

Les beaux fossiles de la mer de Gâvres (Morbihan / France) L'Eocène en Bretagne



Jean-Louis Lysiak (ALMF)

Notre itinéraire ...

- Les beaux fossiles de la mer de Gâvres (l'éocène en Bretagne Sud)
 - L'éocène et les temps géologiques
 - Les argiles yprésiennes de Kerfaut à l'affleurement (PMG) : argiles vertes, glauconie, transgression et régression
 - Notions de sédimentologie : érosion, transport, moule interne et externe, benthique et pélagique
 - Les fossiles de la mer de Gâvres sur galets calcaires dolomitiques du lutétien-yprésien : Gastéropodes, foraminifères, coraux, etc.
 - Les gués de la mer de Gâvres
 - Initiation à Infoterre



La petite mer de Gâvres



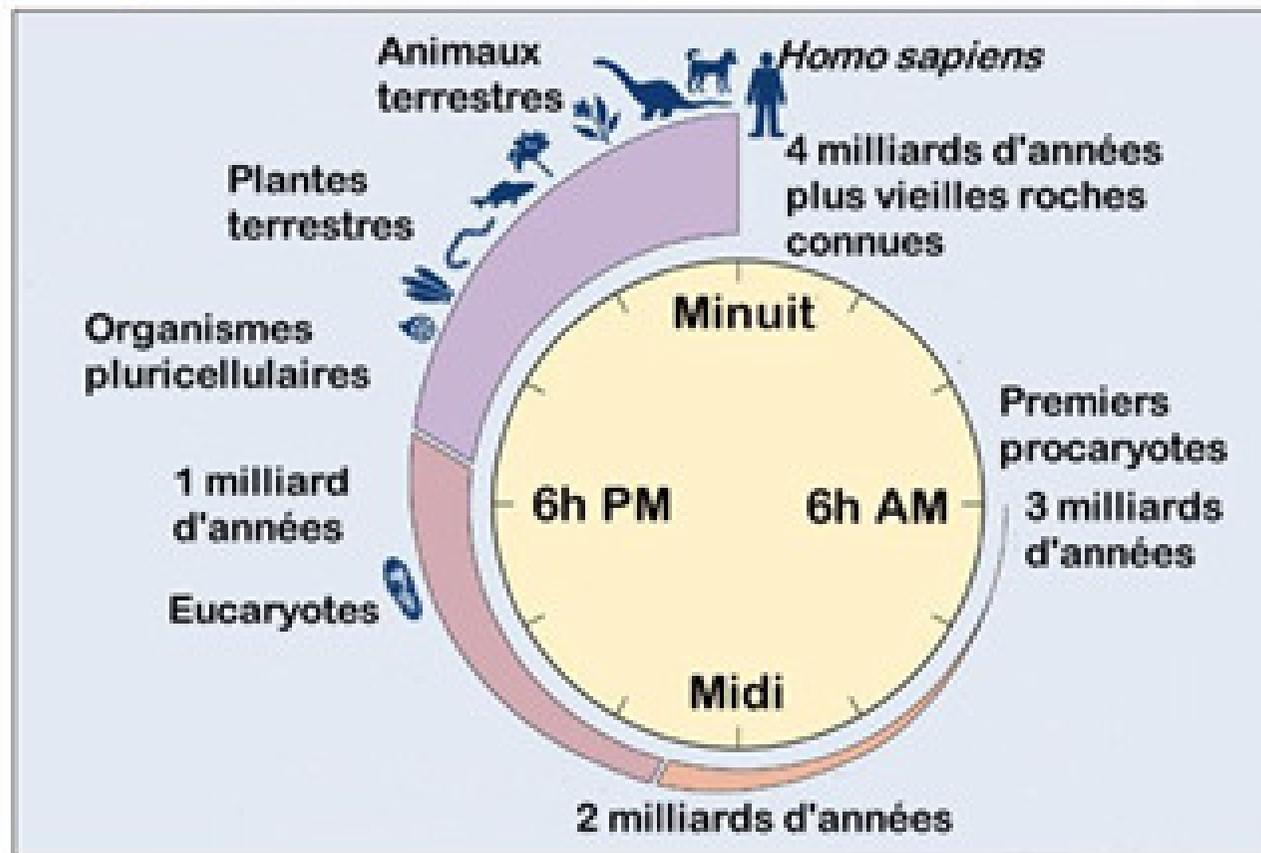
L'Eocène et les temps géologiques



Les dinosaures
apparaissent à
22h40 et
disparaissent à
23h37

Homo sapiens apparaît à
23h59min.58sec.
(2 secondes avant minuit)

4 milliards d'années en 24 heures



m.a.	(M)	Étages	sous-étages et autres dénominations	Étages orog.
250	PERMIEN	Sup.	Carbonifère	→ Océanique
240		Moy.	Permien	
230		Inf.	Trias	
220	CARBONIFÈRE	Sup.	Carbonifère	→ Océanique
210		Moy.	Permien	
200		Inf.	Trias	
190	DEVONIEN	Sup.	Devonien	→ Océanique
180		Moy.	Permien	
170		Inf.	Trias	
160	SILURIEN	Sup.	Silurien	→ Océanique
150		Moy.	Permien	
140		Inf.	Trias	
130	ORDOVICIEN	Sup.	Ordovicien	→ Océanique
120		Moy.	Permien	
110		Inf.	Trias	
100	CAMBRIEN	Sup.	Cambrien	→ Océanique
90		Moy.	Permien	
80		Inf.	Trias	
70	PRÉCAMBRIEN	Sup.	Pré-Cambrien	→ Océanique
60		Moy.	Permien	
50		Inf.	Trias	

A. Foucault et J. P. Rautou

m.a.	(M)	Étages	sous-étages et autres dénominations	Étages orog.		
250	QUATERNAIRE (voir tableau)					
240	CÉNOZOÏQUE	Sup.	Quaternaire	→ Océanique		
230					MIOCÈNE	MIOCÈNE
220						
210	PALÉOZOÏQUE	Sup.	Paléozoïque	→ Océanique		
200					CRÉTACE	CRÉTACE
190						
180	TRIAS	Sup.	Trias	→ Océanique		
170					MIOCÈNE	MIOCÈNE
160						

A. Foucault et J. P. Rautou

m.a.	ÈRE	SYST. / SOUS-SYST. PER. (ÉPOQUE)	Étages	sous-étages et autres dénominations	cycles / phases orogén.		
QUATERNAIRE (voir tableau)							
1.8	CÉNOZOÏQUE TERTIAIRE	NEOGÈNE	PLIOCÈNE	Plaisancien / Astien	Villafranchien inf.	● valache ● rhodanienne ● alpin	
2.5				Tabianien = Zancéen			
5			MIOCÈNE	Messinien	Pontien		● syrienne
10				Tortonien	Tortonien		
12				Serravallien	Vallésien	Vindobanien	
15				Langhien	Helvétien		
20			OLIGOCÈNE	Burdigalien		● save	
25				Aquitainen			
30			ÉOCÈNE	Chattien	Stampien s. str.	Rupélien	● pyrénéenne
35				Stampien	Sannoisien	Ludien	
40		PALÉOCÈNE	Priabonien	Mâconnien	Auvervien	● faramennienne	
45			Bartonien (s.str.)				
50			Lutétien				
55			Yprésien	Corsien	Sparnacien - Herdien		
60		PALÉOCÈNE	Thanétien		Landénien	● faramennienne	
65			Montien	Vitrollien			
70			Danien		Garumnién		
65				Maastrichtien	Beugnatién Béguévién		

Le Paléogène est aux mammifères ce que fut le Trias aux dinosaures

Une météorite de près de 10 kilomètres de diamètre s'est abattue sur la Terre il y a environ 65 millions d'années, Le diamètre du cratère, d'environ 180 kilomètres, laisse imaginer une puissance d'explosion similaire à plusieurs milliards de fois celle de la bombe d'Hiroshima. Le cratère de cette météorite est localisé à [Chicxulub](#) au nord de la péninsule du [Yucatán](#), Mexique.



Paléogène e-g	Oligocène g	Chattien g2	28.4 ±0.1
		Rupélien g1	33.9 ±0.1
	Eocène e4-7	Priabonien e7	37.2 ±0.1
		Bartonien e6	40.4 ±0.2
		Lutétien e5	48.6 ±0.2
		Yprésien e4	55.8 ±0.2
	Paléocène e1-3	Thanétien e3	58.7 ±0.2
		Sélandien e2	61.7 ±0.2
		Danien e1	65.5 ±0.3

L'Yprésien est l'étage le plus ancien de l'époque Éocène (Cénozoïque). Il s'étend de 56,0 à 47,8 millions d'années. / André Dumont en référence à la ville d'Ypres en Belgique.

Le Lutétien est un étage de l'Éocène (ère cénozoïque) qui s'étend de 47,8 à 41,3 Ma. Son nom est une référence à Lutèce (de *Lutetia*, nom latin de Paris).

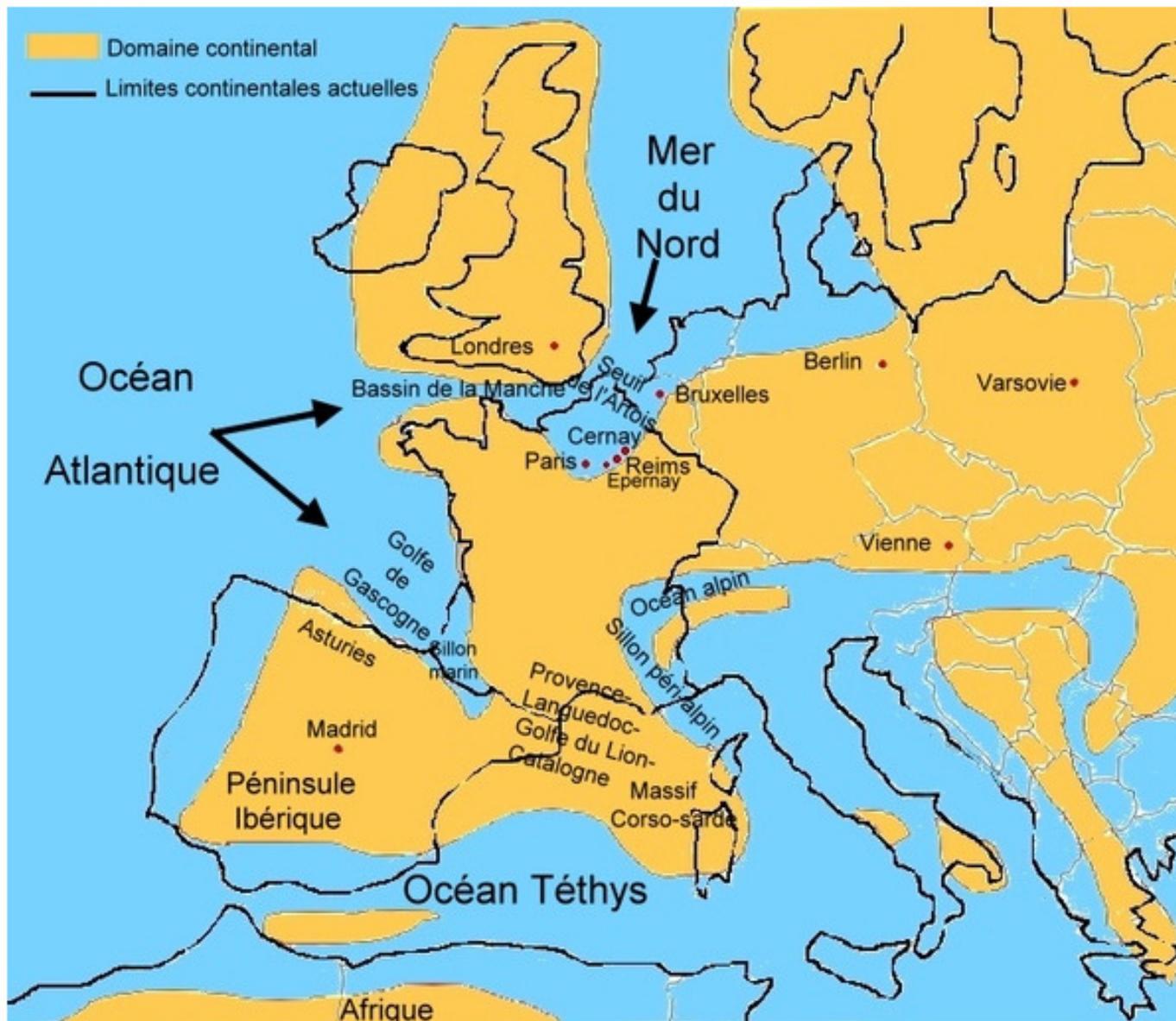
Le Bartonien est un étage de l'Éocène (Tertiaire) qui s'étend de 41,2 à 37,8 millions d'années. / Barton en Angleterre et plus particulièrement des Barton Beds

- Le début de l'éocène se caractérise par une hausse des températures sur la période de -56 à -48
- On parle de *maximum thermique du Paléocène-Éocène* (*PETM* en anglais) +5 à 7° C en moyenne
- Condition climatique qui a permis un bon développement d'espèces diverses, tant animales que végétales

- La mer nummulitique se forme en Europe constituant une immense Méditerranée qui s'étend du fond de l'Inde jusqu'au golfe de Gascogne et au Maroc et bouleverse tout le continent
- C'est aussi le moment où les contraintes tectoniques provoquent le soulèvement des Pyrénées et celui des Apennins



ALMF 2023 LYSIAK JL



La France à l'Eocène moyen, étage Lutécien inférieur (-46 Ma)

<http://www.vinsvignesvignerons.com/Geologie/Geologie-de-la-France/Histoire-geologique-de-la-France-du-Proterozoique-a-nos-jours>

Les argiles yprésiennes de Kerfaut(e)



Les roches argileuses

- L'argile c'est de la montagne, c'est pas de la terre
- Roches sédimentaires les plus répandues, on ne voit pas de cristaux !!!
- Minéraux = argiles, roches = argilites
- Présence de calcite en plus ou moins grande quantité (marne)
- Argiles = Phyllosilicates
 - Kaolinite : Te Oc
 - Montmorillonite : $\text{Te Oc Te} / \text{Te Oc Te}$
 - Illites : $\text{Te Oc Te} / \text{K}^+ / \text{Te Oc Te}$
 - Chlorite : Te Oc Te Oc
 - Smectite : $\text{Te Oc Te} / \text{eau} + \text{cations} / \text{Te Oc Te}$

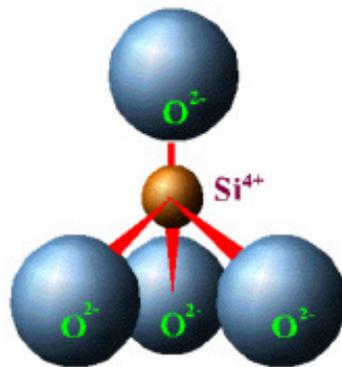
Structure des argiles /

Source [http://www.lem3.univ-](http://www.lem3.univ-lorraine.fr/mmsp/cours/CMGS-ARGILE-ETUDIANT.pdf)

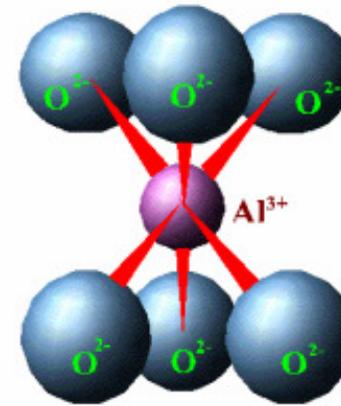
[lorraine.fr/mmsp/cours/CMGS-ARGILE-ETUDIANT.pdf](http://www.lem3.univ-lorraine.fr/mmsp/cours/CMGS-ARGILE-ETUDIANT.pdf)

Structure « feuilletée » - Empilement de feuillets élémentaires (10^{-9} mm) constitués de deux couches :

Couche tétraédrique



Couche octaédrique

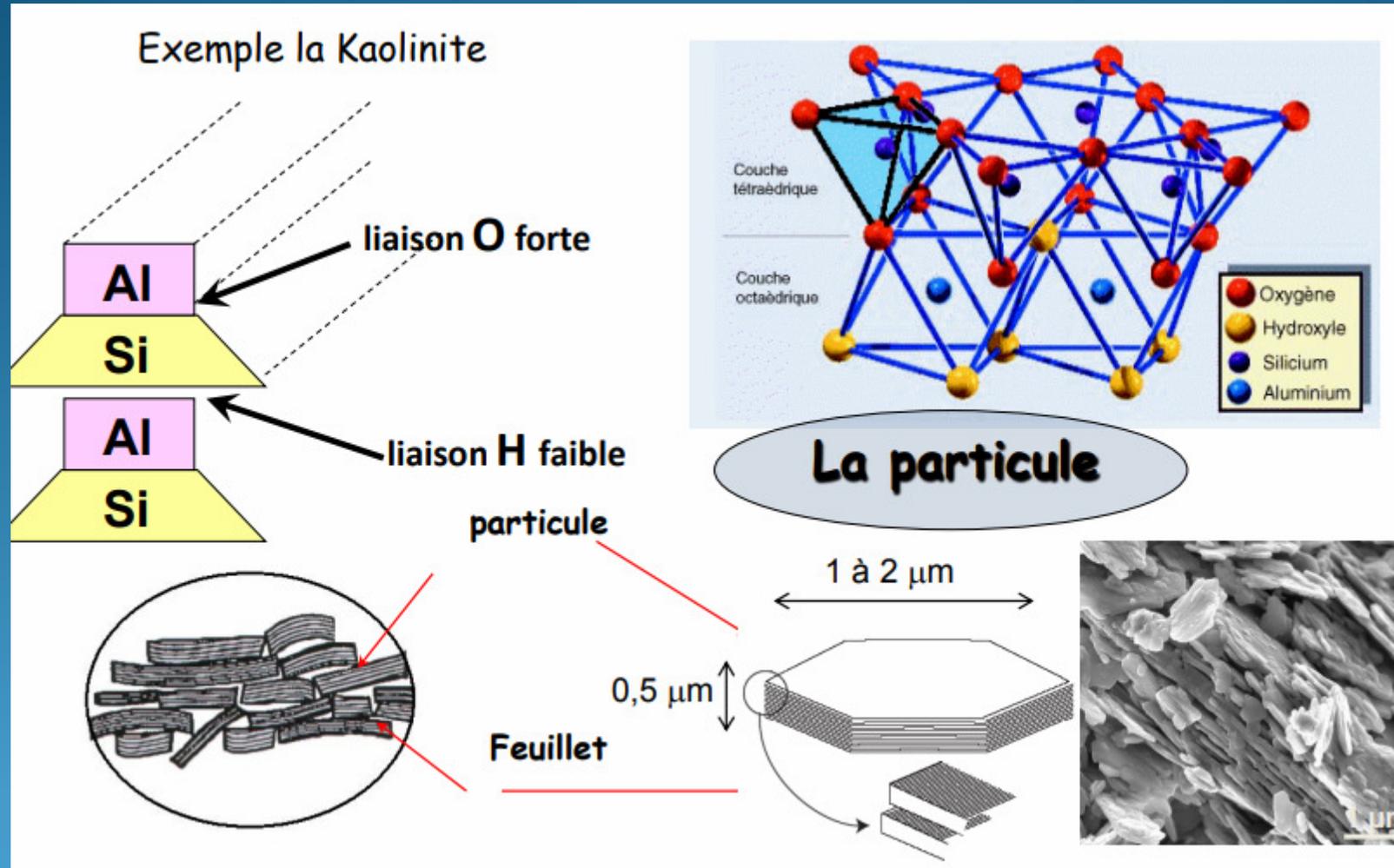


Le feuillet élémentaire



liaison O forte

Structure de la kaolinite



Les argilites et roches apparentées

- Les argiles résiduelles : latérites, bauxites, dolines
- Les argilites sédimentaires
 - Marnes
 - Kaolinite (climat tropical)
 - Schistes bitumineux
 - Ardoises : limite avec le métamorphisme
 - Loess



Exploitation de schistes bitumineux en Estonie. (©Eesti Energia)

Classification des argiles

- Minéraux d'altération des silicates
- Groupe des Kaolinites (épaisseur 7 Å)
 - Kaolinite (T)
 - Halloysite (M)
- Groupe de l'illite (épaisseur 10 Å)
 - Illite
 - Glauconie $(K,Na)(Fe^{III},Al,Mg)_2[(Si,Al,Fe^{III})_4O_{10}](OH)_2$
- Groupes des smectites (épaisseur 15 Å)
 - Montmorillonite
 - Nontronite, Beidellite, Saponite
- Groupe de la vermiculite (épaisseur 14,5 Å)

La glauconi(t)e de Kerfaut (argile verte)

- Cas particulier : la glauconie
 $(K,Na)(Fe^{III},Al,Mg)_2[(Si,Al,Fe^{III})_4O_{10}](OH)_2$
- FERRIQUE BRIQUE, FERREUX BLEU
- C'est un minéral d'altération de la biotite se formant en milieu marin peu profond, à une température relativement basse (plateau continental), dans des conditions réductrices₁. Une fraction importante du fer contenu dans la glauconie a été réduite à la valence (II) et est présente sous forme d'ions ferreux (Fe^{2+}) responsable de sa couleur verte très caractéristique.
- Notamment présente sous forme de petits grains dans les roches sédimentaires, elle caractérise les niveaux condensés et témoigne d'un ralentissement de la sédimentation.
- → Propriétés des argiles, DLC,

Illite verte et glauconie de Kerfaut (56) (distinction au MEB !!!)



Diagramme Eh PH



- Diagramme de Krumbein et Garrels
- Eh : potentiel d'OR fonction de la quantité d'oxygène dissous, donc de la profondeur, de l'agitation
- La flèche verte indique la glauconie

Notions de sédimentologie



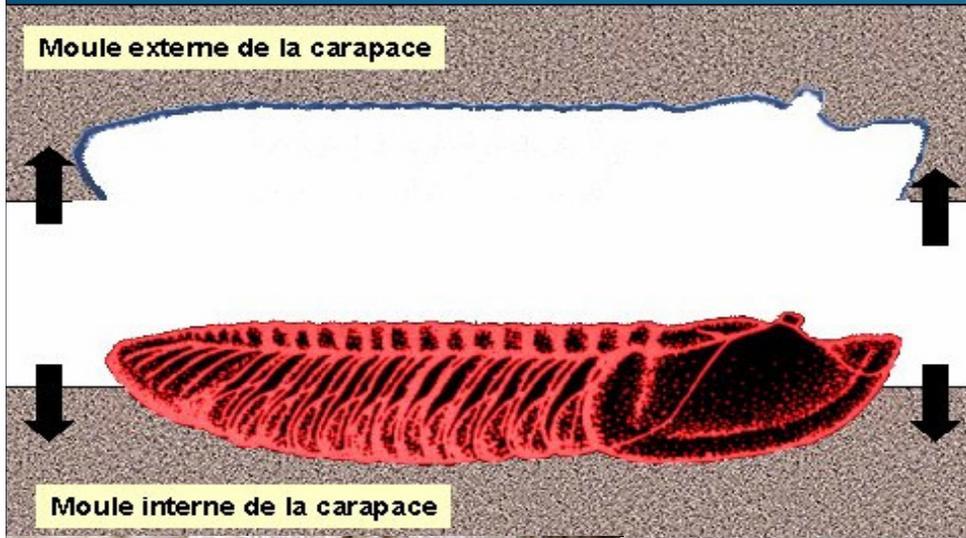
Sédimentologie

- 3 « principaux » domaines de sédimentation
 - Domaine à sédimentation détritique où dominant les facteurs hydrauliques et topographiques (continentaux et sous/marins) / deltas
 - Domaine à sédimentation chimique où dominant les facteurs climatiques et la chimie du milieu / lagune
 - Domaine à sédimentation biochimique où dominant les facteurs biologiques et climatiques

Sédimentation

- Remplissage sédimentaire
 - Moule interne
 - Moule externe
- Granulométrie des sédiments
 - Sédiments grossiers = mauvaise conservation
 - Sédiments fins = bonne conservation
 - Empreintes de bonne qualité
 - moindre oxydation

Moules internes



Moules externes



Dionide mareki Henry & Romano 1978

(Llandeilo - Château-Gaillard en Bain de Bretagne - I & V - n° 378)
Fragment de céphalon / Moule ext. Champ de 2 cm env.



Observation de la longue pointe génale de structure creuse, portée par la lamelle inférieure et se situant dans le prolongement du talon et du bourrelet postérieur

Collection : Y. & C. LEMEUR

Évolution post-sédimentaire

- Epigénie
 - Calcite stable ; aragonite moins stable $f(t)$
 - Silice (Végétaux, autres coquilles, Echino...)
 - Pyrite FeS_2 , (ex.: Ammonites dans marnes...)
- Dissolution - recristallisation
- Action biotique
 - défavorable : microperforation (dissolution)
 - favorable (remplissage secondaire)
- Déformation (pression...)



Les fossiles de la mer de Gâvres sur galets calcaires dolomitiques du lutétien-yprésien

PS : ça fait plus chic que « galet avec des trucs

dessus »



Les fossiles de la mer de Gâvres

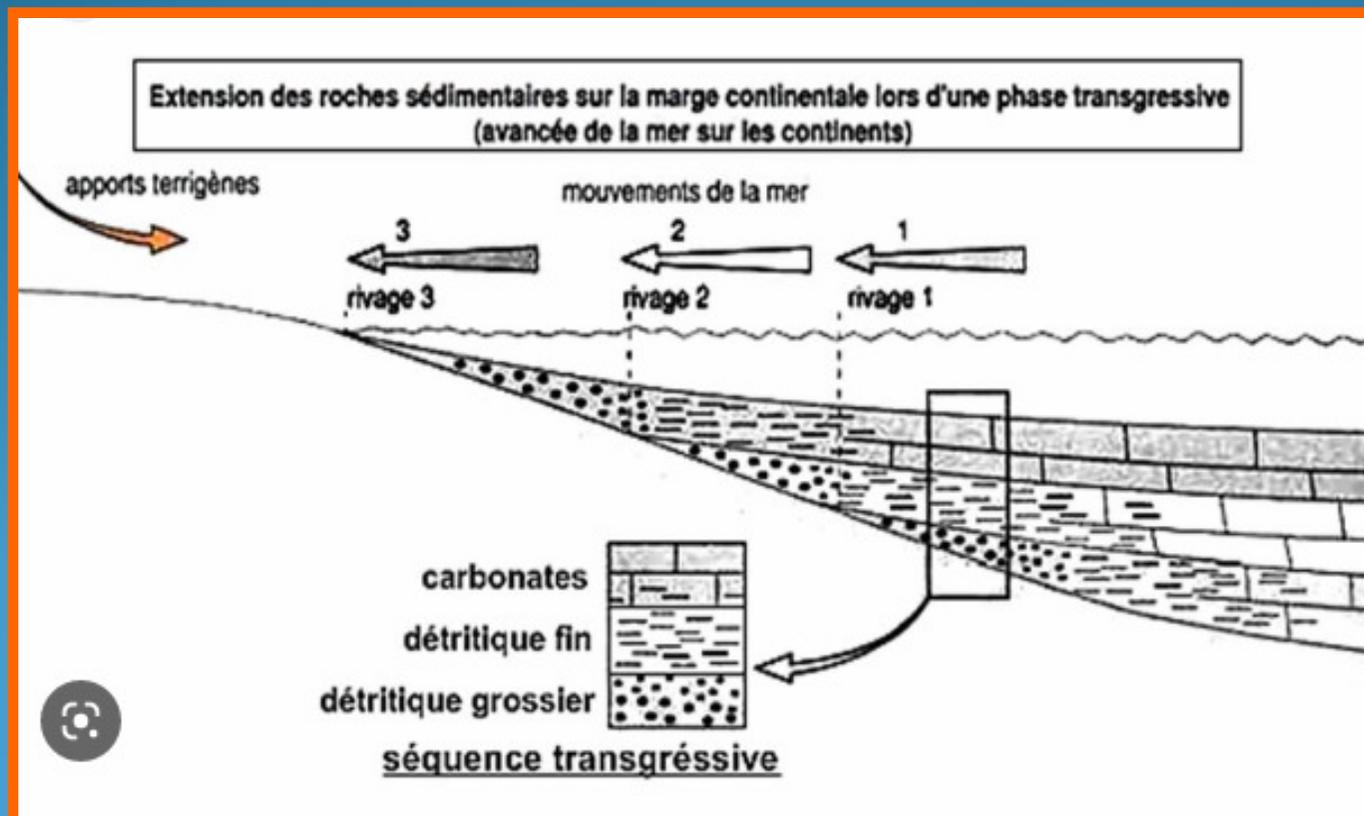


Moule
externe

Moule
interne

Rappel : on est à l'Eocène

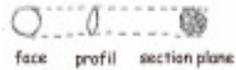
- Yprésien = Les alvéolines servent de marqueur
- Les continents sont quasiment à leur place actuelle
- Le niveau de la mer fait le yo-yo



Quelques fossiles du calcaire de Gâvres

1

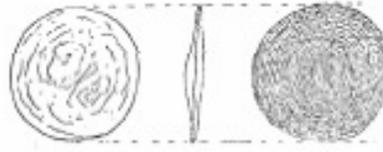
Protozoaires géants



Petite Nummulite x1



calcaire à Nummulites x1



Grande Nummulite x1



calcaire à Alvéolines X1

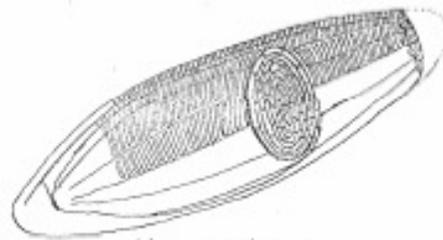


schéma montrant la structure d'une Alvéoline observée à la loupe binoculaire



x1

Calcaire à Orbitolites complanatus (Eocène moyen)



détail de la surface observée à la loupe binoculaire

Dessins : René Gourden

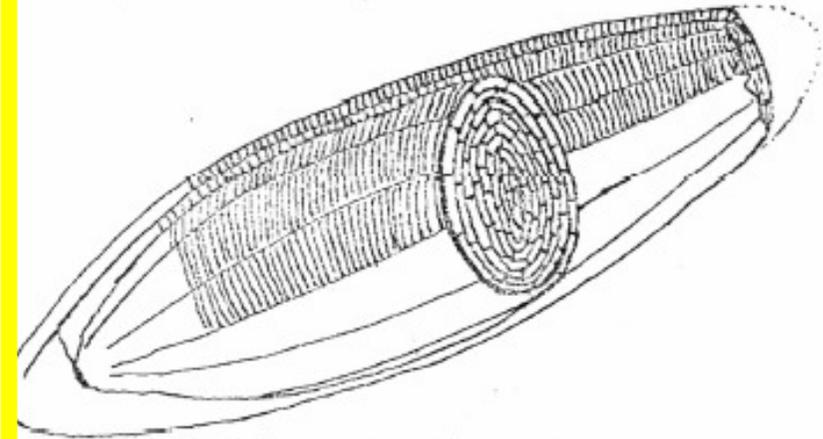
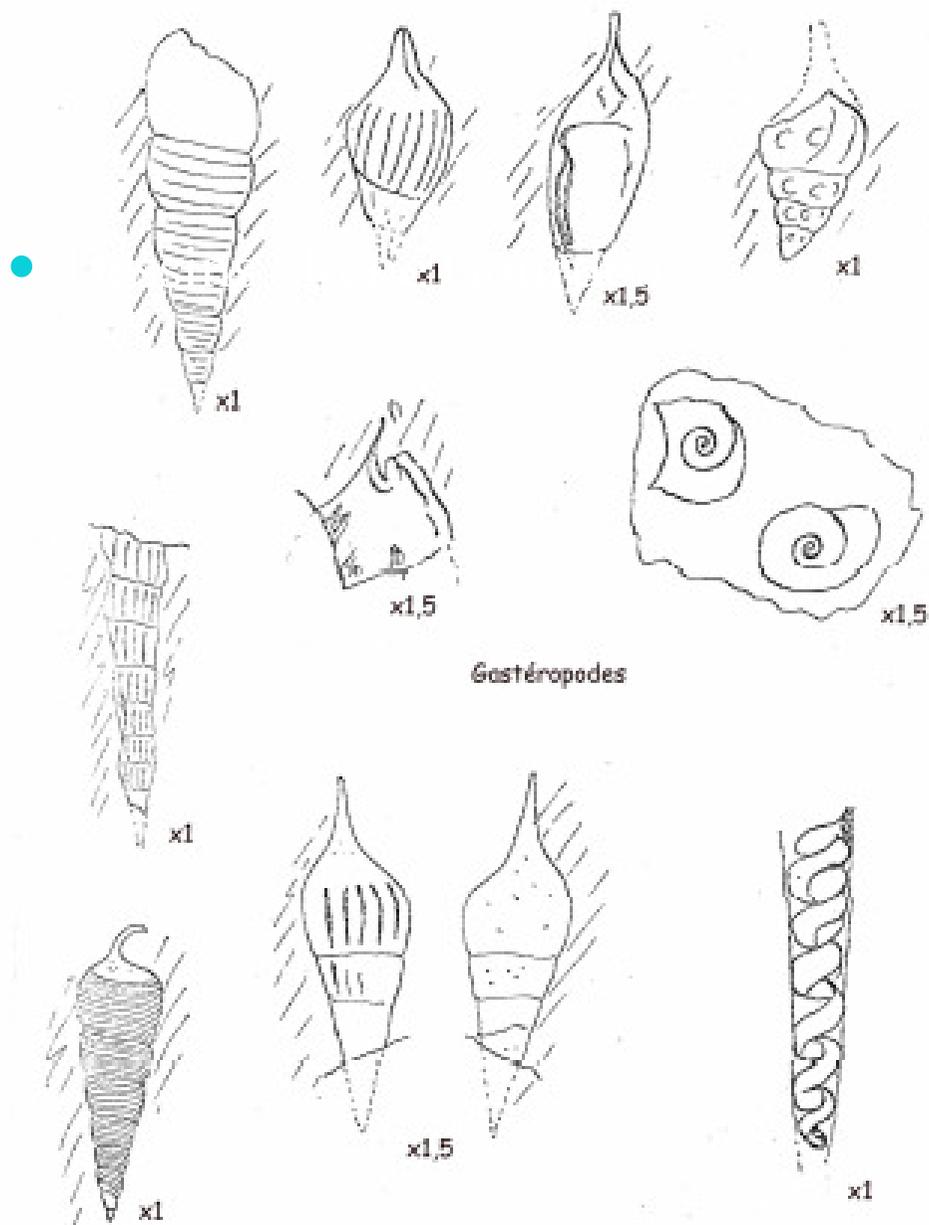


schéma montrant la structure d'une Alvéoline observée à la loupe binoculaire

Quelques fossiles du calcaire de Gâvres

2



Dessins : René Gourden



x1



x1

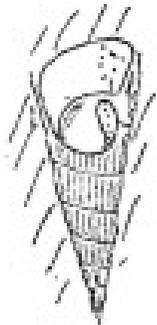


x1



x1

Gastéropodes



dent de requin x1



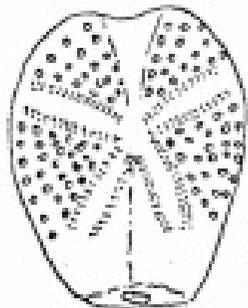
x1



x1

Polypiers coloniaux

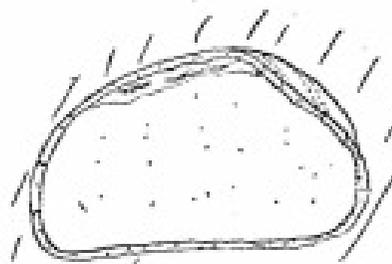
détail



x1

Oursins

test dégagé, vue dorsale



test non dégagé x1



x1



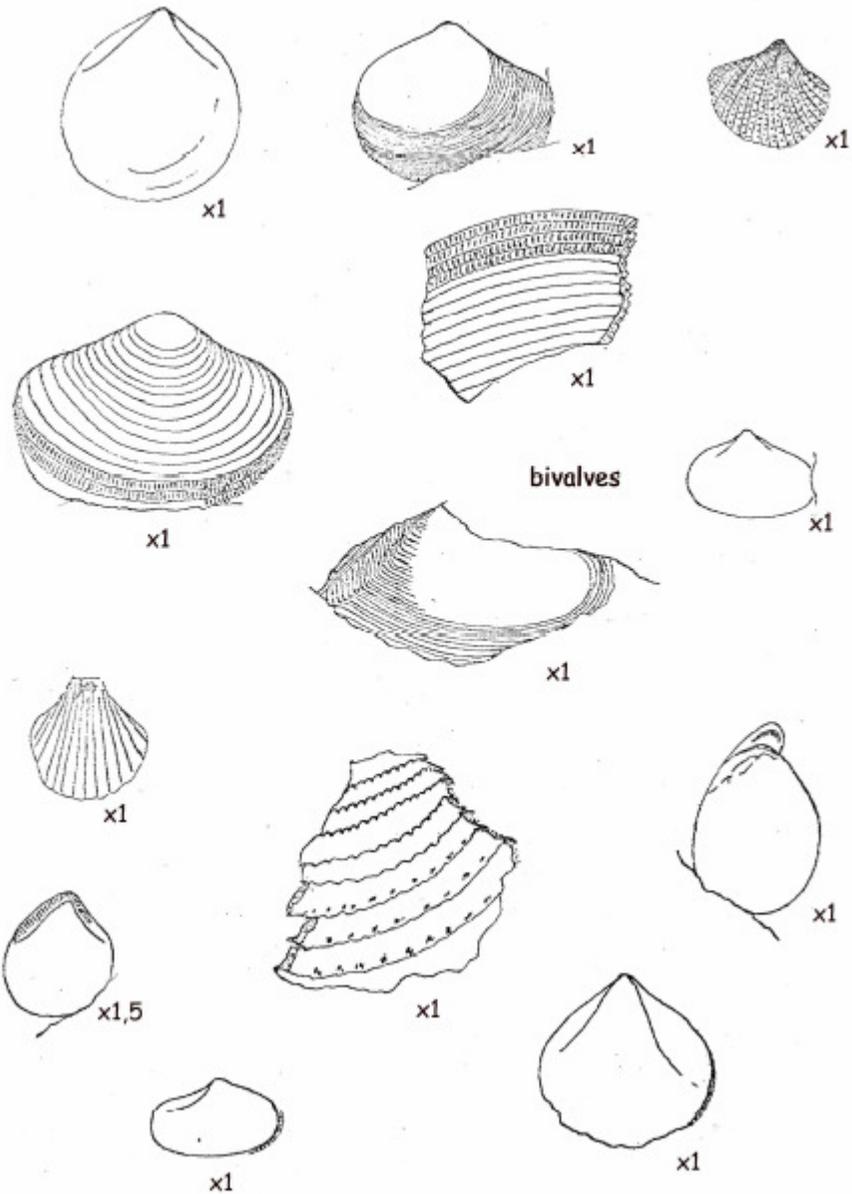
x1



test non dégagé x1

Dessins :
René
Gourden

Les bivalves

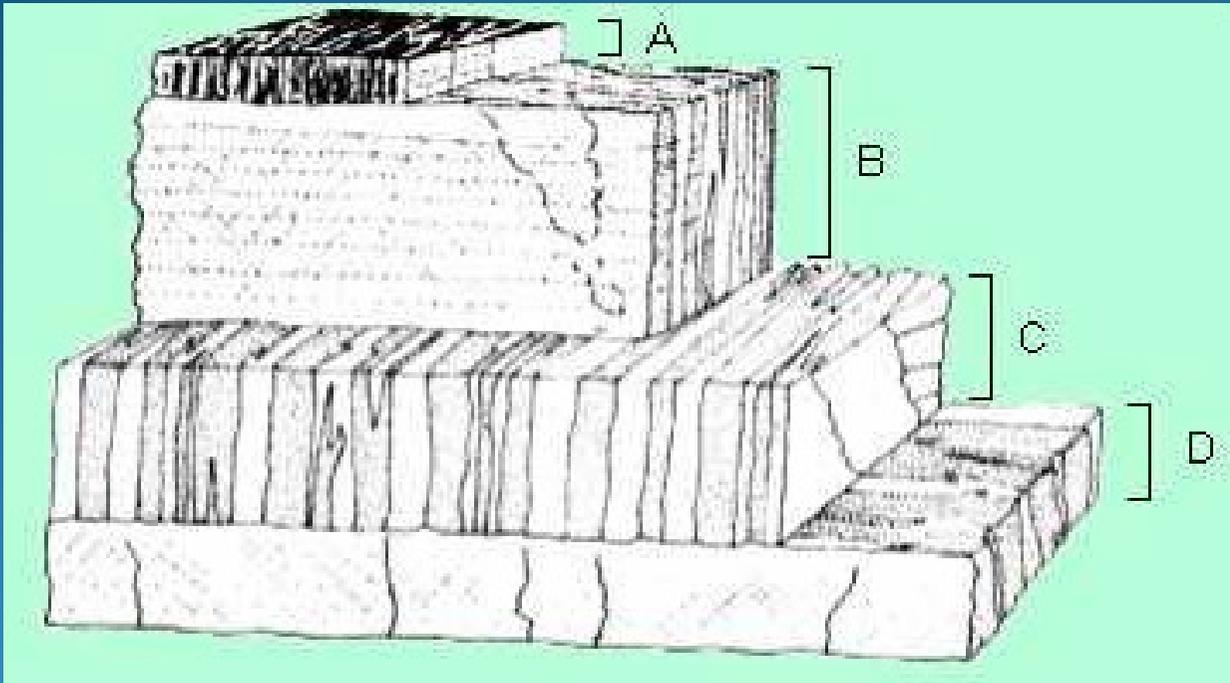


Dessins :
René
Gourden

Classification des Mollusques

- Mollusques
 - Lamellibranches
 - Fouisseurs (praire, couteau, coque, palourde)
 - Nageurs (Pecten)
 - Fixés (Huître, Rudistes, Moule)
 - Gastéropodes (G)
 - ArchéoG (Ormeau, Berniques)
 - MésoG
 - Benthiques : Cérites, Porcelaine
 - Eau douce, terrestres
 - Néog : Bulot, Murex, Cones
 - Pulmonés
 - Terrestres : Escargot
 - Eau douce : Limnée, Planorbe
 - Opisthobranches : Aplysie, Eolis, Doris
 - Céphalopodes
 - Tétrabranchiaux : Nautilé
 - Dibranchiaux Décapodes : Seiche, Calmar
 - Dibranchiaux Octopodes : Octopus, Eledone, Argonaute

Structure de la coquille



- **le périostracum** ou **cuticule** (A): sorte de vernis très résistant sécrété par un sillon glandulaire du bord du manteau = conchyoline, substance azotée à consistance cornée,
- **l'ostracum** ou **couche des prismes** (BC): sécrétée par le bord du manteau, cette couche moyenne, plus ou moins épaisse est, comme son nom l'indique, constituée de prismes hexagonaux de calcite empilés en colonnes, disposés
- **la couche lamelleuse** ou **nacre** : (D) sécrétée par toute la surface dorsale du manteau, elle résulte de l'empilement régulier de lamelles de conchyoline et de lamelles calcaires constituées par des paillettes cristallisées

Les turritelles

- Les turritelles sont des mésogastéropodes / Cericithiacea /
- *Turritella imbricata*



Les foraminifères

- La coquille est composée de chambres séparées par des septa
- elles communiquent entre elles par des trous d'interconnexion appelés foramina
- La coquille constitue l'élément de base pour différencier les foraminifères, et c'est la seule structure de l'organisme qui se fossilise.
- Intérêt en prospection pétrolière (forage)

- La taille des foraminifères est normalement comprise entre 0,1 et 0,5 cm, certaines espèces mesurant entre 100 μm et 20 cm
- Les foraminifères intéressent particulièrement les micropaléontologues et les géologues, car les fossiles de coquilles sont abondants dans les sédiments marins et constituent un indice précieux quant à la nature, l'âge et la localisation de la roche.
- L'étude des foraminifères permet notamment de dater des couches géologiques ou de reconstituer l'environnement et le climat d'une époque

Différents foraminifères

Alvéolines



- Calcaire à Trochosmilia, Nummulites et Discocyclina



Les nummulites

- Il s'agit de foraminifères marins fossiles nommés « nummulites » (du latin « nummus ») en raison de leur aspect qui rappelle des pièces de monnaie.
- Elles ont envahis les marges de l'ancien océan Téthys pendant 20 millions d'années, tout particulièrement durant l'Eocène inférieur et moyen, avant de s'achever l'Oligocène moyen (il y a environ 28 millions d'années)

- Les calcaires à nummulite, bien connus sur les pourtours de l'ancien océan Téthys, sont maintenant de très importants réservoirs d'hydrocarbures, spécialement en Afrique du Nord, en Inde et au Moyen-Orient
- Les blocs de roche qui forment les Pyramides d'Egypte sont des blocs de « calcaire nummulitique »

Nummulites de Gâvres



Photo : G.
Ollivier

La pyramide de Khéops : le plus gros tas de calcaire à Nummulites du Monde



Photographie : Pierre Thomas

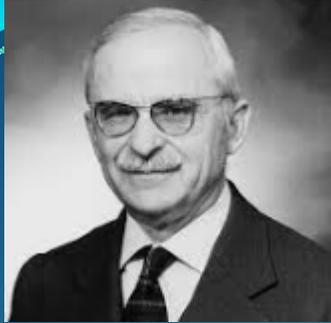


Photographie : Pierre Thomas



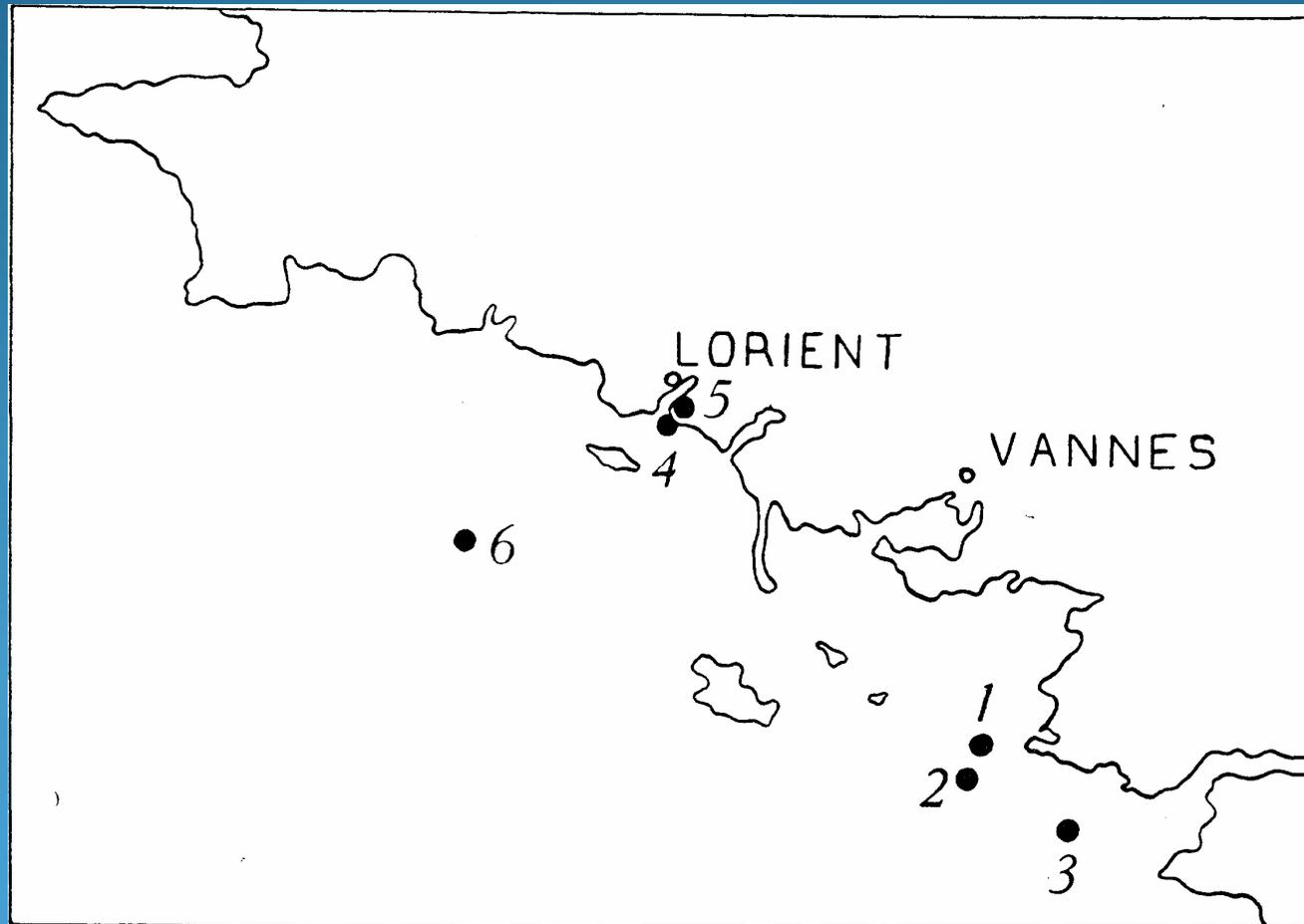
Echantillons et photographie : Pierre Thomas



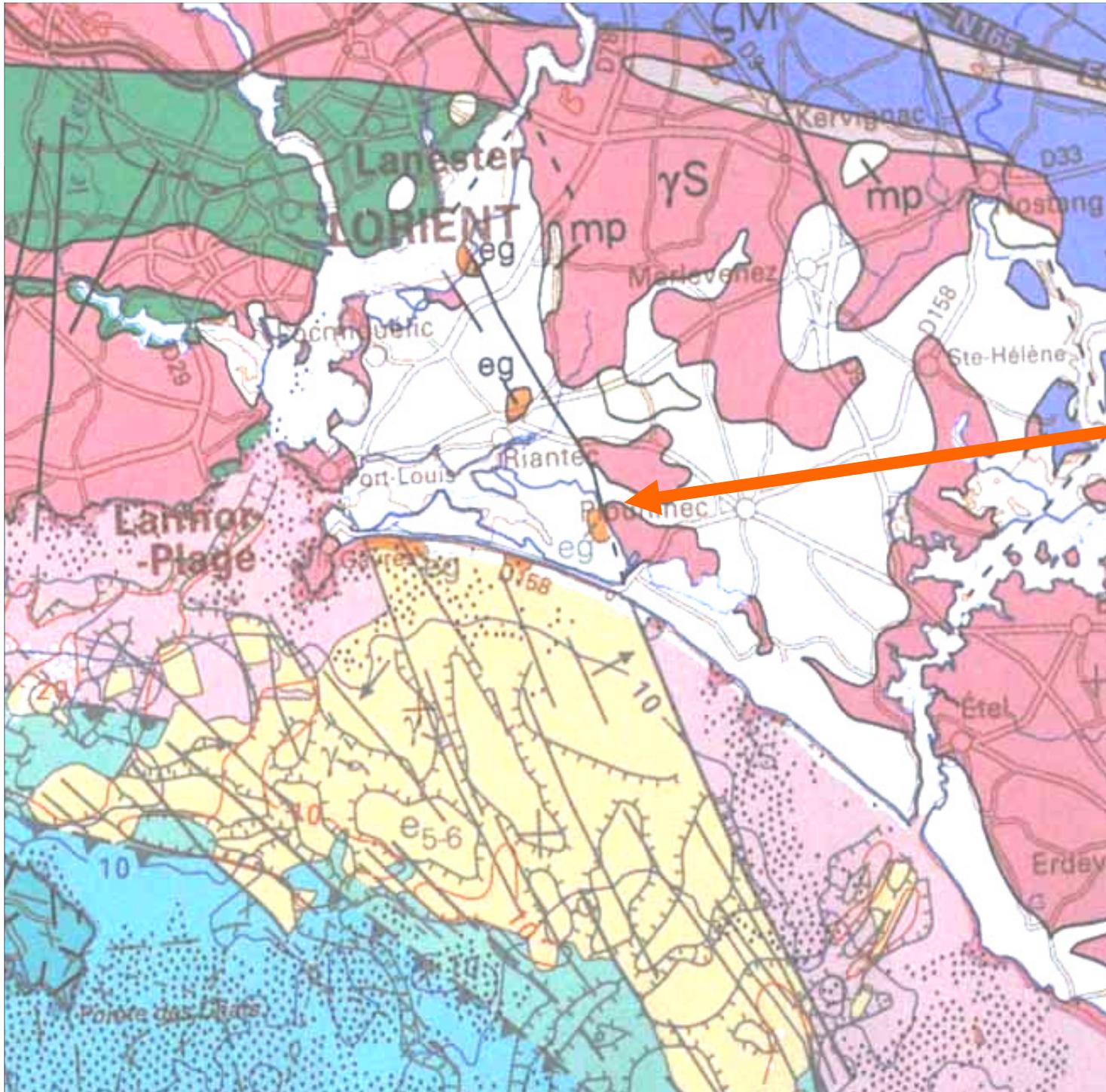


- **Louis Dangeard**, né le 29 avril 1898 à Poitiers et mort le 15 avril 1987 à Paris, est un géologue et océanographe français. Il est l'un des fondateurs de l'océanographie moderne.
- Les galets de calcaire glauconieux de la plage du Polygone à Gavres ont été attribués par L. Dangeard (1924, 1927) à l'Ypresien
- **Abrard, René** (1892-1973) Géologue. - Professeur au laboratoire de géologie, Muséum d'histoire naturelle, Paris réalise des dragages en mer

Gisements de Nummulites des côtes méridionales de Bretagne.— 1. plateau du Four ; 2, banc de Guérande ; 3, rochers de la B anche ; 4, pointe de Gâvre ; 5, tranchée de Locmalo ; 6, station 441, dragage du *Président Théodore-Tissier*.



- En se référant aux Foraminifères on peut, semble-t-il, distinguer trois niveaux :
- 1° Yprésien. — Calcaires glauconieux à *Nummulites globulus* Leymerie, *N. planulatus* Lmk., *N. Murchisoni* Rüt., *Assilina granulosa* d'Arch., *Operculina canalífera* d'Arch., *Orthophragmina*, *Alveolina oblonga* d'Orb. (plage de Gâvre).
- 2° Lutétien inférieur. — Calcaires blanchâtres à *Alveolina* et *Orbitolites*, des abords de la grande butte de tir.
- 3° Lutétien supérieur. — Calcaires jaunâtres à *N. Brongniarti* d'Arch. et Haime, du milieu du polygone et des roches de Magoëro.



Yprésien en orange

- eg. **Ypresien-Cuisien**, argiles et sables verts, grès calcaires et calcaires à nummulites. Les argiles vertes ypresiennes affleurent sur le littoral
- J. Esteoule-Choux (1970), signalait que les argiles yprésiennes de la région de Port-Louis étaient caractérisées par de l'illite verte et de la montmorillonite

e6. **Bartonien** : calcaires et sables dolomitiques. Des affleurements de calcaires blancs coquilliers ont été observés au niveau des basses mers dans la zone démaigrée de la plage de Gavres, au contact des alluvions anciennes ou des argiles vertes. De plus, de nombreux galets de calcaire ont été découverts aussi sur l'estran de la Petite-Mer-de-Gavres à l'Ouest du siège du GERBAM.

Les gués de la petite mer de Gâvres





Gués de Kerner et de Kerfaute



**Voie empierrée vue de Kerfaute vers la Petite
Mer de Gâvres**

- Source : <https://www.histoire-genealogie.com/Les-passages-a-gue-de-la-Petite>
ALMF 2023 LYSIAK JL



**La borne avec le clocher de Riantec en arrière
plan**

Initiation à Infoterre



BRGM

<https://infoterre.brgm.fr>

InfoTerre: Accueil

21 avr. 2020 — **InfoTerre** et son visualiseur cartographique sont des outils de découverte pour connaître et comprendre le sous-sol. **InfoTerre** offre aux ...

Visualiseur InfoTerre

Amiante Environnemental; Cadastre; Carrières et ...

Cartes géologiques

Elles sont aussi des supports pour l'enseignement des ...

Visualiseur simplifié

BSS - Tous les ouvrages de la Banque du Sous-Sol (BRGM).

La Banque du sous-sol (BSS)

Toutes les données sur les ouvrages (forages, sondages ...

[Autres résultats sur brgm.fr »](#)



InfoTerre



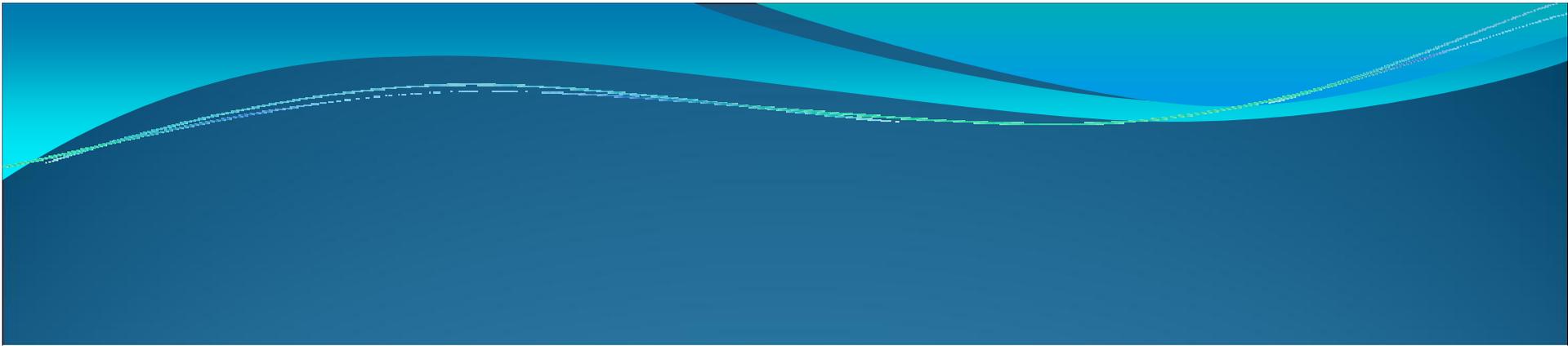
InfoTerre est un site web public embarquant un Système d'information géographique. Portail géomatique des données géoscientifiques du BRGM, il permet d'accéder gratuitement depuis un navigateur ... [Wikipédia](#)

Type de site : Cartographie en ligne

Visualiser une carte géologique

- Cartes géologiques
- Accéder au contexte prédéfini Géologie Métropolitaine
- Choix des couches
- Carte géologique imprimée

- A tout moment vous pouvez changer d'échelle en cliquant en bas à gauche



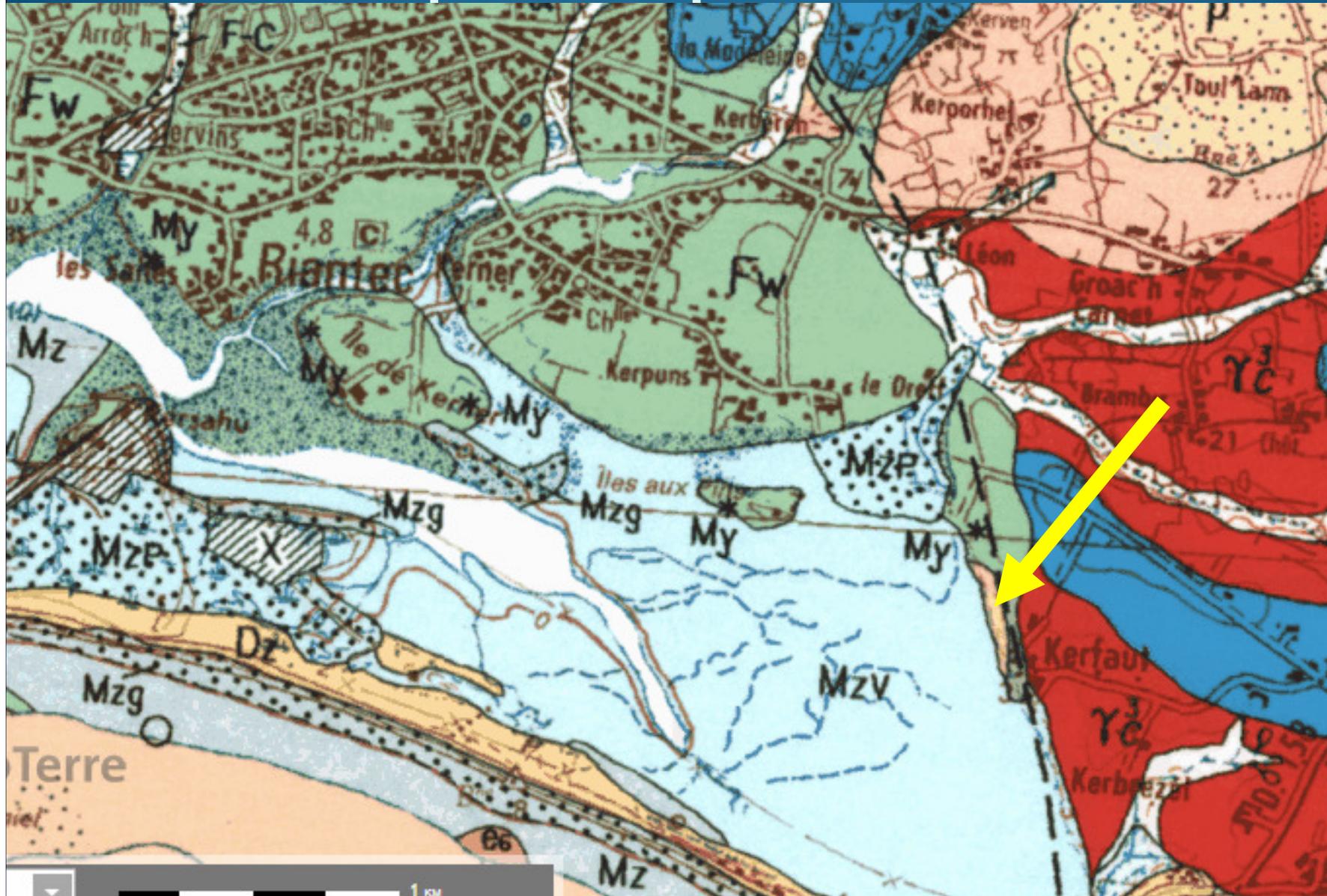
COUCHES AFFICHÉES

- Carte géologique imprimée 1/250 000 (BRGM)
- Carte géologique 1/50 000 vecteur harmonisée avec MNT
- Scans (IGN)
- Fond de carte mondial

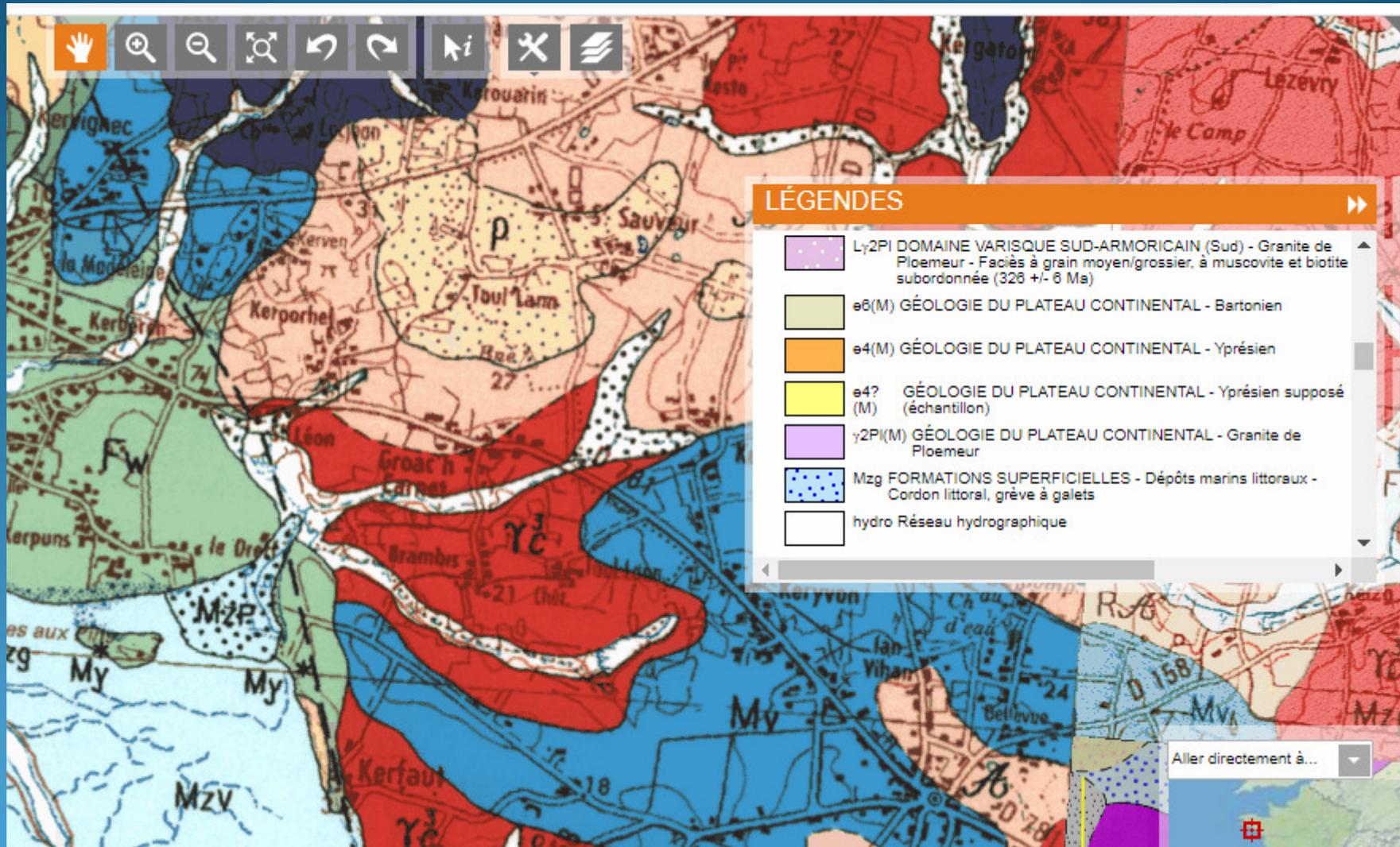
Echelle : 1/ 100 000

SRS : Lambert 93 X : 236339.29 Y : 6752111.11

Résultat pour Yprésien e3



Avec légendes



Bibliographie

- SUPER SITE <http://www.vinsvignesvignerons.com/Geologie/Geologie-de-la-France/Histoire-geologique-de-la-France-du-Proterozoique-a-nos-jours>
- Les grès à nummulites de l'Yprésien de Sterbouest (communication de B. Hallegouet suite à des sondages)
- JEGO C., 1980, Etude de la morphologie littorale sur la côte bretonne entre Gâvres et les rochers du Magouëro, Mémoire, Université de Paris - Sorbonne.
- Les minéraux, leurs gisements, leurs associations (Bariand, Cesbron, Geffroy) Tome 1 pages 122-125)
- Présence d'Yprésien fossilifère sur le plateau continental en Loire Atlantique (1971) Barbaroux, Blondeau, Margerel
- Cailleux André / Méthode d'étude des galets (Société préhistorique de France 1946)
- Recherche sur le quaternaire littoral entre l'Aven et la Laïta (1979-1993) Alain Giret
- Échelle des temps géologiques
 - Geotimescale
- Les passages à gué de la PMG J-Y et Josiane Le Lan (Histoire Généalogie) 2006
- La planète des glaces (Van Vliet-Lanoë)
- Éléments de géologie / J. Guillemot (TECHNIP) page 90-91 (fossiles « pétroliers »)

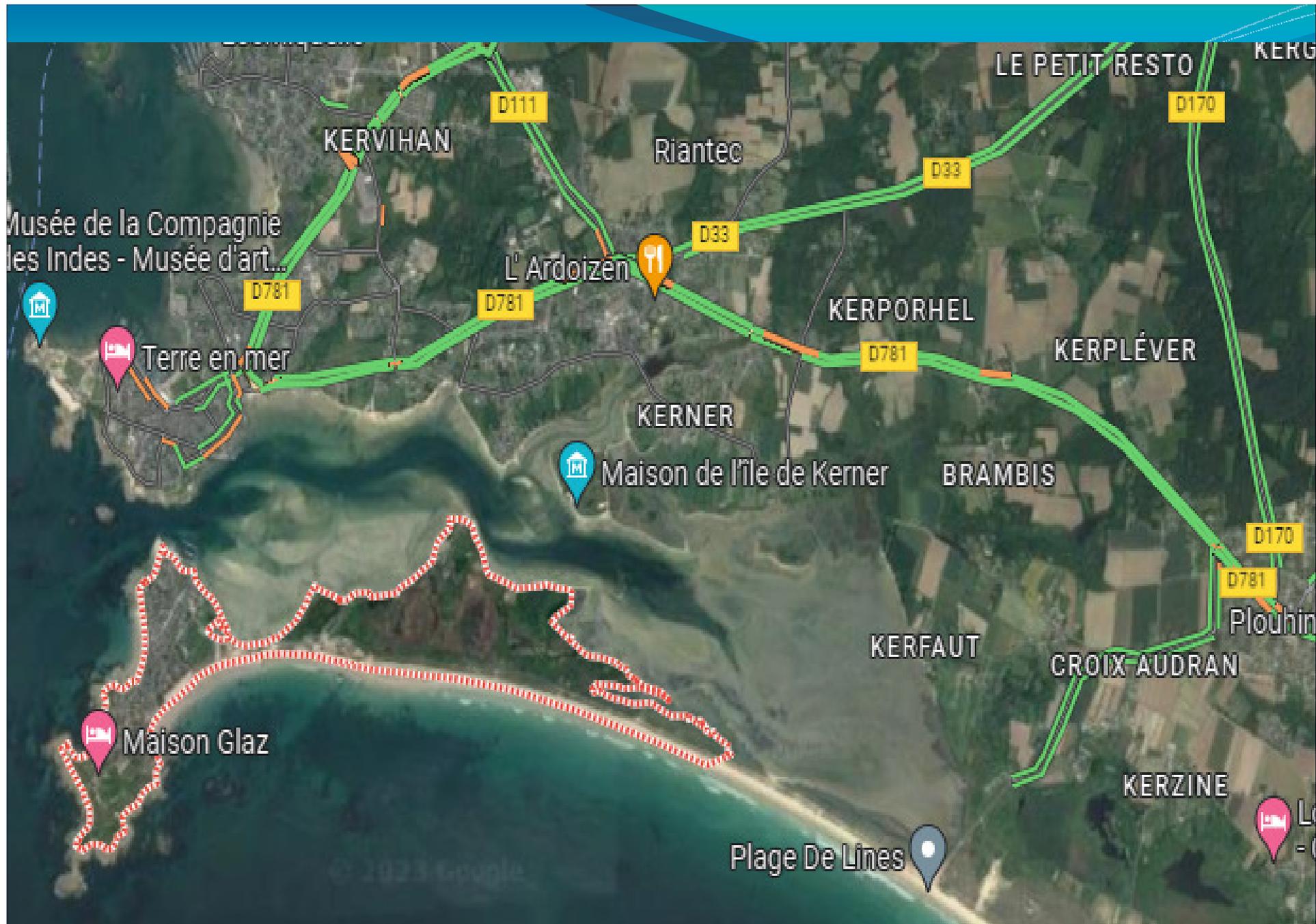
Notre sortie ALMF du 26 mars

2023

- BM 14H55
- RDV 12h30 Parking du Linès près du GERBAM Pique Nique jusqu'à 13H30
- SPOT 1
 - RDV 13H30 Maison de Germaine Tillion KERFAUT Argiles vertes
- SPOT 2
 - RDV 15 h Entrée de Gâvres Affleurement Yprésien
 - Les plus ALMF : vue du gué / ramassage palourdes et cueillette épinards de mer/arroche maritime (prévoir 2 sachets)/maison Germaine Tillion

Maison de Germaine Tillion (février 2023)





YPRESIEN
LUTECIEN
BARTONIEN

Les Foraminifères (détails non vus pendant la conférence)

Exemple des Foraminifères

- Classification
 - Les critères utilisés
- Foraminifères benthiques
- Foraminifères planctoniques
- Leur utilisation
 - en stratigraphie
 - en paléoécologie
 - en paléogéographie...

Criteres de classification simplifiée

- ❑ Une systématique idéale devrait se baser
 - sur la phylogénie du groupe et
 - sur l'ontogenèse des espèces (2 caractères à portée de la paléontologie pour un certain nombre de groupes mais pas pour tous) mais également
 - sur des renseignements biologiques tirés des animaux vivants

Remarques

En fait, vu l'importance prise par les foraminifères dans le domaine de la géologie pétrolière, la systématique est largement analytique et basée presque exclusivement sur le test. Les données sur le vivant manquaient.

Les critères sont classés par ordre d'importance

• Les critères (niv. Sous-ordre et super-famille)

- Composition chimique du test
- Agencement des cristaux

Ce sont des productions protoplasmiques et devraient se rapprocher le plus des critères biologiques.

- Mode de vie planctonique (critère écologique)

Les sous-ordres

- Allogromiina (pseudochitineux)
- Textulariina (arénacé ou agglutiné)
- Fusulinina (Calcite microgranulaire)
- Miliolina [porcelané (calcite imperforé)]
- Rotaliina (calcite radiaire, perforé benthique)
- Globigerinina (idem planctonique)
- Robertinina (aragonitique)

Critères familiaux

- Plan de développement (mode d'enroulement)
 - unisérié, bisérié..., multisérié
 - enroulé (le long d'un axe, autour d'un axe, trochospiral, planspiral...)
- Acquisition des septa (form^o de logettes)
- Caractères de l'ouverture (position, forme, présence d'accessoire)

Ces trois critères peuvent se retrouver dans des lignées différentes

Critères génériques/spécifiques

- Caractères du test
 - Surface du test (rugosités...)
 - Carènes
 - Sutures
- Ornementation
- Morphologie (allongement, aplatissement des loges, dessins des lignes de sutures...)

Importance en stratigraphie

- Evolution au cours des temps géologiques
 - Fusulinina : apparition à la limite Silurien/Dévonien, extinction Trias
 - Fusulinidae (extinction à la limite I/II)
 - Porcelanés : apparition au Carb., expansion au Jur./Crét. - Actuel.
 - Rotaliina : appar^o fin Permien, gd dév. Jur.
 - Planctoniques : appar^o au Jurassique inf.

Paléoécologie

- Bathymétrie (ex.: Foram. plancto. actuel)
 - faible profondeur : la plupart des espèces épineuses, tous les Globigerinoides, majorité des Globigerina
 - 50-100m : *G. bulloides*, *H. pelagica*, *O. universa*, *Glla aequilateralis*, *G. calida* . (Formes à épines)
- non épineuses : *Pulleniatina obliquiloculata*, *Neogloboquadrina dutertrei*, *Candeina nitida*, *Globigerinita glutinata*
- Profond : *Globorotalia*, *Neogloboquadrina pachyderma*, *Sphaeroidinella dehiscens*.

Paléoécologie (2)

Planctoniques

- Latitude : La distribution des foraminifères plancto. varie $f(\text{latitude})$. La différence se situe au niveau de :
 - la diversité [max. diversité dans les régions tropicales (sup. à 25 espèces)].
 - fréquence des taxa
 - morphologie [enroulement dextre/senestre (indicateur de T°), épaisseur coquille, ouverture, carène...]

Paléoécologie (3)

Benthiques

La distribution des tests de foram. benthiques depuis la plateforme continentale jusqu'à la plaine abyssale fournit des renseignements intéressants sur le paléoenvironnement.

- Info. sur la paléobathymétrie, sur les variations eustatiques, sur la présence ou non d'un herbier, l'hydrodynamisme, la température, la salinité...

Exemples zone tempérée

- Zone intertidale : Discorbis + Cibicides (=épiphytes) + Elphidium et Ammonia beccarii
- Infralittoral (40m) : Elphidium et Ammonia beccarii + Quinqueloculina + Poroëponides... (+ Amphistegina, Peneroplis, Archaias)
- Circalittoral sup. (120m) : Agglutinés simples (Textularia, Trochammina, Reophax), Miliolidae (Quinqueloculina, Triloculina, Spiroloculina), Buliminella, Buccella

Ex. Foram. benthiques (suite)

- Circalittoral inf. (200m) : La diversité augmente encore
 - Rotaliina >> Porcelanés
 - Lagenidae, Bulimina, Uvigerina (sériés)
 - Disparition de Ammonia
 - Cassidulina (Commun), Nonionella, Pullenia
 - Agglutinés à structure interne complexe

Foram. Benthiques (suite 2)

- Bathyal (talus continental) :
 - Bolivina + Uvigerina + Cassidulina = communs
 - Gyroidina, Bulimina, Pullenia. Nodosaria diversifié
 - Porcelané : Pyrgo>>autres
- Bathyal inf. (1000-3000m) : Oridorsalis, Gyroidina, Melonis, Globocassidulina, Pyrgo, Eggerella
- Abyssal : si au-delà de CCD, présence uniquement d'agglutinés.

Grands Foraminifères

- Environnement para récifal
 - Fusulina au Permien
 - Orbitolina au Crétacé inf.
 - Orbitoides (au Crétacé-Tertiaire)
 - Nummulites (Abondants au Paléogène)
 - Alveolinidae (*Crétacé-Cénozoïque-Actuel*)

- Les beaux fossiles de la mer de Gâvres (l'éocène en Bretagne Sud) / JL Lysiak (ALMF)
 - Notions de sédimentologie : érosion, transport, moule interne et externe, benthique et pélagique
 - Les argiles yprésiennes de Kerfaut à l'affleurement : argiles vertes, glauconie, transgression et régression
 - Les fossiles de la mer de Gâvres sur galets calcaires dolomitiques du lutétien-yprésien : Gastéropodes, foraminifères, coraux, etc.
 - Les gués de la mer de Gâvres
 - Initiation à Infoterre