

## PLAN de la partie 3

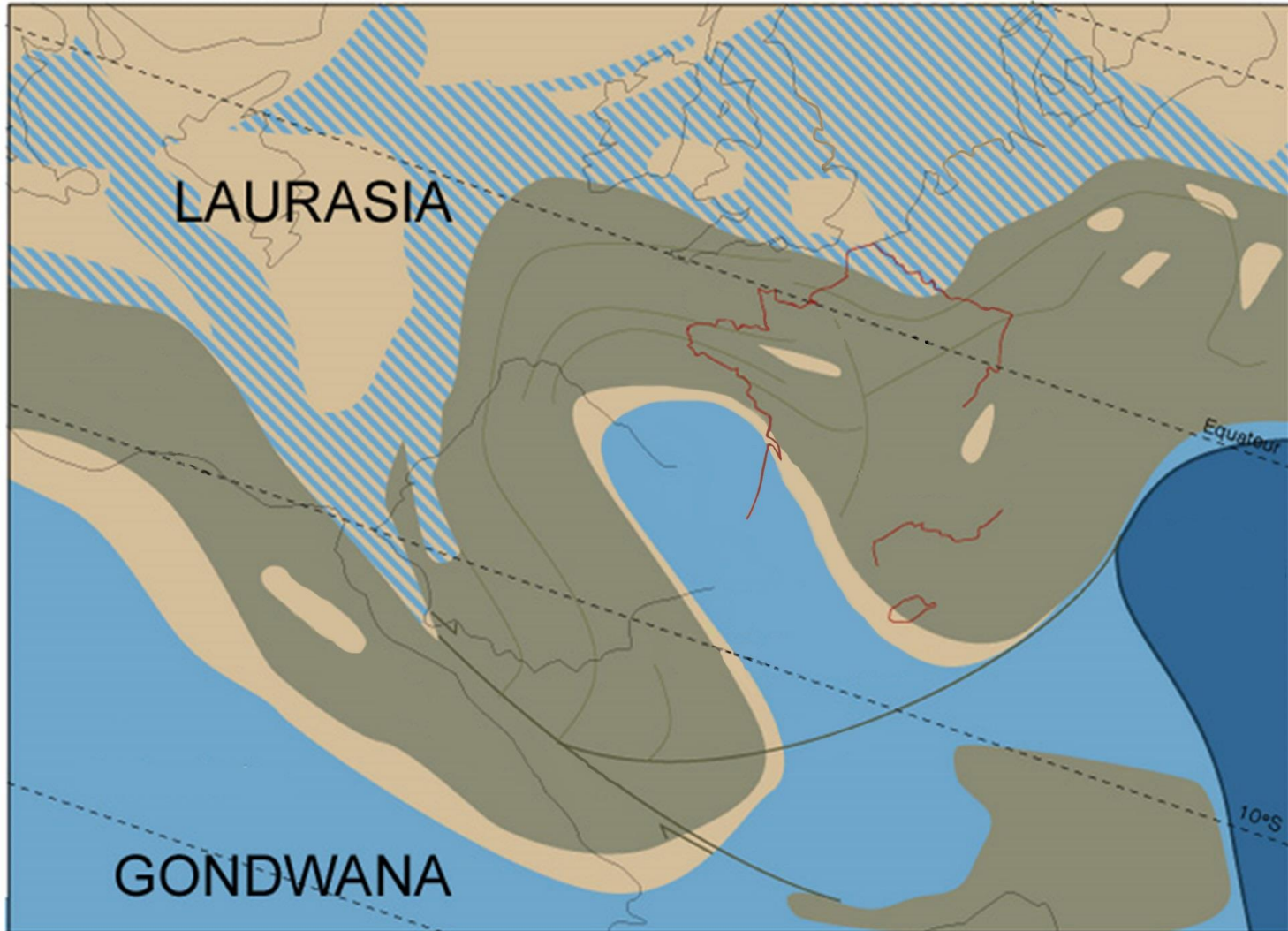
VI. [Quel était le paléoenvironnement à l'Hettangien ?](#)

1. [Description des dépôts hettangiens](#)
2. [Paléoécologie](#)

[Documents](#)

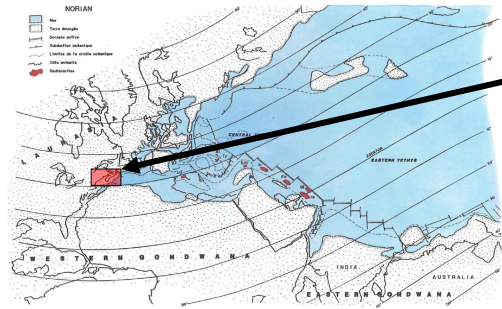
## VI. Quel était le paléoenvironnement à l'Hettangien ?

[Retour au plan](#)



Après la formation de la chaîne hercynienne ou varisque, tout le Massif Armoricain a été pénéplané pendant le Permo-Trias. Sur cette pénéplaine, la mer a transgressé dès le Lias inférieur.





Vers  
Connecticut et Massachusetts  
(USA)

• Formation de Hoganas  
(Suède)

• Oued Lakdar  
(Maroc)

Le Veillon

• Holy Cross Mountains  
(Pologne)

Causses

• Dolomites  
(Italie)

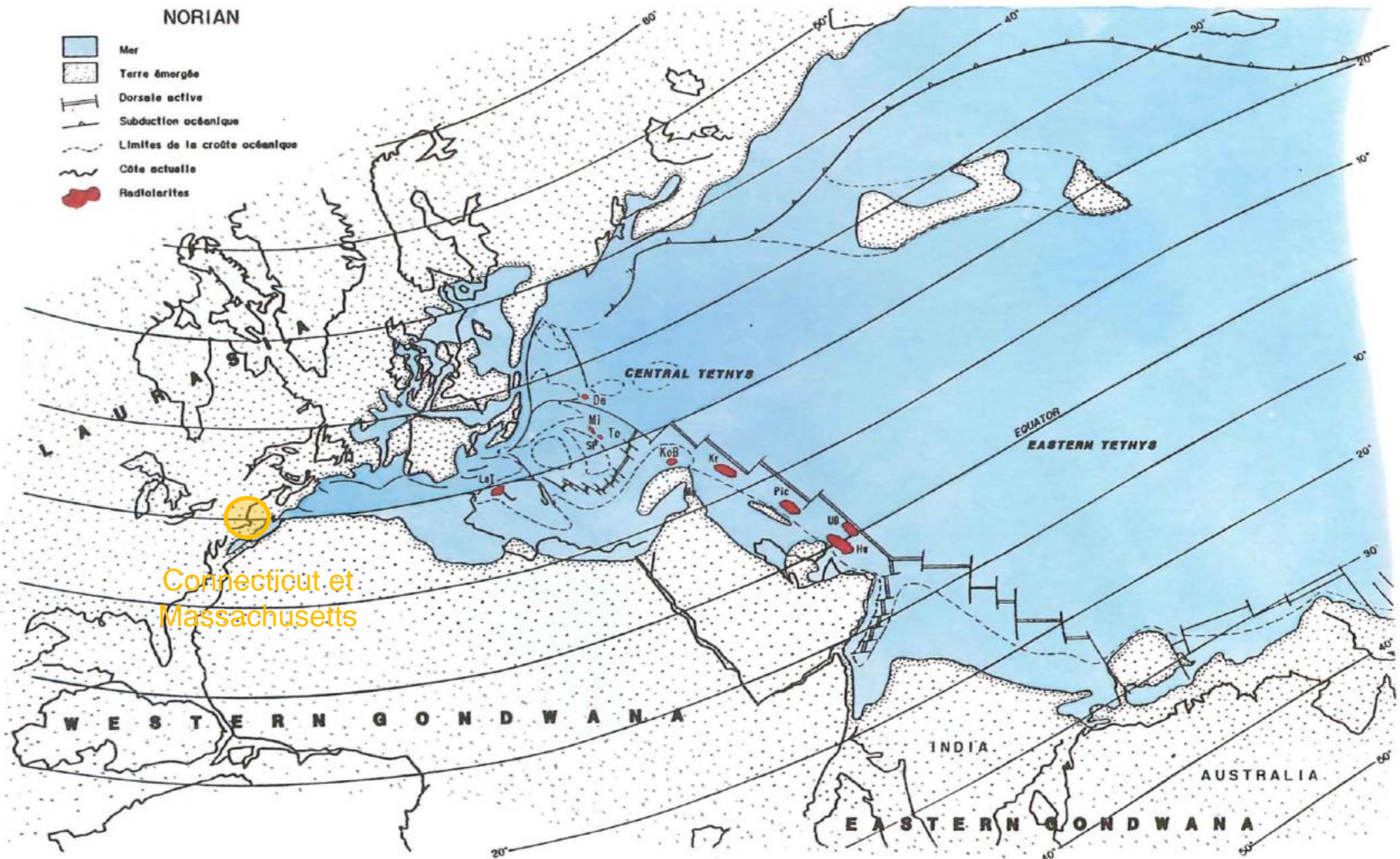
• Formation de Mecsek  
(Hongrie)

**Paléogéographie au Lias  
avec localisation de  
quelques gîtes  
ichnitifères hettango-  
pliensbachiens**

<http://cpgeosystems.com/europaleogeography.html>





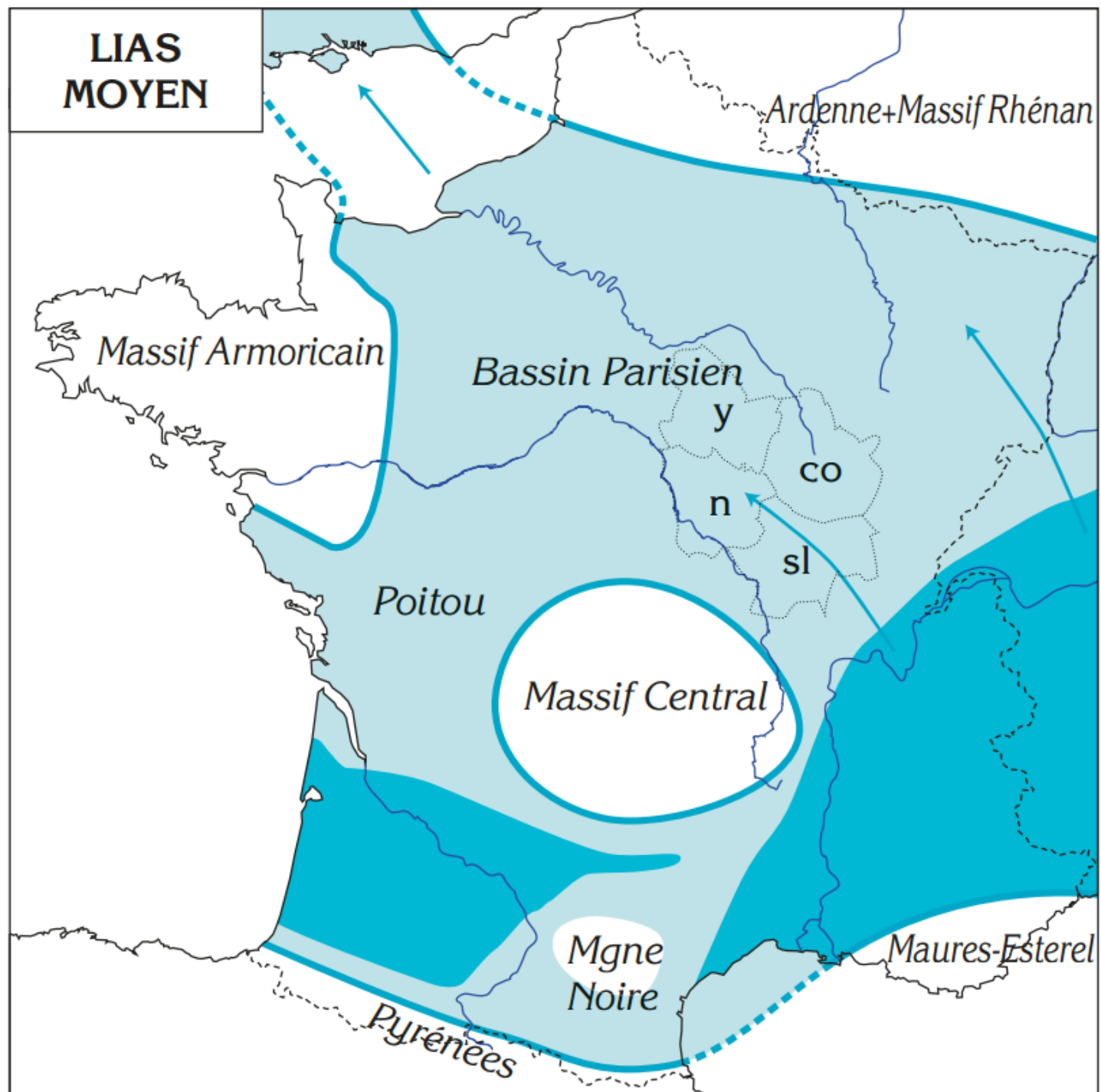


Source :  
 Bulletin des  
 Centres de  
 recherches  
 Production-  
 Exploration Elf  
 Aquitaine  
 Nolume 18, n°1  
 (1994)

Connecticut et  
 Massachusetts

« Les Reptiles et Synapsides  
fossiles de Bourgogne » de  
G. GAND, R. BOURILLOT,  
B. BRIGAUD, J-S STEYER  
et J-B PEYROUSE

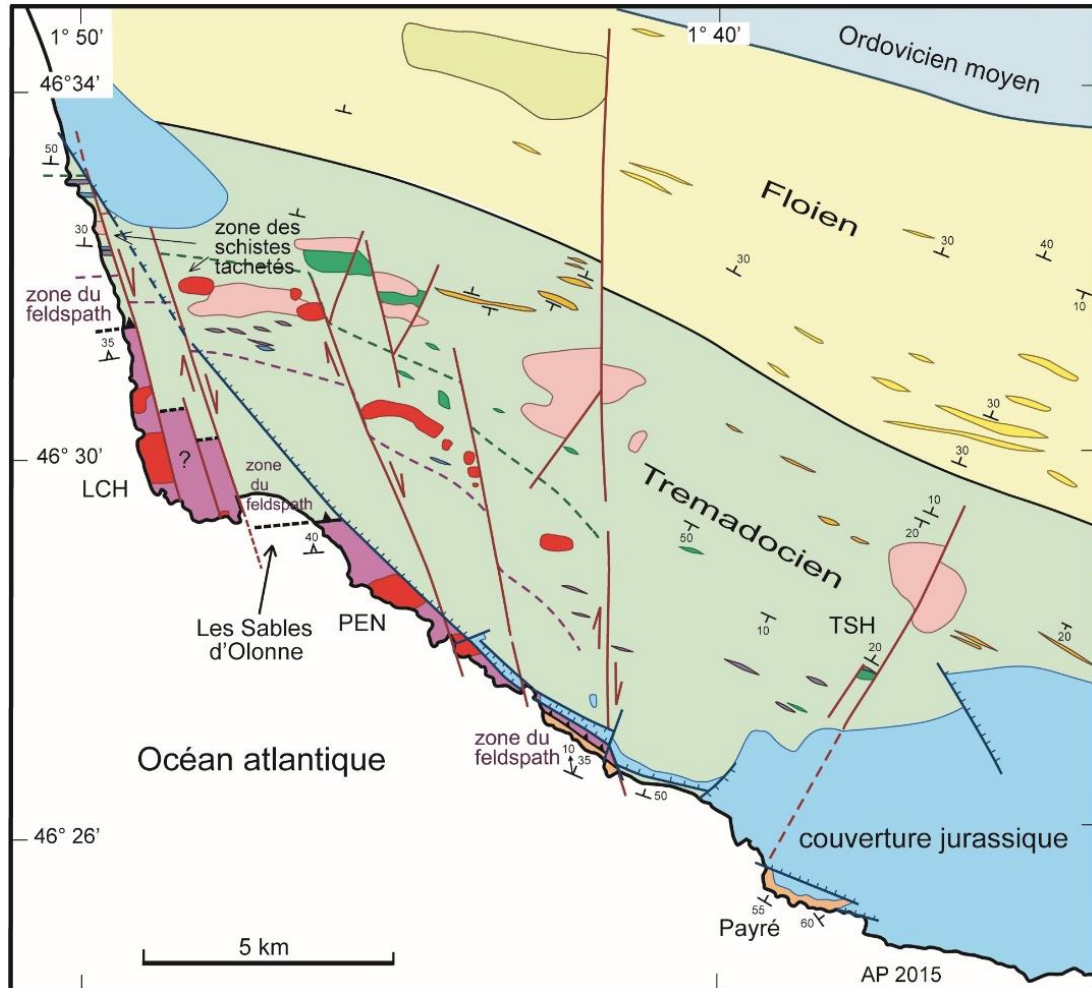
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01006091>



## 1. Description des dépôts hettangiens

[Retour au plan](#)





#### LE GIROUARD Fm. (Ordovicien moyen)

silts et ampélites

#### GROSBREUIL Fm. (Floien)

pélites

grès

arkoses

#### LES SABLES-D'OLONNE Fm. (Tremadocien)

argilites

grès

niveaux graphiteux

cipolins

sills et coulées de metabasite

sills et coulées de métarhyolite

#### LE PAYRE Fm. (Furongien probable)

pélites et grès

#### INTRUSIONS

Leucogranite (Carbonifère supérieur, ca. 315 Ma)

Metagranodiorite (Cambrien inférieur, ca. 530 Ma)

and migmatites (Carbonifère moyen, 330-320 Ma)

#### COUVERTURE JURASSIQUE

argiles and calcaires

faille jurassique

faille varisque

chevauchement

linéation d'étirement

foliation  $S_{0-1}$

foliation

#### zones de thermométamorphisme

schistes tachetés (micaschistes)

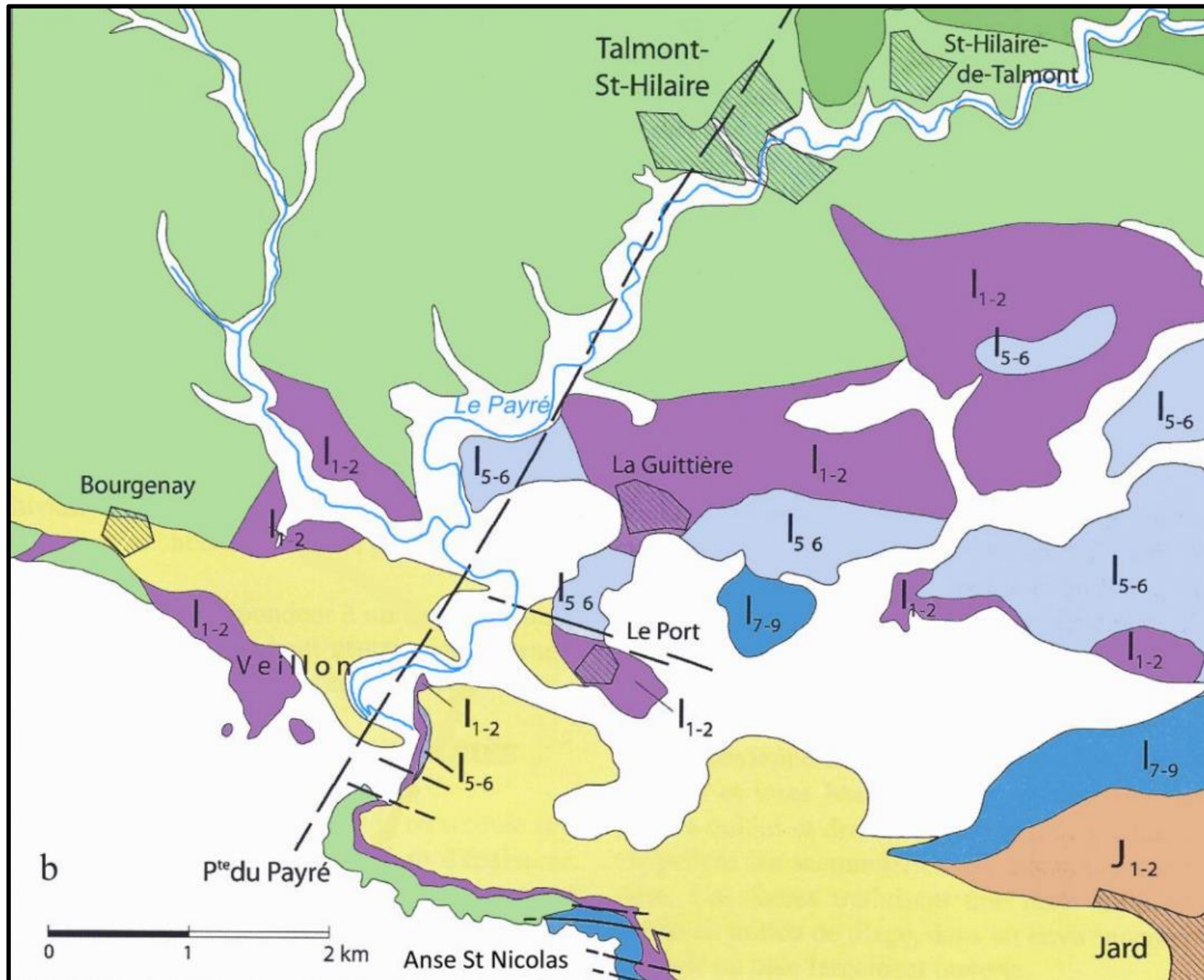
feldspath phénoblastique (paragneiss)

TSH, Talmont-Saint-Hilaire

LCH, La Chaume

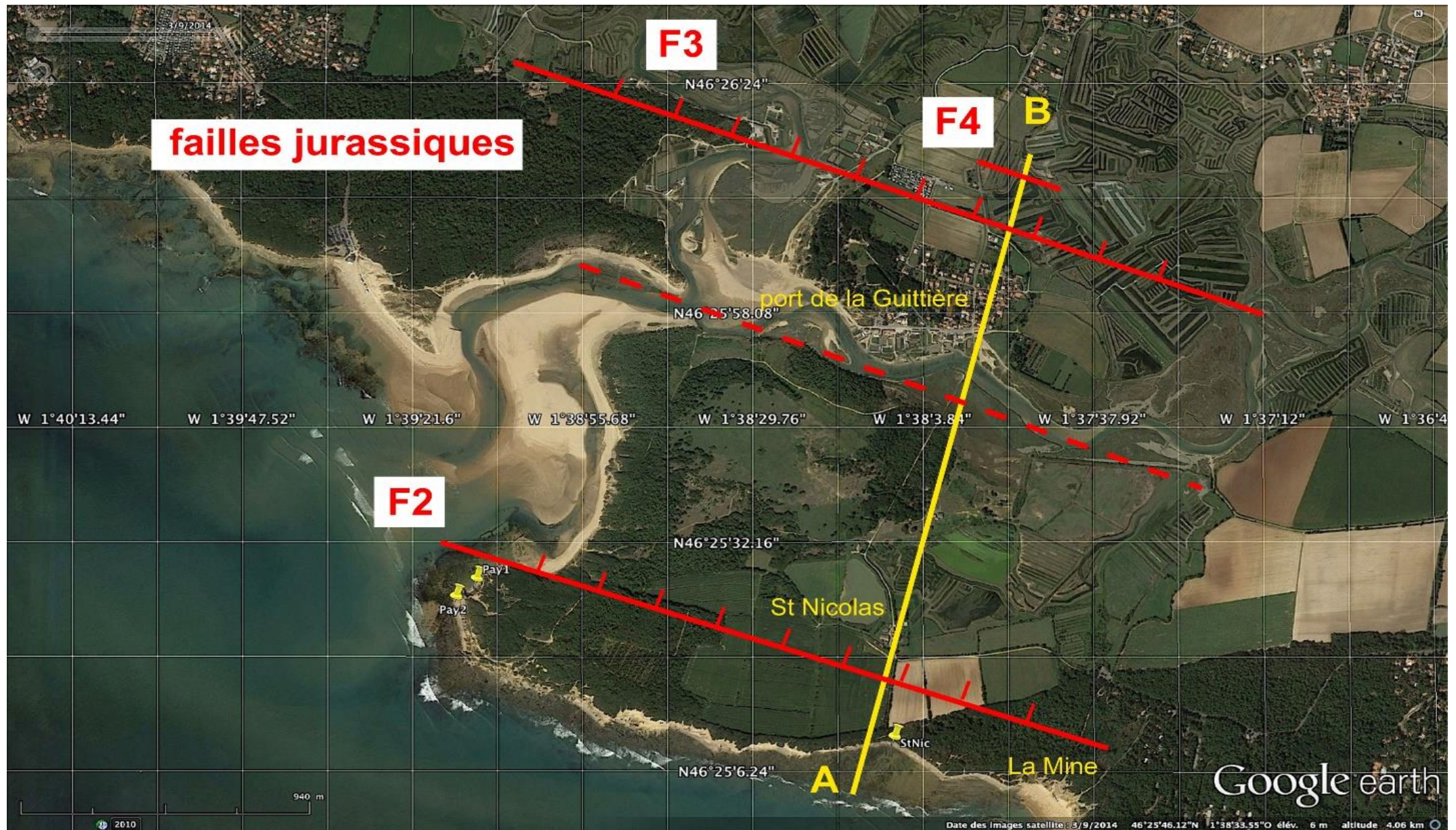
PEN, Puits d'Enfer

## Carte géologique simplifiée de l'estuaire du Payré



-  Marais et vases Flandriennes, sédiments actuels
-  Sables dunaires
-  Bajocien - Bathonien
-  Toarcien - Aalénien
-  Pliensbachien
-  Hettangien
-  Socle primaire métamorphique (Furongien et Trémadocien)







## **La succession Hettangienne du Veillon (estran et falaise côtière d'une épaisseur inférieure à 10 m) montre trois groupes de faciès superposés** (extrait de Barrier et Montenat, 2002).

❖ ***A la base, le premier groupe de faciès*** se développe sur au moins 2 m. Il s'agit d'une brèche cimentée à galets de quartz et plaquettes de micaschiste, de grès arkosiques à matrice argileuse, d'argile verte et d'une alternance de grès et d'argiles vertes ([diapos 22 à 27](#)). En lame mince, les grès montrent des indices de sols de plaine alluviale tropicale (quartz corrodé ou partiellement recouvert de petits cristaux automorphes). Les argiles caractérisant des sols de « playa » montrent une intense illuviation dans les grès sous-jacents. Le dernier banc de grès, chenalisé, résulte d'apports fluviatiles. **Ces faciès correspondent à un environnement de plaine alluviale de haut estuaire où alternent des sols et des apports épisodiques de crue du fleuve.**

❖ ***Le second groupe de faciès*** représente une alternance grés-argileuse de 2 à 3 m d'épaisseur. Les grès, grossiers ou fins, contiennent encore à la base des traces d'illuviation argileuse. Ils sont ensuite clairement cimentés par de la dolosparite. Cette dernière montre des plages à extinction syntaxique dont l'origine pourrait être un ciment gypseux précoce, ultérieurement remplacé par du carbonate. La présence d'évaporite est par ailleurs attestée dans les argiles ou à la surface des grès par des moulages de trémies de sel et de rosettes de gypse. Les bancs de grès montrent de nombreuses figures sédimentaires et portent les traces de pas de reptiles ([diapos 43 à 46](#)). Les derniers bancs sont de plus en plus carbonatés et contiennent les premiers débris de coquilles fossiles.

Vers le sommet de cet ensemble, un niveau de calcaire micritique blanc porte encore quelques empreintes tridactyles. Ce banc est affecté de manière spectaculaire par un réseau de fentes de dessiccation et traversé par de grosses traces de racines en « boyaux ». Ces dernières comme les mud-cracks sont remplies par les argiles vertes sus-jacentes.

**Il s'agit vraisemblablement d'un dépôt d'environnement palustre à végétation amphibie. Ces faciès évoquent un environnement de lagune côtière de bord d'estuaire où l'influence du fleuve est toujours plus marquée que celle de la mer.** Les grès se présentent en couches minces, d'épaisseur centimétrique à décimétrique, rarement davantage, alternant avec des lits d'argile verdâtre. Le matériel sableux, constitué de quartz et d'une proportion notable de feldspaths (<10%) est extrêmement hétérométrique (de la taille des silts à celle des graviers centimétriques). Le classement des grains est généralement médiocre, voire absent, et ces derniers sont très anguleux quelle que soit leur taille. **Les figures sédimentaires présentes au sommet des épandages détritiques témoignent d'une tranche d'eau pelliculaire et éphémère, laissant place à des périodes d'émersion plus ou moins prolongées : ripple-marks, mud-cracks, traces de gouttes de pluie ([diapos 28 à 32](#)). Les innombrables empreintes de pas de reptiles ont été imprimées sur des matériaux de consistance variée : sables peu humides et compacts ou, au contraire, gorgés d'eau, argiles fluantes, etc. La présence d'eaux salées est attestée par la fréquence des cristaux et trémies de sel gemme et des cristallisations de gypse, conservés sous forme de moulages en grès ou de pseudomorphoses en calcite ([diapos 35 et 36](#)).**

Les argiles analysées en diffractométrie RX révèlent un assemblage minéralogique homogène et peu diversifié : illite largement dominante et un peu d'interstratifiés illite-smectite ; l'absence de la kaolinite est à souligner.

Ces données suggèrent trois remarques concernant les conditions de dépôts :

- **le matériel détritique est extrêmement immature** ; il est originaire de secteurs proches (socle cristallophyllien voisin et granite d'Avrillé).

Les grains n'ont pas été émoussés lors du transport qui a dû s'opérer par l'intermédiaire de courants denses (écoulements boueux), à la faveur des crues épisodiques telles qu'il s'en produit en climat relativement aride. L'absence de produits grossiers (galets) laisse deviner un arrière-pays aplani et déblayé d'accumulations de matériel clastique ; les apports sableux ont été redistribués en épandages minces, peu ou pas chenalisés, (quelques chenaux, peu épais à fond plat) et à rares rides obliques progradantes, en même temps que s'opérait le vannage de la matrice argileuse déposée dans des aires abritées. Les deux types de dépôts coexistent dans l'espace et peuvent se succéder verticalement.

**Le milieu était de faible énergie** ; il n'a pas engendré d'usure des grains et a peu produit de strates obliques; les granoclasses sont rares. Les graviers anguleux ont été abandonnés sur place lors de la remobilisation de la fraction fine (argile/sable) et restent dispersés dans les grès. Il s'agit vraisemblablement d'un milieu d'estuaire ou de fond de baie abritée, au débouché d'un « oued » à faible capacité de transport ; les cristallisations de sels signalent l'ingression périodique d'eau salée. L'exondation du milieu a pu être suffisamment prolongée pour entraîner la formation de craquelures de dessiccation, mais elle n'a engendré ni épisode d'érosion notable, ni constitution de paléosols différenciés.

❖ **Le dernier groupe de faciès** ne montre que des faciès carbonatés connus sous le nom de « Nankin ». Il s'agit de calcaires sableux plus ou moins coquilliers, de texture wackestone-packstone à grainstone. Ils présentent des structures tidales remarquables (herring-bone, flasers structures) et portent les dernières traces de pas. Les bioclastes deviennent rapidement diversifiés, avec Mollusques et rares Brachiopodes ([diapos 33 et 34](#)). Se sont également développées de véritables constructions récifales de tubes en « U » horizontaux attribuées à des Annélides ou à des Crustacés fouisseurs ([diapos 37 à 40](#)) et des Stromatolithes ([diapos 41 et 42](#)). **Au sommet, des rides à oïdes et des accumulations de bioclastes rappellent les accumulations de cordons de tempête. Ces faciès traduisent une nette influence tidale en milieu de plage, dans un environnement de fond de baie largement ouverte.** Quelques traces de type *Grallator* et *Anatopus* sont imprimées dans les premiers dépôts marins carbonatés hettangiens : à la pointe du Veillon et dans la carrière du Pâtis, au Sud-Est de Talmont-Saint-Hilaire. Lors de l'ingression de la mer hettangienne, des Dinosauriens fréquentaient encore les étendues littorales dont les sédiments, contenant des organismes marins, se sont déposés sous une tranche d'eau pelliculaire (domaine intertidal).

Les données dont on dispose montrent néanmoins une ichnofaune beaucoup moins abondante et variée que dans les niveaux alluviaux sous-jacents. La série hettangienne s'inscrit dans une séquence dissymétrique à long cortège transgressif et cortège régressif court.



Le premier cortège s'exprime en contexte d'estuaire dominé par les dépôts du fleuve, puis de lagune côtière toujours influencée par le fleuve avant d'atteindre son maximum d'inondation en milieu de plage de fond de baie. Le cortège régressif voit un retour rapide de dépôts supralittoraux conduisant à une émergence durable attestée, dans la région, par une lacune fréquente du Sinémurien.

## 2. Paléoécologie

[Retour au plan](#)

Les données sédimentologiques (sédiments détritiques, minéralogie des argiles) conduisent à reconnaître **des conditions climatiques de type tropical à saisons contrastées, avec phases arides marquées.**

Les différentes figures sédimentaires (fentes de dessiccation, gouttes de pluie, paléosol...) et les ichnofossiles témoignent d'une faible tranche d'eau et de périodes d'exondations plus ou moins prolongées. La direction des rides de plage confirme la direction d'un paléocours d'eau suivant une paléodépression. La très faible usure des grains silicoclastiques et leur mauvais classement rappellent une mise en place par coulées boueuses. Ce phénomène se produit sous les climats arides à brèves périodes pluvieuses. Les dépôts très bien classés caractériseraient une plaine d'inondation. La présence de cubes et de trémies de sel dans les niveaux argilo-gréseux indiquent la proximité de la mer.

**Les sédiments se sont donc déposés dans une paléodépression à l'embouchure d'une paléorivière. Les dépôts argilo-gréseux du gisement sont ceux d'un paléoestuaire qui a fonctionné pendant tout le Lias. La présence de cubes de sels épigénisés, de mud-cracks, témoignent d'un environnement de dépôt saumâtre (eaux douces fluviales et eaux marines salées), à périodes de forte évaporation. La position géographique de la Vendée pendant l'Hettangien était de 25 à 30° de latitude Nord, latitude sans doute un peu plus haute que les sites à empreintes de même âge du Connecticut.**

[La sédimentation hettangienne s'est opérée en régime distensif sur la marge nord du rift de Biscaye qui connaît alors les prémices de son ouverture.](#)

Le site du Veillon, placé en position très externe sur la bordure du rift, recevait des épandages détritiques en quantité relativement faible et peu matures, canalisés par le cadre tectonique en blocs basculés faillés. Au contraire, vers l'intérieur du rift, se développait une sédimentation marine de milieu confiné, à dépôts carbonatés et évaporitiques.

Entre les terres émergées et le bassin confiné du rift, l'aire d'épandage des grès du Veillon faisait partie d'une grande plaine alluviale sub-désertique (rareté des indices de paléosols à traces de racines et des passées ligniteuses).



Entre les terres émergées et le bassin confiné du rift, l'aire d'épandage des grès du Veillon faisait partie d'une grande plaine alluviale sub-désertique. Les indices de paléosols à traces de racines et de passées ligniteuses sont plutôt rares.

La végétation était composée exclusivement de Coniférales ([diapos 47 à 61](#)).

Ont été identifiées les taxons suivants : *Pagiophyllum peregrinum* (55%), *P. araucarinum* (15%), *Brachyphyllum papareli* (5%), *B. bessonnattii* (10%), *Hirmeriella airelensis* (5%) ; *Hirmeriella muensteri*, *B. cf. mamillare*, *B. cf. crucis* formant les 5% restants.

L'étude au microscope optique et au microscope électronique à balayage de leurs feuilles a clairement montré leur adaptation à la sécheresse :

- leur face adaxiale, plaquée contre l'axe du rameau, possède une cuticule fine alors que celle de la face abaxiale, en contact permanent avec le milieu extérieur et par conséquent soumise aux contraintes environnementales, est plus épaisse,
  - tous les stomates sont bien enfoncés sous le niveau de l'épiderme,
- deux caractéristiques anatomiques (parmi d'autres) visant à réduire l'évapotranspiration.

La végétation du Veillon était donc très peu diversifiée, et sans doute aussi clairsemée, réduite à quelques bouquets de Conifères deci delà.

De fait, la présence des Dinosauriens herbivores y a été très certainement discrète, probablement trois formes présentes (*Plateosaurus*, *Talmontopus* et un Prosauropode ou Thyréophore proto-stégosaurien), seulement représentées par quelques traces isolées.

**L'ichnofaune du Veillon révèle la dominance quasi-absolue des carnivores.**

Les traces de pas observées sur les grandes surfaces qui ont été dégagées s'organisent de deux façons :

- de longues pistes rectilignes, assez souvent parallèles entre elles, à enjambées régulières, témoins de phases de déplacements des animaux, peut-être en groupes (comportement grégaire) ;
  - des surfaces de piétinement intense sur lesquelles les traces, de tailles diverses, se superposent et se recoupent de manière quasi-inextricable ; ce peut-être, entre autre, l'image de scènes d'affrontements et de prédatons inter-spécifiques.
- Les rivages du bassin laguno-marin constituaient sans doute la source primordiale de nourriture (Invertébrés divers, Poissons) pour les Reptiles de taille petite ou moyenne.

Le gisement rhétien d'Airel (Manche) a livré des ossements d'un grand Théropode (*Liliensternus*) dont l'anatomie du pied peut correspondre aux traces du *Grallator maximus* du Veillon. Des coprolithes associés aux ossements, et qui pourraient appartenir au même Dinosaurien, se sont révélés pétris de débris de Poissons, indiquant ainsi clairement un régime piscivore. De même, on peut supposer que les agiles Cératosaures du Veillon se nourrissaient aussi de Poissons et d'autres proies aquatiques rencontrées sur les rivages. Des découvertes récentes viennent corroborer cette hypothèse. Les petites écailles losangiques, découvertes dans les grès du Veillon appartiennent à des Poissons (probablement Holostéens) qui ne vivaient certainement pas dans le milieu subaérien de la plaine alluviale, mais bien plutôt dans le bassin laguno-marin. Ces restes ont donc été apportés dans leur milieu de fossilisation. Il s'agit, le plus souvent, d'écailles non pas isolées mais en connexion. Ce sont de petits fragments de Poissons qui pourraient correspondre à de minuscules lambeaux de proies disséminés par les Reptiles lors de leurs déplacements : déjections et / ou petits débris de Poissons restés collés au corps des prédateurs.

La densité exceptionnellement forte des traces de pas de Dinosauriens relevées sur les grès de la plaine alluviale ne signifie probablement pas que la majorité de ces animaux trouvaient là leur nourriture. Ce sont plus vraisemblablement les eaux des lagunes et leurs rivages situées en aval (aujourd'hui plus au Sud et au large) qui fournissaient une nourriture abondante et diversifiée pour beaucoup d'espèces.

La plaine alluviale a dû être, surtout, un lieu de passage entre ces aires d'alimentation et un arrière pays offrant les refuges d'un milieu plus abrité et peut être plus favorable aux espèces végétariennes.

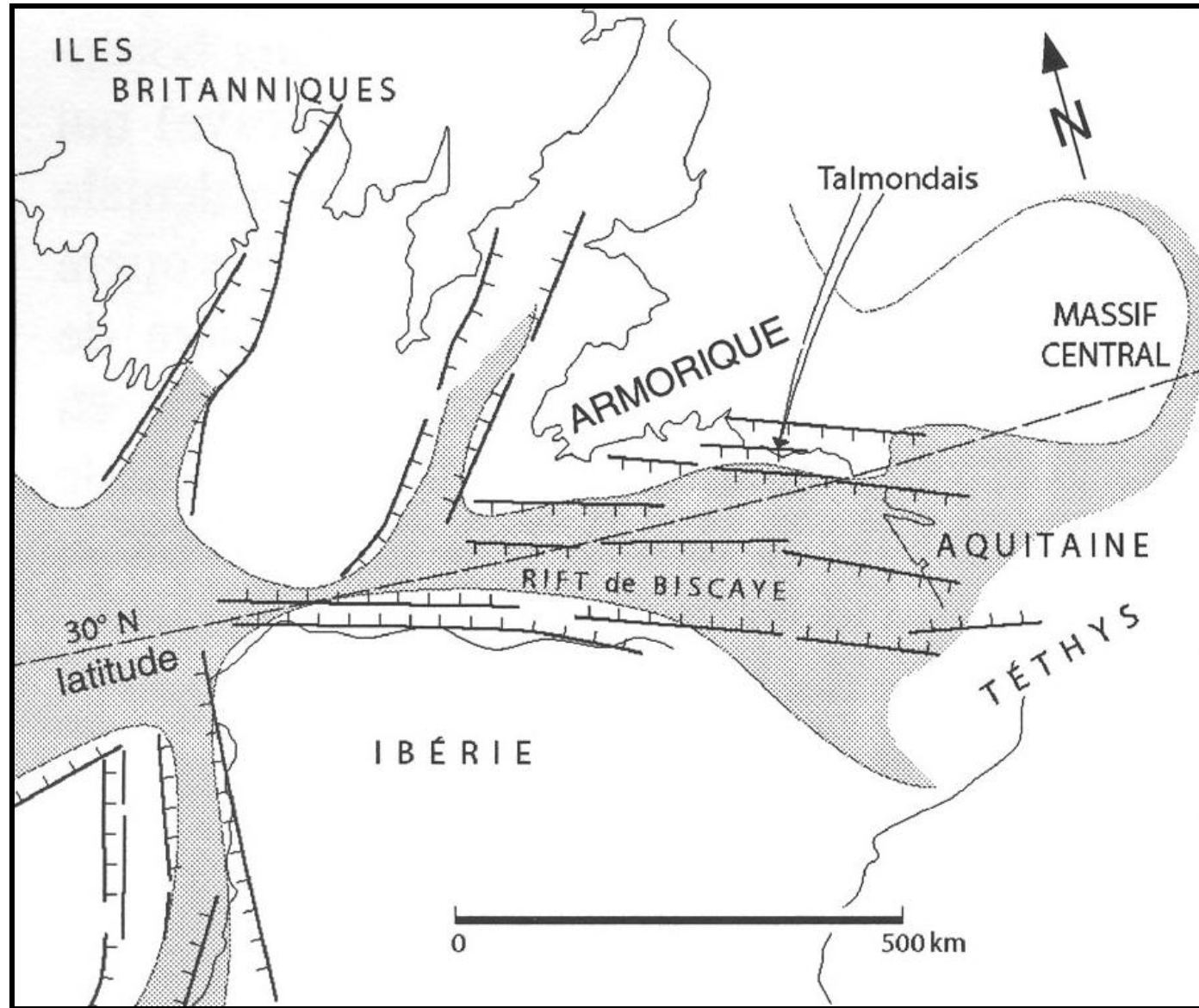
Par ses caractères sédimentologiques, cette basse plaine a été aussi le lieu privilégié (alternance de phases d'humectation et d'assèchement sur un sol alluvial à couvert végétal réduit ou nul) pour l'enregistrement des traces marquant les allées et venues d'une faune reptilienne abondante et variée.

Les traces de pas caractérisent des milieux peu profonds situés entre les limites inter-supratidales et périodiquement exondés. Les études sédimentologiques et paléontologiques ont montré qu'il s'agissait de plages de baies en Vendée, au Lias inférieur.

De nombreuses mesures azimutales ont montré que les animaux s'y déplaçaient dans des directions bien déterminées, pendant de longues périodes. Elles semblent avoir été imposées par la topographie des zones parcourues, relativement stable. La découverte de réseaux radiculaires et de petites empreintes de pas éloignées des bordures continentales laisse à penser que les animaux vivaient à demeure dans ces paléoenvironnements ouverts : plages, lagunes peu profondes, régulièrement exondées dans lesquels le taux de sédimentation n'était pas suffisant pour enfouir rapidement les cadavres ; ceci expliquant que leurs cadavres n'aient pas pu s'y fossiliser mais seulement leur empreintes de locomotion grâce à l'action des **Cyanobactéries** dans la plupart des cas.

# Documents

[Retour au plan](#)



**La marge vendéenne (Talmondais) dans le cadre de l'ouverture du rift de Biscaye au Lias inférieur**







Quaternaire

Hettangien

Socle hercynien



A photograph of a geological outcrop. The top layer is a brownish conglomerate with visible pebbles and a matrix. Below it is a thick layer of greyish-brown schistose rock with distinct foliation. The bottom of the image shows several large, rounded boulders of various colors (grey, white, brown) scattered on the ground.

Conglomérat de base dit couche « Nougat »

Schistes du socle



Conglomérat de base à galets de quartz dont certains sont arrondis





Détail du conglomérat de base : des galets de quartz peuvent être aussi anguleux.





Autre détail du conglomérat de base : tous les galets ne sont pas obligatoirement de quartz. Le conglomérat renferme également des fragments schisteux provenant du socle.





Le Quaternaire de la falaise est ici constitué d'un paléosol avec horizon organique, horizon lessivé et horizon d'accumulation d'aspect ferrugineux.

Sous cet horizon, deux couches d'argile verte (= « bri ») sont bien visibles. On les retrouve au Sud de la Mine des Sards et au Porteau près de Cayola ce qui permet des corrélations à distance.

Ils surmonteraient le calcaire en plaquettes de l'Hettangien supérieur (?), fortement altéré ici mais qui pourrait faire penser également à un alios quaternaire (avec empreintes de racines ?).

horizon organique

horizon lessivé

Quaternaire

horizon d'accumulation

doublet d'argile verte

calcaire en plaquettes (alios ?)

Discordance en partie masquée par les galets

Socle hercynien (Cambrien)







Calcaire roux en plaquettes  
Hettangien supérieur

dune actuelle  
horizon organique  
horizon lessivé  
horizon d'accumulation

Quaternaire

Calcaire à Stromatolithes, tubes de vers, cristaux de sel épigénisés...  
Hettangien supérieur

Calcaire « Nankin »  
Hettangien moyen

Terminaison du Jurassique



Ripple-marks





Ripple-marks





## Ripple-marks actuels





Fentes de dessiccation ou « mud-cracks » à la surface de la couche d'argile verte





Mud-cracks actuels et gouttes de pluie





Strate calcaire à Lamellibranches





Détail : strate calcaire à Lamellibranches





Cristal de sel épigénisé en calcite



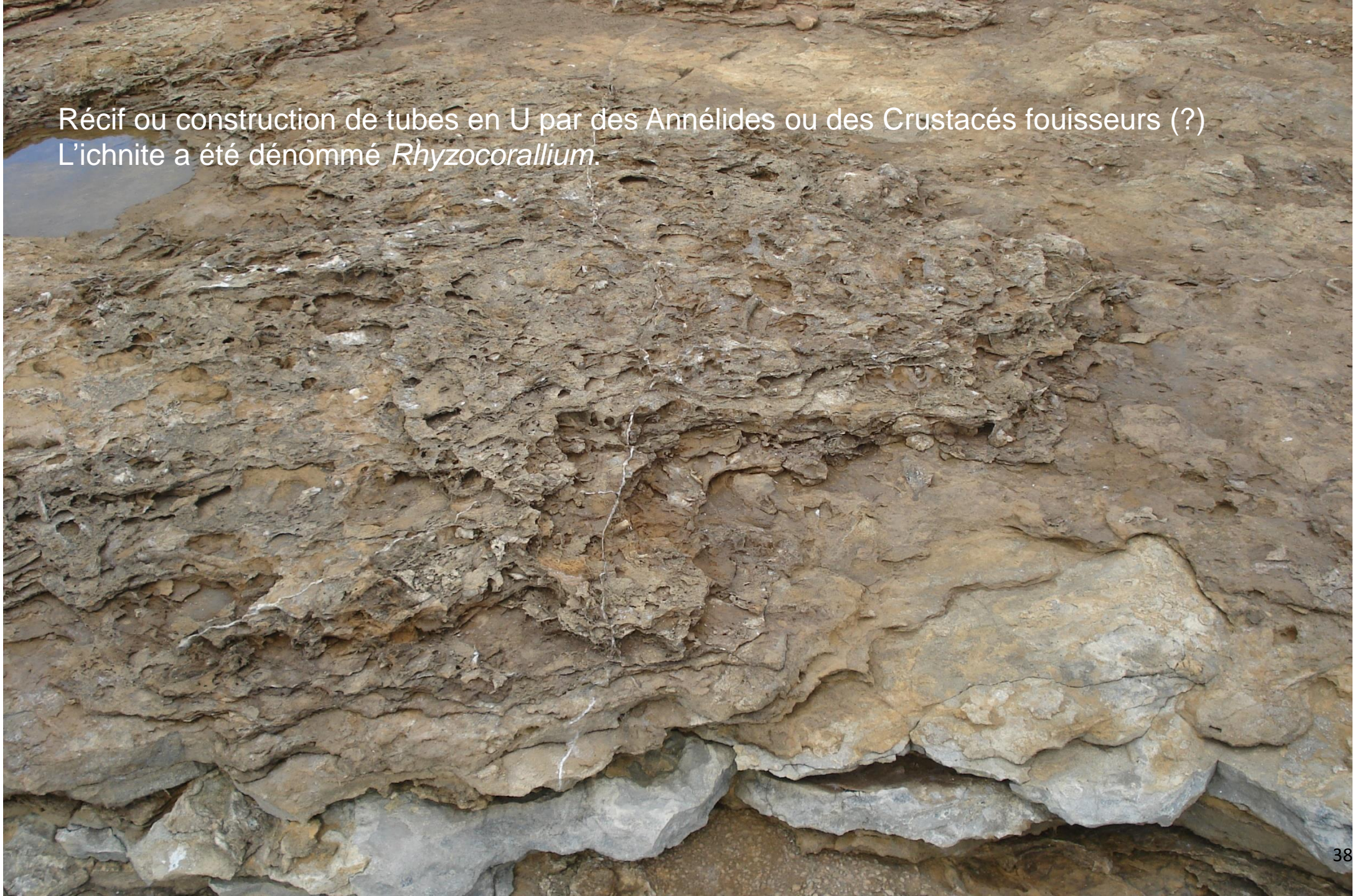


Cristal de sel épigénisé en calcite





Récif ou construction de tubes en U par des Annélides ou des Crustacés fousseurs (?)  
L'ichnite a été dénommé *Rhizocorallium*.



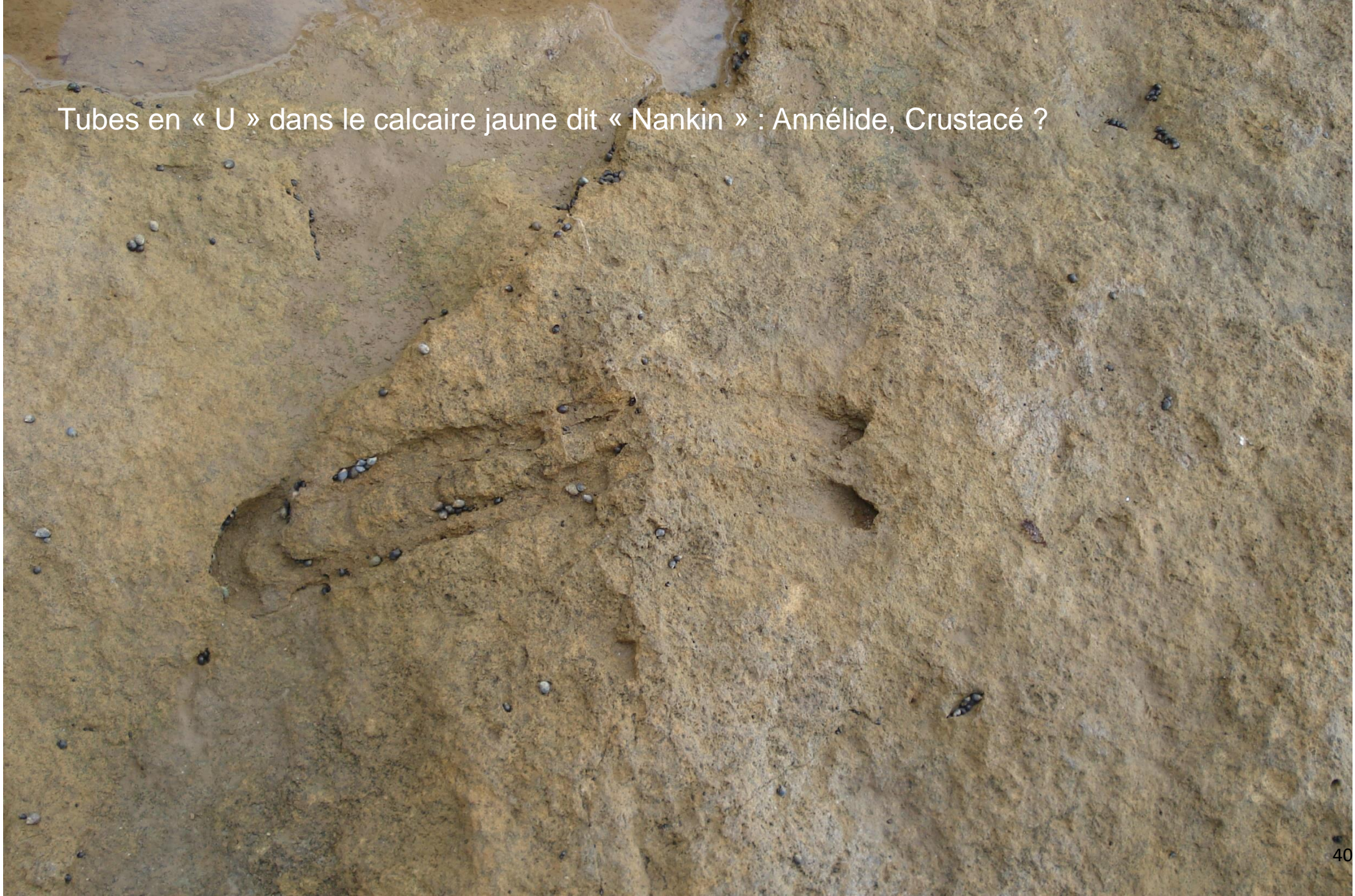


Récif ou construction de tubes en U par des Annélides ou des Crustacés fousseurs (?)  
L'ichnite a été dénommé *Rhyzocorallium*.





Tubes en « U » dans le calcaire jaune dit « Nankin » : Annélide, Crustacé ?





Tubes en « U » dans le calcaire jaune dit « Nankin » : Annélide, Crustacé ?





Stromatolithe



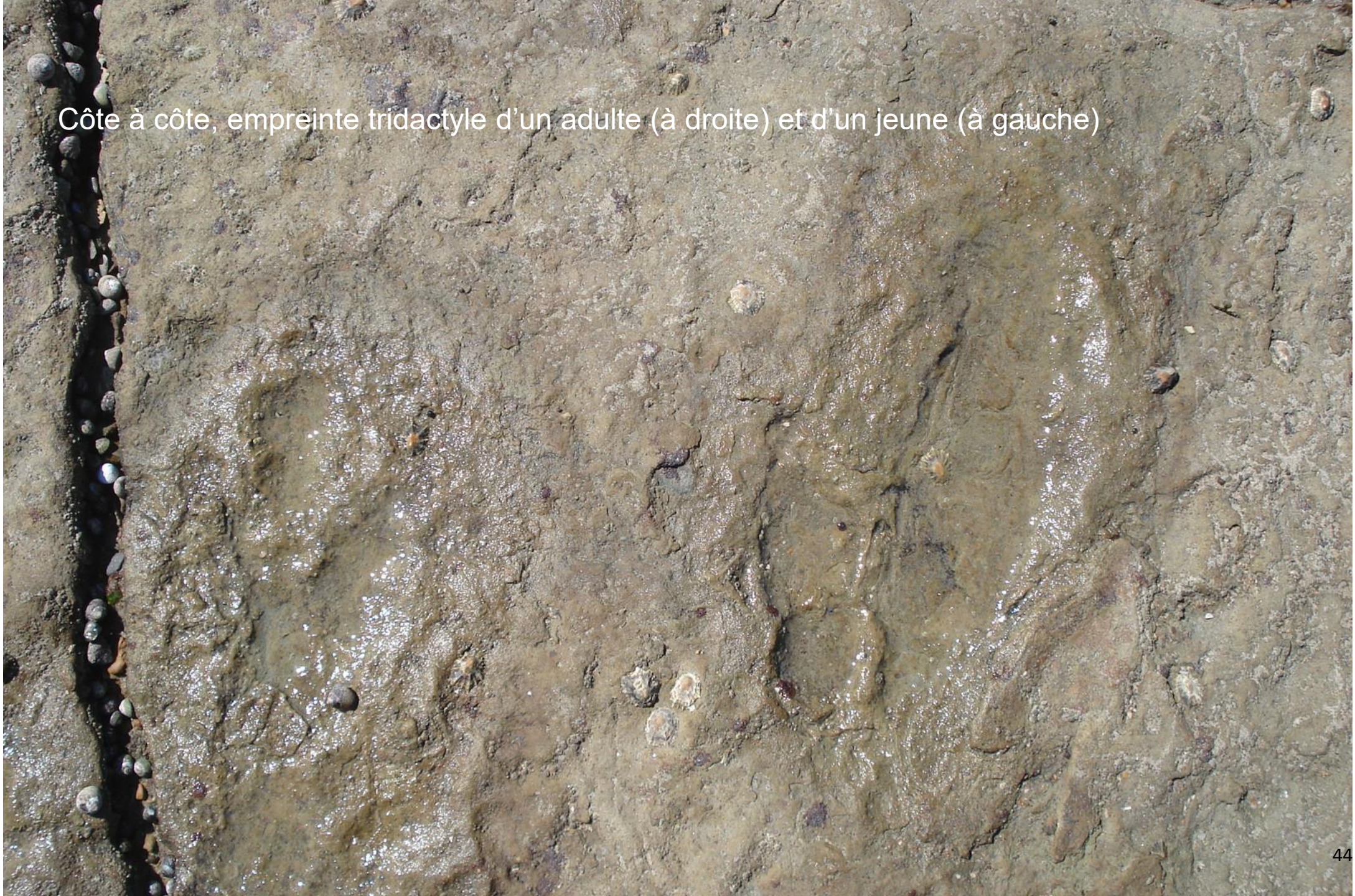


Stromatolithe





Côte à côte, empreinte tridactyle d'un adulte (à droite) et d'un jeune (à gauche)





Empreinte à 4 ou 5 doigts ?





Empreinte « éléphantine » (???)





Empreinte à 3 doigts avec talon net





Empreintes de végétaux et cristaux de sel épigénisés (en bas)

