ont des tailles et des formes très variées correspondant à leur position à l'intérieur du régime, ce qui affecte leur possibilité de développement

(Collinson 1993) (**Fig. 3**). Aussi nous n'avons pas jugé utile d'effectuer des mesures pour une étude statistique.

5.3. Systématique

Ordre : Arecales Bromhead, 1840

Famille : Arecaceae Berchtold F. (Von) & J. Presl, 1820

Sous-famille : Nypoideae Griffith, 1850

Genre : *Nypa* Steck, 1757

Espèce : *Nypa burtinii* (Brongniart, 1828)

Ettingshausen, 1879

Fig. 9-12

5.4. Remarques

Comme pour les fruits de l'unique espèce actuelle (voir en particulier Collinson 1993), nous avons pu constater l'importante variabilité de la forme des graines de *Nypa burtinii*. Leur taille, également très variable, s'échelonne pour les plus petites, entre 4 cm de haut et 4 cm de large environ (**Fig. 12-1**) et pour les plus grandes, entre 10 cm et 6 cm, respectivement (**Fig. 11-9**). Une même variabilité de la forme des fruits et des endocarpes fossiles ressort également des nombreuses figurations publiées par les auteurs. Nous sommes, malgré tout,

fondés à attribuer les fruits de *Nypa* des Corbières à une seule et unique espèce : *Nypa burtinii* (Brongniart, 1828) Ettingshausen 1879, malgré l'absence de fruits complets.

6. Contexte géologique et paléocécologie

Dans la nature actuelle, le palmier *Nypa* est presque toujours associé à un peuplement de palétuviers constitutifs de mangroves tropicales ou subtropicales dont la biodiversité est caractéristique de ce biome. Il n'est pas un élément majeur de sa zone externe, mais abonde dans sa ceinture la plus interne et on le trouve principalement dans les estuaires et les lagunes peu profondes, dont les eaux saumâtres sont saisonnièrement très dessalées. Dans ces environnements, il peut être très abondant au point d'être exclusif.

Au Paléocène et à l'Éocène, si l'on admet que les représentations fossiles de cette plante ont nécessité des conditions environnementales similaires, comme admis par Tralau (1964), Plaziat (1984b), Collinson (1993), Gee (2001), Plaziat *et al.* (2001) et El-Soughier *et al.* (2011), on peut s'autoriser à extrapoler les conditions paléoenvironnementales et paléoclimatiques qui ont présidé aux dépôts littoraux de l'Ilerdien de la bordure des Paléopyrénées.

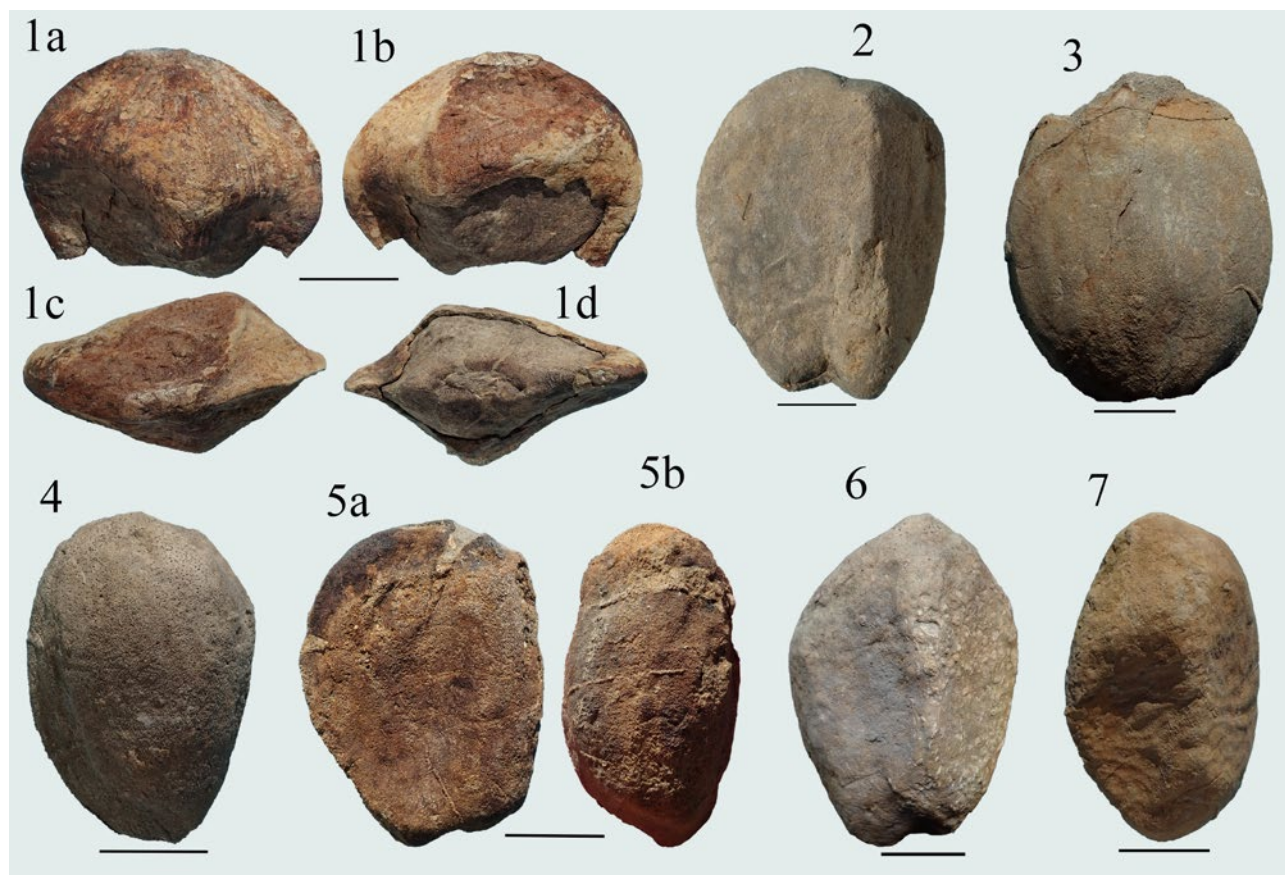


Fig. 9 - *Nypa burtinii* (Brongniart 1828) Ettingshausen 1879. Bancs gréseux, lieu-dit Le Bréseil, à Coustouge : **1a-d**. Moulages gréseux de fruit ; **5a-b**. Moulages de craquelures caractéristiques de l'endocarpe ligneux, produit pendant la diagenèse de ce matériel semblable à du bois ; **1a-b, 2, 3, 4, 5a, 6, 7**. Vues latérales ; **1c-1d**. Vue apicale, **5b**. Vue de face. Barres d'échelle : 2cm. (1 à 5, collection J.-C. Plaziat).

6.1. Le contexte géologique

Au début de l'Éocène, sous les effets conjugués d'une importante et rapide élévation générale des températures reconnue au niveau mondial, connue comme le PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum), et des premières manifestations des déformations tectoniques

pyrénéenne due à la collision de la plaque ibérique avec la plaque eurasienne, une transgression marine d'origine atlantique permet la mise en eau d'une gouttière nord-pyrénéenne qui s'étend vers l'est jusqu'aux environs de Narbonne et de Béziers. Entre Montagne Noire, au nord, et Massif de Mouthoumet, au sud, s'individualise un golfe marin, le Bassin de Carcassonne (**Fig. 13**).

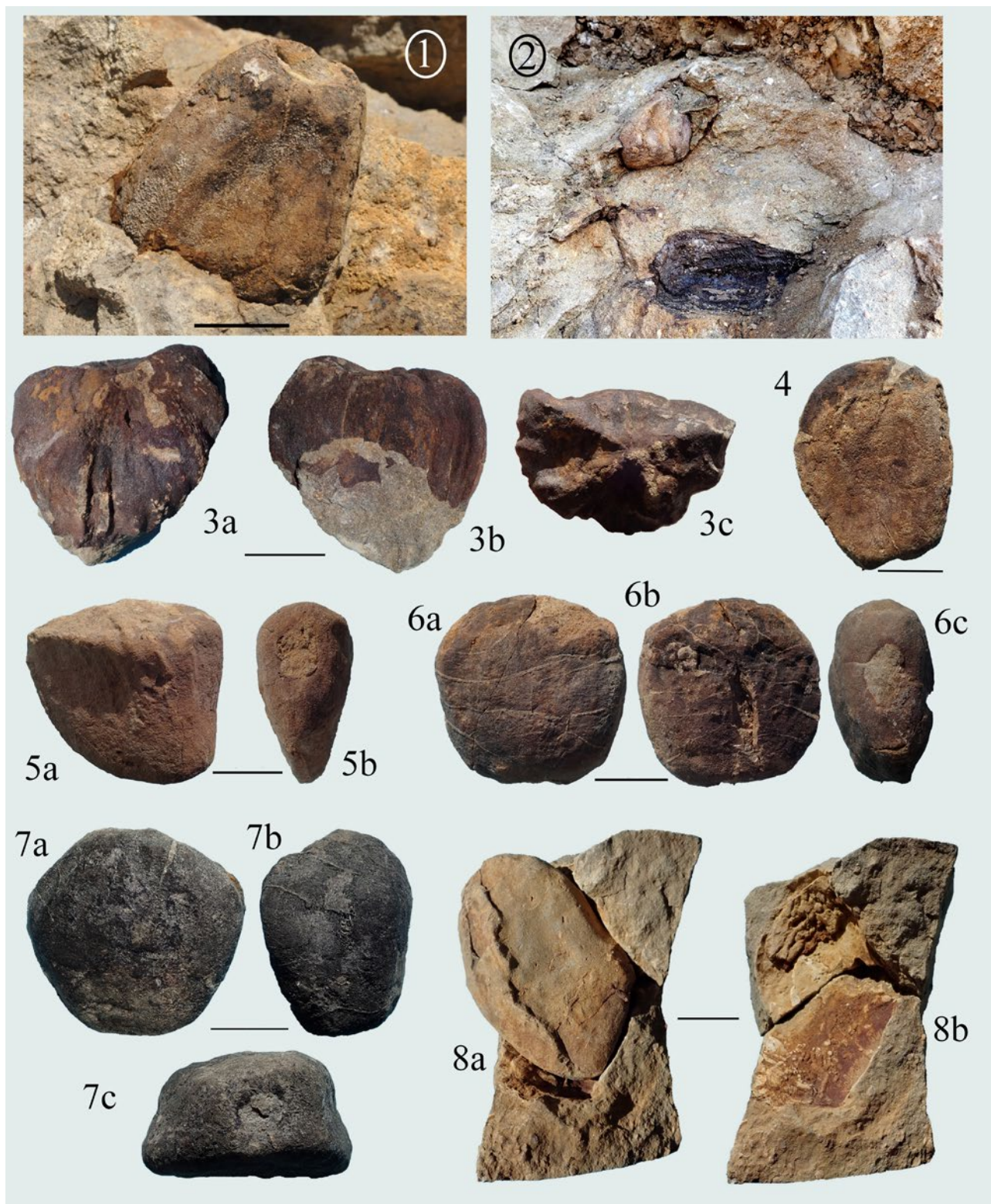


Fig. 10 - *Nypa burtinii* (Brongniart 1828) Ettingshausen 1879. « La tranchée » à Coustouge : **3a-c** : Moulages gréseux de fruit ; **3a-b**, **4**, **5a**, **6a-b**, **7a**, **8a**. Vues latérales ; **7b**. Vue de face ; **3c**. Vue apicale ; **5b**, **6c**, **7c**. Vues basales ; **8b**. Moulages de perforations de tarets (*Teredo*) qui ont affectés les enveloppes ligneuses de la graine pendant le séjour en mer de ce fruit. Barres d'échelle : 2cm. (6, 7 et 8, collection J. -C. Plaziat).

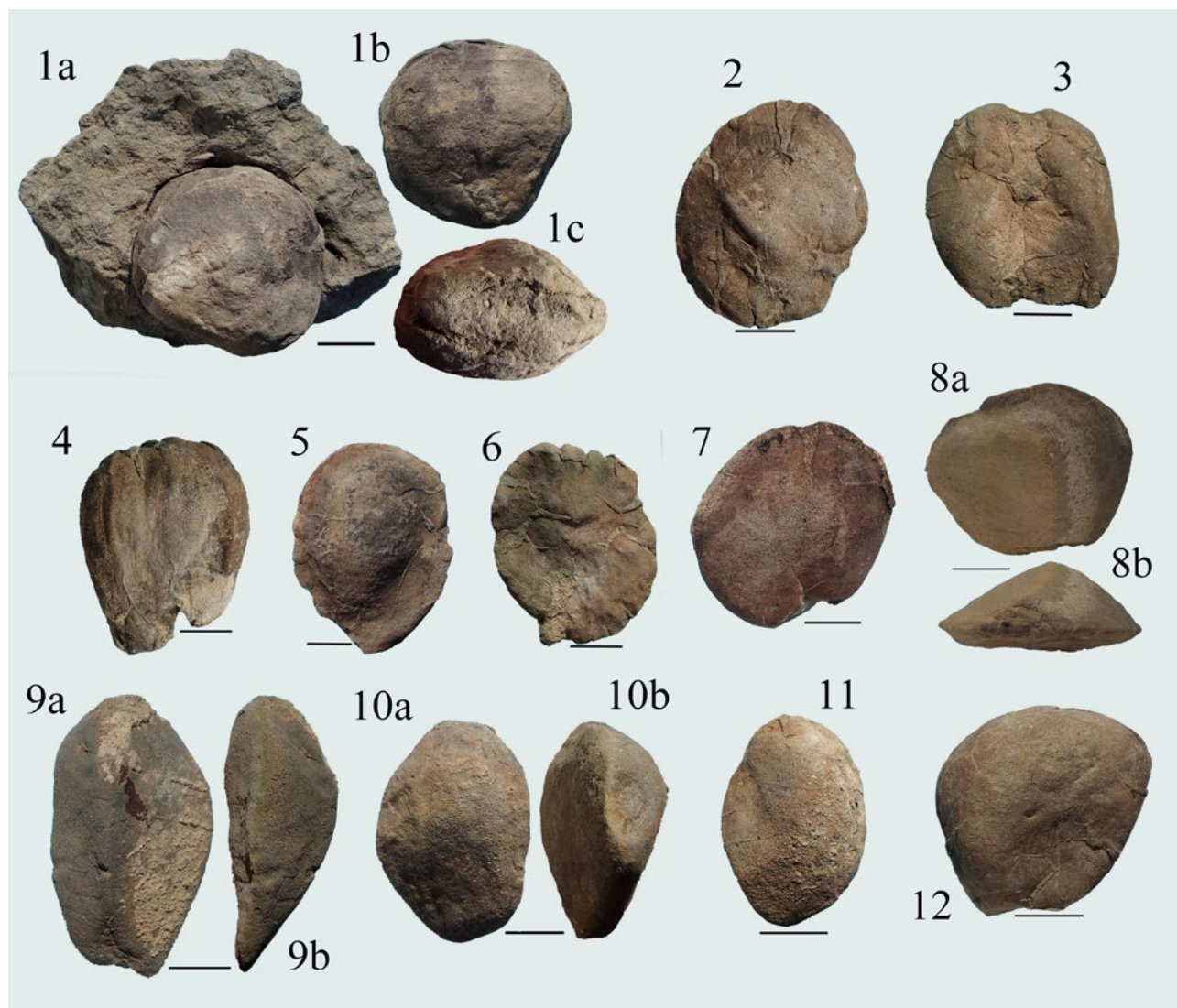


Fig. 11 - *Nypa burtinii* (Brongniart 1828) Ettingshausen 1879. La Laurade à Albas : **1-8**. Affleurement 1 ; **9**. Affleurement ouest ; **10-11**. Affleurement 2. **1a-b, 2-8a, 9a, 10a, 11, 12**. Vues Latérales ; **9b**. Vue de face ; **1c, 8b, 10b**. Vues basales. Barres d'échelle : 2cm.

De l'Ilerdien inférieur à la fin de l'Ilerdien moyen (au début de l'Yprésien), le comblement de ce bassin sédimentaire est assuré par de puissants fleuves issus des reliefs qui le bordent, de la Montagne Noire, mais surtout des premiers reliefs des Pyrénées situés au sud de ce domaine. L'empreinte sédimentologique de ces dépôts est particulièrement évidente dans les secteurs méridionaux du Bassin de Carcassonne, entre Coustouges et d'Albas (Plaziat 1981, 1984b). Ils peuvent atteindre la latitude de Conilhac-Corbières vers la fin de l'incursion marine (Plaziat 1977, 1984a et b, Rey & Bousquet 1981, Mauduit 1981, Pautal 1985) (**Fig. 13**).

Leur étude sédimentologique permet d'identifier des enchainements de faciès et de reconstituer des séquences sédimentaires très caractéristiques de dépôts deltaïques. Plaziat (1984a) propose trois phases de comblement débutant par des vases prodeltaïques (marnes inférieures à foraminifères pélagiques puis à Turritelles), une extension du delta vers l'ouest aurait favorisé la dispersion des fruits de *Nypa* flottés puis un retour à des faciès marneux à Turritelles (marnes

à Turritelles supérieures) (**Fig. 14**). Les faciès qui s'y succèdent témoignent pour Rey & Bousquet (1981) et Pautal (1985) de paléoenvironnements aussi divers que : 1/ un prodelta, sablo-vaseux, aux dépôts qualifiés de « marnes » ; 2/ un front de delta, aux nombreuses intercalations sableuses ; 3/ des barres côtières, de sable bien trié ; 4/ des marais maritimes ; 5/ des baies ; 6/ des chenaux distributeurs ou de marées ; 7/ des lagunes deltaïques. L'explication de la répartition actuelle des fruits de *Nypa*, est fournie par la reconstitution de la juxtaposition de ces divers environnements (**Fig. 14**).

6.2. Le contexte climatique et environnemental

Durant 2 millions d'années, environ, de l'Ilerdien inférieur à la fin de l'Ilerdien moyen (au début de l'Yprésien), la région est soumise à un climat particulièrement chaud, de type subtropical. Les apports fluviaux en eau douce et en sable de ces fleuves et leur contribution à l'isolement relatif du fond du golfe à l'est de Coustouge, ont été très favorables à la mise

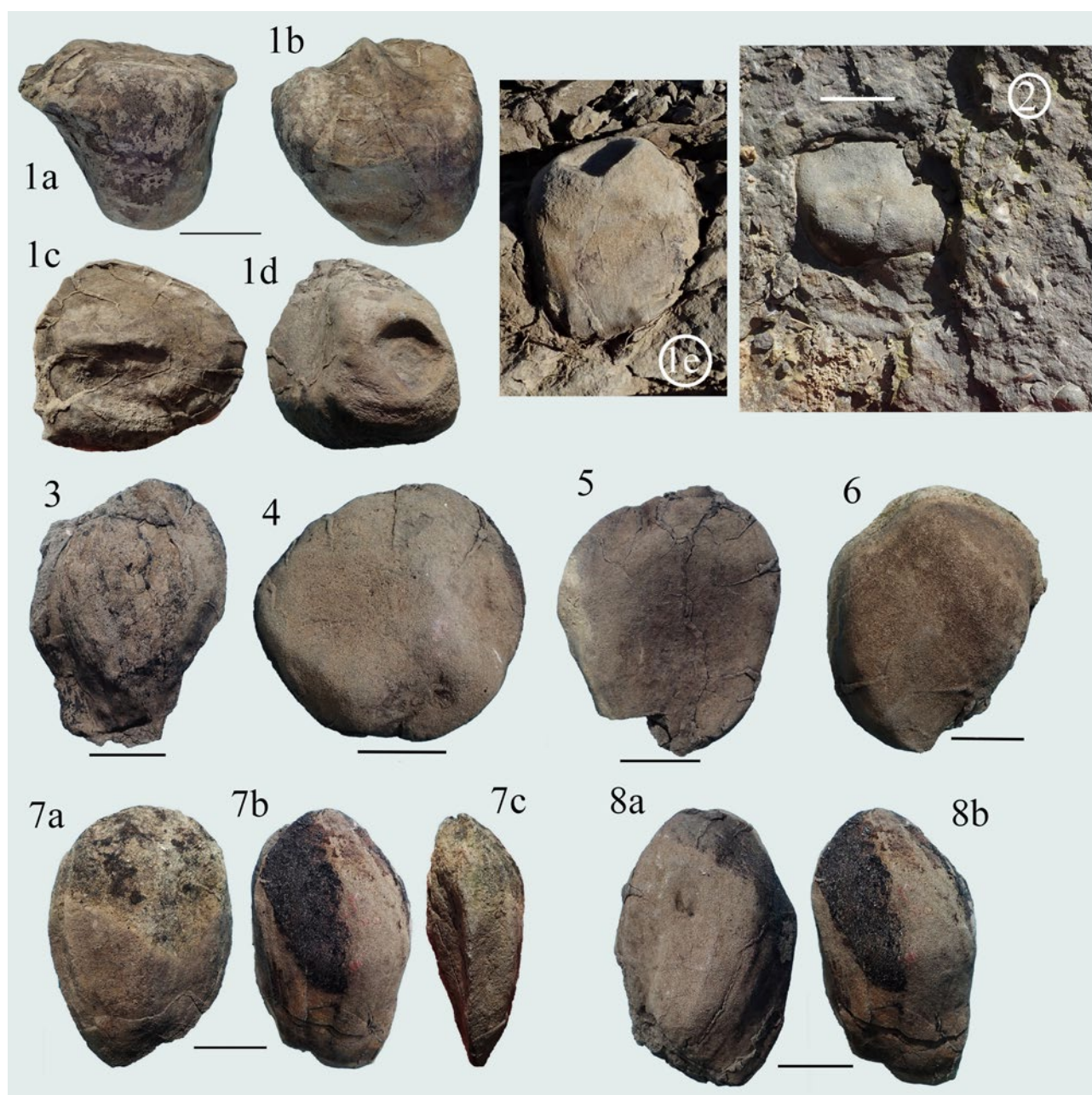


Fig. 12 - *Nypa burtinii* (Brongniart 1828) Ettingshausen 1879. La Laurade à Albas, affleurement 3. **1a, 3-6, 7a-b, 8a-b.** Vues latérales ; **7c.** vue de face ; **1b-c.** Vue apicale ; **1d-e.** Vue basale montrant le hile. Barres d'échelle : 2cm.

en place d'environnements de type marais maritime à végétation de type mangrove. L'existence de tels paléoenvironnements, dans l'Éocène du sud de la France, a été confirmée par les travaux palynologiques dans les Corbières, les Petites Pyrénées et l'avant pays pyrénéen (Gruas-Cavagnetto 1991, Gruas-Cavagnetto *et al.* 1984, 1988, Plaziat & Cavagnetto 1996).

6.3. Allochtonie des fruits

Il reste toutefois impossible de situer précisément quel était le biotope de *Nypa* au sein de cette mangrove, car les fruits détachés du régime, déposés initialement sur le sol boueux, ont été vraisemblablement pour la plupart, dispersés par les marées et les courants de tempêtes

(Plaziat 1984a, Tomlinson 1986). En témoignent la présence d'huîtres fixées sur l'épicarpe des fruits, les perforations du mésocarpe par des tarets (*Teredo*) et les traces d'abrasion sur les fruits et les endocarpes, autant d'indicateurs d'un long séjour en mer, avant leur dépôt à distance du rivage.

Les spécimens des Corbières doivent donc être considérés comme un assemblage de fossiles allochtones (Plaziat 1984a), comme l'ont proposé dans d'autres sites, Bowerbank (1840), Seward & Arber (1903), Reid & Chandler (1933), Stockmans (1936), Gregor & Hagn (1982), Collinson (1993) et Moreno-Domínguez *et al.*, (2016), la plupart des fruits ou graines vivants pouvant dériver en mer plusieurs mois, voire des années (Nakanishi 1987, Gunn & Dennis, 1976, Smith 1992).

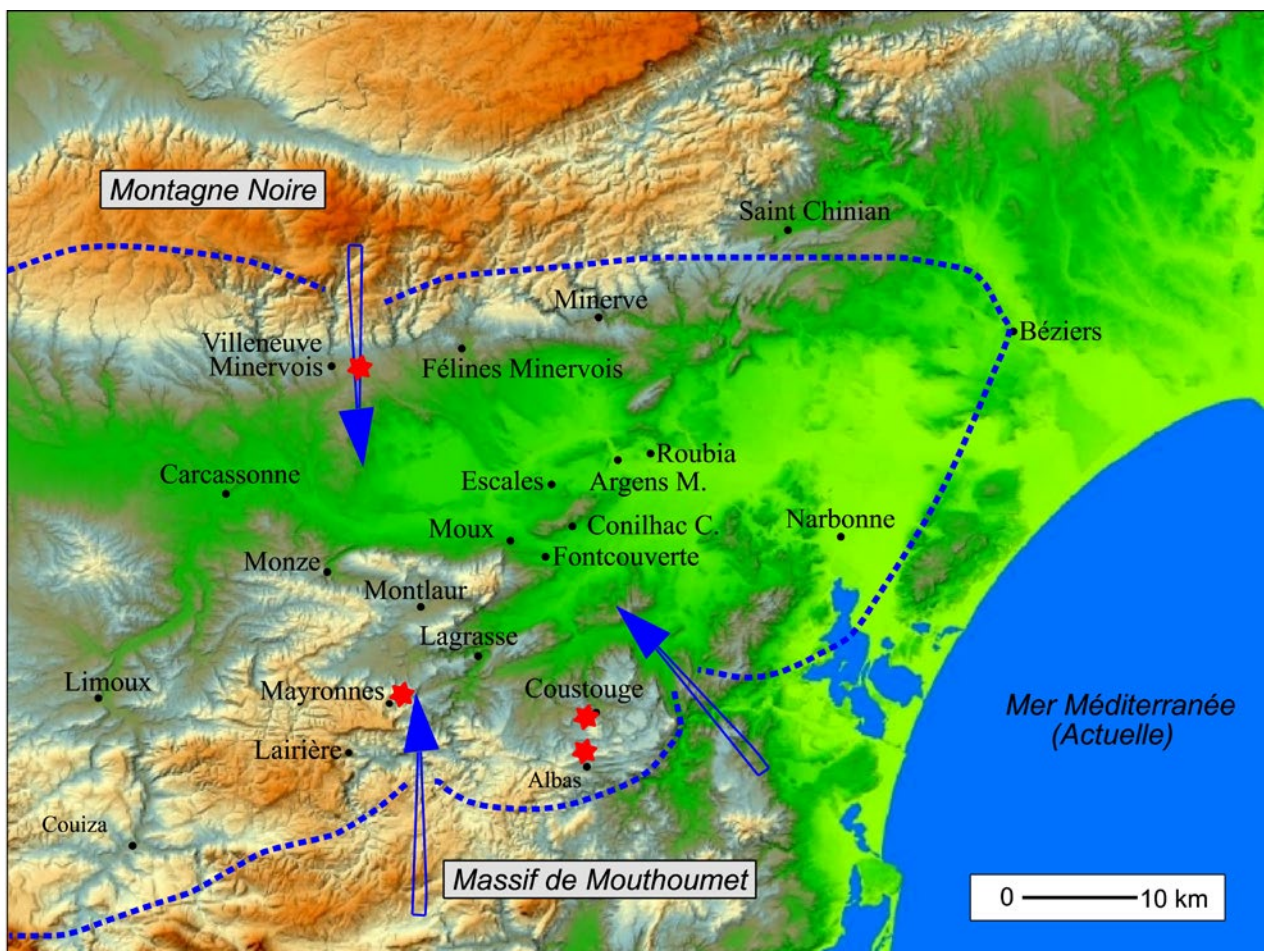


Fig. 13 - Le Bassin de Carcassonne à son extension maximale (trait pointillé). **Flèches** : Principaux axes deltaïques ; **étoiles rouges** : Sites à fruits de *Nypa* (Plaziat 1981, 1984b)(Cartographie, Géoportail).

7. Diversité des contextes sédimentologiques

Dans les environs de Coustouge, la coupe de la RD 323, dite de Coustouges et Jonquièrre, fournit de bonnes indications au niveau du lieu-dit Le Bréseil (voir chap. 2, Fig. 5, 7.1) :

- A 600 m (affleurement 1), le banc de grès fin, compact, ne contient quasiment que des moulages internes d'endocarpe disséminés surtout dans sa partie supérieure.
- A 800 m (affleurement 2), le banc, qui est comparable, contient de nombreuses alvéolines témoignant d'un environnement de milieu marin ouvert.

Dans ces deux bancs, les fruits de *Nypa* sont remaniés après un temps de séjour en mer assez long et une distance parcourue vraisemblablement importante.

- Au niveau de « La Tranchée » (affleurement 3), une assise gréseuse non litée est interprétée, dans le contexte deltaïque, comme une ride émergée modelée en flèche sableuse par la dynamique littorale, isolant entre ses branches des lagunes à sédimentation vaseuse (Plaziat 1984a). Les fruits et les moulages d'endocarpe de *Nypa* sont dispersés, dans un lit marno-gréseux friable (1,5 m) contenant également des terriers et de nombreux restes de végétaux, et dans un grès grossier massif à

graviers (0, 6 m) qui contient également des fragments d'huîtres, des petits gastéropodes corrodés et de rares foraminifères. La présence de fruits, de moulages internes d'endocarpe de taille variable, au mésocarpe quelque fois partiellement conservé, semblent traduire un déplacement assez faible, bien distinct de l'accumulation par le ressac sur un rivage exposé. Ce dépôt est toutefois considéré par Plaziat (1981) comme un faciès proximal de tempestite et non comme un dépôt de rivage.

Dans les environs d'Albas (voir chap. 2, Fig. 6, 7.2), la dérive des fruits a pu être plus importante car on ne trouve que des moulages internes d'endocarpe bien triés et de taille très proche, concentrés au sommet d'une couche gréso-marneuse peu épaisse (affleurements 1 et 3), ou bien dispersés dans une couche de grès fin plus massif d'un mètre d'épaisseur environ (affleurement 2). Des bivalves (*Pseudomiltha*), pour la plupart remaniés hors de leur biotope mais, par endroit, en position de vie, sont abondamment présents entre 1 et 2 et au-dessus de 3. C'est-à-dire en alternance dans des biotopes infralittoraux soumis aux apports épisodiques de dépôts de tempêtes favorables à la fossilisation des restes flottés du palmier (com. pers. Plaziat 2025).

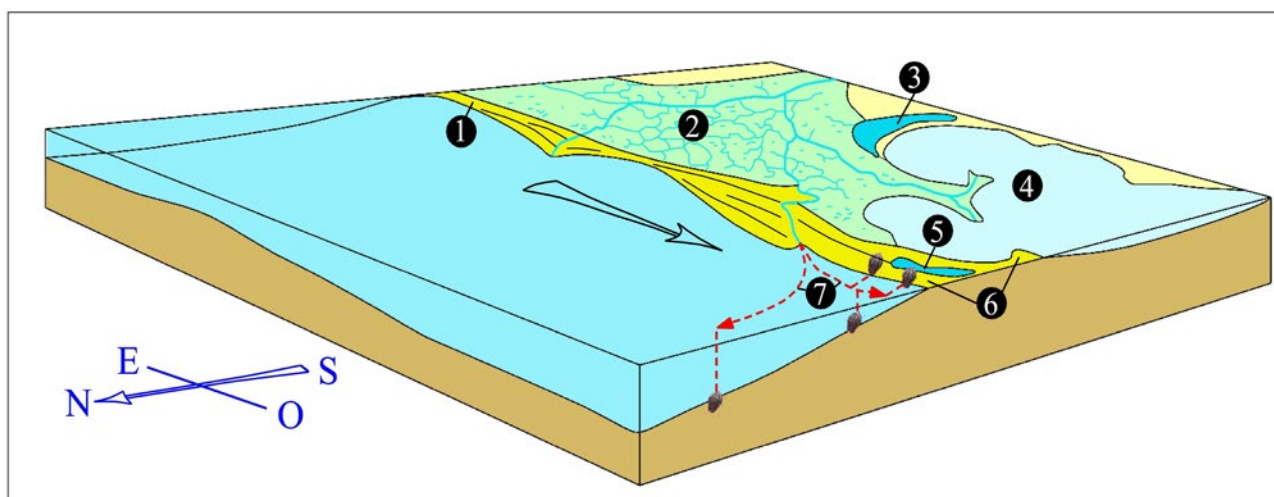


Fig. 14 - Extension du delta vers l'ouest ; 1. Barrière sableuse ; 2. Marais maritime à *Nypa* ; 3. Lac ; 4. Baie très fermée ; 5. Lagune isolée ; 6. Flèches sableuses ; 7. Dispersion des fruits de *Nypa* flottés (Plaziat 1984a).

8. Conclusion

Des fruits et moulages internes d'endocarpes fossiles de *Nypa burtinii* (Brongniart) Ettingshausen 1879 sont fréquemment retrouvés dans les sédiments de l'Ilerdien (Yprésien inférieur) des Corbières, à Coustouge et à Albas. Ils suggèrent qu'à l'Ilerdien moyen, il existait des mangroves et peut-être des marais littoraux saumâtres associés au domaine émergé d'un delta. Ce qui fait des fruits de l'Éocène inférieur des Corbières un des ensembles représentatifs des paléoclimats subtropicaux les plus chauds de l'histoire régionale.

Toutefois, il faut souligner que tous les spécimens des Corbières sont à considérer comme allochtones. Les fruits de *Nypa* ayant séjourné plus ou moins longuement en mer ont pu en effet se déposer relativement loin de leurs lieux de production.

Remerciements : Merci à Jean-Claude Plaziat pour le prêt de son matériel, son aide à la réalisation de ce document, pour les nombreux échanges sur le sujet, les corrections proposées tout au long de l'étude et son importante implication dans la rédaction. A Daniel Vizcaïno pour la relecture attentive du manuscrit et à Philippe Fauré pour les corrections et les suggestions de modifications de plan et de rédaction.

Références

- Álvarez-Ramis C. (1982) - Sobre la presencia de una flora de Paleomanglar en el Paleógeno de la depresión central catalana (curso medio del Llobregat). *Acta Geologica Hispanica*, 17(1-2) : 5-9.
- Arnold C.A. (1952) - Tertiary plants from North America. 1. A *Nypa* fruit from the Eocene of Texas. *The Palaeobotanist*, 1 : 73-74.
- Bacon P.R. (2001) - Germination of *Nypa fruticans* in Trinidad. *Palms*, 45(2) : 57-61.

- Berchtold F. (von) & Presl J.S. (1820) - *O Půirozenofiti Roflin*. Prague.
- Berry E.W. (1914) - A *Nypa*-palm in the North American Eocene. *American Journal of Science*, 4 : 57-60.
- Biosca J. & Via L. (1988) - El género *Nypa* (Palmae) en el Eoceno de la Depresión Central Catalana. *Batalleria*, 1 : 7-23.
- Bonnet E. (1904) - Sur un Nipadites de l' Eocene d'Egypte. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*. 10 : 499-502.
- Bowerbank J.S. (1840) - A History of the fossil fruit and seeds of the London Clay. *John Van Voorst edition*, London. 144 p.
- Bromhead E.F. (1840) - *Magazine of Natural History, and Journal of Zoology, Botany, Mineralogy, Geology, and Meteorology*. London, Series 2 (4). 333 p.
- Brongniart A.T. (1828) - Prodrôme d'une histoire des végétaux fossiles. *F.G. Levrault*, Paris. 121 p.
- Bronn H.G. (1838) - *Lethaea geognostica, oder Abbildungen und Beschreibungen der für die Gebirgs Formationen bezeichnendsten Versteinerungen: Zweiter Band, das Kreide und Molassen – Gebirge Enthaltend*. E. Schweizerbart's Verlagshandlung, Stuttgart. 801 p.
- Burtin F.X. (de) (1784) - *Oryctographie de Bruxelles ou description des fossiles tant naturels qu'accidentels découverts jusqu'à ce jour dans les environs de cette ville*. Imprimerie de la Mairie, Bruxelles. 152 p.
- Ceccon L. & Palozzi B. (2009) - *Nypa burtini* (Brongniart, 1828) Ettingshausen, 1879 (Arecaceae, Nypoideae) Nell'Eocene del Vicentino (Italia settentrionale). *Lavori Società Veneziana di Scienze Naturali*, 34 : 91-99.
- Chandler M.E.J. (1954) - Some Upper Cretaceous and Eocene fruits from Egypt. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, Geology 2 (4) : 149-187.
- Collinson M.E. (1983) - Fossil plants of the London Clay. *The Palaeontological Association, Field Guides to Fossils*, London, 1. 121 p.

- Collinson M.E. (1993) - *Taphonomy and fruiting biology of recent and fossil Nypa*. *The Paleontological Association. Special paper in Palaeontology*, 49 : 165-180.
- Combes P. (fils) (1906) - Recherches sur les variations du fruit chez *Nipadites heberti* Wat., du calcaire grossier parisien. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4, 6, : 186-189.
- Cramer B.S., Wright J.D., Kent D.V. & Aubry M.-P. (2003) - Orbital climate forcing of $\delta^{13}\text{C}$ excursions in the late Paleocene–early Eocene (chrons C24n–C25n). *Paleoceanography*, 18 : 1-25.
- Douglas J. (1785) - A Dissertation on the Antiquity of the Earth: Read at the Royal Society 12th May 1785, London.
- Dransfield J., Uhl N.W., Asmussen C.B., Baker W.J., Harley M.M. & Lewis C.E. (2008) - Genera Palmarum: The Evolution and Classification of Palms. *Royal Botanic Gardens, Kew*, London. 732 p.
- Duke N.C. (1991) - *Nypa* in the mangroves of Central America: introduced or relict? *Principles*, 35 : 127-132.
- Duke N.C. (2009) - Australia's Mangroves. The Authoritative Guide to Australia's Mangrove Plants. *University of Queensland*, Brisbane. 200 p.
- El-Soughier M.I., Mehrotra R.C., Zhi-Yan Z. & Gong-Le S. (2011) - *Nypa* fruits and seeds from the Maastrichtian-Danian sediments of Bir Abu Minqar, South Western Desert, Egypt. *Palaeoworld*, 20(1) : 75-83.
- Ettingshausen C. (1879) - Report on phyto-palaeontological investigations of the fossil flora of Sheppey. *Proceedings of the Royal Society of London*, 29: 388-396.
- Fritel P.H. (1921) - Sur deux fruits fossiles trouvés au Sénégal, dans l'Éocène moyen. *Bulletin du Comité d'Études Historiques et Scientifiques de l'Afrique occidentale Française*, 4 : 549-552.
- Gee C.T. (2001) - The mangrove palm *Nypa* in the geologic past of the New World. *Wetlands Ecology and Management*, 9: 181-194.
- Gómez-Navarro C., Jaramillo C., Herrera F., Wing S.L. & Callejas R. (2009) - Palms (Arecaceae) from a Paleocene rainforest of northern Colombia. *American Journal of Botany*, 96(7): 1300-1312.
- Gregor H.J. & Hagn H. (1982) - Fossil fructifications from the Cretaceous-Palaeocene boundary of SW Egypt (Danian, Bir Abu Munqar). *Tertiary Research*, 4: 121-147.
- Griffith W. (1850) - Palms of British East India, rédigé par John McClelland. *Charles A. Serrao éditeur*. 182 p.
- Gruas-Cavagnetto C. (1991) - Pollens et Dinophycées de l'Ilerdien moyen (Éocène inférieur) de Fordones (Corbières, France). *Cahiers de Micropaléontologie*, 6 : 51-66.
- Gruas-Cavagnetto C., Tambareau Y. & Villatte J. (1984) - Premières observations palynoplantologique dans le Thanétien et l'Ilerdien des petites Pyrénées. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences* : 249-252.
- Gruas-Cavagnetto C., Tambareau Y. & Villatte J. (1988) - Données paléocéologiques nouvelles sur le Thanétien et l'Ilerdien de l'avant-pays pyrénéen et de la Montagne Noire. *Institut Français Pondichéry, travaux section science technique*, XXV : 219-235.
- Gunn R.R. & Dennis J.V. (1976) - World Guide to Tropical Drift Seeds and Fruits. *Quadrangle/New York Times Book Co.* 240 p.
- Hébert E. (1862) - Observations sur les systèmes bruxelliens et Laekénien de Dumont et sur les positions de la série parisienne, faites à l'occasion du mémoire de M. Le Hon. *Bulletin de la Société géologique de France*, 2, XVII : 832-838.
- Herbig H.G. & Gregor H.J. (1990) - The mangrove-forming palm *Nypa* from the early Paleogene of southern Morocco. *Paleoenvironment and paleoclimate. Géologie Méditerranéenne*, XVII, 2 : 123-137.
- Hottinger L. & Schaub H. (1960) - Zur Stufeinteilung des Palaeocaens und des Eocaens. Einführung der Stufen -Ilerdien und Biarritzie. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 53, 1 : 453-479.
- Inglis G.N., Bragg F., Burls N.J., Cramwinckel M.J., Evans D., Foster G.L., Huber M., Lunt D.J., Siler N., Steinig S., Tierney J.E., Wilkinson R., Anagnostou E., de Boer A.M., Dunkley Jones T., Edgar K.M., Hollis C.J., Hutchinson D.K. & Pancost R.D. (2020) - Global mean surface temperature and climate sensitivity of the early Eocene Climatic Optimum (EECO), Paleocene–Eocene Thermal Maximum (PETM), and latest Paleocene. *Climate of the Past*, 16 : 1953-1968.
- Kapellos C. & Schaub H. (1975) - L'Ilerdien dans les Alpes, dans les Pyrénées et en Crimée ; corrélation de zones à grands Foraminifères et a Nannoplancton. *Bulletin de la Société Géologique de France*, XVII (2) : 148-161.
- Krausel R. (1923) - *Nipadites borneensis* n. sp., eine fossile Palmenfrucht aus Borneo. *Senckenbergiana*, 5 : 77-81.
- Kryshstofovich A. (1927) - *Nipadites Burtinii* Brongn. from the Eocene of South-western Ukraina. *Bull. Com. Ceol.*, 45 : 639-642.
- Le Hon H. (1862) - Terrains tertiaires de Bruxelles, leur composition, leur classement, leur faune et leur flore. *Bulletin de la Société géologique de France*, 2, XVII : 804-831.
- Linnaeus C. (1753) - *Species Plantarum*. 1200 p.
- Lozouet P. & Plaziat J.-C. (2008) - Mangrove environments and molluscs : Abatan River, Bohol and Panglao Islands, Central Philippines. *ConchBooks, Mainzer Str. 25, D-555546, Hackenheim, Germany*. 160 p.
- Lyell C. (1852) - On the Tertiary Strata of Belgium and French Flanders. *Quarterly journal of the Geological Society of London*, t. VIII : 277 p.

- Mc Inerney F.-A. & Wing S.-L. (2011) - The Paleocene-Eocene Thermal Maximum : a perturbation of carbon cycle, p. climate and biosphere with implications for the future. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 39 : 489-516.
- Massalongo A. (1858) - Palaeophyta rariora formationis tertiariae agri Veneti. *Atti dell Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, 3(3) : 4-67.
- Massieux M. (1969) - Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique de l'Éocène des Corbières septentrionales. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Paris.
- Massieux M. (1973) - Micropaléontologie stratigraphique de l'Éocène des Corbières orientales (Aude). *Cahiers de paléontologie*. 146 p.
- Mauduit Y. (1981) - Les unités pré-pyrénéennes du couloir de Carcassonne, ensembles sédimentaires et structures. Thèse de troisième cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse. 164 p.
- Mehrotra R.C., Tiwari R.P. & Mazumder B.I. (2003) - *Nypa* megafossils from the Tertiary sediments of Northeast India. *Geobios*, 36 : 83-92.
- Mehrotra R.C., Paul A.K. & Verma S.K. (2007) - Plant remains from the Disang Group of Wokha District, Nagaland, India. *Current Science*, 92(5) : 597-598.
- Moreno-Dominguez R., Cascales-Minana B., Ferrer J. & Diez J.B. (2016) - First record of the mangrove palm *Nypa* from the northeastern Ebro Basin, Spain : with taphonomic criteria to evaluate the drifting duration. *Geologica Acta*, 14, 2 : 101-111.
- Moreno-Dominguez R. (2019) - Estudio paleobotánico e implicaciones paleoclimáticas de los restos fósiles vegetales hallados en el Cenozoico de la zona surpirenaica central o occidental de la provincia de Huesca. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. 352 p.
- Nakanishi H. (1987) - Stranded tropical seeds and fruits on the coast of the Japanese mainland. *Micronesica*, 20(1-2) : 201-213.
- O'Gorman G. (1923) - Le gisement Cuisien de Gan (Basses Pyrénées). Note paléobotanique : Les *Nipadites*. *Chez Cossmann et O'Gorman*, Pau, : XIX-XXI, pl. XII.
- Palfalvy I. (1963) - Vestiges de *Nypa* de l'Éocène de Budapest. Rapport annuel de l'Institut de Géologie de Hongrie, Budapest : 117-120. (En Hongrois) *Nypa*, Maradványok a Budai Felsőecénből. All. Földtani intézet évi jelentésé Az 1963. Evröl.
- Parkinson J. (1804) - Organic Remains of a Former World : An Examination of the mineralized remains of the vegetables and animals of the Antediluvian World ; Generally termed Extraneous Fossils. *M.A. Nattali*, London. 461 p.
- Parsons J. (1757) - An account of some fossil fruits, and other bodies, found in the island of Sheppey. *Philosophical Transactions*, 50 : 396-407.
- Pautal L. (1985) - Populations fossiles, associations micropaléontologiques et paléoenvironnements de séries deltaïques ilerdiennes des Corbières (aude-france). Thèse Université Paul Sabatier, Toulouse. 288 p.
- Plaziat J.-C. (1977) - Un exemple de reconstitution paléogéographique : L'extrémité orientale du Golfe d'Aquitaine au début de Tertiaire, dans guide géologique régionaux : Pyrénées Orientales-Corbières, Jaffrezo. *Masson* : 117-127.
- Plaziat J.-C. (1981) - Late Cretaceous to late Eocene palaeogeographic evolution of Southwest Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 36 : 263-320.
- Plaziat J.-C. (1984a) - Paléobiocénose et déplacements massifs d'organismes littoraux (Madréporaires, Mollusques, Fruits de *Nypa*) en sédimentation vaso-sableuse pérideltaïque. Rôle des courants, des tempêtes et des séismes dans l'Ilerdien de Coustouge (Aude, France). *Geobios*, Mémoire spécial 8 : 301-312.
- Plaziat J.-C. (1984b) - Le Domaine Pyrénéen de la fin du Crétacé à la fin de l'Éocène, stratigraphie, paléoenvironnements et évolution géographique. Thèse d'état Orsay n°2885, 3 vol. 1362 p.
- Plaziat J.-C. & Cavagnetto C. (1996) - Taphonomic and biogeographic processes controlling the mangrove trees and mollusc associations of the pyrenean Paleocene and Eocene. *Communication de la II Réunion de Tafonomia y fosilizacion* : 331-336.
- Plaziat J.-C., Cavagnetto C., Koeniguer J.-C. & Baltzer F. (2001) - History and biogeography of the mangrove ecosystem, based on a critical reassessment of the paleontological record. *Wetlands Ecology and Management*, 9: 161-179.
- Plaziat J.-C. & Perrin C. (1992) - Multikilometersized builds by foraminifera (*Solenomeris*) from the early Eocene of the Pyrenean domain (S. France, N. Spain). Palaeoecologic relations with coral reefs. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 96 (3-4): 195-231.
- Pole M.S. (2007) - Early Eocene Dispersed Cuticles and Mangrove to Rainforest Vegetation at Strahan-Regatta Point, Tasmania. *Palaeontologia Electronica*, Vol. 10, Issue 3, 15A. 66 p.
- Pole M.S. & Macphail M.K. (1996) - Eocene *Nypa* from Regatta Point, Tasmania. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 92(1-2) : 55-67.
- Rayner D., Mitchell T., Rayner M. & Clouter F. (2009) - London Clay Fossils of Kent and Essex. *Medway Fossil and Mineral Society*. 214 p.
- Reid E.M. & Chandler M.E.J. (1933) - The London Clay flora. *British Museum (Natural History)*, London. 561 p.
- Rendle A.B. (1893) - Revision of the genus *Nipadites* Bowerbank. *Journal of the Linnean Society of London*, 30 : 143-154.
- Rey J. & Bousquet J.-P. (1981) - Observations préliminaires sur les paléoenvironnements de

- l'Ilerdien de Coustouge (Corbières, France). *Geobios*, 14 : 655-659.
- Schaub H. (1981) - Nummulites et Assilines de la Téthys paléogène. Taxonomie, phylogénèse et biostratigraphie. *Mémoires Suisses de Paléontologie*, t. 104-106. 236 p.
- Schrank E. (1987) - Palaeozoic and Mesozoic palynomorphs from northeast Africa (Egypt and Sudan) with special reference to Late Cretaceous pollen and dinoflagellates. *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen*, 75 : 249-310.
- Seward A.C. & Arber E.A.N. (1903) - Les Nipadites des couches éocènes de la Belgique. *Mémoires du musée royal d'histoire naturelle de Belgique*, II : 1-16.
- Smith J.M.B. (1992) - Patterns of disseminule dispersal by drift in the southern Coral Sea. *New Zealand Journal of Botany*, 30 : 57-67.
- Steck A. (1757) - Dissertatio inauguralis medica de Sagu. *Ed. Typis Johannis Henrici Heitzii*. 44 p.
- Stockmans F. (1936) - Végétaux Éocènes des environs de Bruxelles. *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 76 : 1-56.
- Tabuce R., Marandat B., Adnet S., Gernelle K., Flavia G., Marivaux L., Solé F., Schnyder J., Steurbaut E., Storme J.-Y., Vianey-Liaud M. & Yans J. (2025a) - European mammal turnover driven by a global rapid warming event preceding the Paléocène-Eocène Thermal Maximum. *PNAS*, 122, 25 : 1-9.
- Tabuce R., Marandat B., Adnet S., Gernelle K., Flavia G., Marivaux L., Solé F., Schnyder J., Steurbaut E., Storme J.-Y., Vianey-Liaud M. & Yans J. (2025b) - Supporting Information for : European mammal turnover driven by a global rapid warming event preceding the Paléocène-Eocène Thermal Maximum. *PNAS*, 122, 25 : 1-21.
- Teo S., Ang W.F., Lok A.F.S.L., Kurukulasuriya B.R. & Tan H.T.W. (2010) - The status and distribution of the Nipah palm, *Nypa fruticans* Wurm. (Arecaceae), in Singapore. *Nature in Singapore*, 3 : 45-52.
- Ters M., Viaud J.-M., Châteauneuf J.-J. & Ollivier-Pierre M.-F. (1979) - Notice explicative, carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Île de Noirmoutier – Pointe-de-St-Gildas (506), *BRGM*, Orléans. 35 p.
- Tomlinson P.S. (1986) - The Botany of Mangroves. *Cambridge University Press*. 413 p.
- Tralau H. (1964) - The genus *Nypa* van Wurm. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, 10(1) : 1-29.
- Tuley P. (1995) - The Palms of Africa. *Trendrine Press*, Cornwall. 189 p.
- Watelet A.D. (1866) - Description des Plantes fossiles du bassin de Paris. *J-B Baillièrre et fils, libraires de l'académie impériale de médecine*, Paris. 282 p.
- Worobiec G., Jach R., Machaniec E., Uchman A. & Worobiec E. (2015) - Eocene flora and trace fossils from the Hruby Regiel section in the Tatra Mountains (Poland): Taxonomic revision of the Wiktor Kuzniar fossil plant collection. *Acta Geologica Polonica*, 65(2) : 203-226.
- Wurm F. von (1779) - *Nypa fruticans*. *Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen*, 1. 349 p.
- Yans J., Marandat B., Masure E., Serra-Kiel J., Schnyder J., Storme J.-Y., Marivaux L., Adnet S., Vianey-Liaud M. & Tabuce R. (2014) - Refined bio- (benthic foraminifera, dinoflagellate cysts) and chemostratigraphy ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) of the earliest Eocene at Albas-Le Clot (Corbières, France) : implications for mammalian biochronology in southern Europe. *Newsletters on Stratigraphy*, 47 (3) : 331-353.