

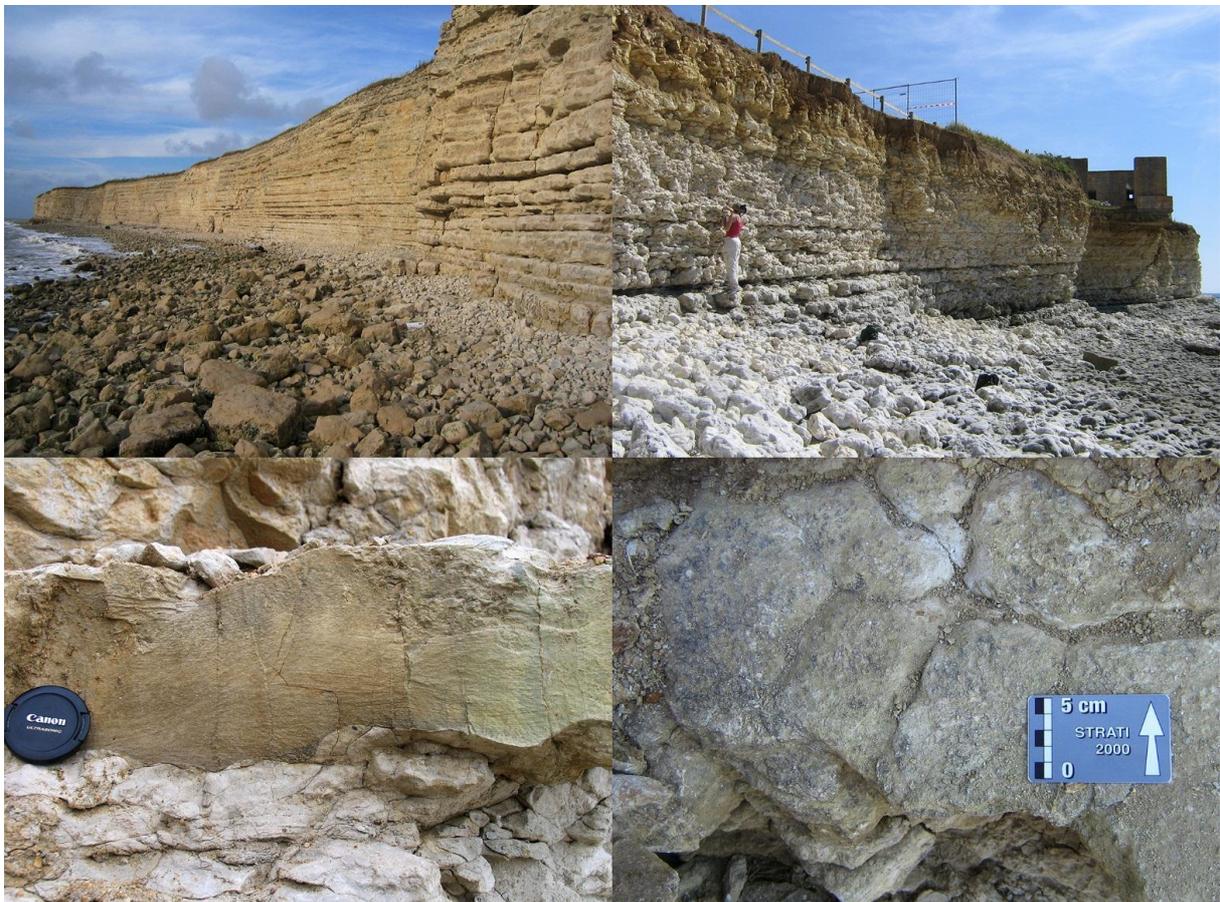
Signification sédimentaire, tectonique et climatique du Jurassique supérieur (Kimméridgien-Tithonien) de La Rochelle et de l'île d'Oléron

29-30 mai 2017
La Rochelle – Île d'Oléron

Organisateurs :

C. Colombié (Laboratoire de Géologie de Lyon, Lyon 1)

J. Schnyder (Institut des Sciences de la Terre de Paris, Paris 6)



Signification sédimentaire, tectonique et climatique du Jurassique supérieur (Kimméridgien-Tithonien) de La Rochelle et de l'île d'Oléron

Résumé : A l'interface entre les domaines téthysien et boréal, le Jurassique supérieur de La Rochelle et de l'île d'Oléron est un intervalle clé pour mieux comprendre l'organisation des circulations océaniques et atmosphériques au Nord-Ouest de l'Europe et les changements climatiques enregistrés à cette époque. Cette excursion sera l'occasion de découvrir ou de redécouvrir les caractéristiques sédimentologiques et paléontologiques de cet intervalle et de présenter les résultats acquis ces dernières années.

La première demi-journée concernera les coupes du Jurassique supérieur situées au Nord et au Sud de La Rochelle. La deuxième journée se focalisera sur le Jurassique supérieur-Crétacé de l'île d'Oléron.

Introduction

Les études menées ces dernières années dans le Jurassique supérieur de l'Ouest de la France ont pour objectif de mieux comprendre i) l'origine tectonique ou climatique de l'alternance de faunes d'ammonites téthysienne et boréale ; ii) la paléogéographie/les environnements de dépôt ; iii) le paléoclimat.

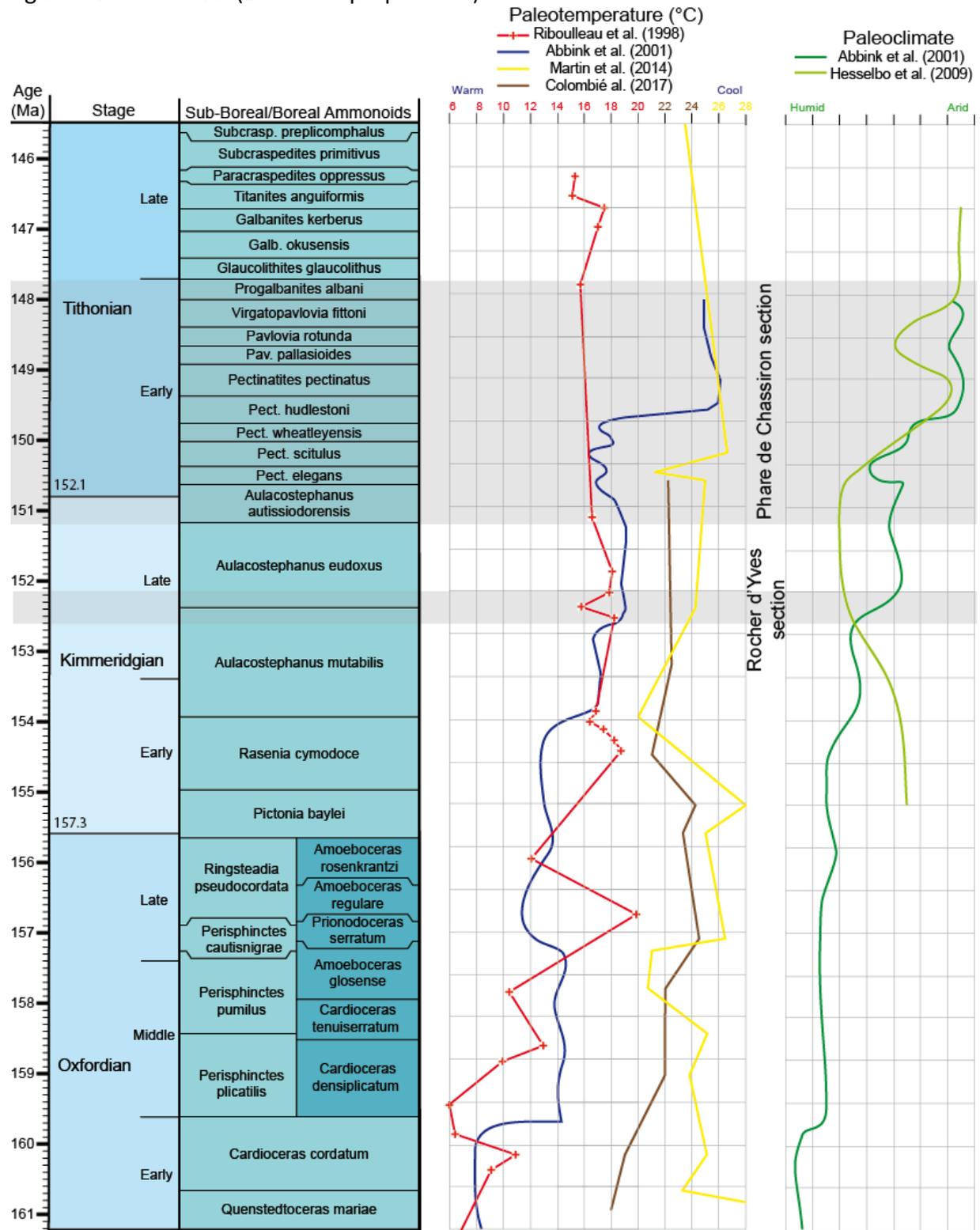
Contexte géologique

Le Jurassique supérieur de La Rochelle et de l'île d'Oléron est formé d'alternances marnes-calcaires (Fig. 1). Ces alternances affleurent au Nord (coupe des Pas) et au Sud (coupe du Rocher d'Yves) de la Rochelle ainsi qu'au Nord de l'île d'Oléron (coupe du Phare de Chassiron). Ces alternances ont un âge qui varie entre l'Oxfordien supérieur (pour la partie inférieure de la coupe des Pas) et le Crétacé inférieur pour la partie supérieure de la coupe du Phare de Chassiron. Les coupes des Pas et du Rocher d'Yves ont été datées par Hantzpergue (1979) (Fig. 1). Schnyder et al. (2012) ont récemment précisé la datation de la coupe du Phare de Chassiron. Ces alternances indiquent des environnements de rampe qui se développaient au Nord du Bassin d'Aquitaine (Fig. 2). Cette rampe était structurée en horsts, où se développaient des coraux, et grabens (Hantzpergue 1985a, Olivier et al. 2008). Les coupes situées au Nord et au Sud de La Rochelle contiennent 11 discontinuités sédimentaires majeures (i.e. de D1 à D11, définies également dans le Bassin de Paris, le Jura, en Allemagne et en Angleterre) qui sont interprétées comme des changements environnementaux majeurs (d'origine tectonique ou eustatique) (Hantzpergue 1985b). Le Jurassique supérieur est une période de haut niveau marin qui se caractérise par une augmentation des températures et de l'aridité (Abbink et al. 2001) (Fig. 3). Ce contexte paléogéographique et paléoclimatique était propice au développement des cyclones qui se formaient à l'Est de la Téthys et se déplaçaient vers l'Ouest (Moore et al. 1992, PSUCLIM 1999) (Fig. 2).

Méthodes

L'étude détaillée des faciès sédimentaires, des palynofaciès, du contenu fossilifère (kystes de dinoflagellés, nannofossiles calcaires), des minéraux argileux, de la composition en éléments majeurs et mineurs et en isotope de l'oxygène et du carbone et une analyse magnétostratigraphique ont permis de préciser l'âge de ces dépôts et les facteurs qui ont contrôlé leur formation.

Figure 3 : Paléoclimat (Boiron en préparation)



Itinéraire

Lundi 29 mai : le Jurassique supérieur de La Rochelle

Arrêt 1.1 : Pas

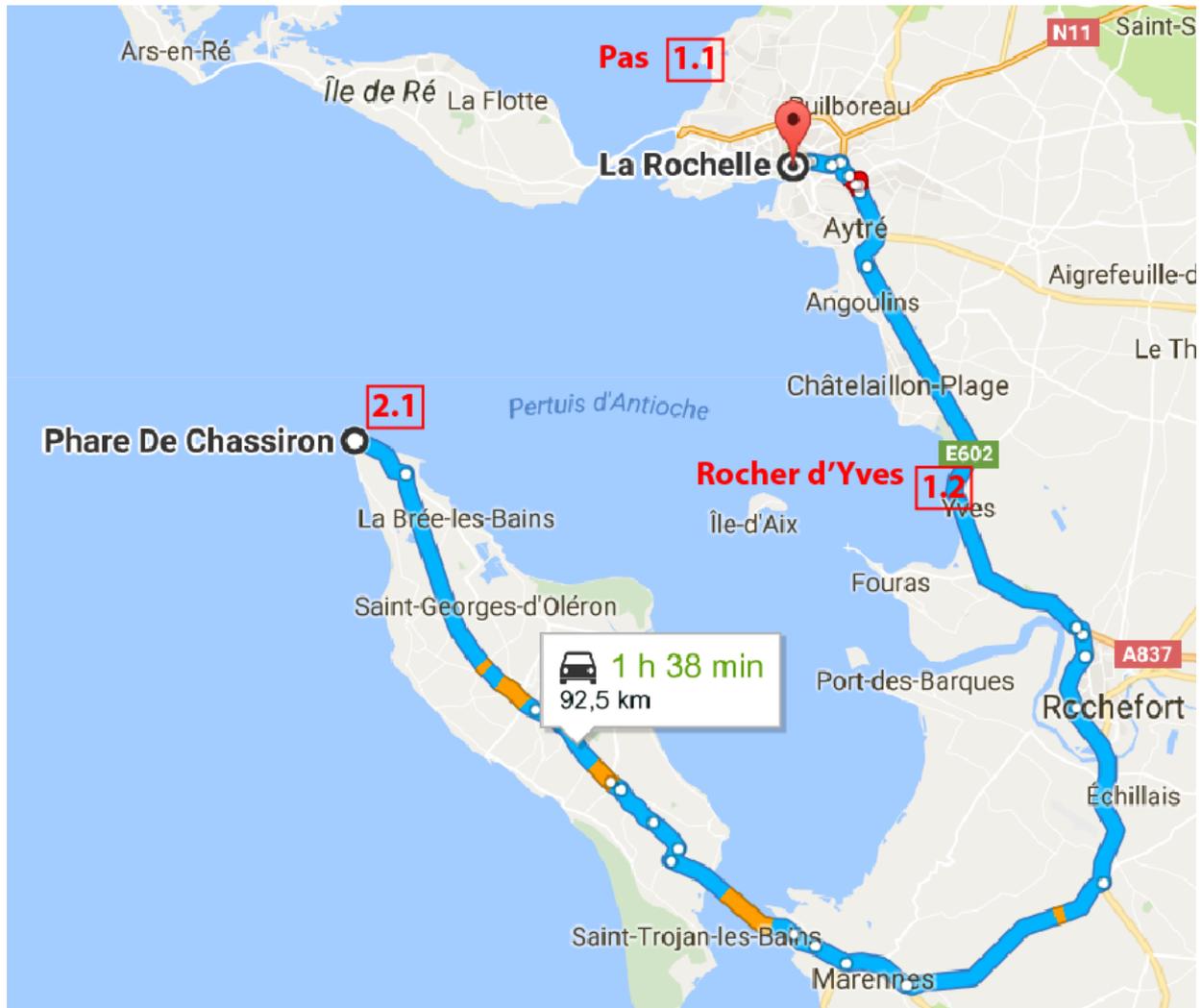
Arrêt 1.2 : Rocher d'Yves

Mardi 30 mai : le Jurassique supérieur de l'Île d'Oléron

Arrêt 2.1 : Phare de Chassiron

Arrêt 2.2 : Traces de dinosaures

Figure : carte avec position des arrêts



Le Jurassique supérieur de La Rochelle

C. Colombié

L'étude détaillée des faciès sédimentaires, des palynofaciès, des nannofossiles calcaires, des minéraux argileux, de la composition en éléments majeurs et mineurs et en isotope de l'oxygène et du carbone des coupes des Pas et du Rocher d'Yves ont permis de préciser les facteurs (i.e. eustatisme, tempêtes, tectonique, climat) qui ont contrôlé la formation de ces dépôts. Ce résumé est basé sur Carcel (2009), Carcel et al. (2010), Colombié et al. (2012) et Colombié et al. (en préparation).

Résultats et interprétations sédimentologique, séquentielle et cyclostratigraphique (ou de l'analyse des faciès, palynofaciès et nannofossiles calcaires)

Le Jurassique supérieur de La Rochelle comprend ici 2 coupes. La coupe des Pas (arrêt 1.1) mesure 55 m environ. Elle s'étend de l'Oxfordien terminal (partie supérieure de la zone d'ammonites à Grandiplex) au Kimméridgien basal (partie inférieure de la zone à Cymodoce). La coupe du Rocher d'Yves (arrêt 1.2) mesure 10 m environ. Elle est située à la limite Kimméridgien inférieur-supérieur. Ces 2 coupes sont formées d'alternances marnes-calcaires (Carcel 2009, Carcel et al. 2010, Colombié et al. 2012). Le pourcentage de carbonate de calcium varie entre 35 et 65% pour les marnes ; 65 et 78% pour les marnes calcaires, 78 et 90% pour les calcaires argileux, et au-dessus de 90% pour les calcaires. Les calcaires, essentiellement argileux, sont des mudstones avec des abondance et diversité en bivalves, foraminifères et échinodermes variables (Fig. 1.1, 1.2). Ils indiquent des environnements marins peu profonds et protégés (i.e. environnements calmes mais ouverts sur le large).

Faciès	Texture - Lithology	Main components
F1	M - marl	
F2	M - marl	Oysters
F3	M -calcareous marl / argillaceous limestone	Oysters
F4	M - calcareous marl / argillaceous limestone	Relatively low abundance and diversity of bioclasts (undifferentiated bivalves and bioclasts)
F5	M - calcareous marl / argillaceous limestone	Relatively high abundance and diversity of bioclasts (echinoderms, undifferentiated bivalves, and foraminifers)
F6	M - calcareous marl / argillaceous limestone	Relatively high abundance and diversity of bioclasts (echinoderms, undifferentiated bivalves, and foraminifers) and oysters
F7	W - limestone	High abundance and diversity of bioclasts (echinoderms, brachiopods, undifferentiated bivalves, foraminifers, and serpulids)

Figure 1.1 : Description des faciès (Carcel et al. 2010)

Ces alternances contiennent des lamines, patchs, lentilles ou niveaux (ou couches) de wackestones ou wackestones-packstones-grainstones à bivalves ou péloïdes, qui sont interprétés comme des tempestites (Fig. 1.2).

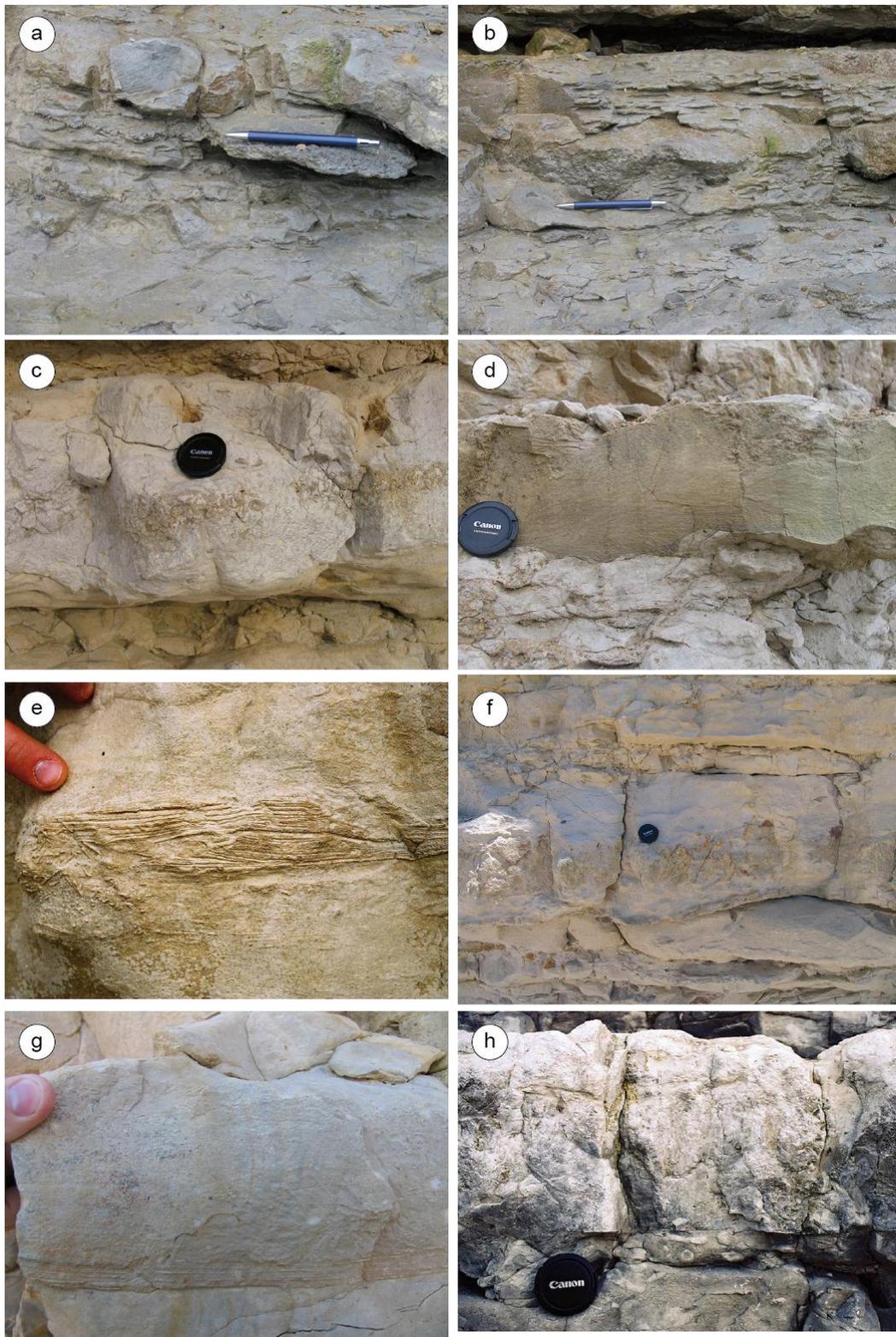


Figure 1.2 : Photographies des tempestites : a) niveau bioclastique grossier ; b) lentille bioclastique grossière ; c) patch bioclastique grossier ; d) niveau fin ; e) lentille fine ; f) patch fin ; g) lamines ; h) lamines à base érosive (Carcel et al. 2009, 2010)

Les faciès sont répartis sur un profil de rampe en fonction des teneurs en carbonate de calcium et de l'abondance et de la diversité des bioclastes (Carcel et al. 2010). Les teneurs en carbonate de calcium et l'abondance et la diversité des bioclastes augmentent des environnements proximaux aux environnements distaux (Fig. 1.3). Les faciès de la coupe du Rocher d'Yves indiquent des environnements plus proximaux que ceux de la coupe des Pas (Fig. 1.3).

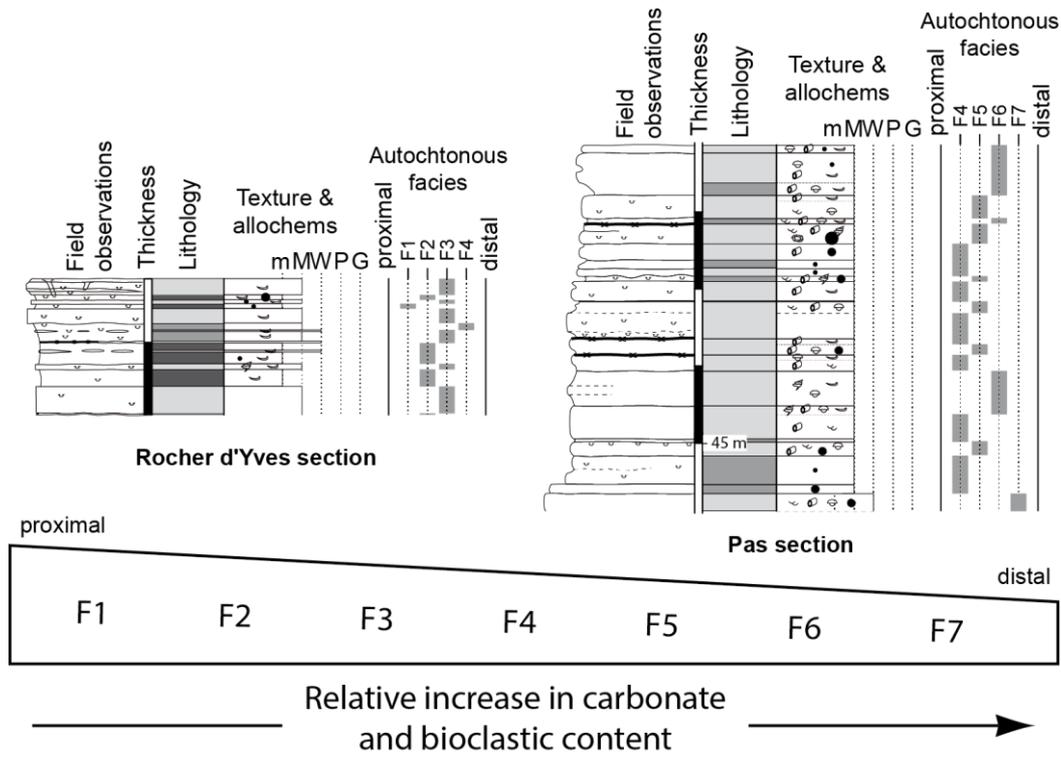


Figure 1.3 : Répartition des faciès (Carcel et al. 2010)

L'évolution des faciès et des palynofaciès définit 4 ordres de séquences. Les alternances (i.e. séquences élémentaires) forment des séquences de court, moyen et long terme (Fig. 1.4). L'empilement de ces séquences montre que les variations des paramètres orbitaux de la Terre ont en partie contrôlé leur formation (Carcel et al. 2010). Les alternances représentent quelques milliers d'années seulement, les séquences de court, moyen et long terme, 20, 100 et 400 ka, respectivement.

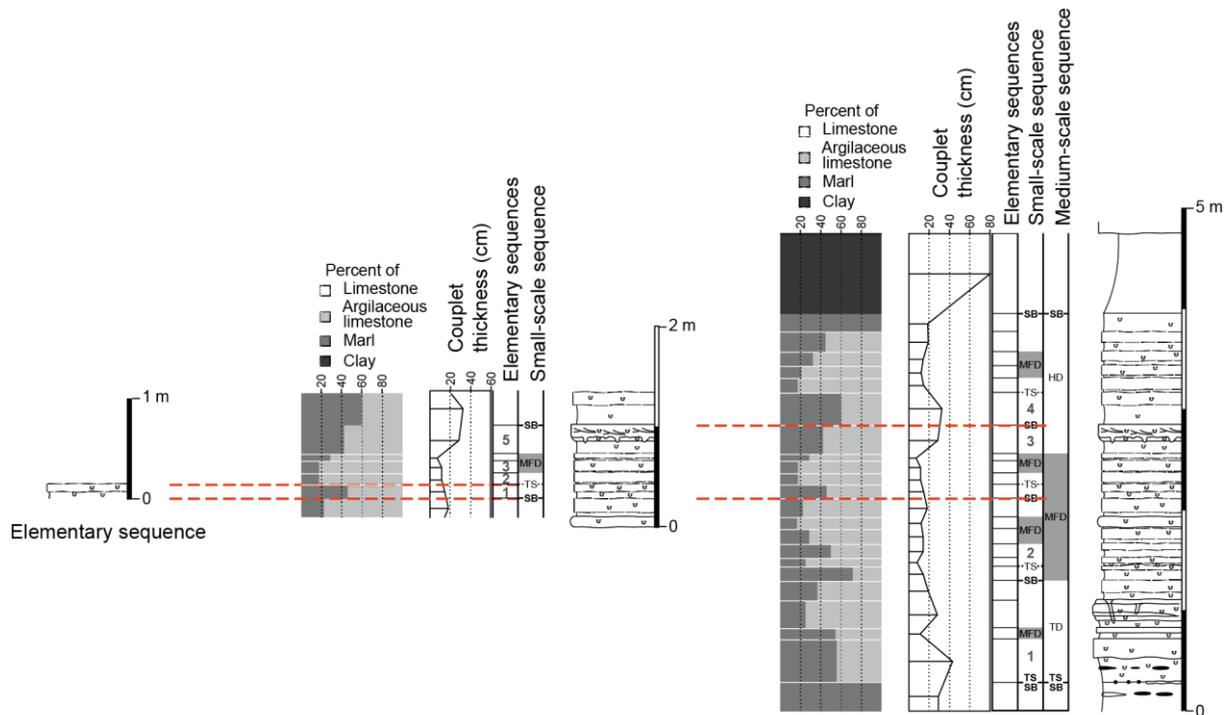


Figure 1.4 : Séquences de dépôt (Colombié et al. 2007)

Formation des séquences et contrôles sur la sédimentation

Les séquences de court et de moyen terme se caractérisent par des dépôts de bas niveau argileux et épais et des dépôts de haut niveau calcaires et fins (Fig. 1.4). Les teneurs en carbonate de calcium et en nanofossiles calcaires de ces dépôts suggèrent que la production carbonatée aurait été limitée aux sommets des blocs qui structuraient la plate-forme et distribuée dans les dépressions alentours par les cyclones qui affectaient fréquemment ces environnements (Fig 1.5).

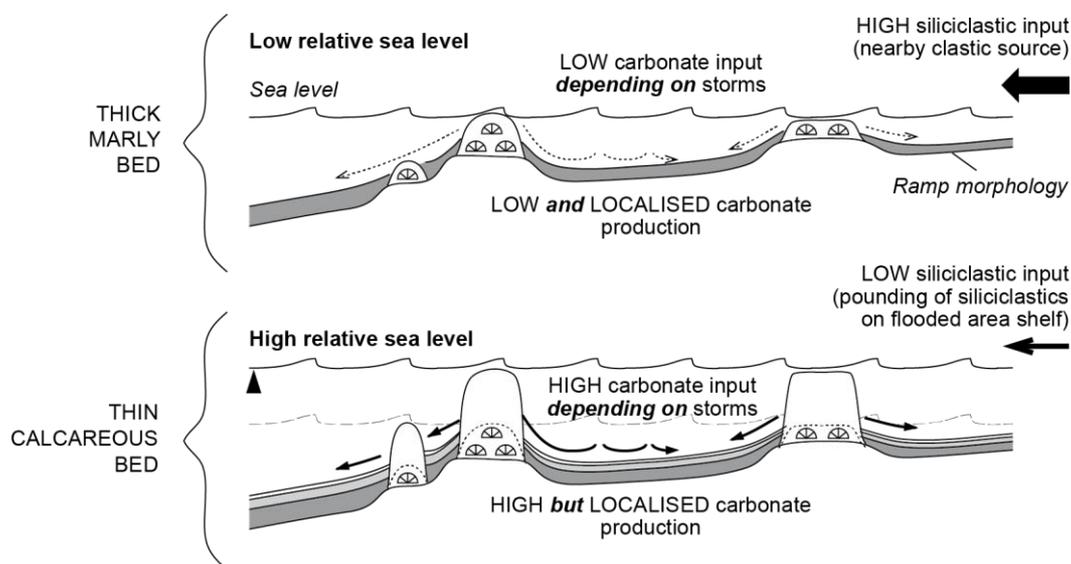


Figure 1.5 : Modèle de formation des séquences de dépôt (Colombié et al. 2012)

Les alternances et les séquences de court, moyen et long terme de la coupe des Pas forment des séquences de 3^{ème} ordre qui s'inscrivent elles même dans des séquences d'ordre supérieur. L'analyse des faciès, des palynofaciès et des nanofossiles calcaires montre que le niveau marin relatif diminue de la base au sommet de la coupe des Pas et entre les coupes des Pas et du Rocher d'Yves. Les dépôts argileux et riches en huîtres de la coupe du Rocher d'Yves, située à la limite Kimméridgien inférieur-supérieur, correspondent à des environnements marins peu profonds, contrairement aux dépôts argileux riches en huîtres du Kimméridgien supérieur du Bassin de Paris par exemple. Cette progradation résulterait d'un ralentissement de la subsidence au Kimméridgien inférieur suite à un événement tectonique majeur, lié à l'ouverture de l'Océan Atlantique central. Conformément à la littérature, l'eustatisme contrôlerait la formation des séquences de dépôt d'ordre inférieur, et la tectonique, celle des séquences d'ordre supérieur.

Le nombre de tempestites par séquence de moyen terme (i.e. 100 ka) donne la fréquence des cyclones préservés dans l'enregistrement sédimentaire. A l'échelle des séquences de long terme (i.e. 400 ka), les fréquences varient parallèlement au niveau marin relatif, conformément au modèle développé par Aigner (1985) (Fig. 1.6). Par contre, à l'échelle de la coupe des Pas, la fréquence augmente quand le niveau marin relatif diminue, suggérant un contrôle climatique sur la fréquence des cyclones (Colombié et al. en prép.) (Fig. 1.7).

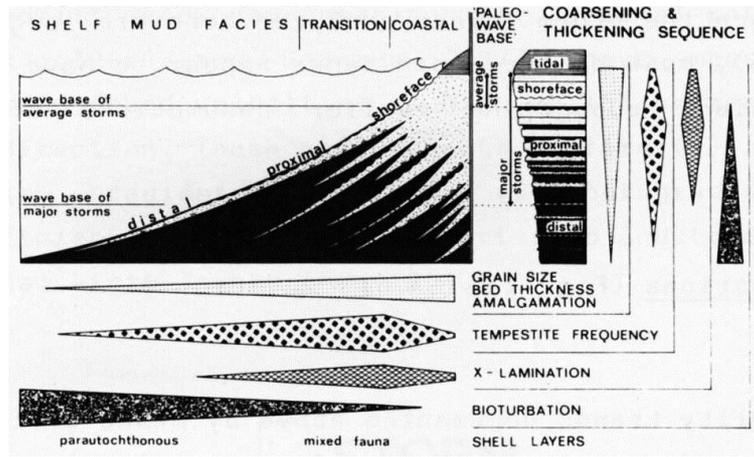


Figure 1.6 : Répartition des faciès de tempestites sur un profil de rampe (Aigner 1985)

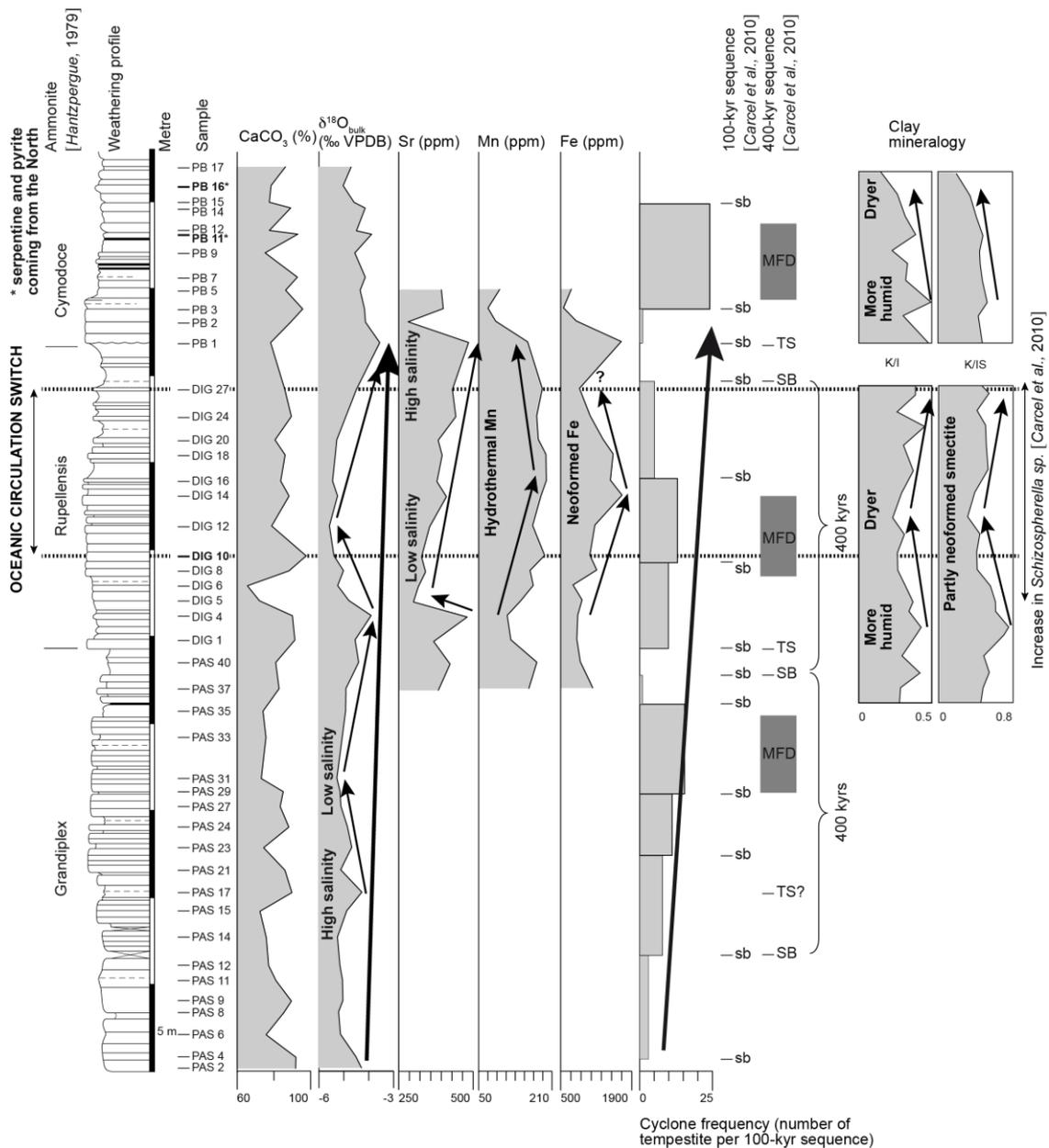


Figure 1.7 : Variation et interprétation des teneurs en CaCO₃, Sr, Mn, Fe, des valeurs de d¹⁸O, de la fréquence des cyclones, du niveau marin relatif et des rapports K/I et K/IS de la coupe des Pas (Colombié et al. en préparation)

Mardi 30 mai 2017

Le Jurassique supérieur de l'île d'Oléron

J. Schnyder, C. Colombié

La coupe du Phare de Chassiron, épaisse d'environ 80m (Fig. 2.1), d'âge Kimméridgien supérieur-Berriasien, est un des affleurements à faciès purbéckien les plus complets (i.e., continus et épais) d'Europe (Bousquet, 1967 ; Schnyder, 2003 ; Colombié et al. 2012; Schnyder et al. 2012). La datation de la coupe est basée sur les ammonites (Hantzpergue, 1989; Hantzpergue et al., 2004), la palynologie (kystes de dinoflagellés) et la magnétostratigraphie, les distributions des nannofossiles calcaires, des ostracodes marins et des foraminifères précisant ponctuellement le schéma biostratigraphique proposé (Schnyder et al., 2012). Des études détaillées des faciès sédimentaires, complétées par des données de palynofaciès (correspondant à l'étude sous le microscope optique, de l'ensemble de la matière organique sédimentaire préservée) et d'éléments traces (strontium), ont permis de reconstituer les environnements de dépôts et les séquences sédimentaires (Colombié et al., 2012, Schnyder et al., 2012).

Séquences sédimentaires

La coupe du Phare de Chassiron montre l'évolution d'une plate-forme carbonatée peu profonde à salinité normale, livrant des ammonites et de nombreux fragments d'échinodermes (Kimméridgien supérieur-Tithonien basal) à des faciès littoraux argileux et carbonatés de baie ou d'estuaire, n'ayant pas livré d'ammonites, soumis à des apports d'eau douce en provenance du continent et localement évaporitiques (faciès purbeckiens, Tithonien inférieur-Tithonien supérieur/Berriasien basal, Figs 2.1-2.3). Les apports d'eau douce sont notamment soulignés par des plus faibles valeurs de strontium mesurées dans les carbonates et la présence d'oogones de charophytes (Martin-Closas et al., 2008) (Figs 2.1-2.3). Les lamelibranches sont localement abondants et incluent le genre saumâtre *Neomiodon* et des spécimens attribuables à "*Psammobia*" *tellinoides* (Vullo et al., 2014). La plupart des gastéropodes sont des planorbes. On note aussi la présence de *Provalvata* cf. *sabaudiensis*, et *Viviparus* cf. *inflatus* (Vullo et al., 2014). Les fragments de bois fossiles de toute taille sont assez fréquents et attribuables à des conifères (*Agathoxylon* sp. et avec doute *Brachyoxylon* sp.) (in Vullo et al., 2014).

La coupe enregistre donc la chute du niveau marin relatif de 2nd ordre de la limite Jurassique-Crétacé (Fig. 2.3). Cette chute se caractérise par l'alternance d'intervalles argileux et calcaires de plusieurs m à 10aines de m. Les intervalles argileux correspondent à des environnements plus proximaux que les intervalles calcaires qui indiquent des conditions marines franches, soulignées par de plus fortes valeurs de strontium et la faune et microfaune associée. Ces intervalles correspondent aux dépôts de bas et de haut niveau de séquences de troisième ordre, respectivement. Ces séquences sont elles-mêmes constituées d'alternances marnes-calcaires qui forment des séquences de court et de moyen terme. Les caractéristiques sédimentaires des séquences de court et de moyen terme qui constituent la coupe du Phare de Chassiron sont similaires à celles des séquences qui forment les coupes des Pas et du Rocher d'Yves, suggérant que le modèle conceptuel expliquant la formation des séquences du Jurassique supérieur de La Rochelle fonctionnait ici aussi. Par contre, leur durée diffère, l'espace disponible pour l'accumulation des sédiments étant plus importants dans les environnements globalement plus proximaux du Jurassique supérieur de l'île d'Oléron. La durée des alternances serait de 20 ka, des séquences de court et de moyen terme, 100 et 400 ka, respectivement.

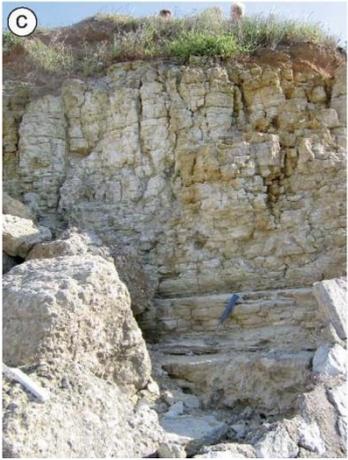


Figure 2.2 (page précédente). Photographies de la coupe du Phare de Chassiron. A-C : Dépôts de plate-forme marine ouverte, Kimméridgien supérieur. A : Aspect noduleux des calcaires à la base de la coupe et interbanco argileux (0-9m, cf log de la coupe). B : Mudcracks illustrant les émergences épisodiques fini-kimméridgiennes (21,8m). C : Mudstones laminés (21-24m, eaux douces à saumâtres) montrant l'émergence progressive de la plate-forme marine kimméridgienne. D-I : faciès "purbeckien". D : Niveau conglomératique reposant sur une limite de séquence majeure (24.2m). E : faciès tidaux (40m). F : succession de bancs à faune marine franche soulignant une MFS majeure (49.2-51.6m). G : Idem, 51-52.5m. H : Banc bioclastique interprété comme une tempestite, avec des cannelures d'érosion à sa base (59.5m). I : Calcaire finement laminés alternants avec des interlits marneux, riches en matière organique (63.5-66m). J : HCS and SCS déposées latéralement à des patches récifaux de serpulidés (65.2m). L : Intervalle évaporitique interprété comme un dépôt de sabkha (67-68.3m).

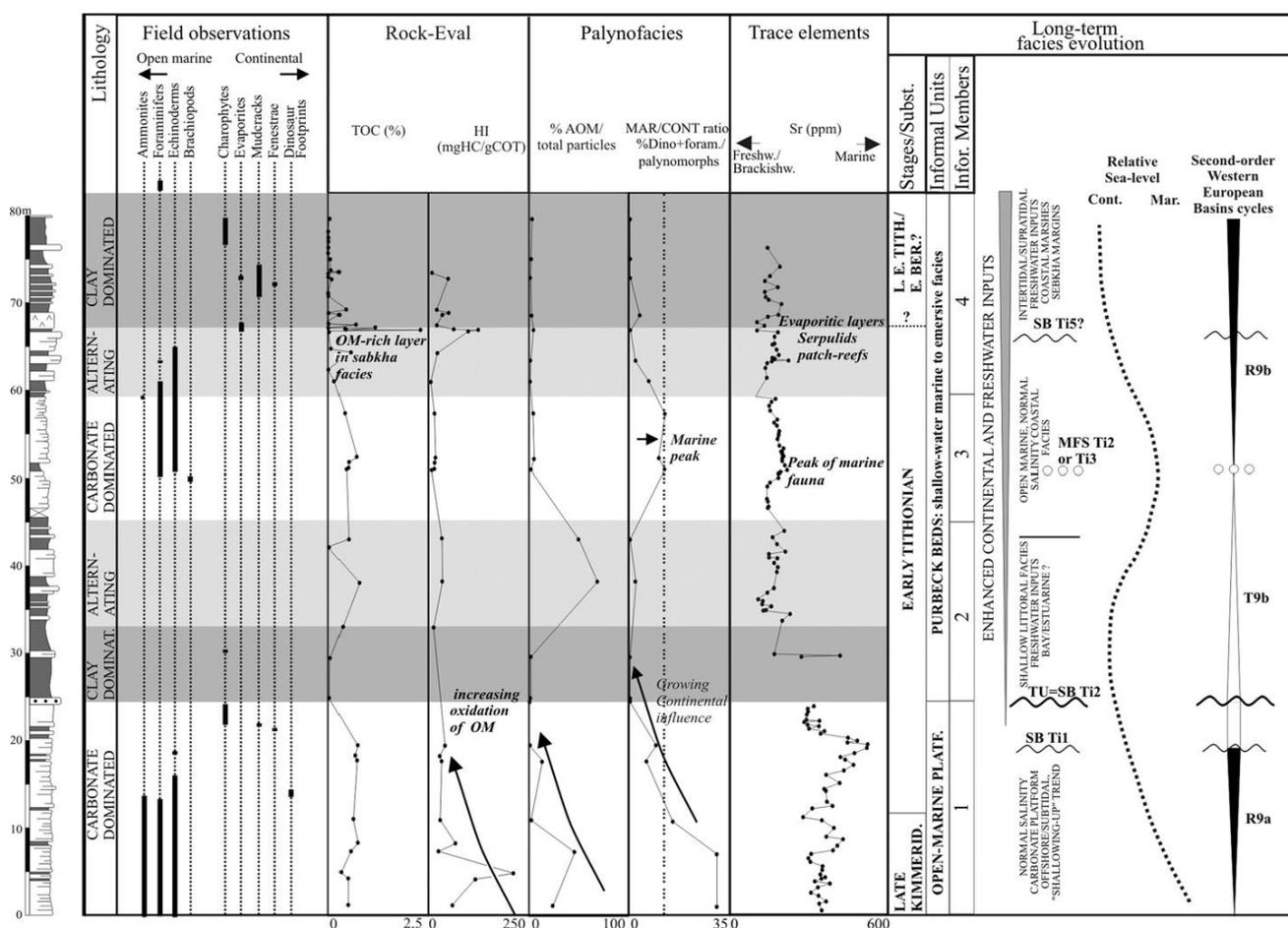


Fig. 2.3 : Reconstitution des environnements de dépôts et séquences sédimentaires de long terme. Coupe du Phare de Chassiron, d'après Schnyder et al., 2012.

Changements climatiques à la limite Jurassique-Crétacé

Une relative aridité se développe sur les marges nord et sud de la Téthys au Jurassique terminal (Hallam, 1984 ; Deconinck, 1993 ; Allen, 1998 ; Ruffel et al., 2002 ; Schnyder et al., 2006). Ces conditions climatiques plus sèches perdurent pendant une partie du Berriasien au Crétacé basal, et sont suivies par un retour à des conditions climatiques plus humides à partir du Berriasien supérieur (e.g., Schnyder et al., 2006).

La coupe de Chassiron permet de suivre en détail le développement progressif de l'aridité à partir du Tithonien inférieur et jusqu'au Berriasien basal. Ceci est souligné par la présence de lits évaporitiques dans la partie supérieure de la coupe (Fig. 2.4) et par (i) les fluctuations du rapport kaolinite/illite dans les assemblages argileux, qui montrent notamment une baisse de ce rapport au Tithonien supérieur et (ii) les variations de la proportion des pollens de *Classopollis* dans les assemblages palynologiques, qui montrent une augmentation de ce rapport à partir du Tithonien inférieur (Fig. 2.4, Schnyder et al., in prep.). En effet, si l'on utilise une interprétation paléoclimatique des assemblages argileux, plus le rapport kaolinite/illite est faible, plus les conditions climatiques régnants à terre étaient froides et sèches. Les pollens de type *Classopollis* appartiennent aux Cheirolépidiacées, une famille de conifères du Mésozoïque ayant une large répartition géographique, cantonnée aux basses et moyennes paléolatitudes (en-dessous de 50°). Les représentants de cette famille sont souvent cités comme étant xéromorphiques et préférant les environnements salins à hypersalins. Ils reflètent ainsi des conditions climatiques sèches (Vakhramyev, 1970, 1981 ; Upchurch et Doyle, 1981).

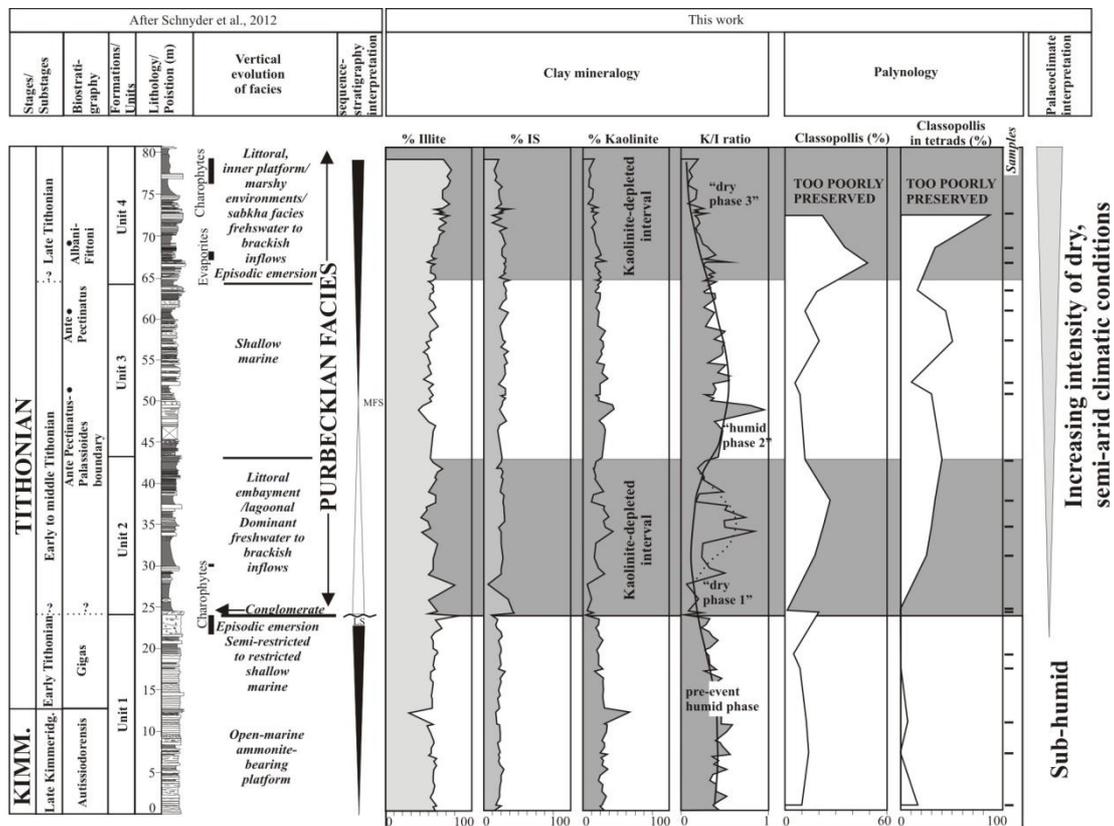


Fig. 2.4 : Fluctuations climatiques enregistrées dans la coupe du Phare de Chassiron. D'après Schnyder et al., in prep.

Restes de vertébrés

La coupe de Chassiron est aussi célèbre pour avoir livré des accumulations de macro- et micro-restes de vertébrés, aussi bien aquatiques que terrestres, sous la forme de *bone-beds* de type Konzentrat-Lagerstätte, dans lequel la plupart des composants biologiques du paléocosystème ont été préservés (Vullo et al., 2014). Les assemblages de vertébrés sont notamment particulièrement riches entre 24 et 30m, où ils se sont déposés dans des environnements littoraux de baie et d'estuaire et sont localement associés à d'abondants restes de plantes fossiles. Ces assemblages incluent des os et dents de requins, des restes de poissons, d'amphibiens, de tortues, de ptérosaures, de lézards, de crocodiliens, de

dinosaures, de reptiles choristodères (Billon-Bruyat et al., 2001, Vullo et al., 2014) et –pour la première fois décrits dans un site français jurassique- des restes mammaliens (Vullo et al., 2014).

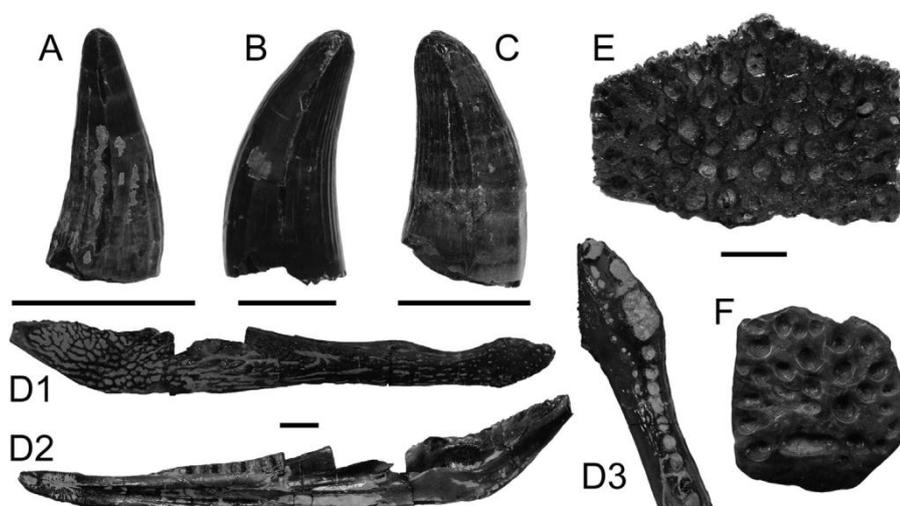


Fig. 2.5 : **Crocodiliens, coupe du Phare de Chassiron.** A–E : **Goniopholis** sp. : dents (A–C), mandibule (D) en vues latérale (D1) et médiale (D2) (D3 : partie antérieure en vue dorsale). E–F : ostéodermes de crocodiliens. Barres d'échelle : 10 mm. D'après Vullo et al. 2014.



Fig. 2.6 : **Mammifères, coupe du Phare de Chassiron.** A : dent supérieure antérieure en vue occlusale de multituberculé. B : molaire inférieure gauche en vues linguale (B1) et occlusale (B2) de cladothérien. Barres d'échelle : 500 µm. D'après Vullo et al., 2014.

Empreintes de pas de dinosaures

Des empreintes de pas de dinosaures ont été décrites dans la coupe du Phare de Chassiron (De Lapparent et Oulmi, 1964). De très belles nouvelles empreintes de pas de dinosaure d'âge Jurassique terminal-Crétacé basal ont été récemment mises en évidence au nord de l'île d'Oléron (Fig. 2.7; Moreau et al., in press).

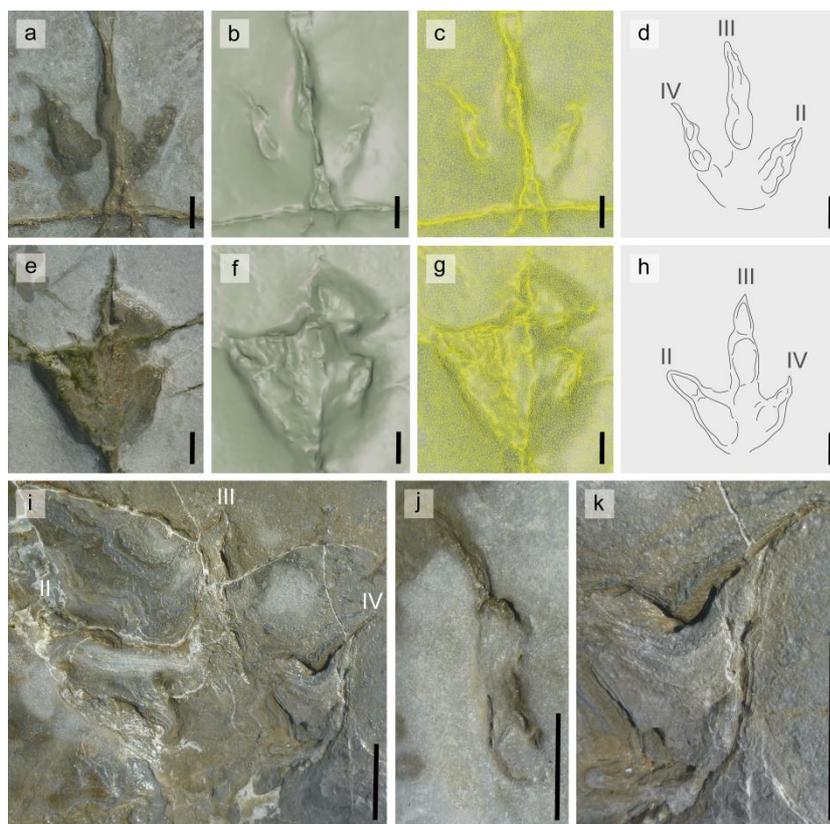


Fig. 2.7 : Traces de dinosaure théropode, Tithonien terminal/ Berriasien basal, Ile d'Oléron. D'après Moreau et al., in press.

Références

- Abbink, O.**, J. Targarona, H. Brinkhuis, and H. Visscher, 2001. Late Jurassic to earliest Cretaceous palaeoclimatic evolution of the southern North Sea. *Glob. Planet. Change* 30 (3), 231–256.
- Aigner, T.**, 1985. Storm depositional systems: dynamic stratigraphy in modern and ancient shallow-marine sequence. *Lect. Notes Earth Sci.*, vol. 3, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Allen, P.**, 1998. Purbeck–Wealden (early Cretaceous) climates. *Proceedings of the Geologists' Association* 109, 197–236.
- Billon-Bruyat, J.-P.**, Mazin, J.-M., Buffetaut, E., Tong, H., Abit, D., 2001. New occurrence of vertebrate remains in the Latest Jurassic of western France (Oléron island, Charente-Maritime). 6th European Workshop on Vertebrate Palaeontology, Florence, abstract volume, 19.
- Boiron, C.**, en préparation. Approches statistiques multivariées pour l'estimation de l'intensité des tempêtes préservées dans l'enregistrement sédimentaire (Kimméridgien-Tithonien, Ile d'Oléron et La Rochelle). Thèse de Master 2, Université Lyon 1.
- Bousquet, P.**, 1967. Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique et du Crétacé de l'île d'Oléron (Charente-Maritime). Ph.D. thesis, Paris University, 180 p.
- Carcel, D.**, 2009. Caractérisation des environnements de dépôt dominés par les tempêtes : exemple du Jurassique supérieur de La Rochelle et du Boulonnais. Ph.D. thesis, Université Claude Bernard Lyon 1, France.
- Carcel, D.**, C. Colombié, F. Giraud, and B. Courtinat, 2010. Tectonic and eustatic control on a mixed siliciclastic-carbonate platform during the Late Oxfordian-Kimmeridgian (La Rochelle platform, western France). *Sediment. Geol.*, 223 (3–4), 334–359.

- Colombié C.**, Schnyder J., Carcel D., 2007. Marl-limestone alternations in the Late Jurassic of Western France: cycles or events beds? 25th IAS Meeting of Sedimentology (Patras, Greece) abstract book, 67.
- Colombié, C.**, Schnyder, J., Carcel, D., 2012. Shallow-water marl-limestone alternations in the Late Jurassic of Western France: cycles, storm event deposits or both? *Geobios*, 271-272, p. 28-43.
- Colombié, C.**, Lécuyer, C., Carcel, D., Ruffel, A., Schnyder, J., en préparation. How did tectonics and global warming combine for increasing cyclone frequency during the late Jurassic of western Europe?
- Deconinck, J.-F.**, 1993. Clay mineralogy of the Upper Tithonian–Berriasian deep-sea carbonates of the Vocontian Trough (SE France): relationships with sequence stratigraphy. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine* 17 (1), 223–234.
- De Lapparent, A.**, et Oulmi, M. (1964). Une empreinte de pas de dinosaure dans le Portlandien de l'Île d'Oléron. *Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France*, 6, 232–233.
- Hallam, A.**, 1984. Continental humid and arid zones during the Jurassic and Cretaceous. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 47, 195– 223.
- Hantzpergue, P.**, 1979. Biostratigraphie du Jurassique supérieur nord-aquitain. *Bull. Soc. géol. France*, 7, t. XXI, n°6, 715–725.
- Hantzpergue, P.**, 1985a. L'héritage hercynien dans la paléogéographie récifale du Jurassique supérieur nord-aquitain (France). *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 301 (15), 1147–1150.
- Hantzpergue, P.**, 1985b. Les discontinuités sédimentaires majeures dans le Kimméridgien français: Chronologie, extension et corrélations dans les bassins Ouest- Européens. *Geobios* 18 (2), 179–194.
- Hesselbo, S. P.**, J.-F. Deconinck, J. M. Huggett, and H. S. Morgans-Bell, 2009. Late Jurassic palaeoclimatic change from clay mineralogy and gamma-ray spectrometry of the Kimmeridge Clay, Dorset, UK. *J. Geol. Soc. London.*, 166 (6), 1123–1133.
- Martin J. E.**, Amiot R, Lécuyer C, Benton M. J., 2014. Sea surface temperature contributes to marine crocodylomorph evolution. *Nat. Commun.* 5, 4658.
- Moore, G. T.**, L. C. Sloan, D. N. Hayashida, and N. P. Umrigar, 1992. Paleoclimate of the Kimmeridgian/Tithonian (Late Jurassic) world: II. Sensitivity tests comparing three different paleotopographic settings. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 95(3–4), 229–252.
- Moreau, J.-D.**, Vullo, R., Néraudeau, D., Abit, D., Mennecart, B., Schnyder, J. (in press). Late Jurassic dinosaur footprints from Chassiron-La Morelière (Oléron Island, western France). *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, in press.
- Olivier, N.**, B. Pittet, W. Werner, P. Hantzpergue, and C. Gaillard, 2008. Facies distribution and coral-microbialite reef development on a low-energy carbonate ramp (Chay Peninsula, Kimmeridgian, western France). *Sediment. Geol.*, 205 (1–2), 14–33.
- PSUCLIM**, 1999a. Storm activity in ancient climates, 1, Sensitivity of severe storms to climate forcing factors on geologic time scales. *J. Geophys. Res.* 104, 27,277-27,293.
- Riboulleau, A.**, F. Baudin, V. Daux, P. Hantzpergue, M. Renard, and V. Zakharov, 1998. Evolution de la paléotempérature des eaux de la plate-forme russe au cours du Jurassique supérieur. *C. r. Acad. sci. IIA-Earth Planet. Sci.*, 326 (4), 239–246.
- Ruffell, A.H.**, Price, G.D., Mutterlose, J., Kessels, K., Baraboshkin, E., Gröcke, D.R., 2002. Palaeoclimate indicators (clay minerals, calcareous nannofossils, stable isotopes) compared from two successions in the late Jurassic of the Volga basin (SE Russia). *Geological Journal* 37, 17–33.
- Schnyder, J.**, Gorin, G., Soussi, M., Baudin, F., Deconinck, J.-F., 2005. Enregistrement de la variation climatique au passage Jurassique/Crétacé sur la marge sud de la Téthys: minéralogie des argiles et palynofaciès de la coupe du Jebel Meloussi. (Tunisie Centrale, Formation Sidi Kralif). *Bulletin de la Société Géologique de France* 176 (2), 171–182.
- Schnyder, J.**, Ruffell, A., Baudin, F., Deconinck, J.-F., 2006. Conjunctive use of clay mineralogy and spectral gamma-ray logs in defining late Jurassic-early Cretaceous palaeoclimate change (Dorset, U.K.). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 229, 303–320.
- Schnyder, J.**, Deconinck, J.-F., Baudin, F., Colombié, C., Jan Du Chêne, R., Gardin, S., Galbrun, B., De Rafélis, M. (2012). Purbeck beds (Late Jurassic) in the Phare de Chassiron section (Île d'Oléron, NW Aquitaine Basin, France): refined age-assignment and long-term depositional sequences. *Geobios*, 45, p. 485-499.
- Upchurch, G.R.**, Doyle, J.A. (1981). Paleocology of the conifers *Frenelopsis* and *Pseudofrenelopsis* (Cheirolepidiaceae) from the Cretaceous Potomac Group of Maryland and Virginia. In Romans, R.C., (ed.), *Geobotany II*, Plenum, New York, p. 167-202.
- Vakhrameyev, V.A.**, 1970. Range and paleoecology of Mesozoic conifers, the Cheirolepidaceae. *Paleont. J.*, 1, p.19-25.
- Vakhrameyev, V.A.**, 1981. Pollen Classopollis : indicator of Jurassic and Cretaceous climate. *Palaeobotanist*, 28-29, p. 301-307.
- Vullo, R.**, Abit, D., Ballèvre, M., Billon-Bruyat, J. -P., Bourgeois, R., Buffetaut, E, Daviero-Gomez, V., Garcia, G., Gomez, B., Mazin, J.-M., Morel, S., Néraudeau, D., Pouech, J., Rage, J.-C., Schnyder, J., et Tong, H., 2014. Palaeontology of the Purbeck-type (Tithonian, Late Jurassic) bonebeds of Chassiron (Oléron Island, western France). *Comptes Rendus Palevol*, 13, 421–441.