



La limite Pliensbachien-Toarcien en Vendée littorale (France)



Patrick BOHAIN
ammonites-vendee.fr

La limite Pliensbachien-Toarcien en Vendée littorale (France)

Conférence du 18 mai 2024 - Résumé

La Vendée, située à l'interface du Massif armoricain et du Bassin aquitain et sur la marge orientale Golfe de Gascogne, garde en mémoire plus de 40 millions d'années de dépôts sédimentaires continus, depuis le tout début du Jurassique inférieur (- 200 Ma) jusqu'au Jurassique moyen (- 160 Ma).

L'étude pluridisciplinaire de plus de 10 coupes permet de décoder les événements eustatiques, paléoclimatiques et paléogéographiques sur la période de transition (- 185 Ma) entre les étages du Pliensbachien et du Toarcien du Jurassique inférieur. Les dépôts sédimentaires de cette période critique dans le renouvellement des familles d'ammonites sont lacunaires sur la plupart des coupes européennes, du fait de leur situation trop élevée en période de bas niveau marin relatif, ou de la disparition ultérieure des strates souvent marneuses du Toarcien inférieur.

Deux gisements vendéens exceptionnels, situés à l'aplomb des tombants du massif ancien, montrent sur la période une continuité des dépôts et une grande diversité d'ammonites d'origine nord-ouest européenne et téthysienne.

Ces coupes constituent un complément régional au Stratotype du Toarcien de Thouars où les dépôts du Toarcien basal (Zone à *Tenuicostatum*) sont lacunaires. Elles représentent également un complément plus équilibré pour les faunes d'Amalthéidae nord-ouest européennes au GSSP Pliensbachien-Toarcien de Peniche (Portugal). Elles (re)confirment la mise en communication de la Téthys occidentale avec le Domaine atlantique dès la fin de la Zone à *Spinatum* du Pliensbachien supérieur.

Enfin, les ammonites de la famille des *Dactyloceratidae* (*Eodactylites*) montrent une implantation et une diversification rapides dès l'extrême base du Toarcien, avec un nombre de formes ou d'espèces équivalentes à celles de leur creuset téthysien d'origine. Le genre *Kedonoceras* atteste également d'une mise relations du paléo-Domaine atlantique avec le domaine Boréal via le Corridor Viking durant la Zone à *Tenuicostatum* terminale.



The Pliensbachian-Toarcian boundary in coastal Vendée (France)

Conference of May 18, 2024 - ABSTRACT

Vendée (France), located at the interface of the Armorican Massif and the Aquitaine Basin and on the eastern margin of the Bay of Biscay, reveals more than 40 million years of continuous sedimentary deposits, since the very beginning of the Lower Jurassic (- 200 Ma) until the Middle Jurassic (- 160 Ma). The multidisciplinary study of more than 10 sections makes it possible to decode the eustatic, paleoclimatic and paleogeographic events over the transition period (- 185 Ma) between the Pliensbachian and Toarcian stages of the Lower Jurassic.

The sedimentary deposits of this critical period in the renewal of ammonite families are incomplete on most European sections, due to their too high location during a period of relative low sea level, or the subsequent disappearance of the often marly lower Toarcian strata. Two exceptional Vendée outcrops, located directly above the slopes of the ancient massif, show over the period a continuity of deposits and a great diversity of ammonites of northwest European and Tethyan origin.

These sections constitute a regional complement to the Toarcian Stratotype of Thouars where the basal Toarcian deposits (Tenuicostatum Zone) are lacunar. They also represent a more balanced complement for the northwest European Amaltheidae faunas at the Pliensbachian-Toarcian GSSP of Peniche (Portugal).

They (re)confirm the communication of the Western Tethys with the Atlantic Domain from the end of the Upper Pliensbachian Spinatum Zone. Finally, ammonites of the Dactyloceratidae family (*Eodactylites*) show rapid establishment and diversification from the very base of the Toarcian, with a number of forms or species equivalent to those of their Tethyan melting pot origin. The genus *Kedonoceras* also attests a connection between the paleo-Atlantic Domain and the Boreal Domain via the Viking Corridor during the end of the Tenuicostatum Zone.



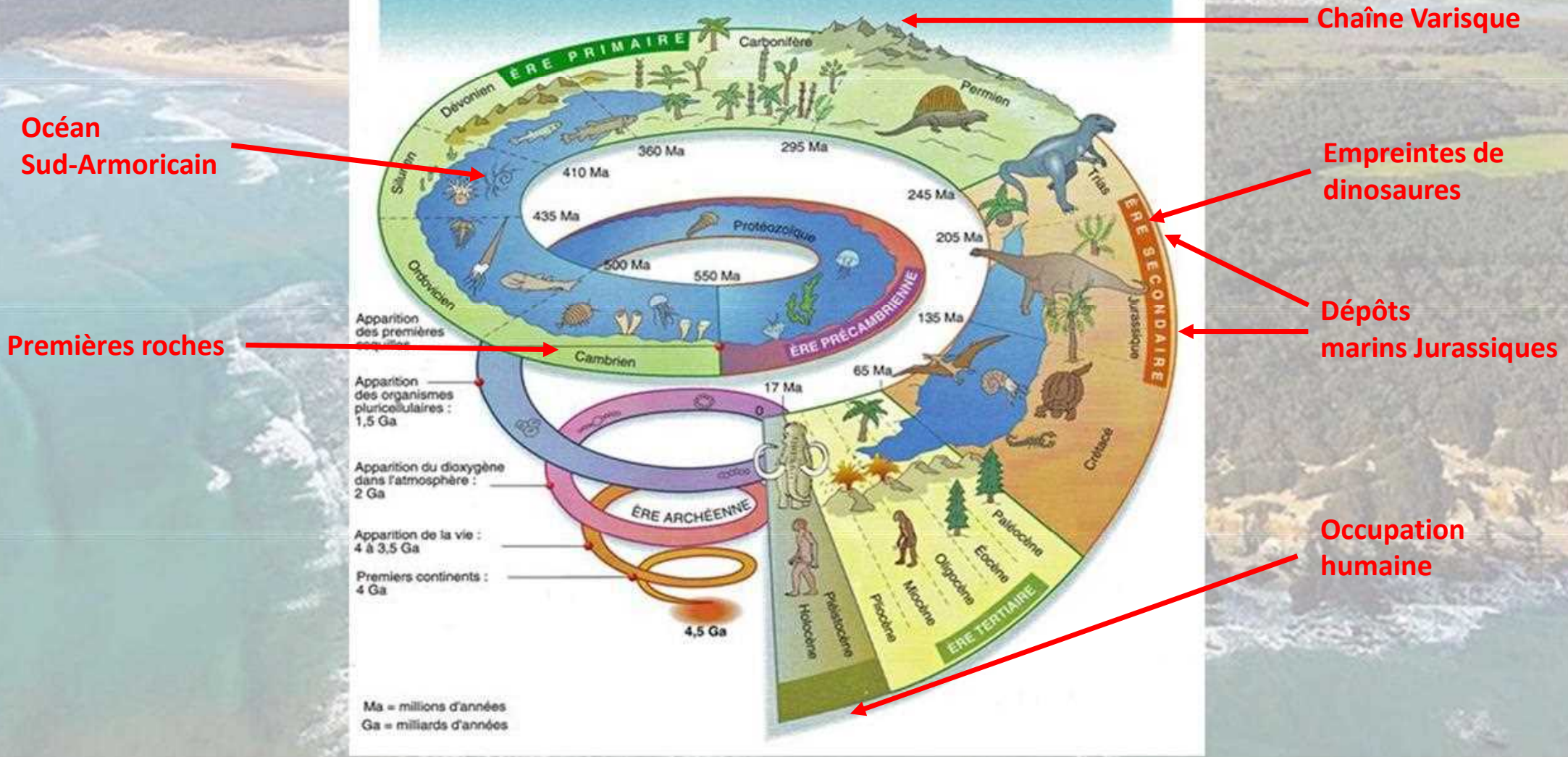
Patrick BOHAIN
ammonites-vendee.fr

Une démarche pluridisciplinaire

Une étude holistique grâce à des experts et des amateurs passionnés

- . Des géologues : Pascal Bouton, André Pouclet
- . Des paléontologues experts en ammonites et brachiopodes : Patrick Bohain, Philippe Fauré, Michel Cougnon
- . Des propriétaires curieux et mobilisés : Didier Martineau, Jocelyn et Daniel Roy
- . Un Comité de Relecture des publications
- . L'acquis des prédécesseurs (non exhaustif) : Mireille Ters, Jean Gabilly, Marc Becaud, Yves Alméras...

Cadre chronologique de la Vendée



40 Ma de registre fossile en Vendée

Jurassic			- 145.0
supérieur	Tithonian		149.2 ± 0.7
	Kimmeridgian	↙	154.8 ± 0.8
	Oxfordian		161.5 ± 1.0
moyen	Callovian		165.3 ± 1.1
	Bathonian	↙	168.2 ± 1.2
	Bajocian	↙	170.9 ± 0.8
	Aalenian	↙	174.7 ± 0.8
inférieur	Toarcian	↙	184.2 ± 0.3
	Pliensbachian	↙	192.9 ± 0.3
	Sinemurian	↙	199.5 ± 0.3
	Hettangian	↙	201.4 ± 0.2



Les Etages Pliensbachien et Toarcien

System	Séries / Époque	Étage/Âge	GSSP	Âge (Ma)
Jurassique	Supérieur	Tithonien		~145,0
		Kimméridgien	⚡	149,2 ±0,7
		Oxfordien		154,8 ±0,8
	Moyen	Callovien		161,5 ±1,0
		Bathonien	⚡	165,3 ±1,1
		Bajocien	⚡	168,2 ±1,2
		Aalénien	⚡	170,9 ±0,8
	Inférieur	Toarcien	⚡	174,7 ±0,8
		Pliensbachien	⚡	184,2 ±0,3
		Sinemurien	⚡	192,9 ±0,3
	Hettangien	⚡	199,5 ±0,3	
				201,4 ±0,2

Stratotype de l'Étage Toarcien

- . Situé à Vrines (près de Thouars, Deux-Sèvres, France)
- . **Lacune totale de la Zone inférieure à Tenuicostatum**

GSSP Pliensbachien/Toarcien


- . Situé à Peniche (côte Ouest du Portugal)
- . Assemblage de faunes d'ammonites NO Européennes et Téthysiennes au sommet du Pliensbachien (Zone à Emaciatum)
- . Assemblage de faunes d'ammonites Téthysiennes à la base du Toarcien (Zone à Polymorphum)
- . **Continuité entre les deux Etages**

Stratotype de l'Étage Pliensbachien

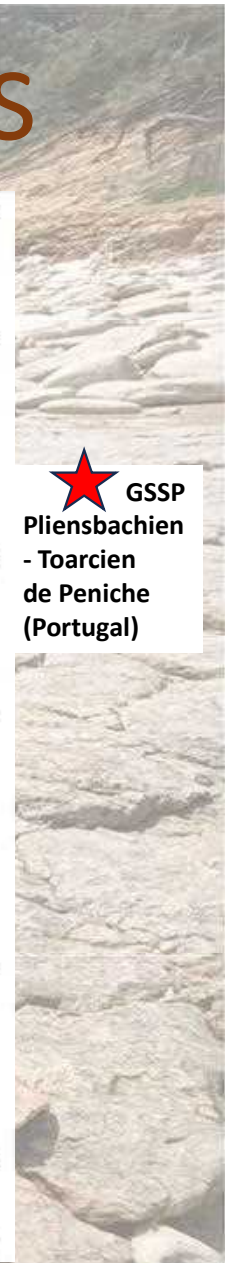
- . Situé à Pliensbach (Württemberg, Allemagne du SO)
- . Faunes d'Amalthéidae au sommet (Zone à Hawskerense)
- . Faunes de Dactyloceratidae, Hildoceratidae d'affinités téthysienne dès le Toarcien basal (Zone à Tenuicostatum)
- . **Continuité Pliensbachien-Toarcien**
- . **Faible diversité en espèces d'ammonites**

Source : Commission Internationale de Stratigraphie – 2023/06

Biochronologie par les Ammonites

ZONES	SOUS-ZONES	HORIZONS DOMMERGUES <i>et al.</i> (1997)	HORIZONS PAGE (2003)	HORIZONS et BIORHIZONS BOHAN (2023), BECAUD (2006)	HORIZONS MEISTER (1989), PAGE (2003)	HORIZONS MOUTERDE <i>et al.</i> (2007), ROCHA <i>et al.</i> (2018)	ZONES KALACHEVA in KRYMOLTS <i>et al.</i> (1988) REPIN &			HORIZONS DOMMERGUES <i>et al.</i> (1997), PAGE (2003)	SOUS-ZONES	ZONES			
TENUICOSTATUM	Province nord-ouest européenne et subboréale			Vendée	Bassin des Causses et France méridionale	Bassin lusitanien 	Platierfme sibérienne	Arctique du Nord Est	Arctique de l'extrême Nord-Est	Europe méridionale (Apennins, chaîne bétique)		POLYMORPHUM			
	SEMICELATUM	Semicelatum	Semicelatum	Semicelatum					Tiltoniceras propinquum	Striatum	SEMICELATUM				
		Tenuicostatum	Tenuicostatum	Tenuicostatum						Paltarpites					
		Crosbeyi	Crosbeyi	Crosbeyi									MIRABLE		
PALTUS	Paltus	Paltus	Paltus/Mirabile		Mirabile/Paltus										
SPINATUM	HAWSKERENSE	Hawskerense	Hawskerense	<i>P. hawskerense/T. elisa</i>	Hawskerense	Elisa	Amaltheus beds	Amaltheus viligaensis	Amaltheus gr. viligaensis/ Paltarpites beds	Elisa	ELISA	EMACIATUM			
		Elaboratum	Elaboratum	<i>P. elaboratum/E. emaciatum</i>	Elaboratum/Lotti	Emaciatum				Emaciatum imitator					
	APYRENUM	Solare	Solare	<i>P. paucicostatum</i> <i>P. trapezoidiforme</i> <i>P. solare</i>	Solare	Solare				Solare	Solare		Solare	Solare	SOLARE
		Transiens	Transiens	Transiens	Transiens	Transiens							Levidorsatum	Levidorsatum	LEVIDORSATUM
MARGARITATUS	GIBBOSUS	Gibbosus	?	?	Ruthenense		Amaltheus margaritatus	Amaltheus tairosei	Amaltheus margaritatus	Meneghini	MENEGHINI	ALGOVIANUM			
			Algovianum	Algovianum	Algovianum						Accuratum Canavari		ACCURATUM		
			?	?	Bertrandi						Ugdulenai				
			?	?	Kurianus					Arietoceras sp.					
			?	?	Ugdulenai										
			?	?	Macrum										
	SUBNODOSUS	Normanianum	Normanianum	Depressum	Depressum	Depressum				Ugdulenai					
		?	Celebratum	?	Celebratum	Celebratum				Bertrandi	BERTRANDI				
	STOKESI	Nitescens	Nitescens	Nitescens	Nitescens	Nitescens				Ragazzonii	RAGAZZONII				
		Monestieri	Monestieri	Monestieri	Monestieri	Monestieri				Comacaldense	COMACALDENSE				
Occidentale		Occidentale	Occidentale	Occidentale	Occidentale										
DAVOE	FIGULINUM	Figulinum	Figulinum	Figulinum	Figulinum						LAVINIANUM				
		Angulatum	Angulatum	Angulatum	Angulatum										
	CAPRICORNUS	Crescens	Crescens	Gamma						Isseli					
										Brevispinatum					
									Levianianum						
									Portisi						
											DIRECTUM				

 GSSP
Pliensbachien
- Toarcien
de Peniche
(Portugal)



Paléogéographie fini-pliensbachienne

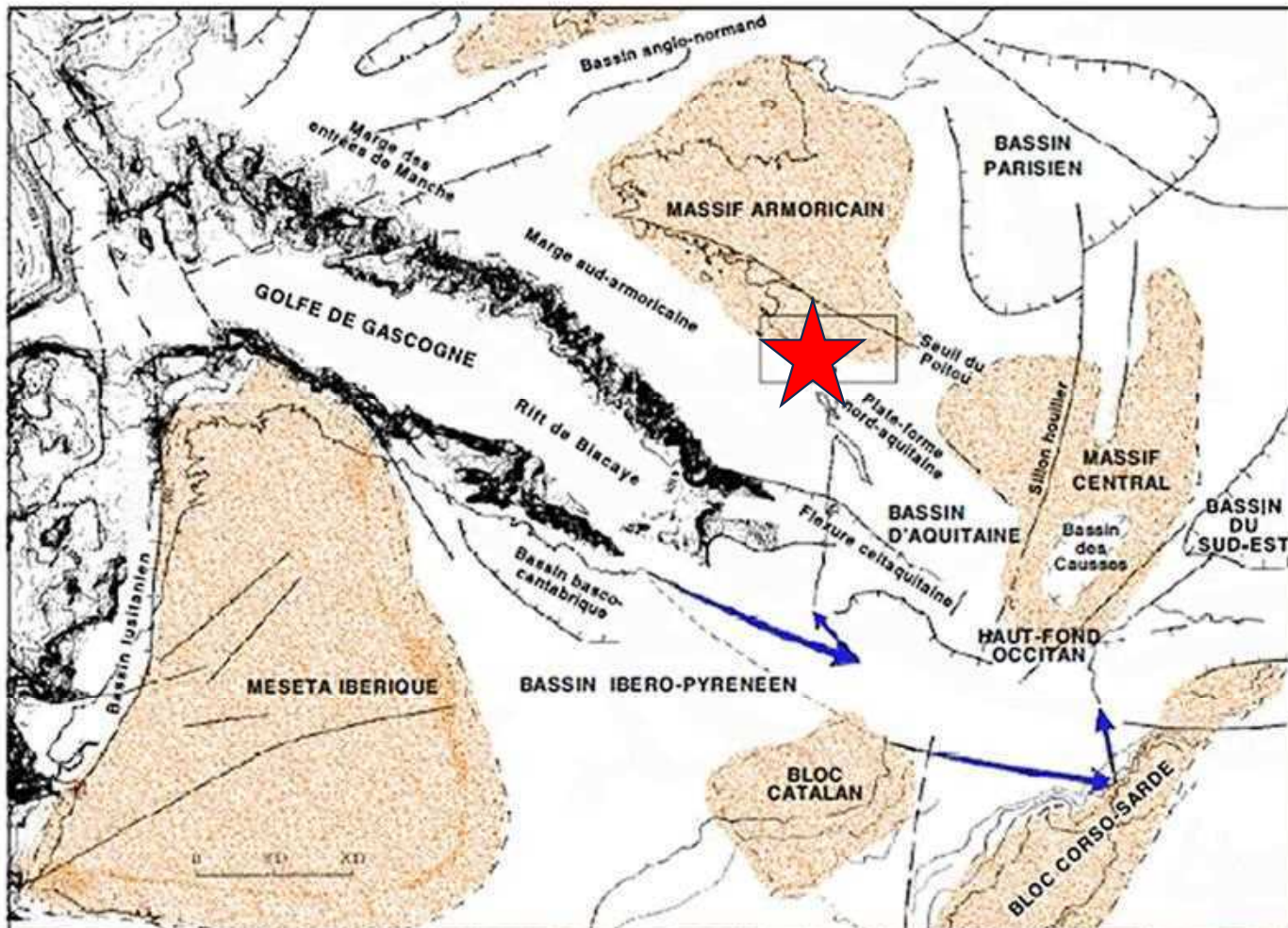
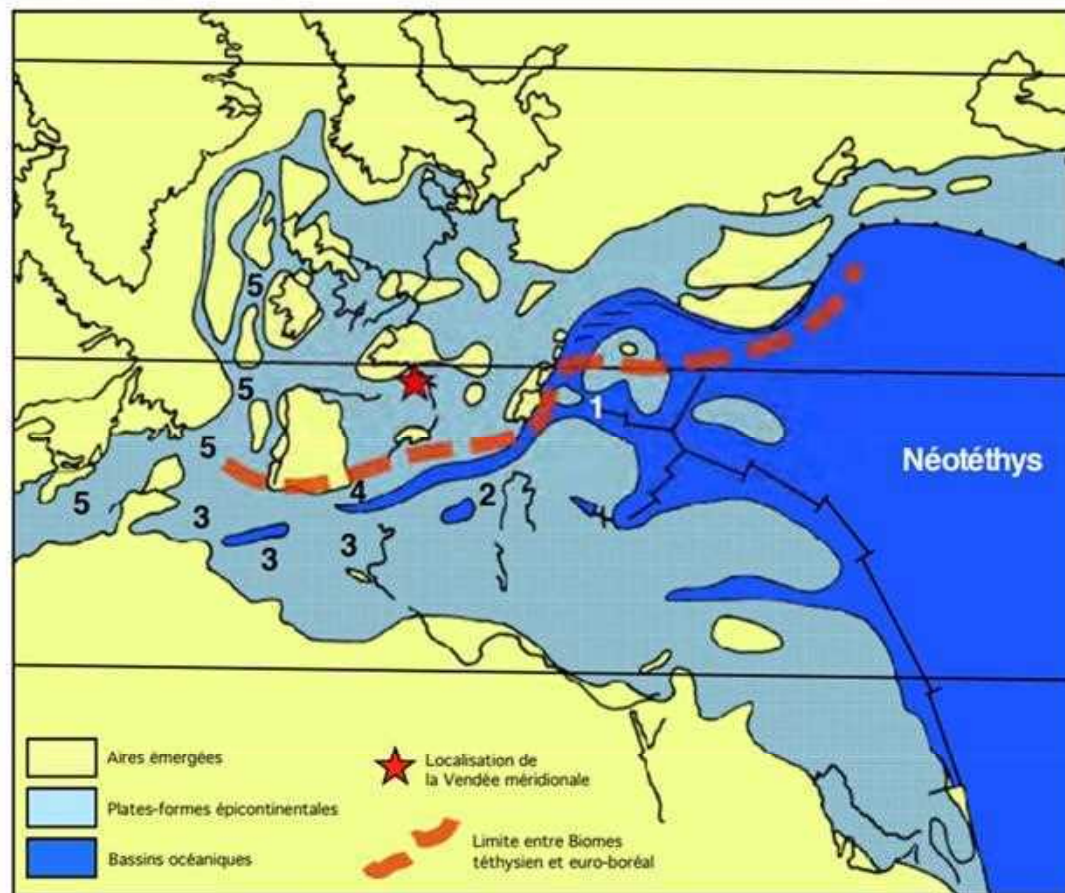


Schéma structural du proto-Golfe de Gascogne, in Fauré & Bohain, 2017

La Marge Sud-Armoricaine est mise en Communication marine franche (faunes pélagiques) avec :

- . Bassin anglo-normand : Sinémurien sup.
- . Bassin parisien : Fin Pliensbachien, puis à partir de la Zone à Serpentinum
- . Bassin des Causses : Fin Sinémurien à Pliensbachien sup. moyen
- . Impasse lusitanienne : Fin Sinémurien
- . Corridor viking : Zone à Tenuicostatum moy.
- . Téthys occidentale : Pliensbachien terminal, via après ouverture du couloir lusitanien

L'archipel NO Européen Pliensbachien



La Vendée au cœur d'un l'archipel Nord-Ouest Européen privilégié :

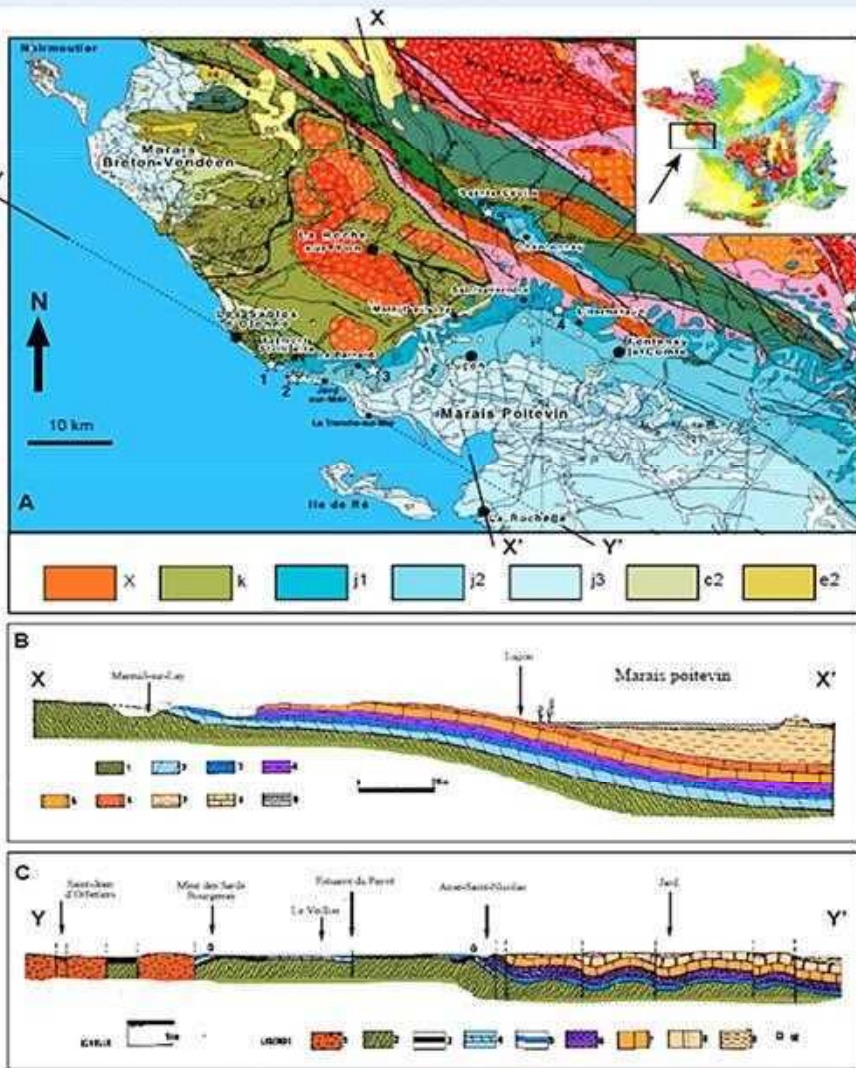
- . Plateformes périphériques continues
- . « Clusterisation » des habitats proximaux (= créativité biologique)
- . Proximité aux terres émergées (nutriments, production sédimentaire, influences climatiques)
- . Situation paléo-climatique médiane
- . Tombants des paléo-reliefs armoricains (mix benthique et pélagique)

Reconstitution palinspastique de la Téthys occidentale au Pliensbachien (d'après Thierry *et al.* 2000, modifié).

Étoile : Localisation de la Vendée. Pointillés rouges : limite approximative entre les biomes téthysien et euro-boréal.

Légende : 1. Australpin ; 2. Apulie ; 3. Maghreb ; 4. Chaînes bétiques ; 5. Bras de mer proto-atlantique.

Cadre géographique de l'étude



10 coupes principales étudiées (Gabilly, 1964, 1973 ; Bécaud, 2006 ; Fauré et Bohain, 2017 ; Bohain, 2023) :

- . Le Bernard 2 - Toarcien inf.
- . Le Bernard 4 - Pliensbachien sup.
- . La Grisse (Le Givre) – Pliensbachien complet
- . La Charlière (Talmont-Saint-Hilaire) – Pliensbachien sup.
- . Le Payré (Jard-sur-Mer) – Pliensbachien inf. et sup. partiel
- . La Mine des Sarts (Bourgenay) – Pliensbachien inf. et sup.
- . Anse Saint Nicolas (Jard-sur-Mer) – Pliensbachien – Toarcien complet
- . Lavaud (Péault) – Pliensbachien – Toarcien
- . Sainte Cécile – Pliensbachien – Toarcien inf.
- . Saint-Martin-des-Fontaines 2 – Pliensbachien - Toarcien

Scénario paléo-climatique et paléo-eustatique (Morard *et al.*, 2003)

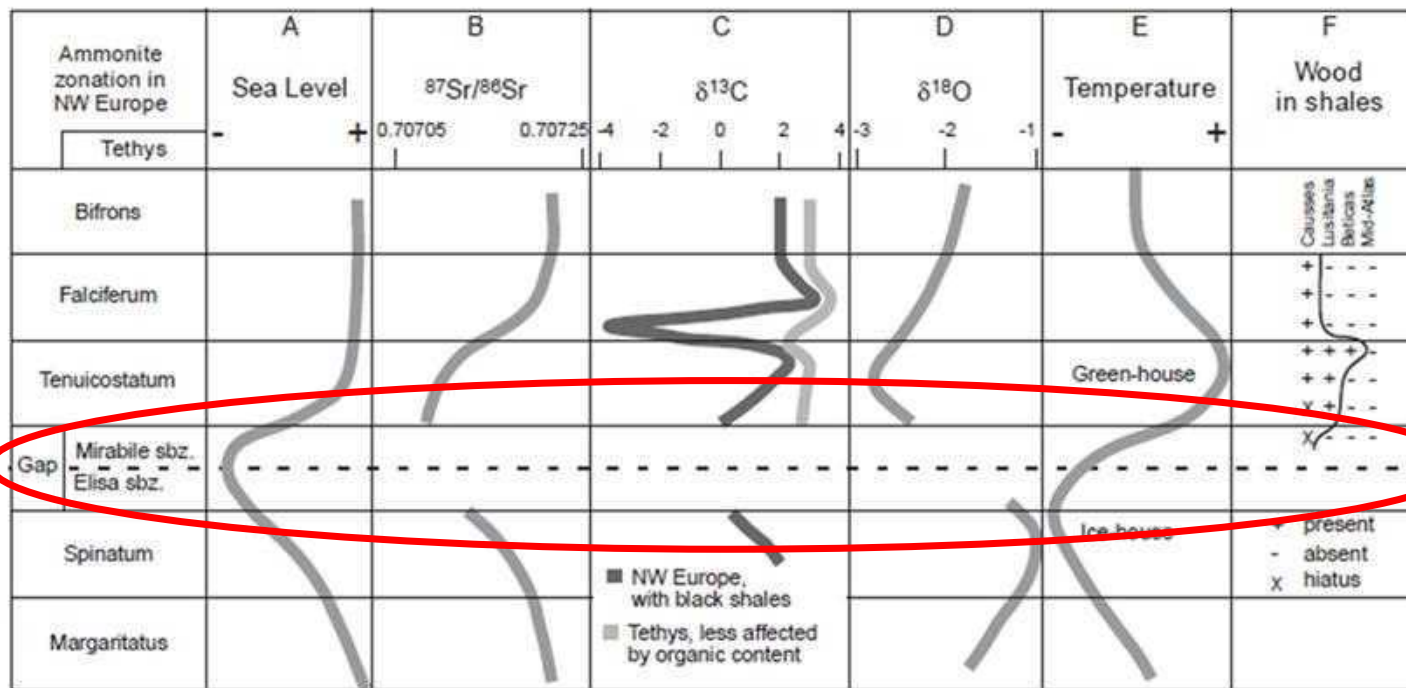


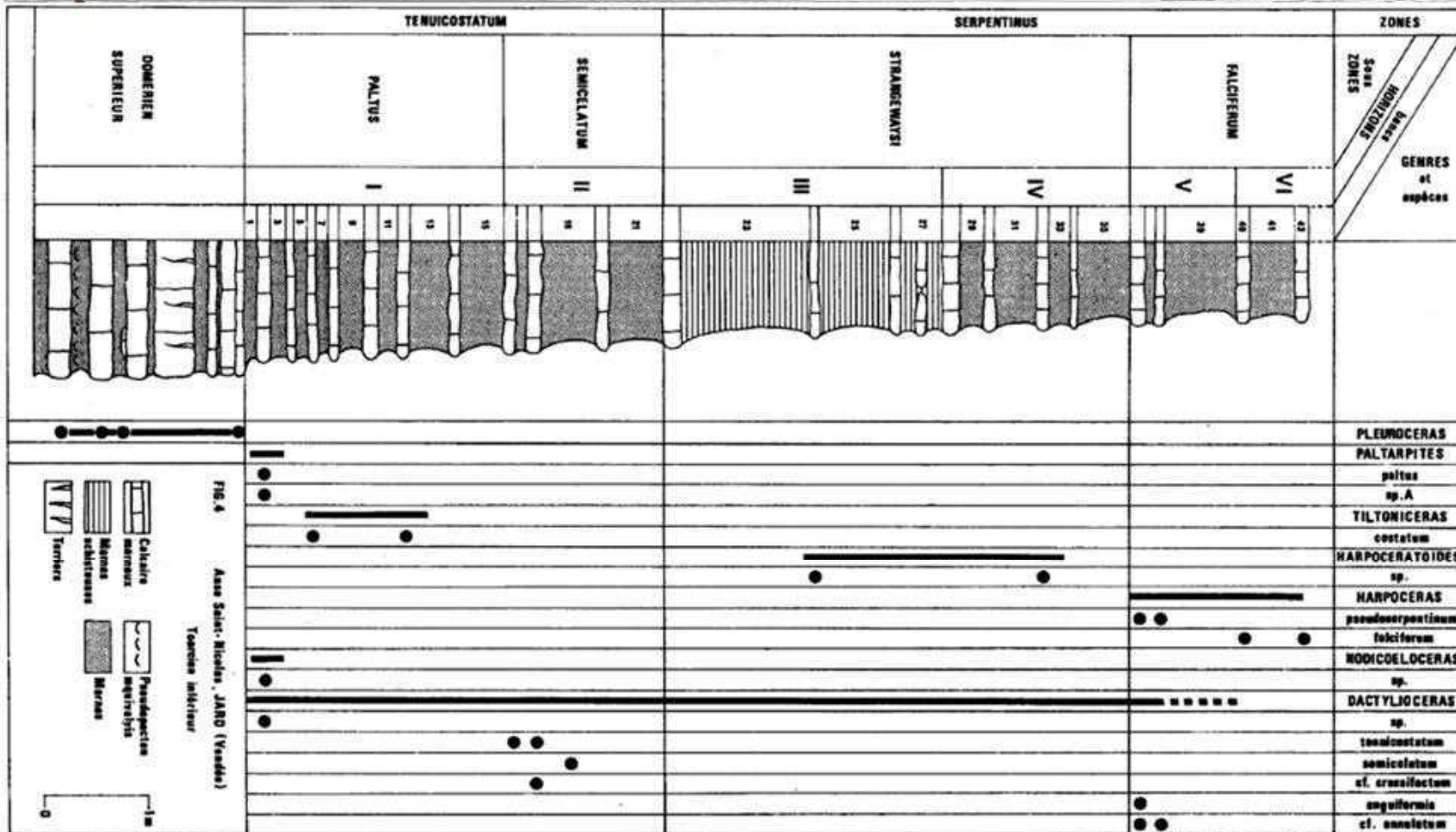
FIG. 2. – Évolution géochimique schématique au passage Domérien-Toarcien A) Variation du niveau marin. B) Variations du rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ [simplifié d'après McArthur *et al.*, 2000]. C) Variation du rapport isotopique $\delta^{13}\text{C}$ pour l'Europe du Nord-Ouest [Hesselbo *et al.*, 2000] et l'Ombrie [Moretini, 1998 ; Moretini et Bartolini, 1999]. D) Variation du rapport isotopique $\delta^{18}\text{O}$ [Moretini, 1998]. E) Variation de la température. F) Abondance de débris carbonneux dans les argiles (observations personnelles et compilation, références dans le texte).

Activité volcanique fini-pliensbachienne

- . Modification climatique en 2 temps
- . a/ Régression marine – calottes polaires
- . b/ Transgression rapide des zones basses végétalisées – effet de serre
- . Crise anoxique et de production des carbonates progressives dès la base de la Zone à Tenuicostatum

- . Impact sur les sédiments marins
- . Ouverture du corridor lusitanien
- . Tectonique des marges passives
- . Perturbation des plate-formes
- . Extinction puis reconquête de certaine familles d'ammonites

Deux coupes de référence en Vendée pour la limite Pliensbachien - Toarcien



1 – Anse Saint Nicolas (Jard-sur-Mer) – Gabilly, 1973

- . « Domérien » sup. succinct
- . Genres génériques pour les Dactyloceratidae de la base du Toarcien
- . S/z à Paltus sur-représentée (compartiments répétitifs)
- . Horizons à Crosbeyi et Tenuicostatum non identifiés



Deux coupes de référence en Vendée pour la limite Pliensbachien - Toarcien

1 – L'ANSE SAINT NICOLAS (Jard-sur-Mer) – Bohain, 2023

Cadre géologique (Pouclet et al., 2021)

Banc de transition Pliensbachien – Toarcien



Deux coupes de référence en Vendée pour la limite Pliensbachien - Toarcien

1 – L'ANSE SAINT NICOLAS (Jard-sur-Mer) – Bohain, 2023

Sous-zone à Paltus

Sous-zone à Semicelatum



Deux coupes de référence en Vendée pour la limite Pliensbachien - Toarcien

1 – L'ANSE SAINT NICOLAS (Jard-sur-Mer) – Bohain, 2023



Deux coupes de référence en Vendée pour la limite Pliensbachien - Toarcien

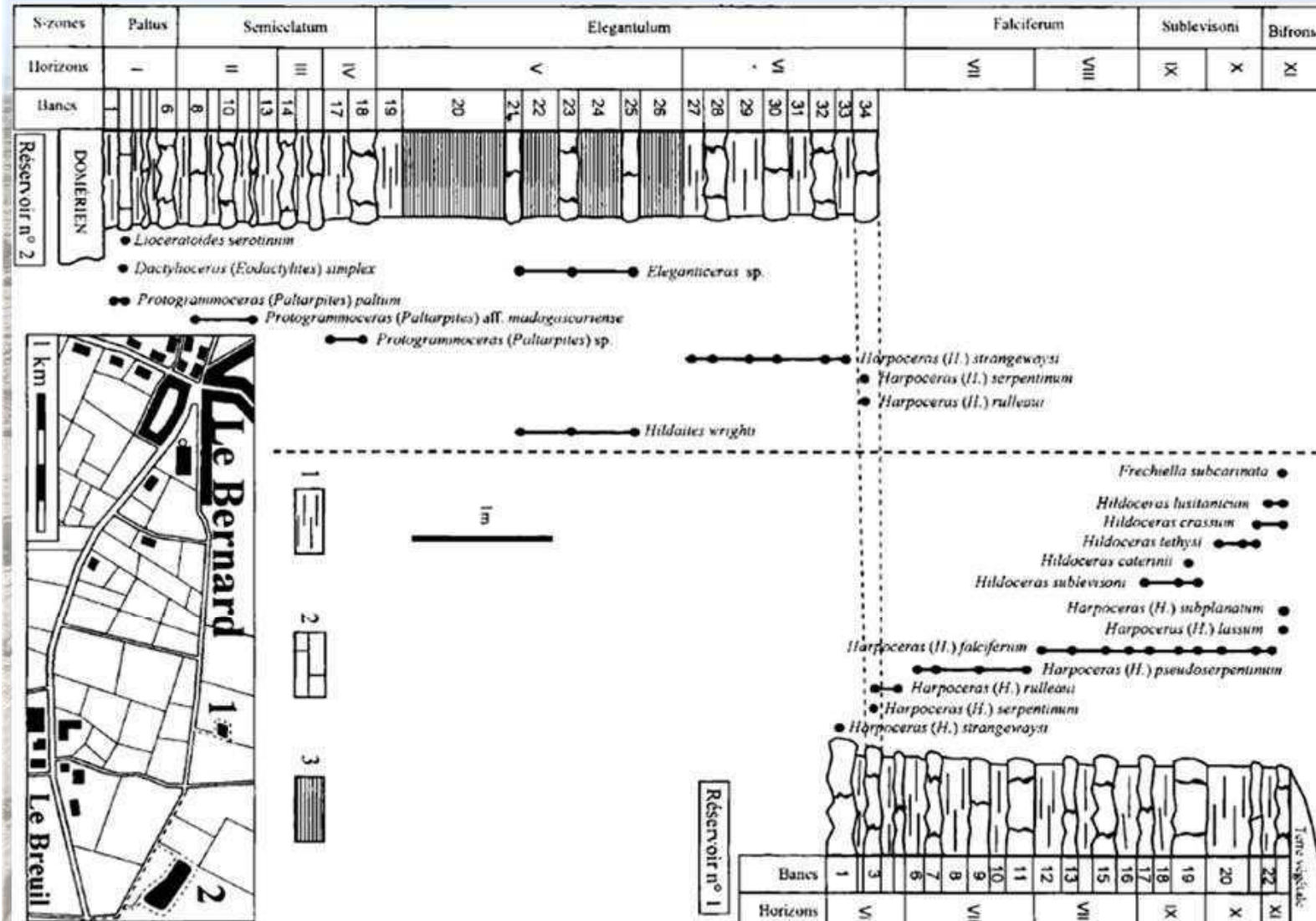
1 – L'ANSE SAINT NICOLAS (Jard-sur-Mer) – Bohain, 2023

Sous-zone à Paltus : bois fossilisé

Sous-zone à Hawskerense : *Pleuroceras buckmanii*

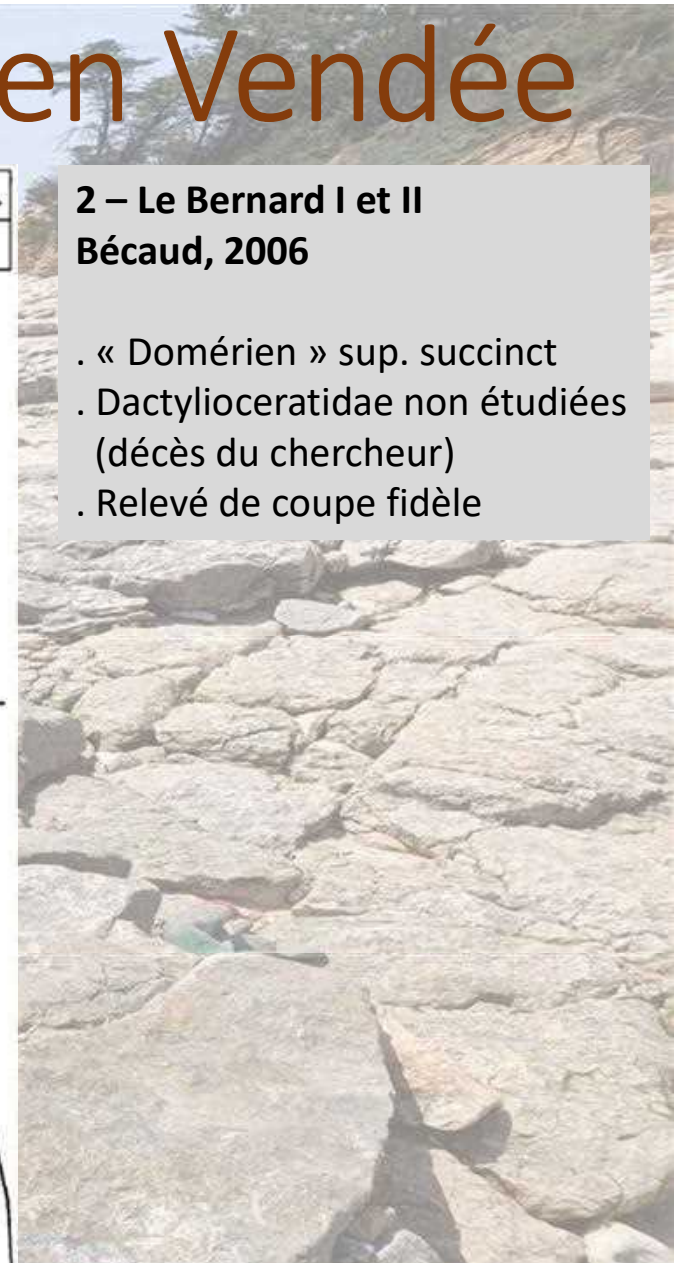


Deux coupes de référence en Vendée



2 – Le Bernard I et II Bécaud, 2006

- . « Domérien » sup. succinct
- . Dactyloceratidae non étudiées (décès du chercheur)
- . Relevé de coupe fidèle

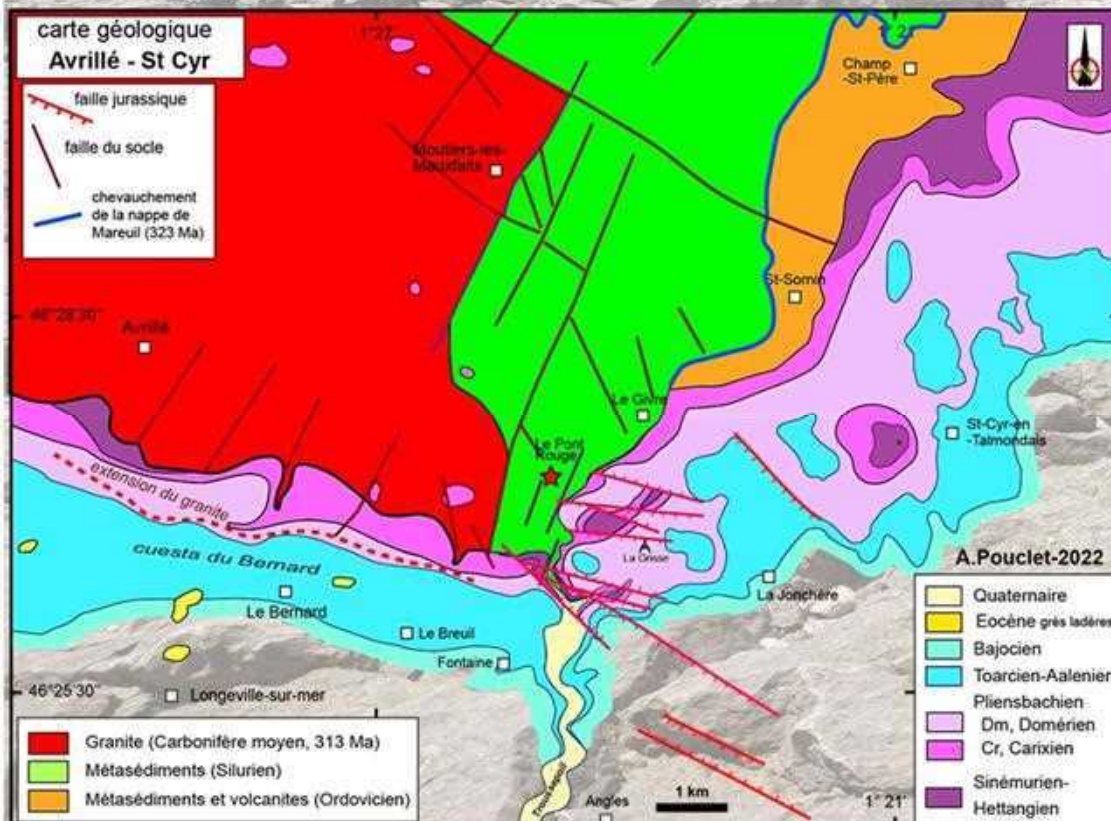


Deux coupes de référence en Vendée pour la limite Pliensbachien - Toarcien

2 – LE BERNARD IV – Bohain, 2023

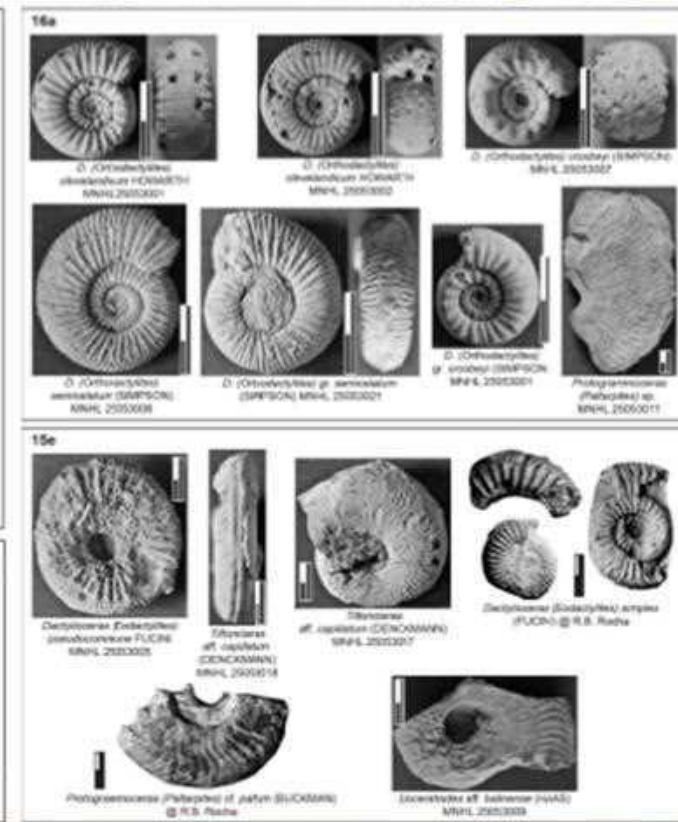
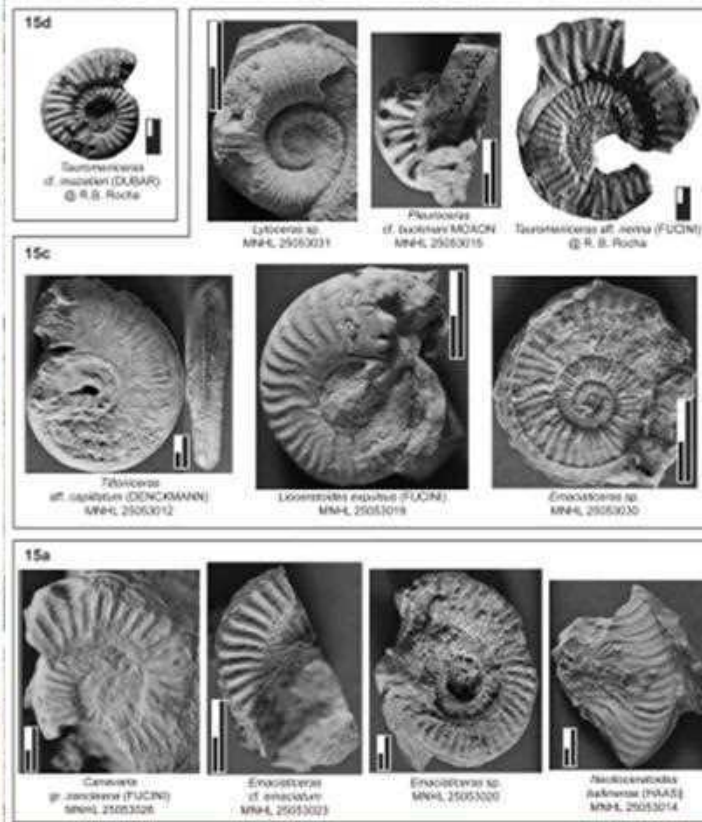
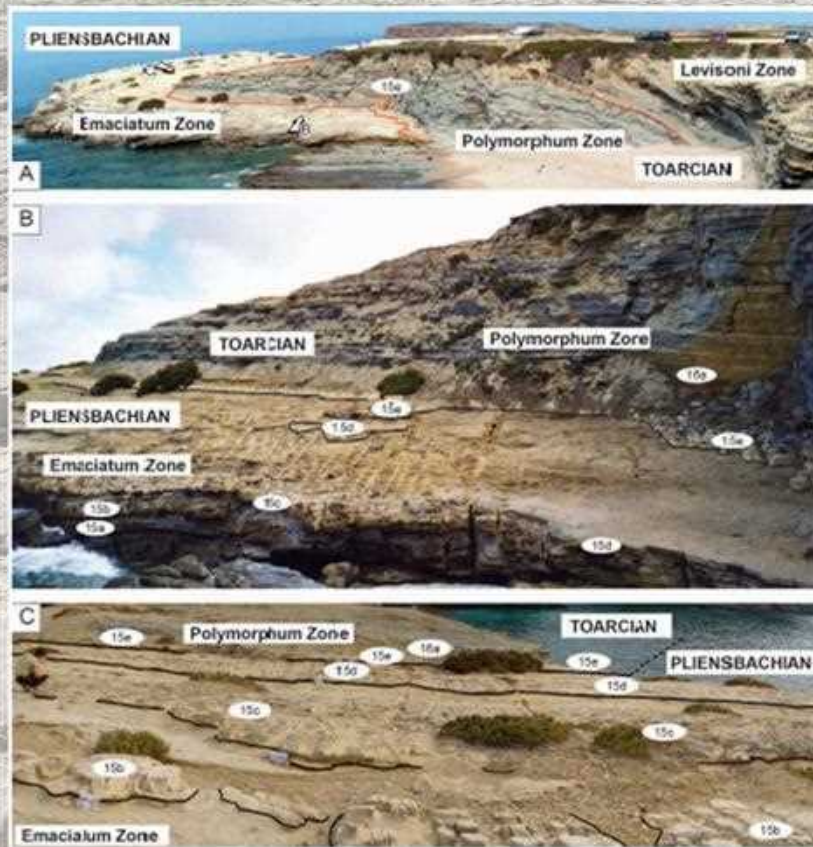
Cadre géologique (Poucllet, 2022)

Surface altérée et limonitisée du dernier banc du Pliensbachien



Ammonites des couches de passage GSSP de Peniche (Portugal)

Serge ELMi, 2007 ; Da Rocha *et al.*, 2016



A photograph of a rocky coastline. The foreground and middle ground are dominated by large, light-colored, layered rock formations. A geological hammer is placed on the rocks in the lower-left corner for scale. In the background, there is a clear blue sky, a calm sea, and a small hillside with some trees on the right. The text is overlaid in the center of the image.

Ammonites des couches
de « passage » P/T
en Vendée

Horizon à Elaboratum = Emaciatum

Amaltheidae : NW Europe

Hildoceratidae : W Tethys



Pleuroceras elaboratum



Pleuroceras apyrenum



Pleuroceras elaboratum gigas



Pleuroceras yeovilense



Pleuroceras paucicostatum



Pleuroceras hawskerense



Pleuroceras buckmanii



Pleuroceras quadratum



Emaciatoceras emaciatum



Lioceratoides serotinum



Argutarpites argutus



Lioceratoides cf. laevis



Leptaleoceras leptum



Emaciatoceras fervidum



Canavaria cf. zancleana



Tauromeniceras gr. nerina - mazetieri

Horizon à Hawskerense = Elisa

Amaltheidae : NW Europe



Pleuroceras hawskerense



Pleuroceras elaboratum gigas



Pleuroceras buckmanii



Pleuroceras yeovilense



Tauromeniceras elisa



Tauromeniceras disputandum



Tiltoniceras capillatum



Emaciatoceras emaciatum



Lioceratoides micitoi



Tauromeniceras gr. nerina - mazetieri

Horizon à Paltus = Mirabile

Hildoceratidae : W Téthys



Paltarpites paltus



Protogrammoceras cf. isseli



Lioceratoides serotinus



Lioceratoides serotinus



Tiltoniceras capillatum



Neolioceratoides hoffmannii

Dactyloceratidae : W Tethys



Dactyloceras (Eodactylites) mirabile



D. (Eodactylites) pseudocommune



D. (E.) pseudocommune triangularis



D. (E.) polymorphum



D. (E.) simplex



D. (E.) inaequicostatum



D. (E.) pseudocrassulosum

Horizon à Crosbeyi = Crosbeyi

Hildoceratidae : W Téthys + NW Europe



Paltarpites gabillyi

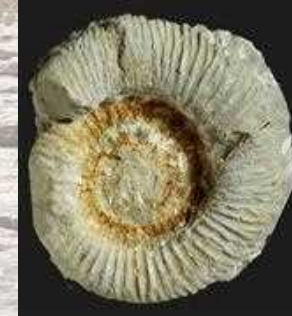


Paltarpites madagascariense

Dactyloceratidae : W Europe



Dactyloceras (Orthodactylites) crosbeyi



D. (Orthodactylites) eickenbergi



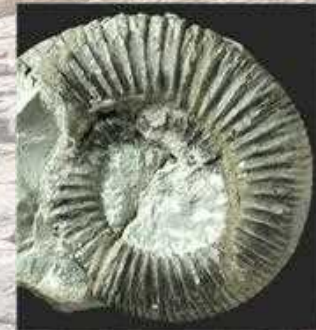
Kedonoceeras cf. asperum

Horizon à Tenuicostatum = Clevelandicum

Dactyloceratidae : W Europe



Dactylioceras (Orthodactylites) tenuicostatum



D. (Eodactylites ?) crassulosum



D. (Orthodactylites ?) cf. clevelandicum



Kedonoceras compactum

Enseignements stratigraphiques

UN REGISTRE STRATIGRAPHIQUE EXCEPTIONNEL ET CONTINU EN VENDEE AU PASSAGE P/T

- . **Environnement de plate-forme épicontinentale ouverte**, au tombant des massifs paléozoïques, dans la zone des 10 km du trait de côte. Milieu favorable aux faunes pélagiques (ammonites, nautilus)
- . **Alternance marno-calcaire continue au passage Pliensbachien – Toarcien** :
 - Des dépôts ou cycles de précession corrélés aux cycles de Milankovitch (périodes de +/- 100 Ka)
 - Production de carbonates francs au sommet du Pliensbachien
 - Augmentation de la phase carbonée riche en matière organique dès la base du Toarcien
- . **Milieu de basse énergie favorable sur toute la durée aux faunes benthiques** (brachiopodes, Pholades, terriers)
- . **Prémices des modifications marines dès la base de la Sous-zone à Hawskerense** : limonite = milieu réducteur
- . **Approfondissement dès la base du Toarcien** (proportion argileuse), sous un climat plus chaud et plus humide (matière organique par conquête et lessivage des terres végétalisées).
- . **Ces modifications environnementales sont relatives** car des espèces de brachiopodes franchissent la limite P/T : *Aulacothyris*, *Quadrathyrinchia attenuata*, *Liospiriferina falloti* (Alméras & Cougnon) et le registre des ammonites de la famille des Hildoceratidae est continu.

LA MARGE PASSIVE VENDEENNE SEMBLE AFFECTEE PAR LA GEODYNAMIQUE GLOBALE

- Derniers dépôts silicifiés à sulfures datés de la Sous-zone à Hawskerense en Vendée (Poucllet & Bohain, 2021)
- Cycle eustatique de 2^{ème} ordre dès la base du Toarcien (volcanisme du Karoo-Ferrar + accréation des dorsales + réchauffement climatique)

Enseignements paléontologiques et biostratigraphiques

UN REGISTRE CONTINU ET INEGALE DE FAUNES D’AFFINITES NORD-OUEST EUROPEENNE ET TETHYSIENNE

- . **La diversité des Amalthéidae du Pliensbachien terminal** égale celle des bassins anglo-normand et germanique et surpasse celle du Bassin lusitanien. La disparition des dernières espèces connues en Europe clôture l’Etage.
- . **De nombreuses Hildoceratidae d’origine Téthysienne s’implantent en Vendée dès la base de la Zone à Hawskerense**, comme dans le bassin lusitanien ou sur les marges du proto-golfe de Biscaye.
- . **Les Dactylioceratidae (*Eodactylites*) originaires de la Téthys, s’implantent aussi rapidement en Vendée que dans le Bassin lusitanien ou les dépendances de la Fosse alpine plus à l’est** (Austro-Hongrois, Allemagne). La diversité des formes semble même supérieure en Vendée à celle constatée dans le creuset Téthysien !
- . **Dès l’Horizon à Crosbyi du Toarcien inférieur, les Dactylioceratidae et les Hildoceratidae amorcent leur radiation sur le vaste domaine nord-ouest européen.**
- . **A partir de l’Horizon à Tenuicostatum, la Vendée, située à la marge orientale du domaine anglo-lusitanien, héberge des ammonites du genre *Kedonoceras*, réputées communes avec le domaine boréal et arctique, via le Viking corridor.**

Enseignements paléontologiques et biostratigraphiques

LES FACTEURS CLEFS DE L'ORIGINALITE VENDEENNE AU PASSAGE P/T

- . **Tombants des Massifs paléozoïques avec une bathymétrie rapidement supérieure à 80 m**, garantissant une exondation en période de bas niveau relatif.
- . **Une grande superficie de plateforme liée à la faible pente de la pénéplaine ante-Jurassique.**
- . **Une côte découpée, source de diversité des niches écologiques.** ex : ségrégation des Amalthéidae entre des lieux de nurseries (Nord Graben de Chantonay) et des zones privilégiées par les formes adultes (Vendée littorale).
- . **Barrière paléoclimatique du Massif armoricain** (= thermoclim intermédiaire entre domaine boréal et méridional).
- . **Zone de mélange des courants** avec apport de nutriments ?
- . **Brève activation du seuil du Poitou durant l'Horizon à Solare** (quelques ammonites NO européennes).
- . **Ouverture du Couloir lusitanien dès la Sous-zone à Apyrenum médiane** (ammonites téthysiennes)
- . **Le contournement du Massif Armoricain par l'Ouest est une constante pour les céphalopodes pélagiques** depuis le Sinémurien Supérieur.

Remarque : les Causses ne communiquent plus, via le détroit de Rodez, avec la Plateforme aquitaine à partir de la base de la Sous-zone à Hawskerense

Conclusion générale

Les coupes du passage P/T de la Vendée littorale présentent des intérêts majeurs :

- 1/ Un complément indispensable au stratotype du Toarcien de Thouars pour la Zone à *Tenuicostatum* = concept de région stratotypique défendue par Jean Gabilly**
- 2/ Une « Pierre de Rosette » du Passage Pliensbachien – Toarcien entre les Domaines NO européen et téthysien, complémentaire au GSSP de Peniche (Portugal)**
- 3/ Un matériel inégalé pour l'étude du genre *Dactyloceras (Eodactylites)* du Toarcien basal. Matériel des collections Patrick Bohain, Pierre Lacroix et Marc Bécaud (Museum d'Histoire Naturelle de Nantes)**
- 4/ Les importantes populations de Nautilus du Pliensbachien terminal – Toarcien basal de la Vendée permettront également d'établir une échelle biostratigraphique spécifique étalonnée par celle des ammonites à l'échelle du proto-Domaine Atlantique...**

