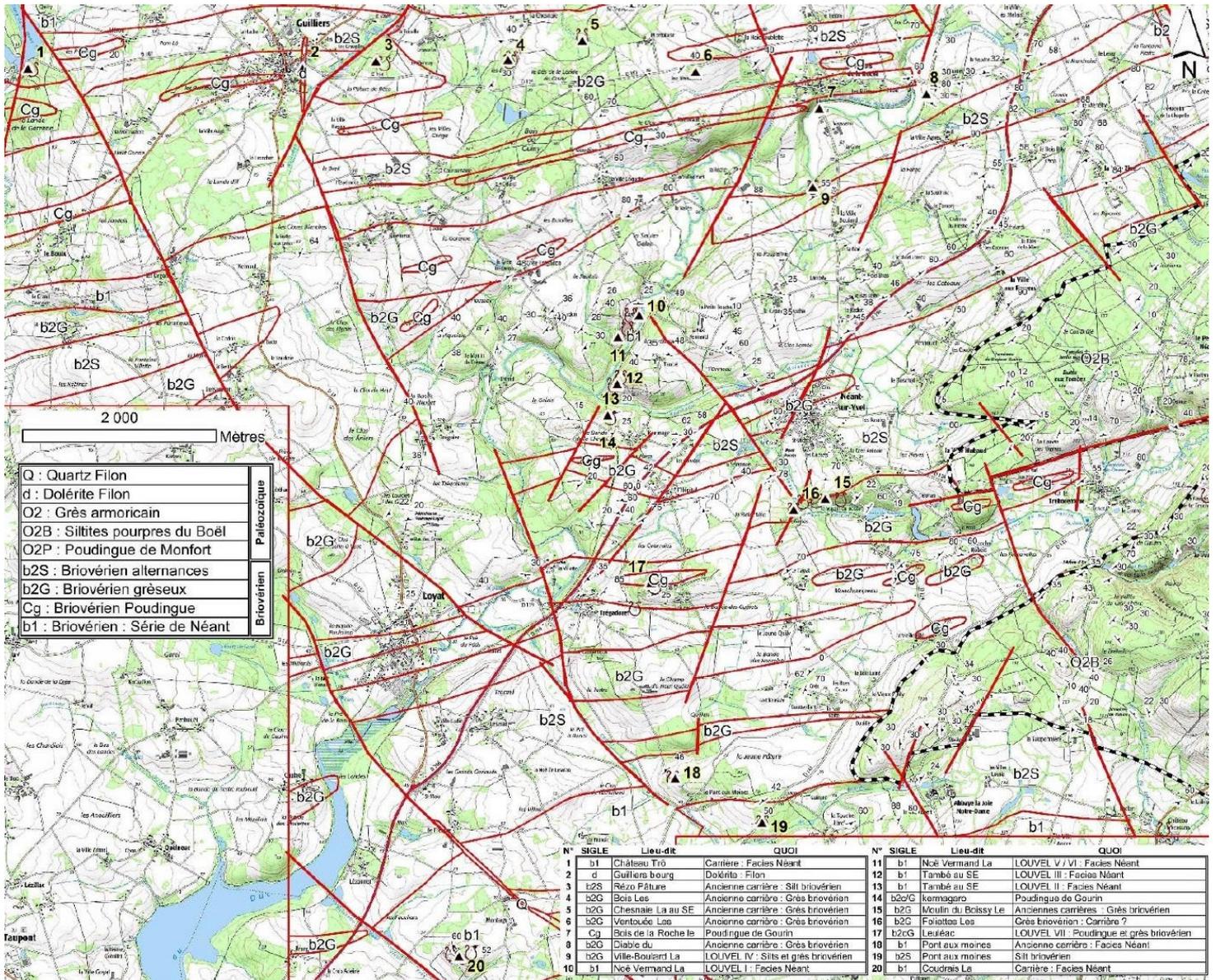


# Encyclopédistes de Brocéliande : Sortie géologique n° 15 **3/17** du 16 mai 2017 (Yves Quété).

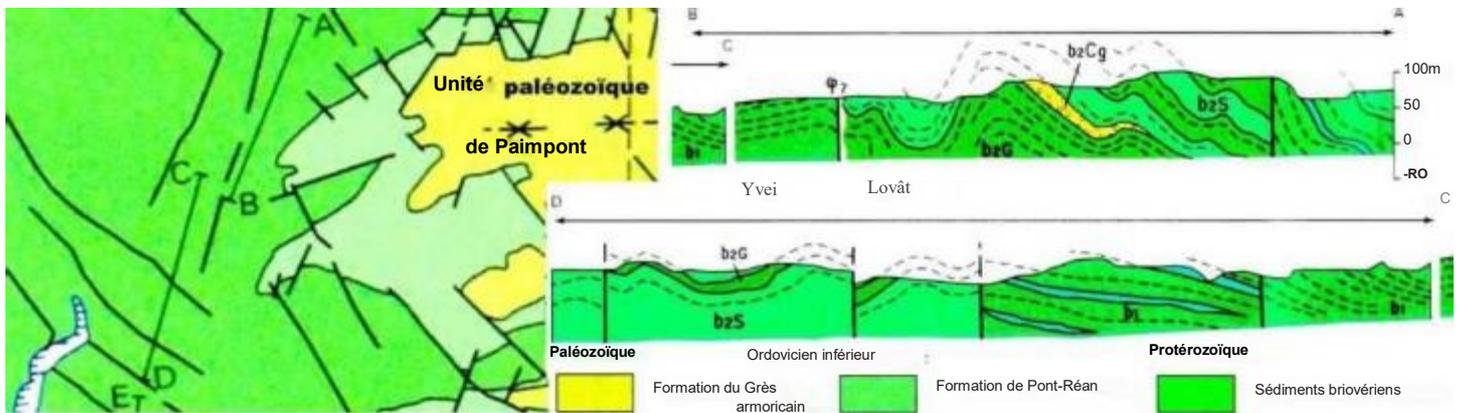
Le briovérien autour de **Guilliers, Néant-sur-Yvel** et **Loyat** (coupe de l'Yvel/voie verte).

RDV 9h 15 parking de l'église à Néant sur Yvel.



Sortie du 12 mai 2017 - Le Briovérien (b1/b2G/b2S) du secteur de Guilliers / Bois-de-la-Roche / Néant-sur-Yvel / Loyat, à l'Ouest de la terminaison de l'Unité paléozoïque de Paimpont. Référence : *Feuille de Ploërmel publiée en 2004.*

## ► Le contexte géologique.



Dans le secteur visité, le briovérien est caractérisé (*voir carte et coupe ci-dessus*) par des faciès de **type b1** et de **type b2**, décrits comme suit, dans la **Notice** de la **Feuille de Ploërmel** :

• **b1** : Briovérien, faciès type 1 : alternances silto-gréseuses de Néant-sur-Yvel. À l'affleurement, ce faciès se présente sous forme d'alternances de **bancs millimétriques d'argilites grises** homogènes présentant un débit caractéristique en « baïonnette » ou « prismatique »<sup>2</sup>, avec des bancs de **siltites fines rubanées** et des bancs de **grès moyens à grossiers (Dalles de Néant)**.

Les **bancs de grès**, souvent **chenalisants** et plurimétriques, sont généralement massifs et dépourvus de figures sédimentaires. Certains affleurements, notamment en bordure de l'ancienne voie ferrée (*la voie verte*), à l'Est de l'Yvel et à côté de la carrière de la Noë-Vermand, montre néanmoins des **turbidites** avec une organisation de type « **séquences de Bouma** » incomplète (*il manque régulièrement les termes sommitaux*), voir **ANNEXE 1**.

Les **grès** sont riches en quartz et contiennent quelques grains de phanite et de rares fragments lithiques de roches sédimentaires et de roches métasédimentaires. Les minéraux accessoires sont essentiellement l'albite et l'oligoclase et quelques micas (*muscovite et biotite*). Les minéraux lourds sont présents en faible quantité et sont constitués de zircon, tourmaline, apatite, rutile et pyrite (*Louvel, 1988*).

Dans les niveaux fins, intercalés dans les grès, les **figures sédimentaires** les plus courantes sont constituées de **litages plans**, de **rides de courant** unidirectionnel, de **figures de charge**, de **convolutes** et de **pseudo-nodules**. Ces **siltites fines**, riches en quartz, présentent des passées plus grossières qui soulignent la stratification où l'on observe également l'abondance de micas.



**Montfortia** : Trace de déplacement, serpentiforme (*Musée - Géosciences Rennes*).

Nous n'avons pas observé de traces fossiles, même si des pistes de **Montfortia** filiformis (*Lebesconte, 1886*) ont été décrites par R. Louvel (*1988*). Les organismes sont rares, peu diversifiés, et limités à des microsphères proches des cyanophycées (genres *Paleocryptidium* et *Favosphaera*).

Ces organismes traduiraient un milieu marin peu profond de type plate-forme (*Mansuy 1983*), **ce qui semble en contradiction avec l'interprétation de ces dépôts en terme de séquences turbiditiques** (*Louvel, 1988*).

• **b2S** : Briovérien, faciès type 2 : alternances argilo-gréseuses à siltites dominantes. Ce faciès, constitué d'alternances de niveaux argilo-silteux et de niveaux gréseux, est caractérisé par un *rapport argilite-grès* élevé (> 1). Les bancs de grès sont relativement fréquents, mais d'épaisseur généralement inférieure à la dizaine de centimètres.

À l'échelle de l'affleurement, les bancs de **siltites** sont subparallèles, d'épaisseur constante et les contacts en base et sommet de bancs sont nets. Localement, les **bancs gréseux ravinent** faiblement les niveaux argileux sous-jacents.

Les **figures sédimentaires** observées dans les *niveaux argileux* sont composées de **litages plans**. Les *faciès gréseux* sont généralement massifs, sans figure sédimentaire et sans granoclasement.

• **b2G** : Briovérien, faciès type 2 : alternances argilo-gréseuses à grès dominants. Il s'agit de l'association de faciès la plus répandue. Celle-ci, qui se marque particulièrement bien dans la topographie, se caractérise par l'abondance des

<sup>1</sup> Faciès décliné en alternances argilo-gréseuses à grès dominants (*b2G*) à siltites dominantes (*b2S*) et niveaux conglomératiques à galets de quartz, interstratifiés (*b2Cg*).

<sup>2</sup> On dit aussi en « frites ».

niveaux métriques ou plurimétriques de **grès grossiers, mal classés**.

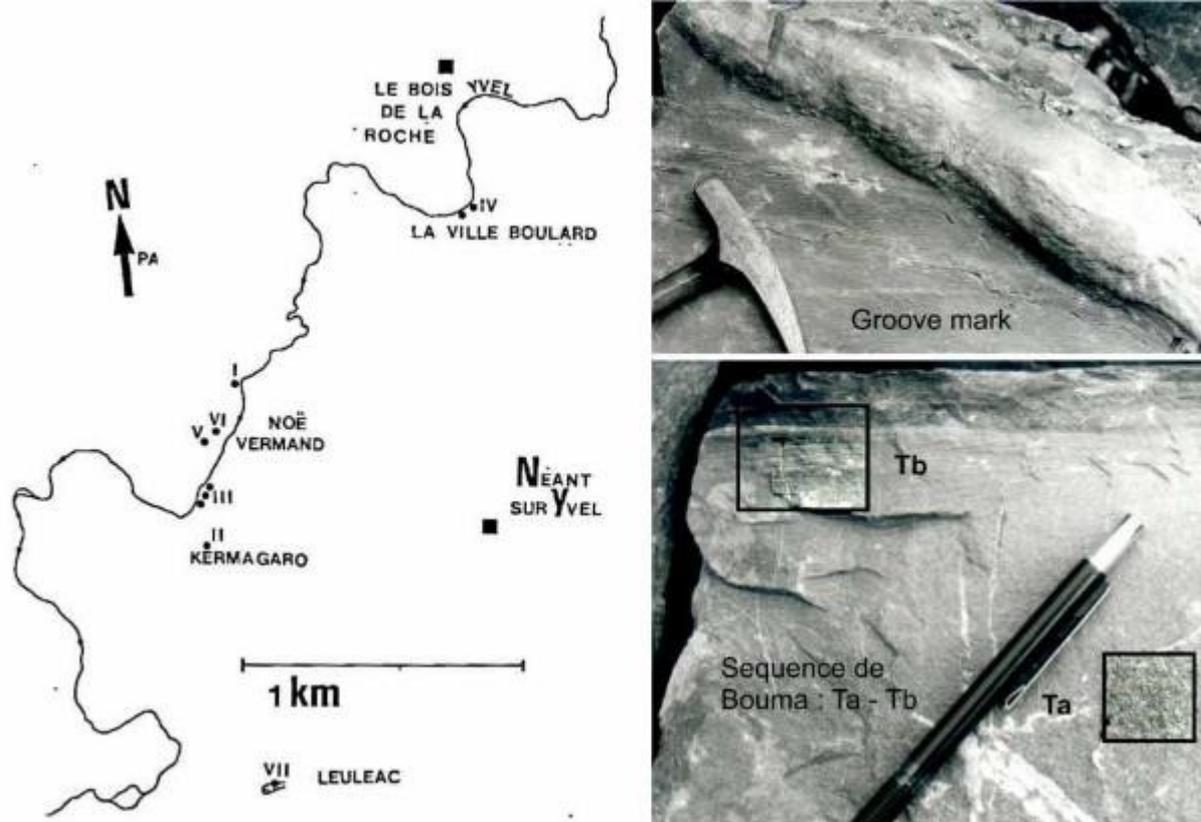
L'association de faciès b2G se caractérise par un *rapport argilite/grès* faible ( $< 1$ ). Les grès sont majoritairement massifs, homogènes à rares structures.

Les rares **figures sédimentaires** observées sont, comme dans l'ensemble b2S, des **litages plans** dans les niveaux les plus fins. On observe également, des **rides de courant** à écoulement **unidirectionnel**, identiques aux figures sédimentaires du faciès b1.

**b2Cg** : Briovérien, **conglomérats à galets de quartz intercalés dans les faciès type 2**. Parfois appelés « *Conglomérats de Néant* », les conglomérats sont bien représentés. Bien que ces faciès soient très rarement observés à l'affleurement, de nombreuses « *pierres volantes* » marquent leur présence et permettent ainsi une cartographie assez précise. Ces conglomérats ont été observés de façon récurrente, aussi bien dans l'ensemble **b2S** que **b2G**, et arment généralement les hauts topographiques.

Les éléments de ces conglomérats sont constitués de quartz blanc souvent arrondis, de quartz noir, de phtanite et localement de grès. Si la nature des éléments du conglomérat est relativement constante, on observe de nombreuses variations dans le pourcentage de matrice dans la granulométrie des éléments.

Le choix du secteur de l'Yvel / voie verte est aussi relié aussi au travail de terrain effectué par **R. Louvel** dans le cadre d'un rapport d'un D.E.A (*Diplôme d'Etudes Approfondie*<sup>3</sup>) en **juin 1988** intitulé « *Sédimentologie et stratigraphie du Briovérien de Bretagne centrale : Les sédiments de Néant-sur-Yvel* », à l'Institut de Géologie de Rennes.



Sites étudiés par R. Louvel - Exemple de figures sédimentaires relevées par cet auteur en 1987/88.

L'auteur a pu décrire, dans le détail, banc à banc, les **colonnes stratigraphiques (Log. I à VII)** sur 7 sites de carrières (+ *affleurements de long de la voie verte / voie de chemin de fer à l'époque ?*) en relevant les indices suivants :

<sup>3</sup> Ce Diplôme est l'équivalent d'un mémoire de Master 1 « Recherche » d'aujourd'hui.

Figures sédimentaires:

- Flute
- ~ Surface érosive
- / Impact d'objet monodirectionnel (Groove-cast)
- X " " bidirectionnel (Groove-cast)
- Striations
- Rides longitudinales
- ✓ Impact d'objet (Bounce-cast)
- ~ Rides de courant
- ~ Rides chevauchantes
- ⊂ Chenal
- Galet de boue
- ~ Structure de charge
- Pseudo-nodule
- ▭ Terriers horizontaux

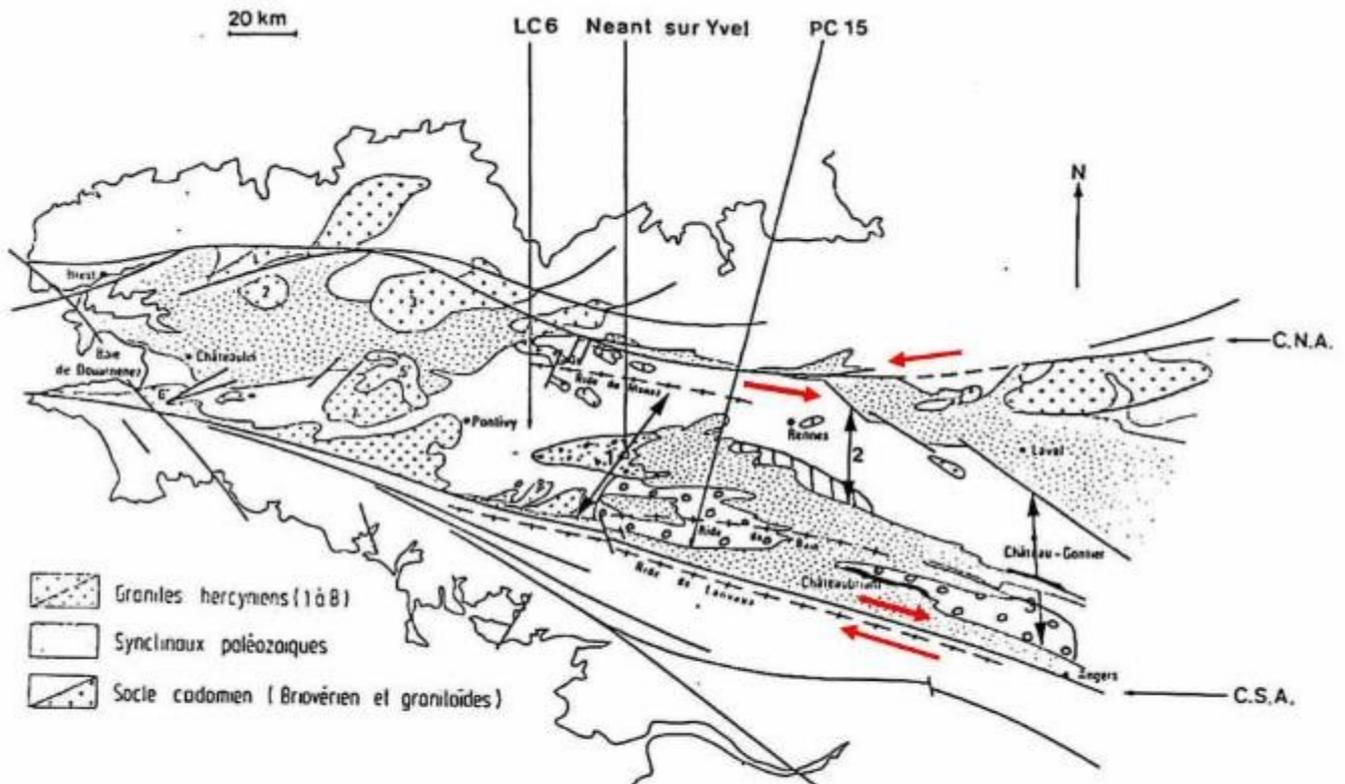
LEGENDE DES COLONNES  
STRATIGRAPHIQUES

Faciès pétrographiques:

- Argilite
- ▨ Siltite
- ▩ Grès
- ▧ Grès microconglomératique
- ▦ Conglomérat
- ▥ Grès à galets de boue
- ▤ Alternance de siltite à lamines gréseuses

Indices sédimentaires relevés par R. Louvel en 1987/88 sur les 7 sites visités.

Ces colonnes stratigraphiques seront utilisées pour chacun des 7 sites repris dans notre visite. Nous pourrons alors comparer la qualité des observations d'alors, à celle aujourd'hui.

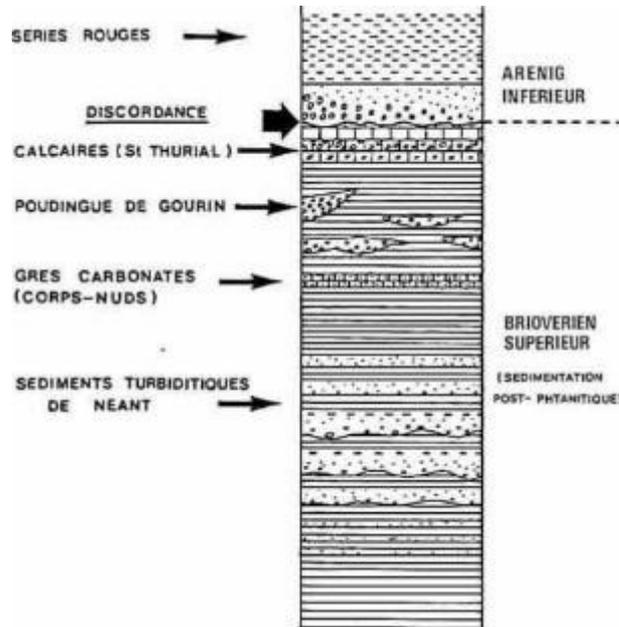


répartition cartographique des différents faciès du Briovérien de Bretagne Centrale :

- ▨ faciès de Néant
- ▩ faciès carbonatés
- ▦ faciès de Gourin
- faciès quartzitiques

LC6 et PC15 sont 2 sondages, les représentent 3 coupes d'un inventaire lithologique réalisé par le BRGM (Chantraine et al, en 1983).

Les flèches rouges indiquent le mouvement relatif (dextre) du coulisement de la Bretagne centrale produit durant l'orogénèse hercynienne (360-300 MA), sur ses limites au Nord et au Sud (C.N.A, C.S.A.).

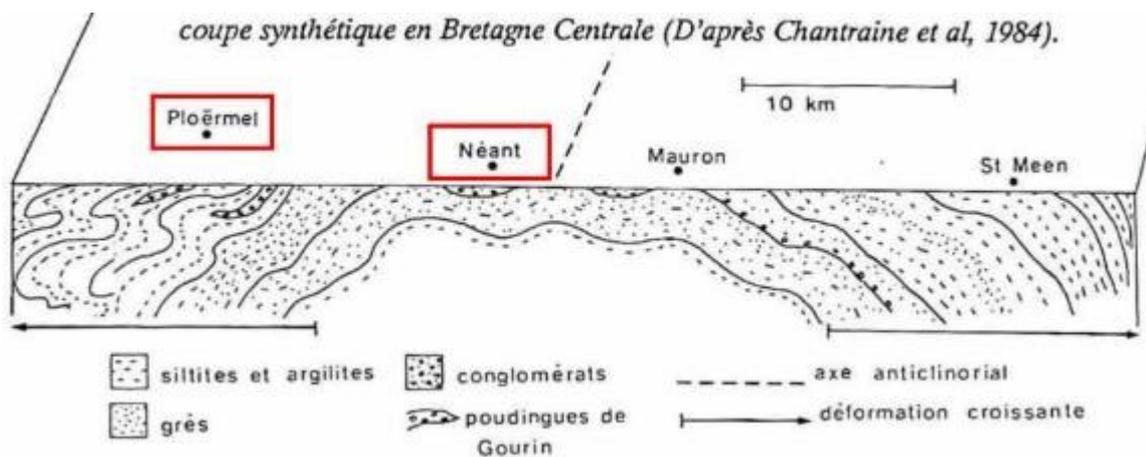


*proposition d'une colonne stratigraphique synthétique en Bretagne Centrale.*

Pour R. Louvel, les sédiments de Néant sur Yvel, correspondent à un faciès de turbidites ( voir ANNEXE 1), qui sont des dépôts situés à grande profondeur au-delà du plateau/talus continental.

A l'échelle de la Bretagne centrale, ces sédiments attribués au *briovérien supérieur* (situés sous les silts et grès, poudingues et niveaux carbonatés ..i) sont reliés à des écoulements gravitaires (à grande énergie) déposés au bord d'un « bloc continental », situé plus à l'Est (faciès Gourin, faciès carbonatés, quartzites) : Les galets constituant le Poudingue de Gourin ayant été interprété (Philipot A. et Chauvel J-J. 1957) comme des objets façonnés en milieu fluvial.

☛ **Remarque du géologue** : Sur les coupes de terrains illustrant la feuille de Ploërmel (2004), les faciès **b1** et **b2**, décrits dans le Briovérien, sont représentés sous la forme de « panneaux » séparés par des failles (voir coupes page 1), car il n'est pas possible de repérer sur le terrain leur contact stratigraphique en continu.



Sur la coupe synthétique de l'inventaire lithologique réalisé par le BRGM dite « Coupe de Sérent », il a été distingué 2 ensembles : l' « *Unité de Néant* » au Nord et l' « *Unité de Ploërmel* » au Sud. Les faciès **b1** et **b2** appartiennent à l' *Unité de Néant* qui correspond à un domaine peu plissé (plis de largeur hectométrique) souligné par un plan de schistosité la zone de Néant-sur-Yvel constituant une anomalie car la schistosité y est peu ou pas développée <sup>4</sup>.

<sup>4</sup> D'où la qualité des figures sédimentaires qui y sont visibles.

La déformation qui affecte l'ensemble du Domaine Centre-Armoricain est reliée à l'**orogénèse hercynienne**<sup>5</sup> (360-300 Ma) :

L'histoire varisque de ce domaine, est une *histoire intracontinentale* avec intense production de **granites**. Les caractéristiques principales de la déformation correspondent à un raccourcissement globalement N-S (d'où un plan de schistosité généralement Est-Ouest), avec fonctionnement de grands cisaillements associés à la mise en place des leucogranites voir carte **page 4** : tracé des cisaillements Nord et Sud Armoricaux (C.N.A et C.S.A).

La venue des granites est syntectonique de la déformation principale qui structure conjointement le Briovérien et le Paléozoïque. Le granite de Lizio est un granite précoce (comme ceux de Guéhenno, Pontivy...) : sa mise en place se situe aux alentours de **340 Ma**. En Bretagne centrale, la déformation synschisteuse s'accompagne d'un métamorphisme de faible grade.

Le modèle global de la déformation du Domaine Centre-Armoricain retenu aujourd'hui, correspond à un cisaillement dextre coulissant entre les structures C.N.A. et C.S. A.

Les **failles** dessinent un réseau de structures conjuguées : N140-160 E et N30-40 E qui accompagne le mouvement de coulissement du Domaine Centre-Armoricain. Elles ont ensuite été réactivées (*contexte extensif ?*) au Permo-Trias (299-201 Ma -Étalement gravitaire de la Chaîne hercynienne) et durant le Cénozoïque (à l'Éocène supérieur Oligocène 34-23 Ma -Ouverture du Rift Ouest Européen).

Un filon de **dolérite**<sup>6</sup> a été observé dans l'ensemble **b2G**, à Guilliers. Dans la région de Saint Malo, ces dolérites ont été datées à **330 ± 10 Ma**.

#### ► Les sites proposés...

Sur les **20 sites sélectionnés**, 7 recoupent le **facies de Néant (b1)**, 7 autres, le **facies b2** à dominante gréseuse (**b2g**), 2 le faciès à **dominante silteuse (b2S)**, 3 les niveaux **conglomératiques (Cg)** et 1 un filon de **dolérite (d)**.

#### ■ Site n° 1 : GUILLIERS / Château Trô : b1 (ancienne carrière)



Site 1 : cercle jaune - Autre carrière ? : cercle noir.

<sup>5</sup> Synonyme : varisque.

<sup>6</sup> Les dolérites sont des roches ayant une composition de basaltes caractéristiques des fonds océanique, qui ont cristallisé à faible profondeur (quelque centaines de mètres à quelques kilomètres).

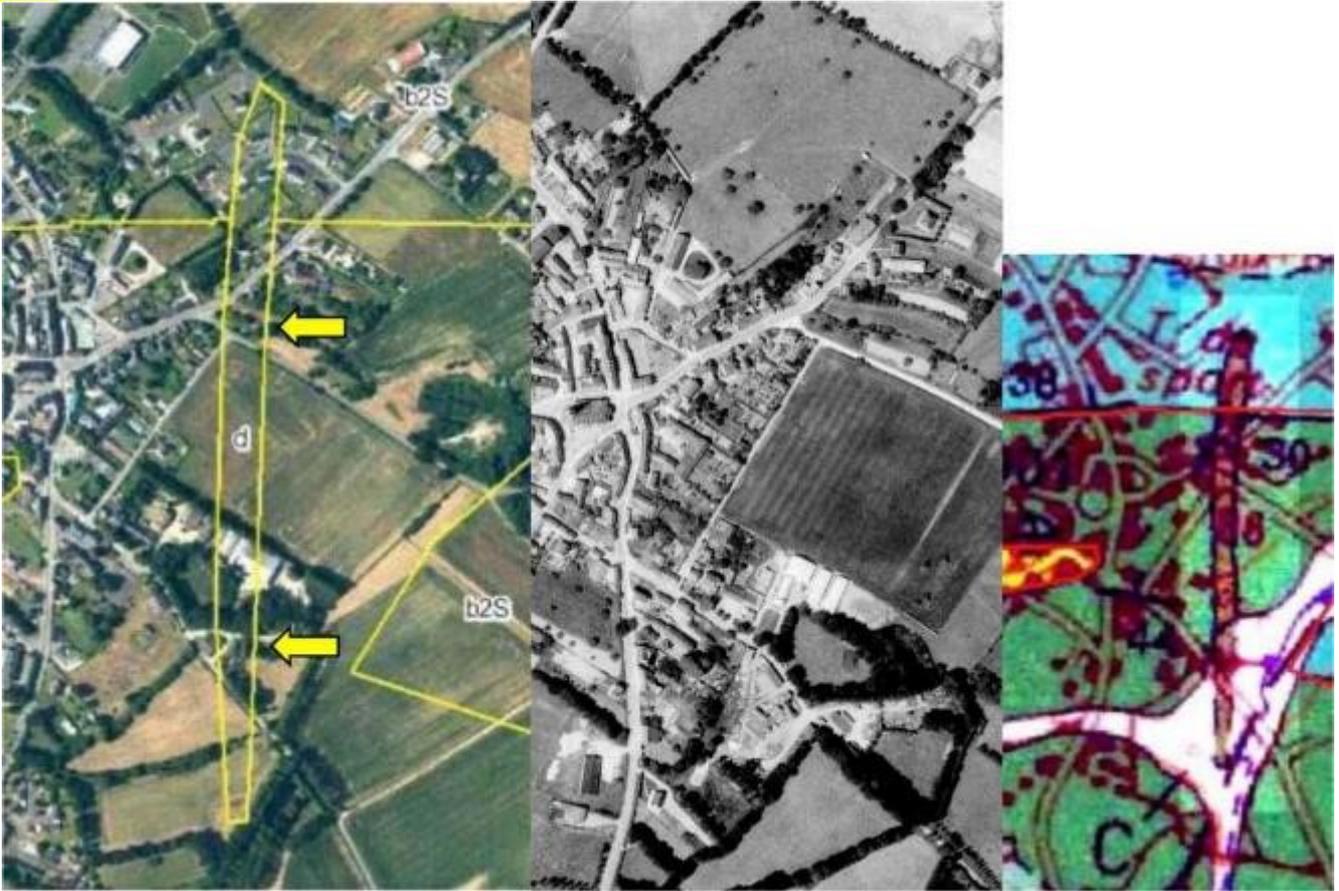


Localisation : carte IGN Photo aérienne (actuel / 1974) carte géologique.



Vue panoramique sur la carrière aujourd'hui.

■ Site n° 2 : GUILLIERS / *bourg* : d (dolérite)



Localisation : Photo aérienne (actuel / 1974) carte géologique.

La notice de la feuille de Ploërmel indique pour ce filon de dolérite : « Observée en sill, dans l'ensemble **b2G**, cette roche a été décrite comme une dolérite ouralitisée<sup>7</sup> par P. Pruvost (1959a). Elle est ici fortement altérée et se distingue peu des séries gréseuses altérées avoisinantes. Sa reconnaissance sur le terrain est donc très délicate ».

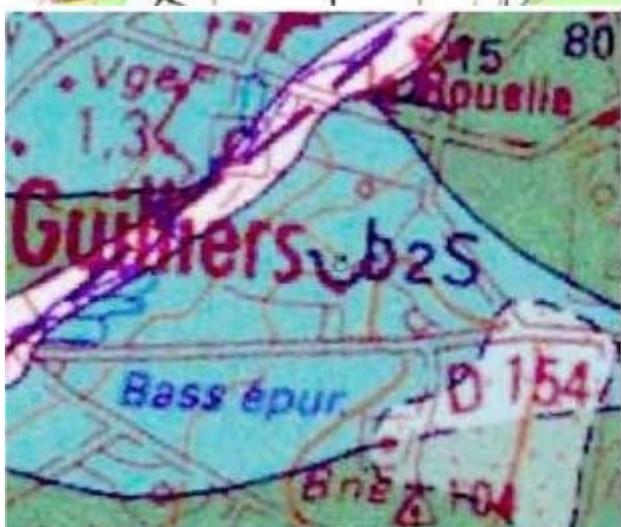
Nous avons repéré 2 secteurs de ce filon (*flèches jaunes*) sans y voir d'indices correspondant à de la dolérite : Sur le terrain les filons de dolérite (*à l'état frais*) se voient sous la forme de boules décimétriques de couleur foncées.



Affleurement (*flèche au Nord*) : éboulis silteux. A droite : « boules doléritiques ».

<sup>7</sup> Les pyroxènes altérés prennent une couleur verte.

■ Site n° 3 : GUILLIERS / la pâture de Rézo : b2S (ancienne carrière)



Localisation : carte IGN Photo aérienne (actuel / 1968) carte géologique (sur les 2 photos aériennes le site identique).





Site de la carrière aujourd'hui / Détail des bancs gréseux.

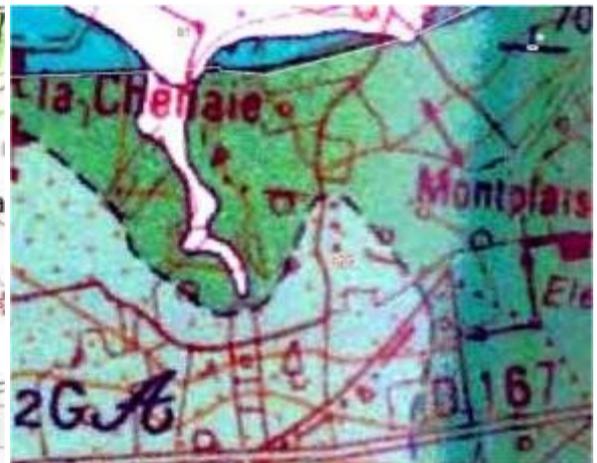
- **Site n° 4** : GUILLIERS / *es bois* : b2G (ancienne carrière)





Localisation : carte IGN Photo aérienne (actuel / 1968) carte géologique (le site est aujourd'hui envahi par les bois).

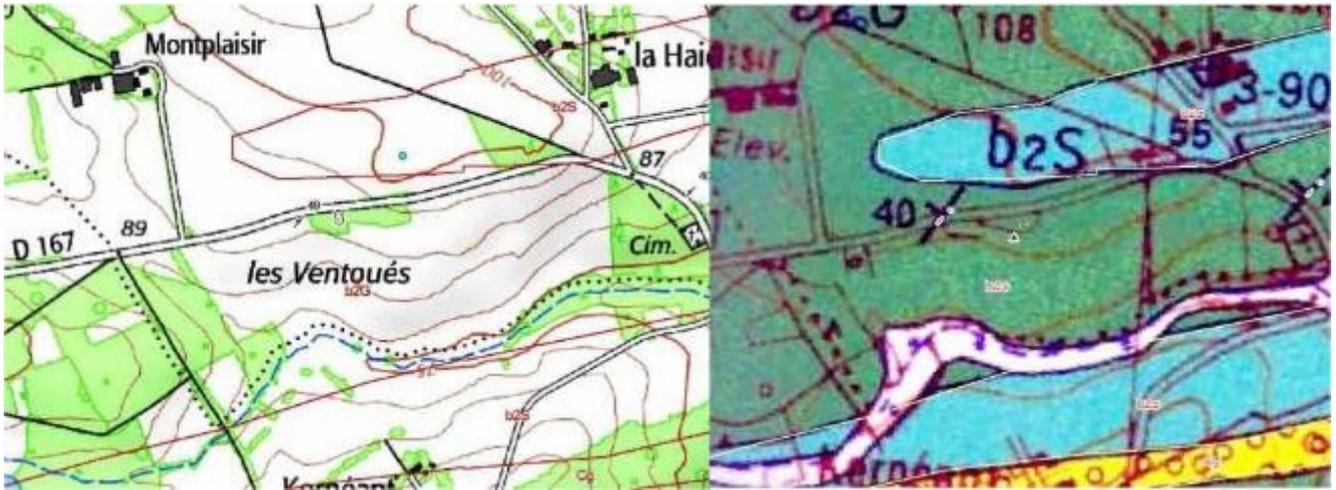
■ **Site n° 5** : GUILLIERS / la chesnaie : b2G (ancienne carrière)



Localisation : carte IGN carte géologique Photo aérienne (actuel / 1968)

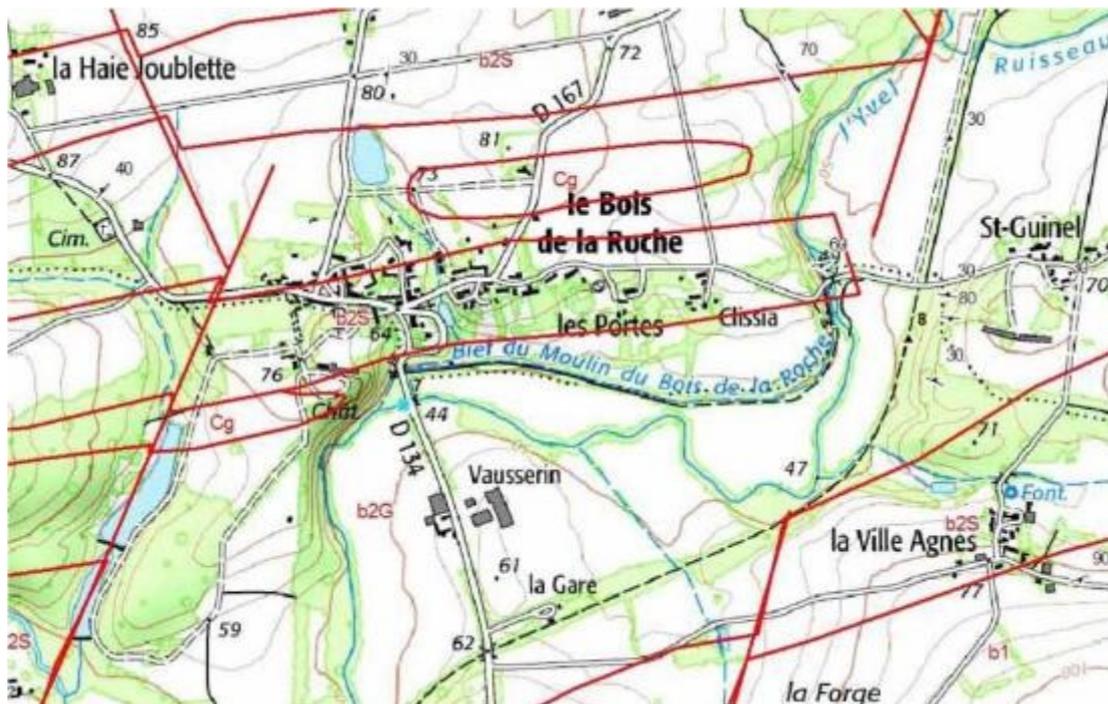
Le site envahi par les bois ne montre aucun indice d'ancienne carrière.

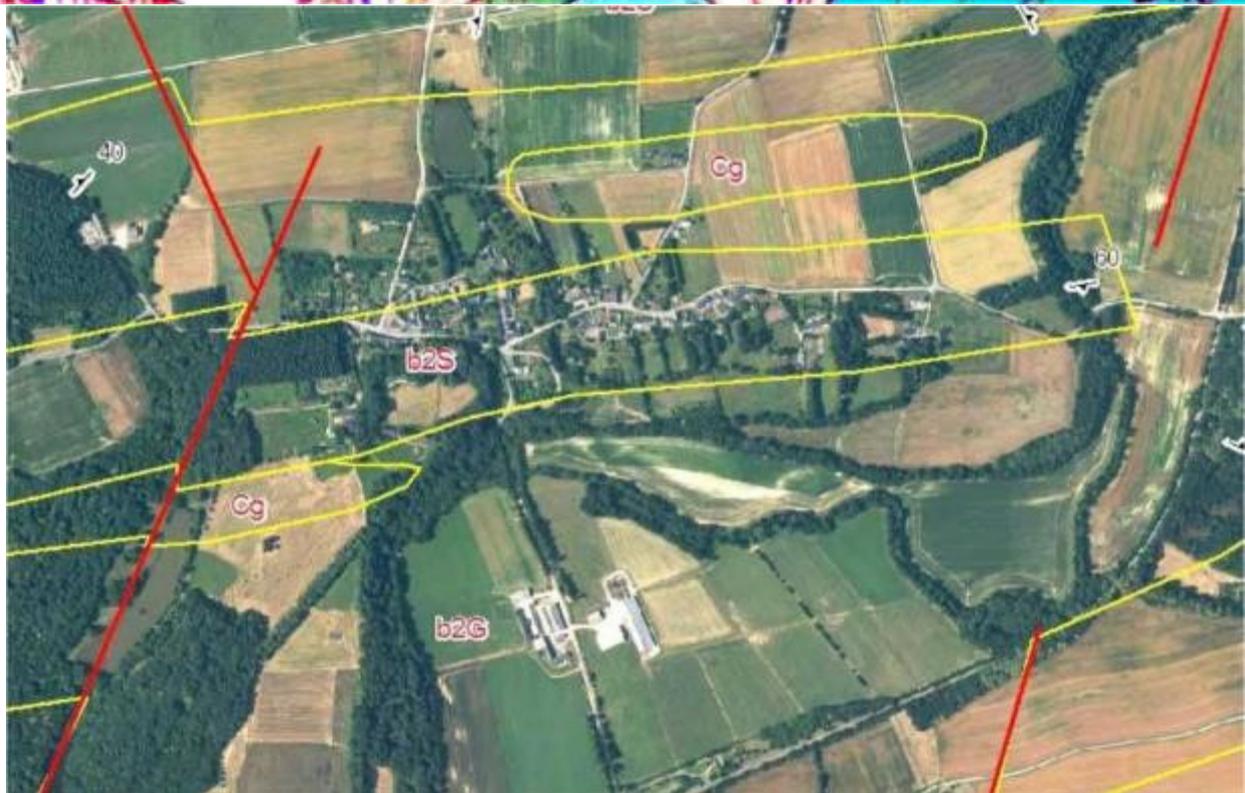
- **Site n° 6** : MAURON / les ventouées : b2G (ancienne carrière - inventaire : Journée patrimoine 2013 Gilles Montgobert)



Localisation : carte IGN carte géologique Photo aérienne (actuel / 1968) (la photo de 1968 montre la trace de la carrière).

- **Site n° 7** : MAURON / Le Bois de la Roche : Cg (conglomérat - affleurements proches de l'Yvel)





Localisation : carte IGN carte géologique Photo aérienne actuelle.

Concernant le *conglomérat à galets de quartz*, intercalés dans les faciès type 2 (*b2G*), la Notice de la Feuille de Ploërmel indique : « On peut les observer dans des conditions correctes au Bois de la Roche, à l'entrée du village, en bordure de l'Yvel ».

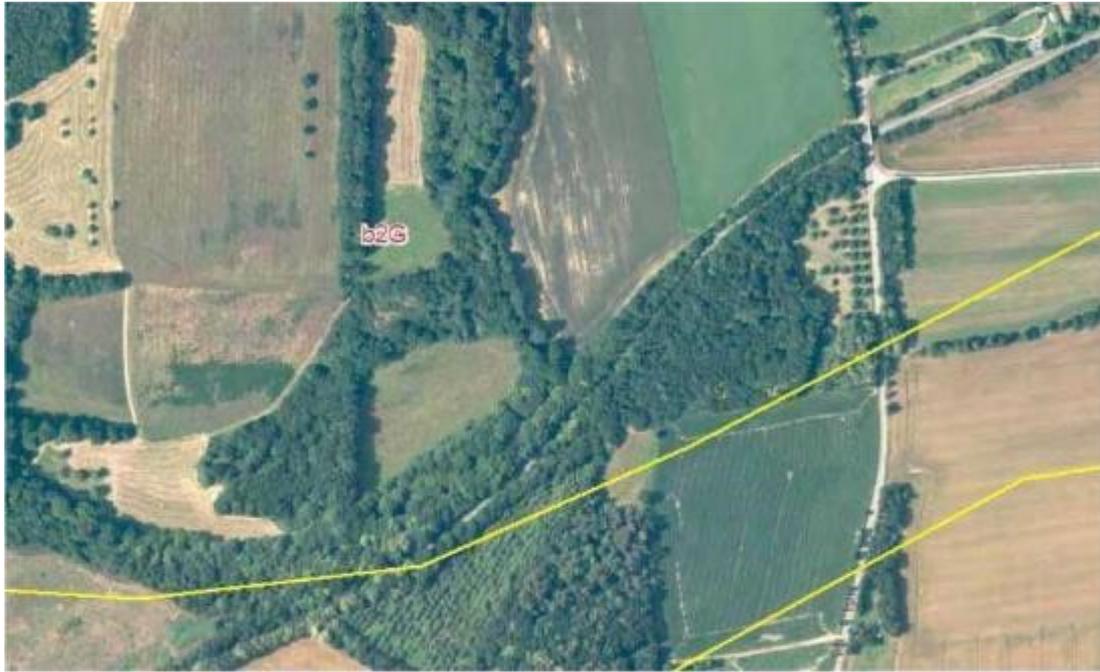
- **Site n° 8** : NEANT-sur-YVEL / **Le rocher du diable** : b2G (ancienne carrière - inventaire : Journée patrimoine 2013 Gilles Montgobert)



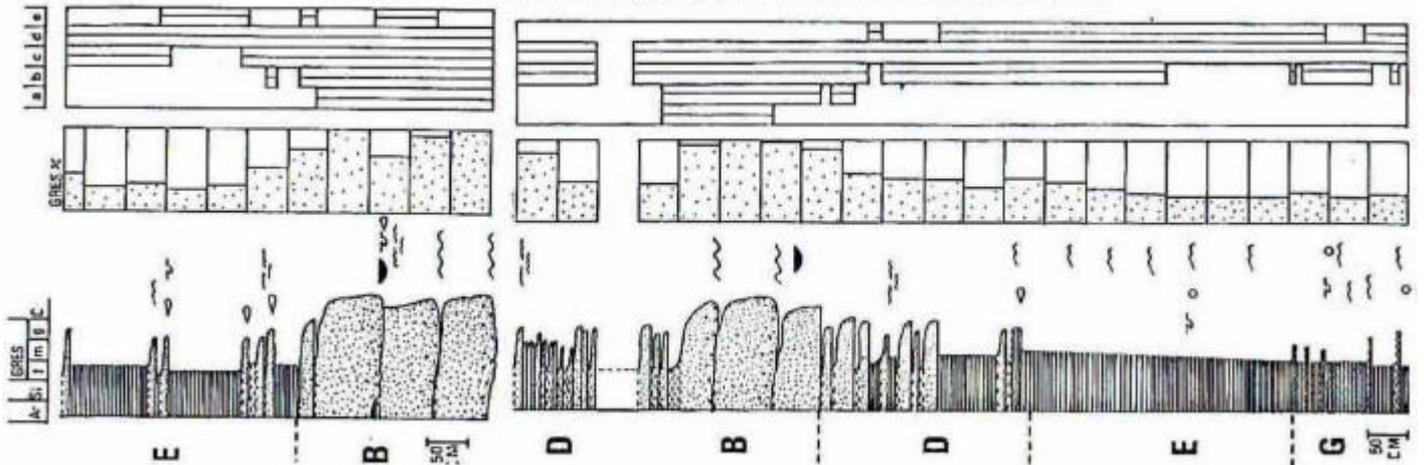
Localisation : carte IGN carte géologique Photo aérienne actuelle / 1952.

- **Site n° 9** : NEANT-sur-YVEL / **La ville Boulard** : b2G (ancienne carrière - **R. Louvel IV**)





Localisation : carte IGN carte géologique Photo aérienne actuelle et 1986.



La coupe de terrain effectuée par R. Louvel en 1987/88, montre une suite de niveaux de **siltites**, à rares minces bancs **gréseux** (*faciès E/G*<sup>8</sup>), ces grès plus nombreux et plus ou moins épais déterminant les *faciès D* et *faciès B*. L'auteur outre la carte de localisation (*page 3*) ne précise pas d'avantage ses conditions, d'observation sur le terrain et d'échantillonnage, des faciès rocheux, les Logs. décrits permettant de situer la qualité de cette prospection.

<sup>8</sup> Voir ANNEXE 1 page. 39.



En haut : Ancienne carrière au N. du méandre / Siltites au N. du pont - En bas alternances silt/grès / Détail grès plus massif.

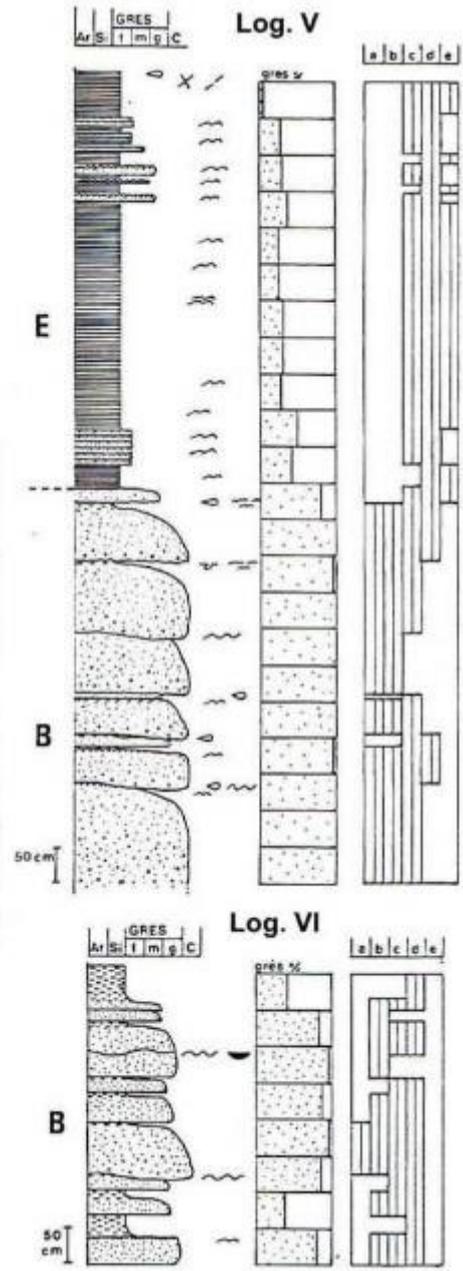
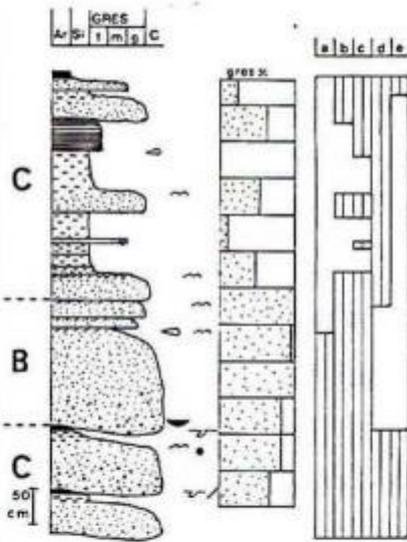
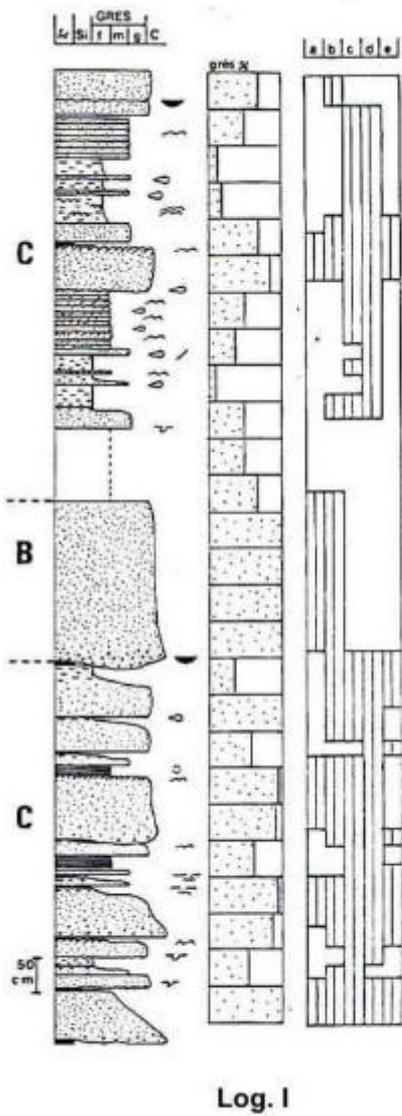
☛ **Remarque du géologue** : Le but de cet arrêt est de reconnaître sur la voie verte ces différents faciès en place, et ainsi de valider la coupe de terrain levée par R. Louvel.

■ **Sites n° 10 et 11** : NEANT-sur-YVEL / **La ville Boulard** : b1 (*Carrière Lessard/ « carrière du Quengo » actuellement exploitée - R. Louvel I*)



Localisation : carte IGN Photo aérienne actuelle carte géologique.

Louvel : La Noë Vermand



Ce site se caractérise par la présence des bancs gréseux majoritaires, offrant de nombreuses figures sédimentaires.



Louvel.VI : Bancs gréseux - lamines/litages plans dans les bancs.



Figures sédimentaire - marques érosives : *Flute-cast* (sens du courant) / *Prod-mark* (objets roulés - multi courants).



Traces du sens du courant (suivez le marteau).



Rides/Flûtes ... Figures de courant et d'érosion.

■ **Sites n° 12 et 13** : NEANT-sur-YVEL / **També** : b1 (anciennes carrières - R. Louvel III) et **Kermagaro** : b1 (ancienne carrière - R. Louvel II).

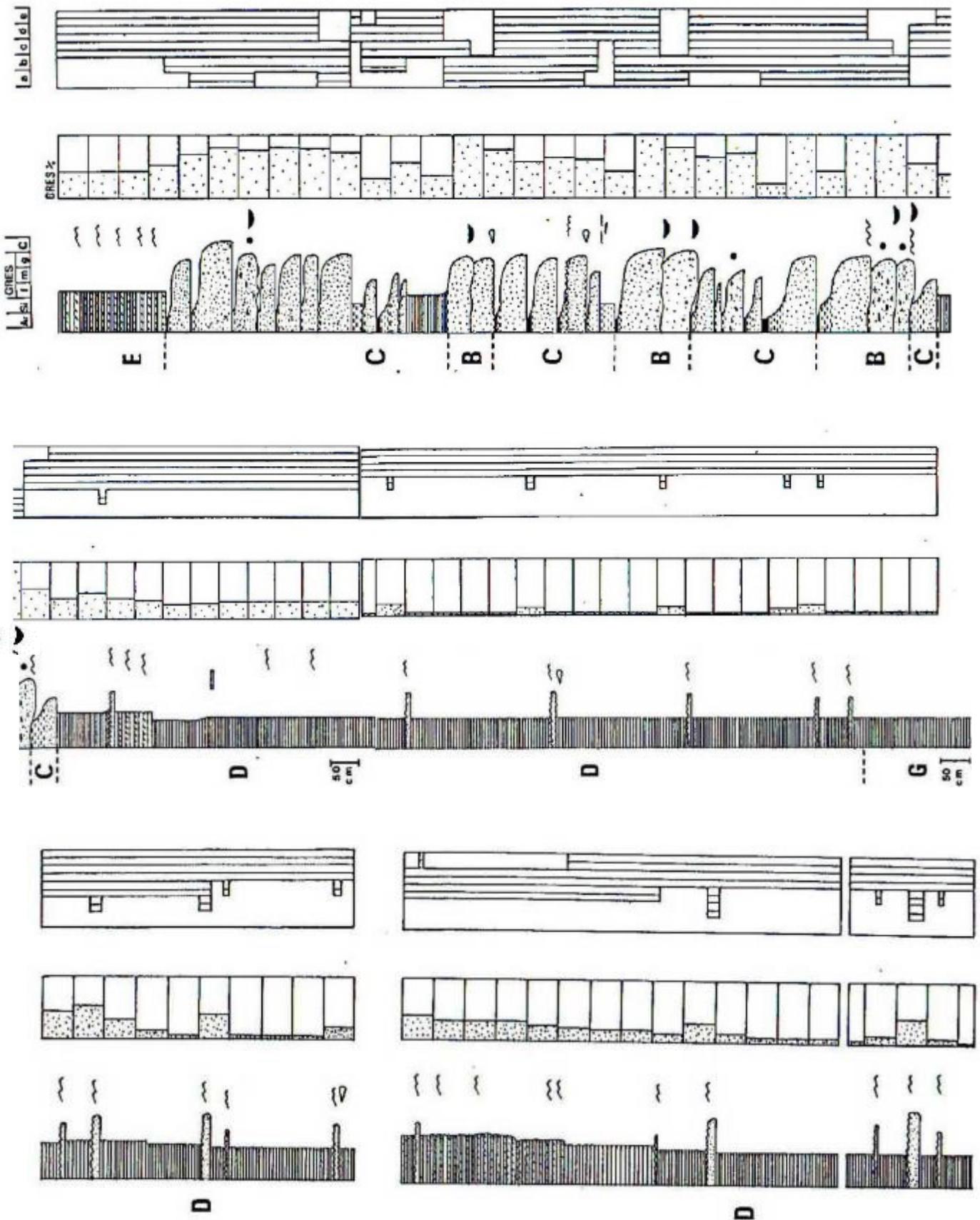


Localisation : carte IGN Photo aérienne actuelle carte géologique.

Le **site 12** (*coupe Louvel.III*) se compose d'un affleurement sur la voie verte, puis 3 anciennes carrières en limite du plateau (*moto-cross*) dominant la vallée de l'Yvel. Le **site 13** situé au Sud du ruisseau affluent est une ancienne carrière boisée.



Sur la photo aérienne effectuée en **1986**, on devine au Nord des 2 carrières au Sud, un ensemble de plusieurs carrières (D), aujourd'hui peu accessibles.



Log.III effectué par R. Louvel (1987/88).



Site 12 : carrière B (dégagée par un incendie récent) et carrière C : essentiellement des siltites.



Site 12 : carrière D au Nord (bancs gréseux) - Bord Ouest en bas sur la voie verte (siltites).



Les bancs de siltites découpés par un réseau de fractures étroit, explique le fréquent débit des « Dalles de Néant » en « frites ».



**Carrière B** : Figures sédimentaires : Flûte, érosion, ride, trace de la direction du courant.

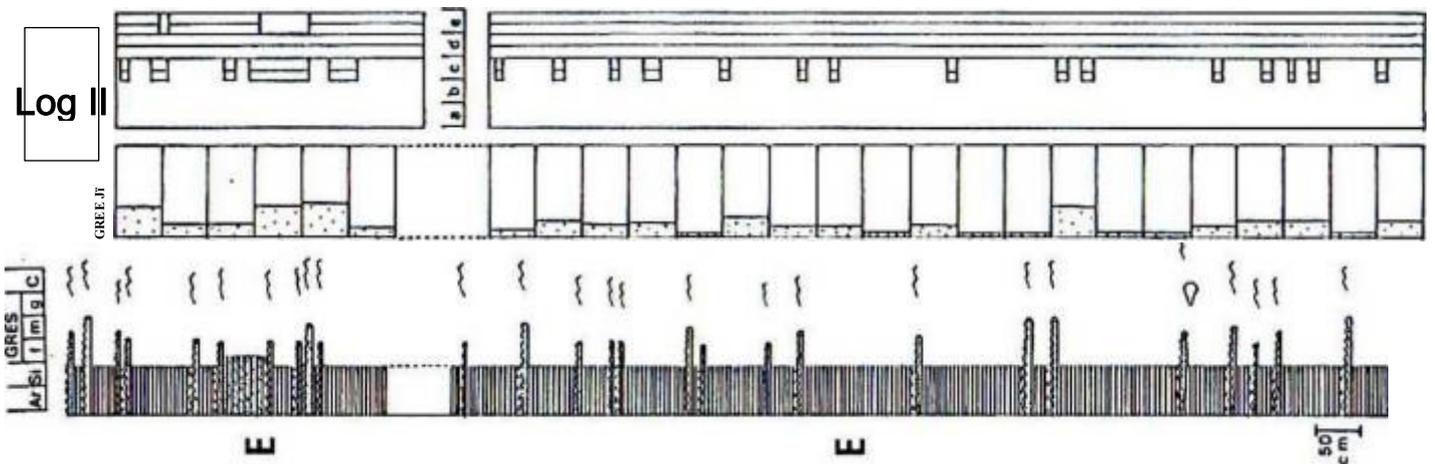


Ces épandages turbiditiques sont ici réguliers  
entre le Nord 90 et le Nord 105

**Carrière B** : Sens du courant défini par R Louvel - Alternance de bancs de siltites au N de la **carrière B**.



Bord Ouest de la **Voie verte** : limite des bancs / **Site 13** : Ancienne carrière dans les siltites.

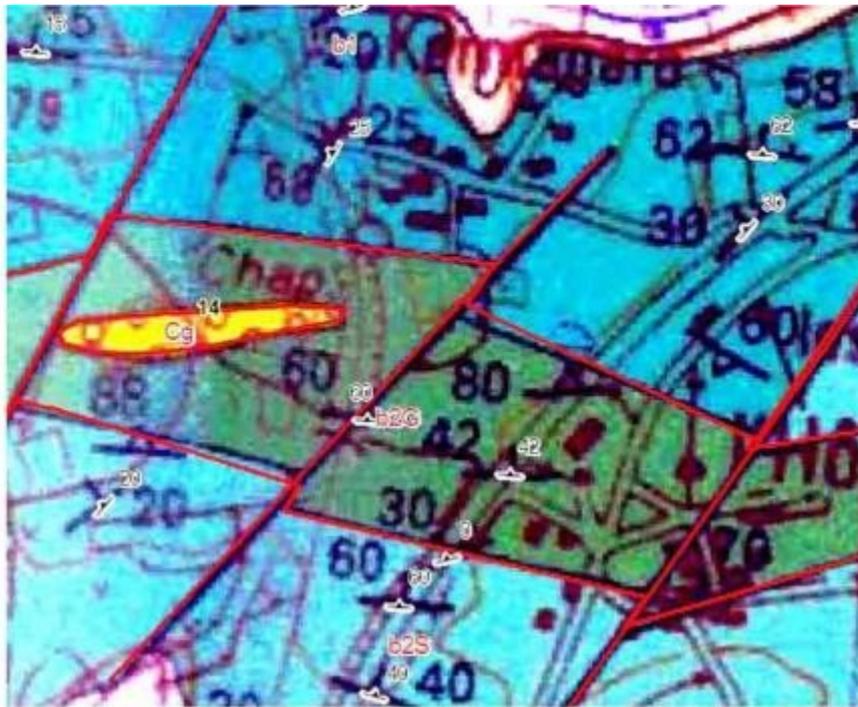


Log.II effectué par R. Louvel (1987/88).

■ **Site n° 14** : NEANT-sur-YVEL / Kermagaro : b2G/cG (affleurement au Nord de Kermagaro)



Localisation - Photo aérienne actuelle : indice d'affleurement : A et B.



Carte géologique / Indices de conglomérat dans les cultures (*poudingue / galets isolés*).

La **Notice de la Feuille de Ploërmel** (*b2Cg. Briovérien, conglomérats à galets de quartz intercalés dans les faciès type 2*) indique. Parfois appelés « *Conglomérats de Néant* », les conglomérats sont bien représentés sur le secteur cartographié. Bien que ces faciès soient très rarement observés à l'affleurement (*Nord de Kermagaro*), de nombreuses pierres volantes marquent leur présence et permettent ainsi une cartographie assez précise.



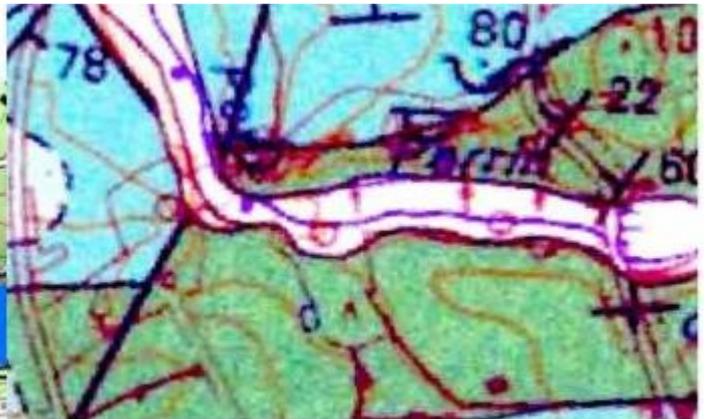
**Affleurement B** : Carrière dans les Dalles de Néant.



Indices sédimentaires : Flûte mark sur fragment dans la carrière / bancs peu pentés de siltite sur le chemin d'accès.

☛ **Remarque du géologue** : Sur la carte géologique les conglomérats sont dessinés à l'Ouest / Sud-Ouest de Kermagaro, la photo aérienne montre des sites avec affleurements ? (**B carrière vue**, **A à vérifier**).

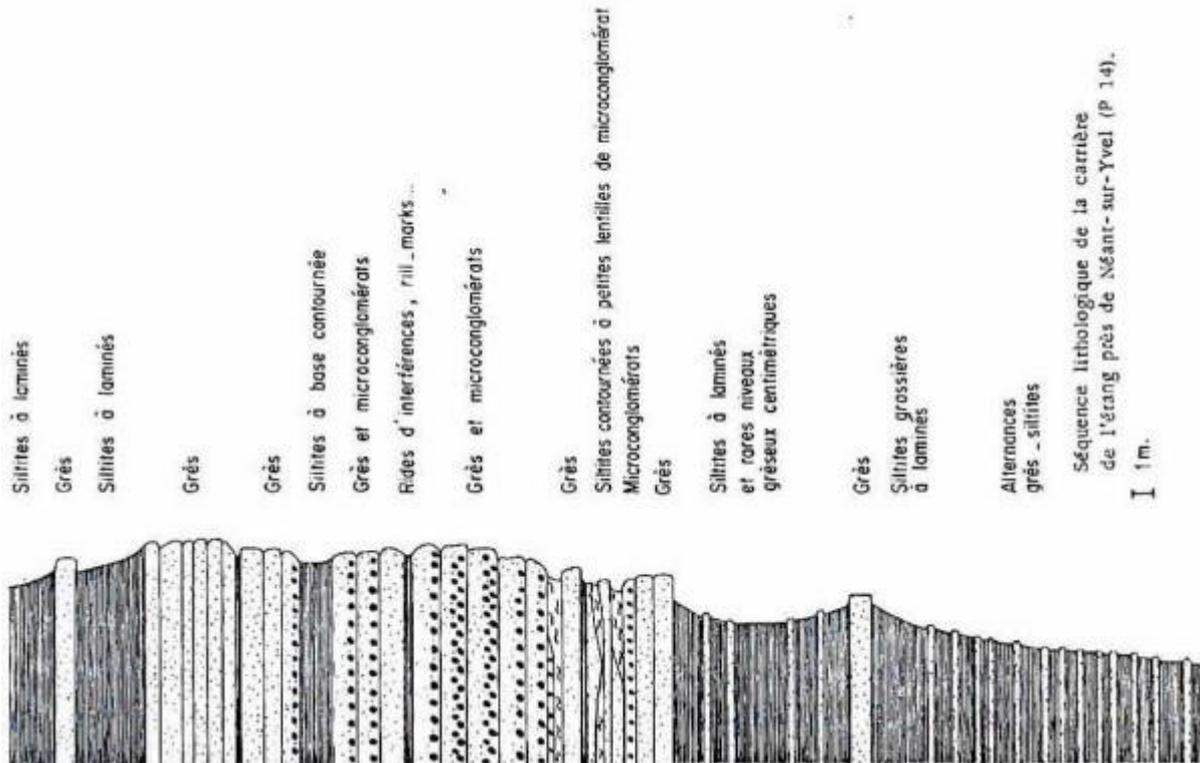
■ **Sites n° 15 et 16** : NEANT-sur-YVEL / *le moulin du Boissy / les Foliettes* : b2G - b2S/b2G (anciennes carrières)





Localisation : carte IGN carte géologique - Photos aériennes : état en 1968 et actuel.

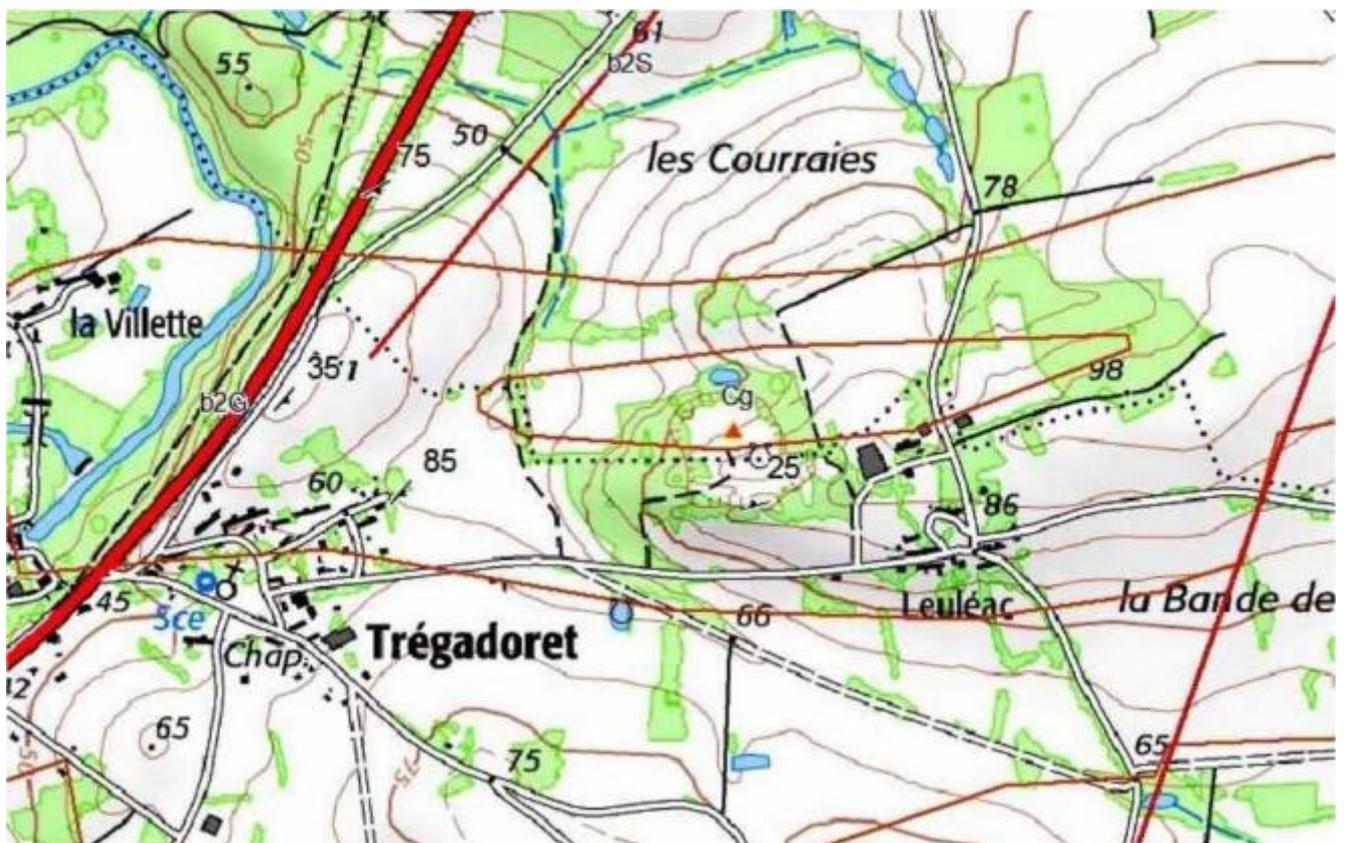
Cette carrière avait été décrite par Claude LE CORRE en 1978, sous le nom de carrière de l'étang :





Aujourd'hui (le site rapidement visité à partir du chemin au Nord), montre des carrières comblées.

- **Site n° 17 -R. Louvel VII :** NEANT-sur-YVEL / LOYAT / Leuléac : b2G/cG (ancienne carrière)





LEULEAC 1990



LEULEAC 2016



Grès verts massifs

Exemple de séquence lithologique briovérienne dans la carrière de Leuléac

Sédiments contournés à microconglomérats

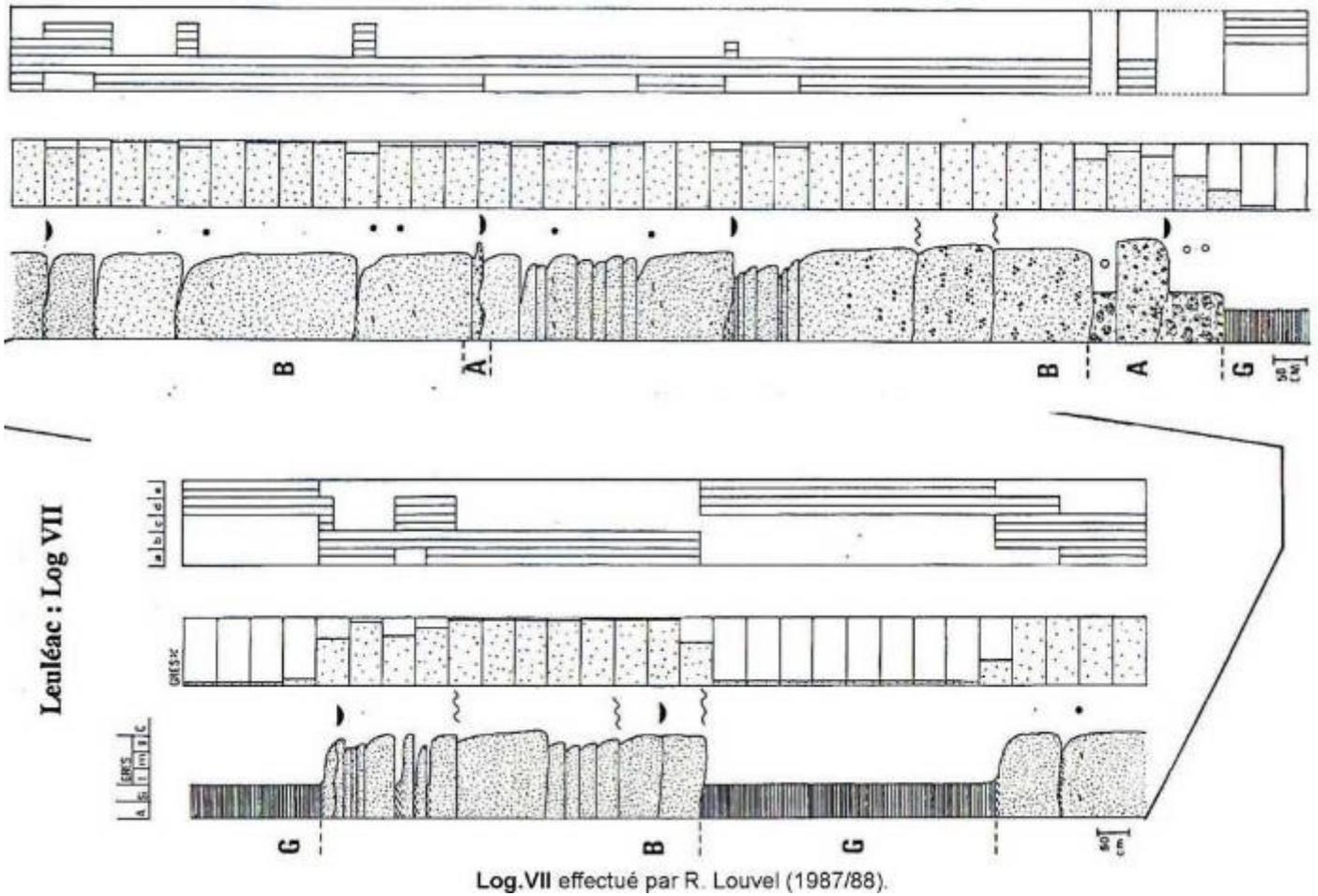
Structures linguiformes

Siltites à laminés



Coupe lithologique de la carrière de Leuléac (Claude Le Corre 1978) - Etat du site en 1981.

Cette carrière qui avait l'objet d'une première description en 1978 a aussi été visitée par R. Louvel en 1987/1988



Aujourd'hui le site est complètement envahi par la végétation, les fronts de tailles se devinent aux extrémités Est et Ouest du site.

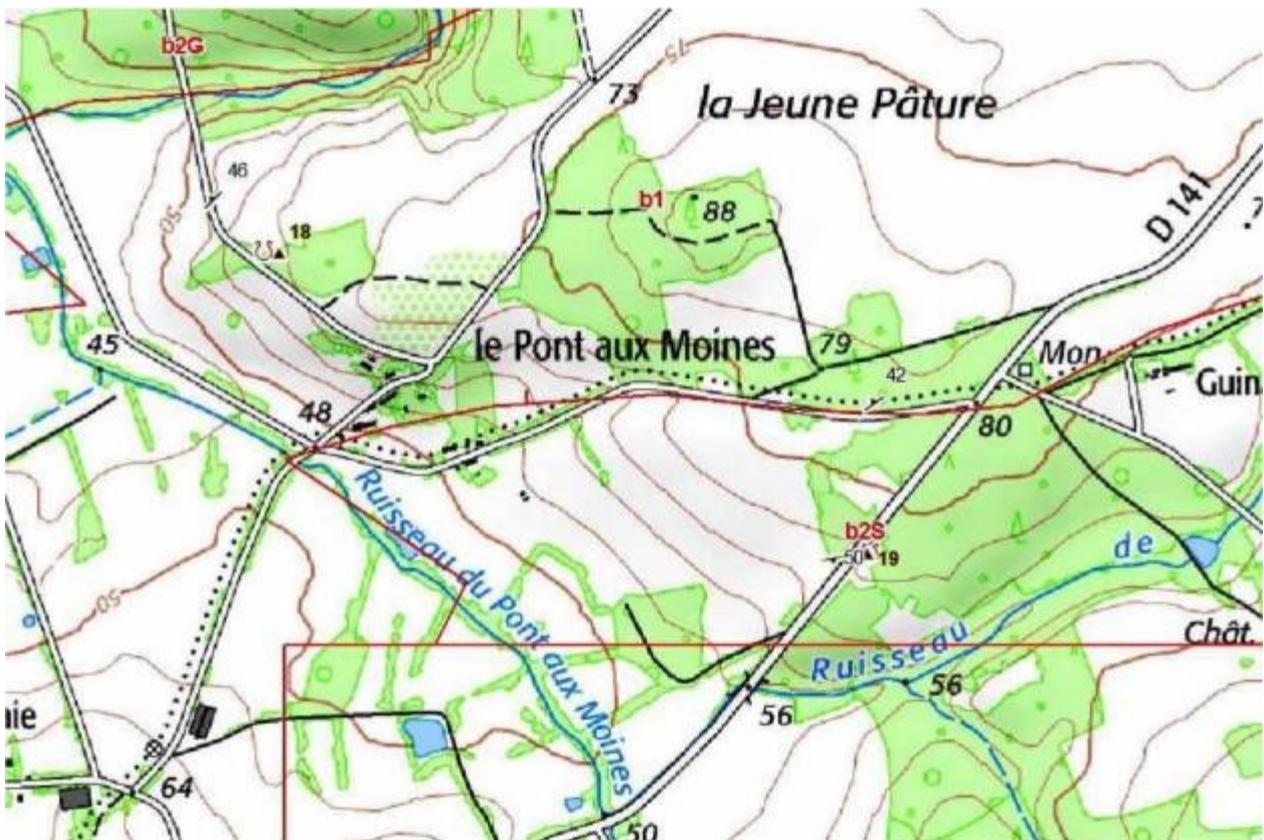


Site Leuléac : Bancs gréseux massifs à l'entrée Ouest.



Site Leuléac : Front de taille à l'entrée Est.

- Sites n° 18 et 19: LOYAT / le Pont aux Moines : b1 / b2S (carrières)



Localisation.

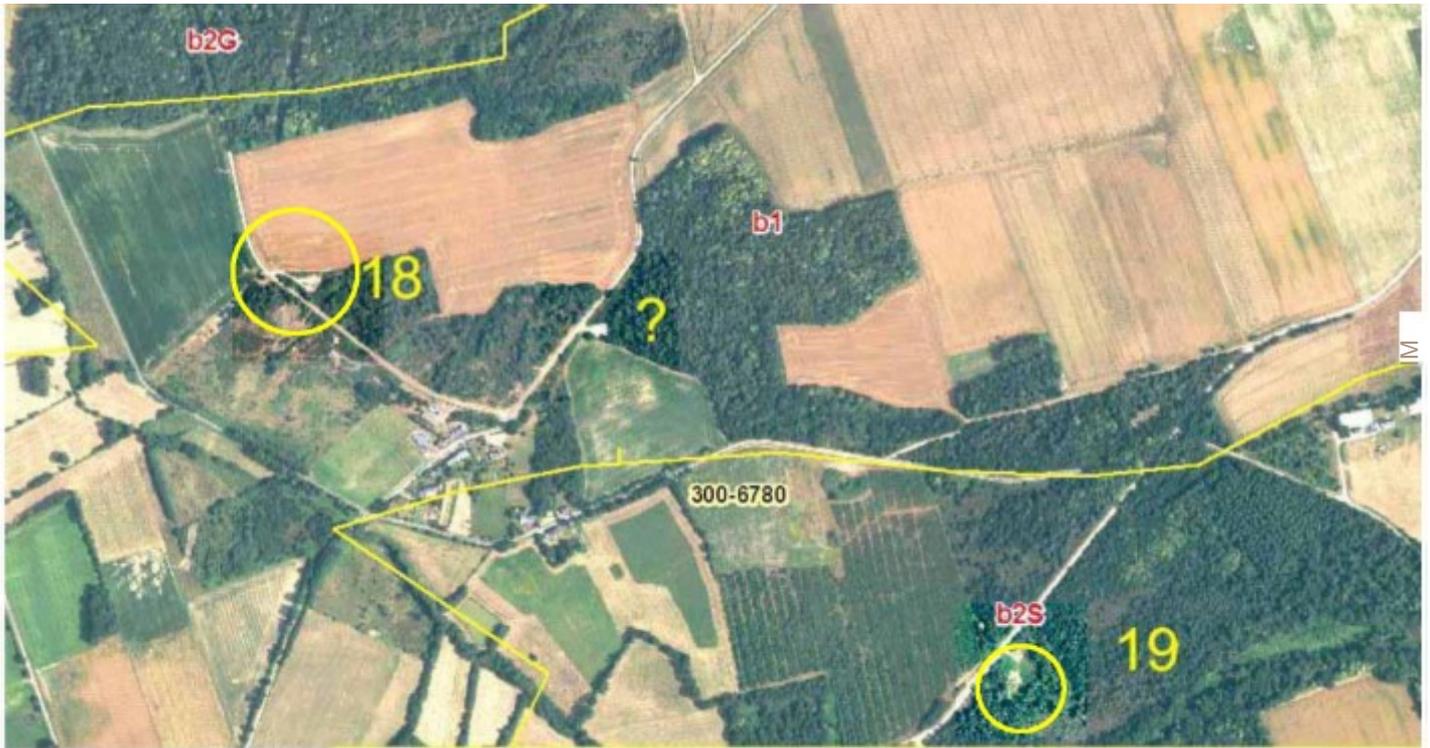


Photo aérienne actuelle carte géologique - Site 18 : Entrée de la carrière.

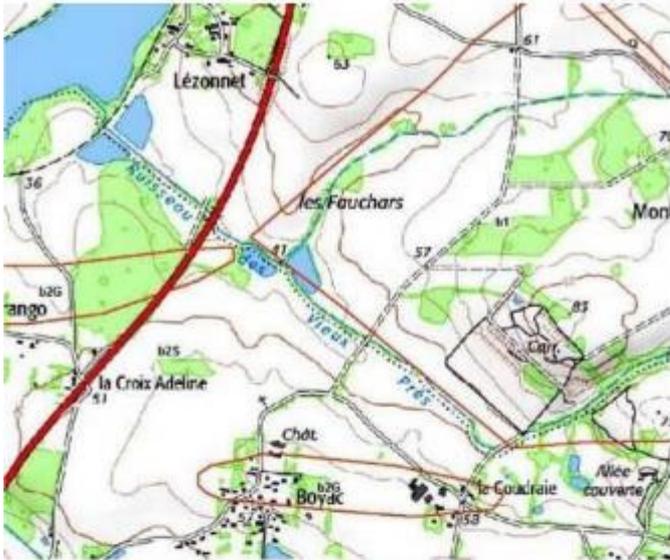


Site 18 : Détail des bancs peu pentés (*litages plan*).



**Site 19** : Panorama de la carrière - Détail des bancs (siltites fracturées en fragments décimétriques).

■ **Site n° 20** : LOYAT / *la Coudraie* : b1 (*Carrière Lessard/carrière de la Butte des Cruches en exploitation*)



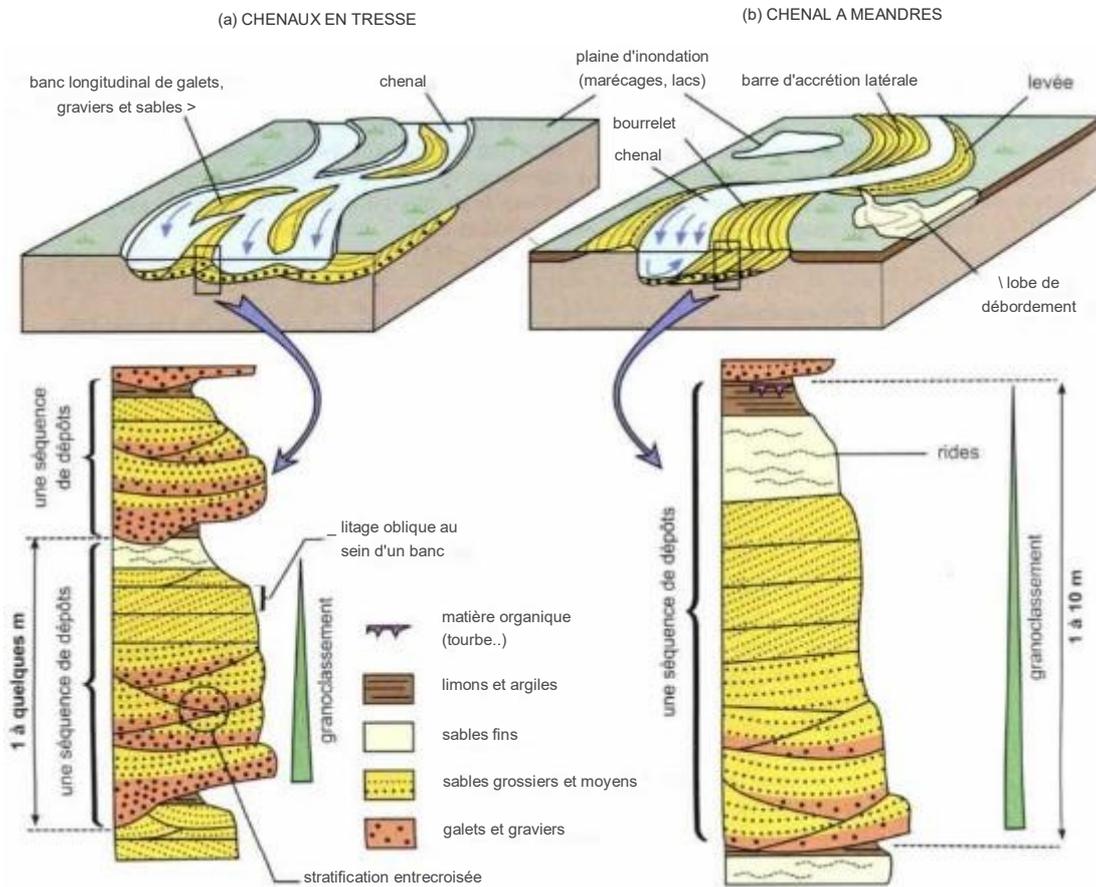
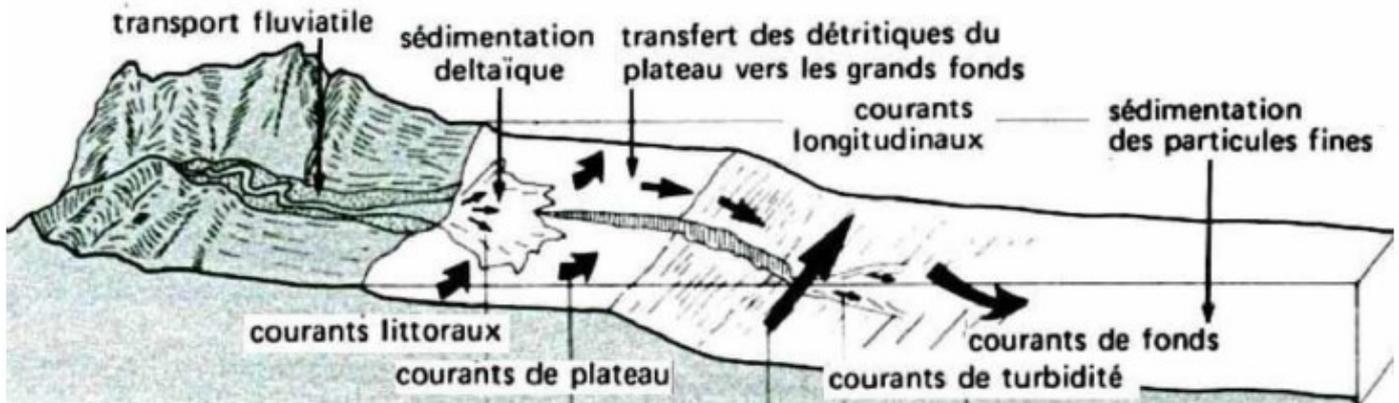
Localisation : carte IGN - Photo aérienne actuelle - Panorama sur la carrière.



Détail des bancs : Siltites.

**ANNEXE 1 : Les faciès sédimentaires communs : *Fluviatiles à terre* (chenaux en tresses - chenaux à méandres), *fluviaux marins* (estuaires et deltas) sur le plateau continental et au-delà (rebord du plateau/talus) : Ecoulements gravitaires - *Turbidites*.**

► Contexte de dépôt :



Aspect des cours d'eau en tresse et à méandres et séquences types des dépôts associés.

♦ A terre, on distingue aujourd'hui deux systèmes fluviaux principaux :

> Les **chenaux en tresse** : Sur une pente marquée (*forte charge sédimentaire*) la rivière montre un large lit occupé par de nombreux chenaux anastomosés (*la tresse*), les dépôts détritiques s'organisent en barres allongées dans le sens du courant (*forte hétérogénéité* : *sables graviers galets dominants*), qui se colmatent rapidement, provoquant leur migration latérales. Ces « *chenaux changeants* », à base érosive, d'épaisseur très variable, définissent une structure de stratifications entrecroisées où les sédiments en place sont plutôt grossiers et moyennement classés.

Les lamines obliques traduisent le mode de croissance de bancs sableux d'amont en aval déterminant le sens du courant (*voir ride de courant page 39*).

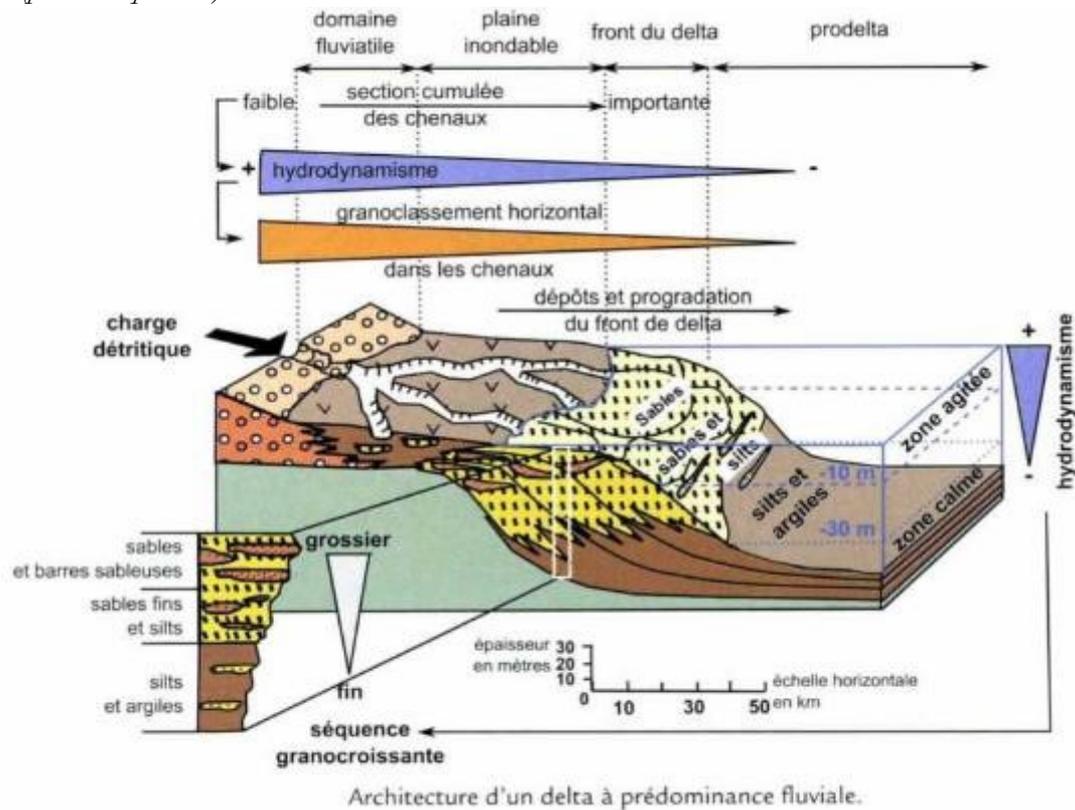
>Les **chenaux à méandres** se situent sur les parties avales de la rivière, là où la pente plus faible limite les capacités de transport de la rivière. Le chenal au tracé sinueux implique l'érosion des anciens dépôts sur la rive concave avec dépôt accumulés sur la rive convexe.

Les éléments les plus grossiers non majoritaires, sédimentent au fond du chenal. La structure des sédiments qui s'accumulent sur la rive convexe détermine une barre de migration latérale (*point bar*) où les sédiments (*peu de graviers et sables*) sont essentiellement des silts. Du fait de la proximité de la plaine d'inondation, des dépôts marécageux fins avec matière organique (*tourbe*) sont visibles.

L'accentuation de la courbure du méandre (*vitesse du courant abaissée*) finit par provoquer lors d'une crue nouvelle l'abandon du méandre (*divagation de la rivière*) qui finit colmaté par de la sédimentation lacustre.

♦ Sur le trait de côte, les fleuves présentent deux types d'embouchures :

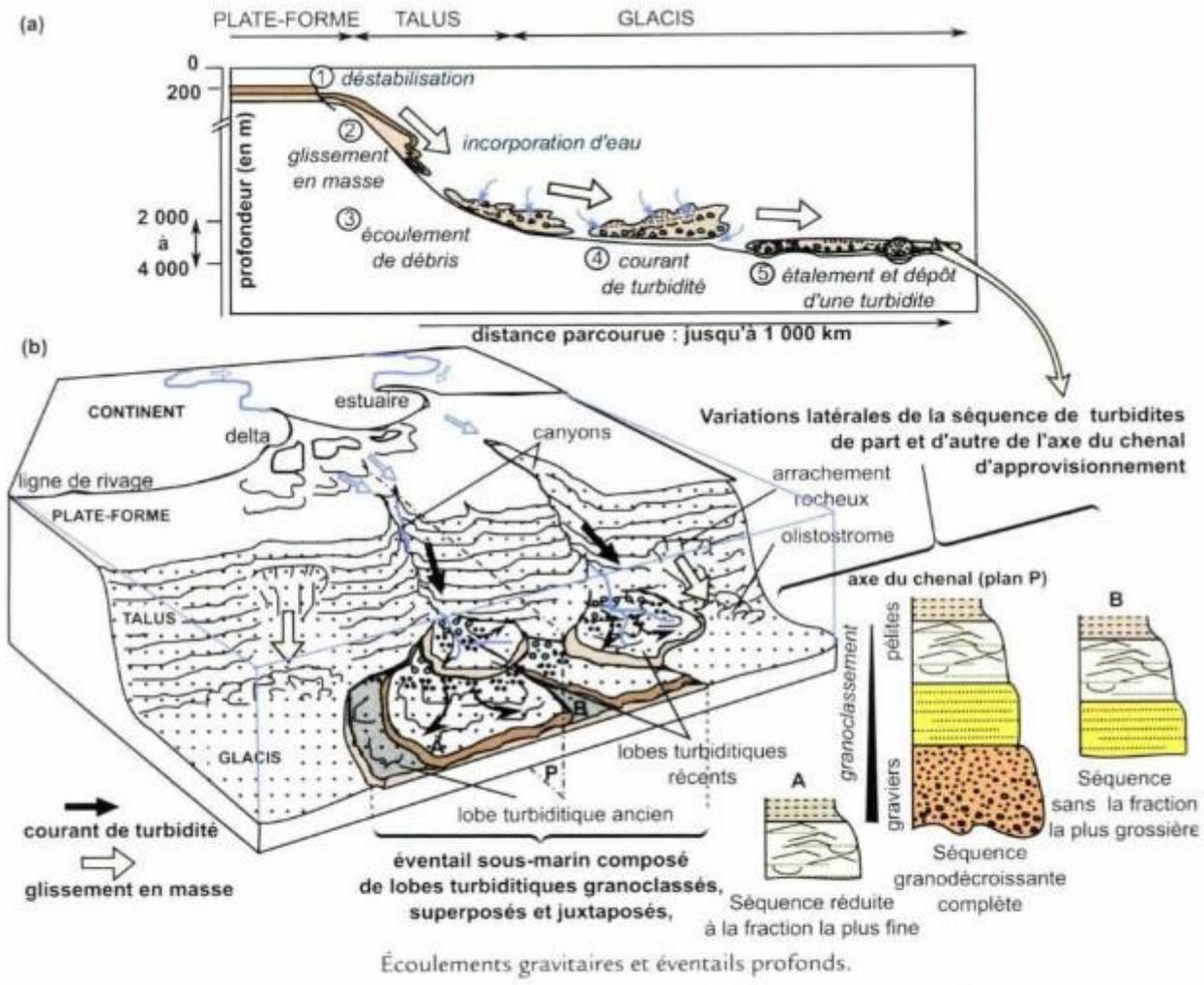
>Les **estuaires** dans les mers à courants côtiers et marées importantes : l'influence des courants de marée/mélanges eaux salées eaux douces, se traduit par des dépôt de sables et silts ainsi que la floculation d'argile. De part et d'autre du chenal médian, toujours en eau, la vase qui se dépose (*slikke*) est séparée par une micro falaise de la vase consolidée (*photre ou pré salé*).



Les **deltas** dans les mers à faibles marées ou lorsque la charge sédimentaire des cours d'eau est importante. La partie émergée (*haut du delta*) est constituée d'une plaine alluviale côtière inondable où la rivière peut présenter des chenaux en méandres ou en tresses en fonction de l'hydrodynamisme du fleuve (*crues et décrues*). Le front du delta (*domaine immergé soumis aux effets de vagues, courants et marée*) se caractérise par des dépôts sableux, il se prolonge par une zone plus large et plus profonde (*prodelta en zone calme*), caractérisée par le dépôt de particules de plus en plus fine (*aussi effet de la floculation des argiles dans l'eau de mer*).

Au total le dépôt deltaïque se traduit de haut en bas et de la côte vers la mer par des séquences sédimentaires granoclassées.

♦ En limite de la plate-forme (*ou plateau continental*)<sup>9</sup>, sur le **talus**, les dépôts (*matériaux chargés d'eau*) sont instables du fait d'une topographie souvent marquée (*4 à 5° en moyenne*) et d'activités sismiques<sup>10</sup> (*marge active : zone de subduction*), ils sont entraînés par des courants de turbidité qui creusent des **canyons** et alimentent ensuite des dépôts sur le **glacis** (*turbidites*). Les deltas proches du talus et nourris par des fleuves à forte charge sédimentaire, favorisent l'occurrence de **courants/dépôts de turbidité**<sup>11</sup>.



Les turbidites sont caractérisées par une séquence sédimentaire type qui a été définie par **Bouma** en **1962** :

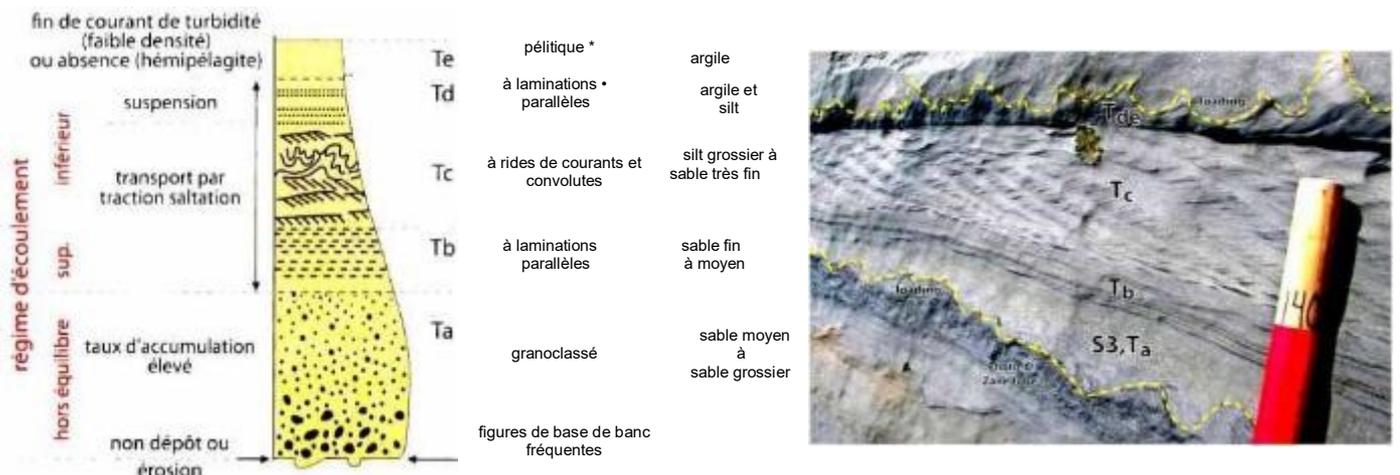
<sup>9</sup> Actuellement, la plate-forme sud armoricaine large de 150 km est limitée à la cote -200 m. Vers le large (*golfe de Gascogne*), le talus descend jusqu'à -2500 m.

<sup>10</sup> Suite à un séisme en 1929, la coupure de câbles téléphoniques transatlantiques posés sur le fond océanique (*grand banc de Terre-Neuve*) a constitué le premier indice de la présence de courants de turbidité (*vitesse déduites du fait des séries de coupures et temps associés : 25 à 100 km/h*).

<sup>11</sup> Les turbidites désignent des écoulements sous-marins à forte charge solide.

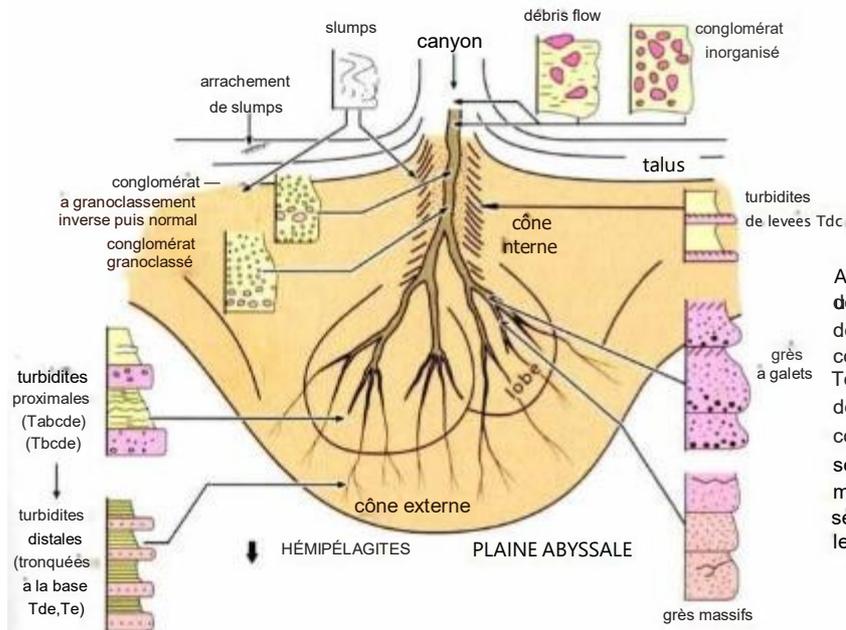
Une séquence de Bouma est une séquence type **turbidite** étalée sur le glaci<sup>12</sup> comprenant au total 5 intervalles, soit de haut en bas : **Te** intervalle argileux correspondant à un écoulement lent voir étale / **Td** intervalle silteux fin et laminaire en régime d'écoulement peu turbulent / **Tc** intervalle fin à laminations obliques de rides de courant / **Tb** intervalle gréseux fin laminaire / **Ta** intervalle gréseux-grossier granoclassé.

Ces dépôts de « haute énergie » sont assimilables à une « *avalanche sous-marine* » où du fait des courants turbulents des particules mélangées à l'eau sur le glaci, ils se caractérisent par une surface basale en ravinement (*figures d'érosion*) avec dépôt des particules grossières, puis de plus en plus fines (**Ta granoclassé**). L'énergie rapidement décroissante se traduit ensuite par des dépôts portés par des courants unidirectionnels (**Tb et Tc : litage horizontal de traction puis rides asymétriques**), pour se terminer par des litages horizontaux de décantation (**Td**) de matériaux de plus en plus fins (**Te pélites argileuses**).



### La séquence de Bouma : structures, régimes d'écoulements et granulométries associés

La compréhension de la dynamique de la séquence reste partielle. La base érosive est interprétée comme la trace du passage de la tête du courant. L'absence de structures du Ta serait liée à la concentration des grains. Les termes b, c et d présentent les structures classiques liées aux courants unidirectionnels. Le Te est un mélange de matériel turbiditique fin et de matériel pélagique.



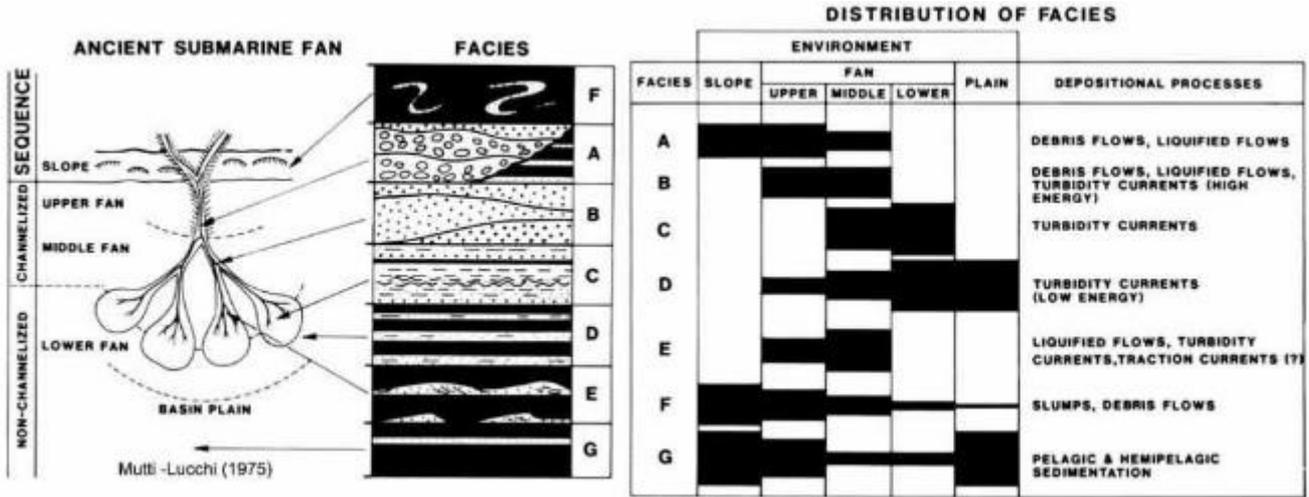
### Variation de l'expression des séquences gravitaires dans les différentes parties du cône sous-marin

Au niveau du chenal principal les dépôts sont grossiers (coulées de débris). Sur les bords, le levée correspondent aux faciès fins (Tc et Te) de débordements. La séquence de Bouma ne s'exprime de façon complète que dans les chenaux secondaires. En s'éloignant, latéralement et longitudinalement, les séquences ne comportent plus que les termes fins (Te, Td et enfin Te).

<sup>12</sup> La séquence complète peut avoir quelques dm d'épaisseur (voir photo), ici l'épaisseur des lits à stratification oblique est de 2 cm.

Sur le glacis, les coulées turbides en forme d'éventail, s'accablent les unes à côté des autres, ou sur les autres, en empruntant le même canyon, pour constituer un *cône/éventail sous-marin*, où suivant la localisation des points d'observation (*plus ou moins éloignés du canyon et de ses diverticules*), on peut reconnaître des turbidites à structures sédimentaires variées représentant plus ou moins complètement la séquence de Bouma type.

D'autres auteurs (*exemple : E. Mutti / Lucchi 1975, 1992 — Lowe D.R. 1982*) ont fourni des modèles applicables aux écoulements gravitaires immergés :



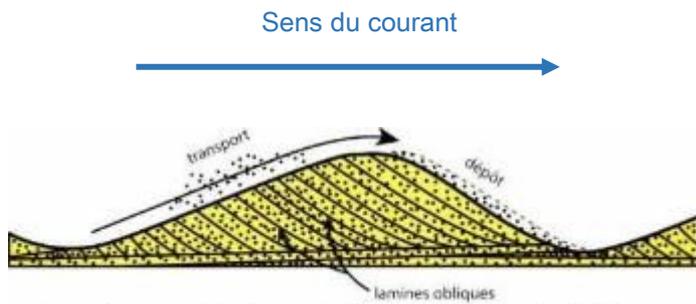
Voir les lettres (B, C, D, E, F, G) indiquées sur la colonne de gauche des Logs stratigraphiques effectués par R. Louvel.

mm	Classes granulométriques	Elément	Roches non consolidées	Roches consolidées	
256	RUDITES	BLOC	Cailloutis	CONGLOMÉRAT	
16		GALET, CAILLOU			
10		GRAVIER			
4	ARÉNITES	grain de SABLE	SABLE	ARÉNITE « GRÈS »	
2					très grossier
1					grossier
0,5					moyen fin
0,25	LUTITES	Particule silteuse	Silt	(microgrès) Siltite « Pélite »	
0,125					très fin
0,063					
0,050					
0,040					
0,020		Argile (g) (1)	Argile (r) (2)	Argilite	

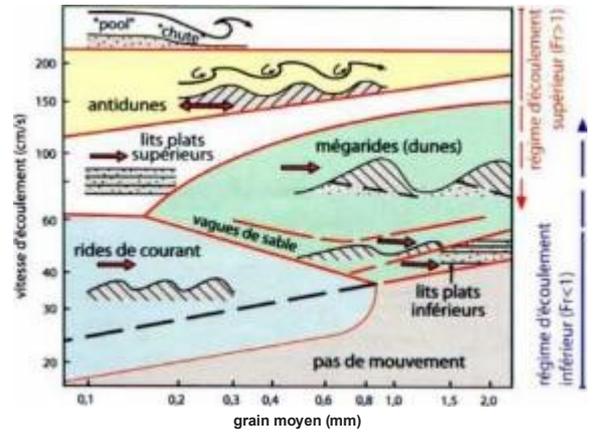
Tableau II : classification granulométrique des roches détritiques terrigènes (Scolari et al, 1973),

► **Figures sédimentaires associées aux vitesses et direction de courant, le cas des figures érosives / Turbidites :**

Les sédiments issus du transport par l'eau se caractérisent par la taille des « grains » : Les particules les plus fines (*lutites*) correspondent à un milieu calme, les niveaux plus grossiers nécessitant d'avantage d'énergie pour les porter.



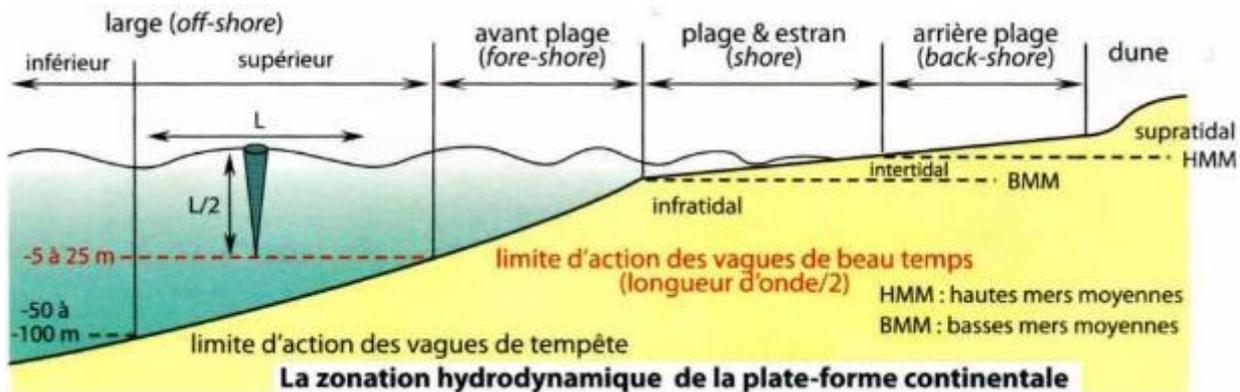
Formation d'une ride de courant (d'après Cojan et coll., 2003).



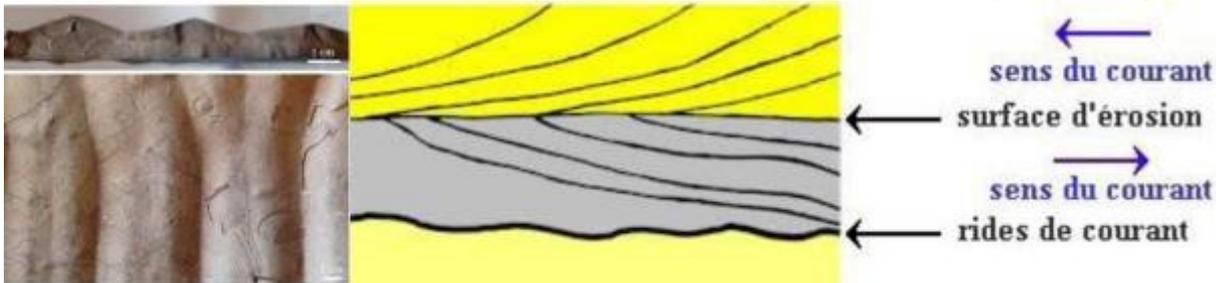
Domaines des différentes structures sédimentaires en fonction de la vitesse du courant et de la granulométrie du sédiment

L'écoulement unidirectionnel (par exemple un fleuve) se traduit par la formation de rides asymétriques (dans le sens du courant) structurées en lamines obliques.

Suivant la vitesse d'écoulement, les figures sédimentaires évoluent : Par exemple en énergie croissante les rides (crêtes linéaires puis sinuuses — rides puis mégarides) évoluent sous des formes planes (laminas horizontales).



La houle qui crée des vagues dirigées du large vers la côte correspond à un mouvement oscillatoire de l'eau (influence en profondeur : la moitié de la longueur de la vague), qui se traduit par des rides de vague symétriques.



A gauche : Rides de vagues symétriques - A droite : Tidalites.

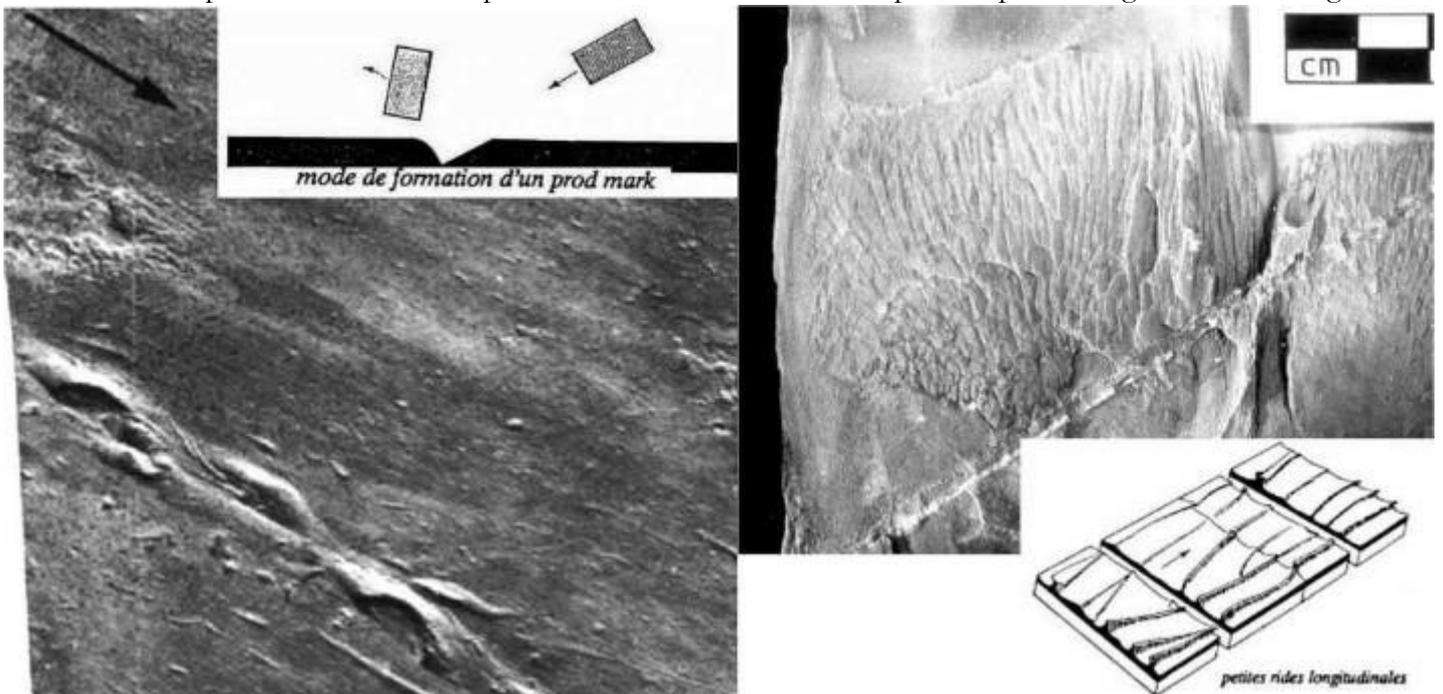
Les dépôts en zone de balancement des marées (Tidalites : plages actuelles) se traduisent par des figures à sens de courant alterné. Les illustrations les plus complètes montrant des sables superposés à rides asymétriques de sens opposé séparées éventuellement par des niveaux argileux (décantation à l'étale).

► Les figures sédimentaires correspondant à des marques érosives, traduisent des milieux de transport à forte énergie, courant turbulent avec charge solide importante provoquant des ravinelements et des figures d'érosion sur les couches réceptrices. Ces figures permettent de caractériser les dépôts de turbidites.

Les principales figures observées sont :



- Des **Flûte-cast** (*Flûtes*) : Surcreusements liés à l'accélération locale / turbulences du courant (*taille millimétrique à pluri centimétrique*),
- des **Crescent mark** (*croissants*) : Courant contournant des objets,
- des **Groove-mark** (*rainures*) / **Bounce-mark** (*impacts d'objets*) / **Prode-mark** (*impacts d'objets incidences variable*) : Trace de raclage ou d'impact d'objets portés par le courant.
- des **Ride / Cannelures érosives** : Ces figures correspondent à des fins bourrelets formant des crêtes séparées par des structures allongées concaves. Elles sont reliées à des courants turbulents qui éroderaient les sédiments en les repoussant sur les cotés pointus. Plus les courants sont rapides et plus ces figures sont rectilignes.



**A gauche** : Impacts d'objets - **A droite** : Cannelures érosives (*en éventail sur la photo*).