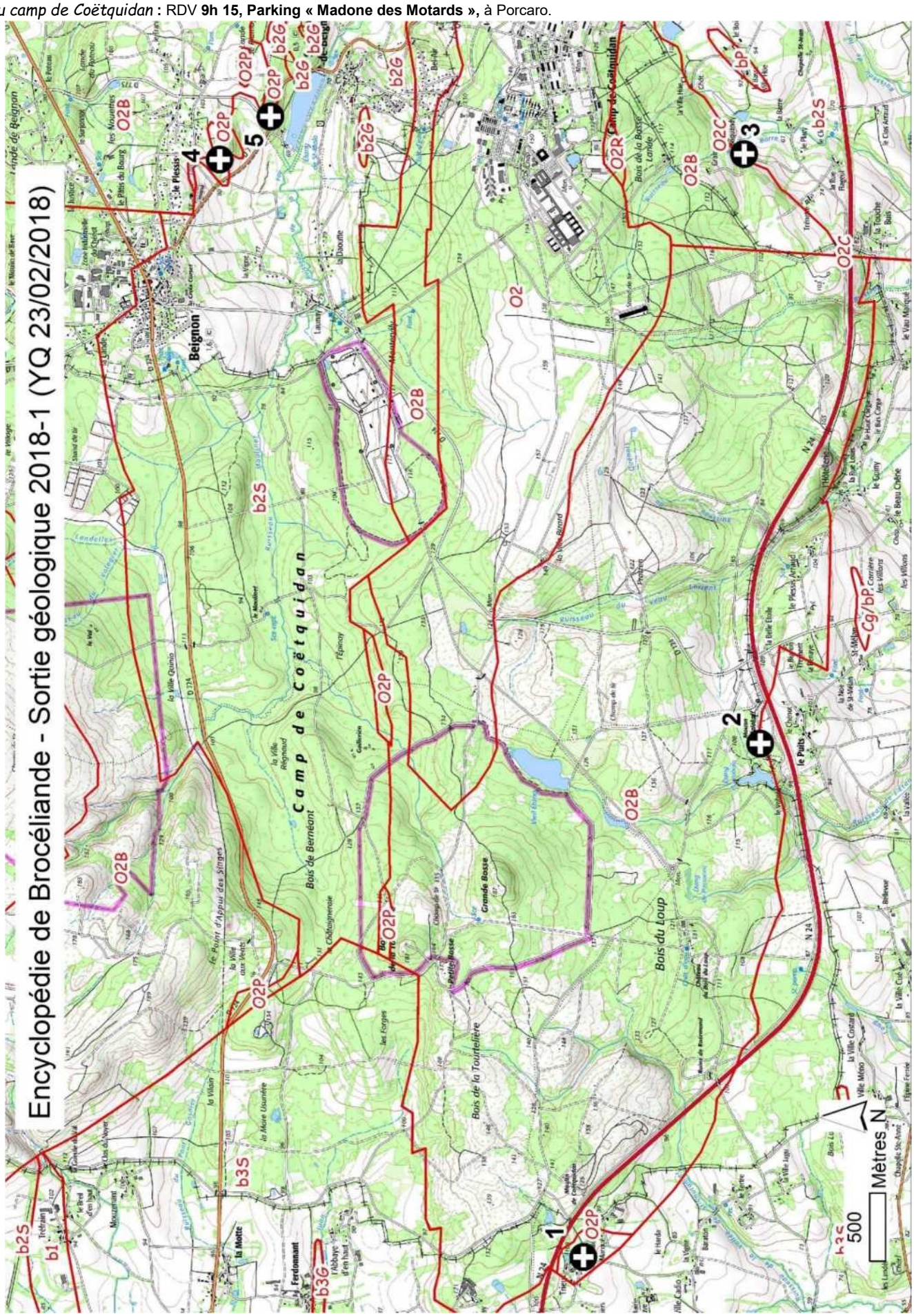
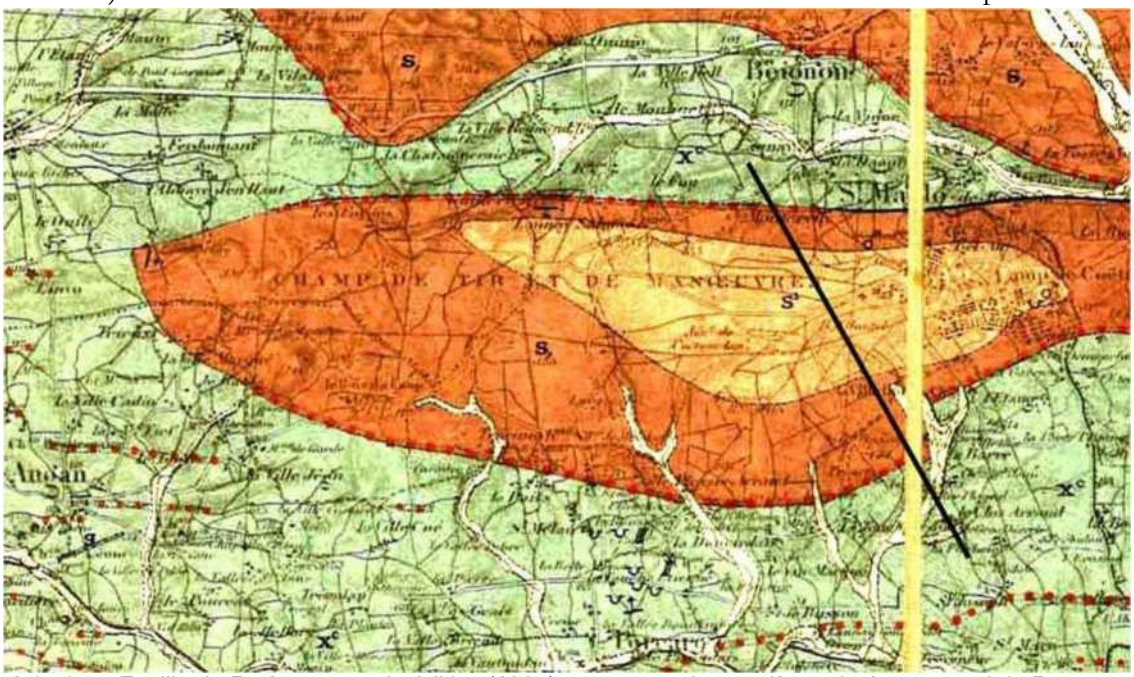
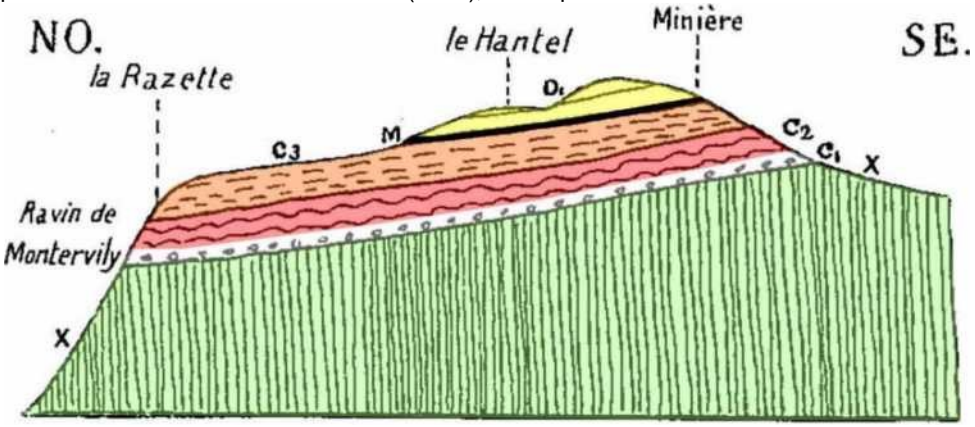
Encyclopédistes de Brocéliande : Sortie géologique n° 20 1/18 du **23 février 2018** (*Yves Quété*). *Autour et au Sud du camp de Coëtquidan* : RDV **9h 15, Parking « Madone des Motards »,** à Porcaro.



Cette sortie cerne le camp militaire de Coëtquidan, à proximité du contact des formations sédimentaires de la base du Paléozoïque (*faciès indiqués sur la carte géologique :* ***O2p, O2c, O2b, O2***) sur le Briovérien (*faciès indiqués sur la carte géologique :* ***b2/3$_{s/g}$, bp*** *- voir carte*, **ANNEXE 1**). La carte géologique actuelle (*voir la répartition des points de mesure de la géométrie des couches sédimentaires*) reflète l'absence d'observations situées à l'intérieur des limites du camp militaire.



Extrait, Carte géologique Feuille de **Redon** *seconde édition* (**1924**), remarquez les carrières situées au nord de Porcaro.



Coupe schématique N.O.-S.E. de la butte de Coëtquidan. X, Précambrien; c_1 conglomérat pourpré; c_2, schistes rouges compacts ; c_3, grès rosés et schistes rouges intercalés; *M,* minerai de 1er; o_1 grès armoricain

Kerforne F. (1908).

En **1908**, dans son article [1], F. Kerforne indique : « Coëtquidan est constitué par des schistes rouges cambriens presque horizontaux avec un léger pendage N.O, reposant en discordance sur des schistes précambriens en couches très redressées. Le Cambrien se termine par des intercalations de schistes rouges et de bancs gréseux quelques fois assez épais et rosés…Au-dessus de ces intercalations de schistes et de grès vient le minerai de fer puis quelques mètres de grès blancs à Tigillites ayant le même pendage que le Cambrien subordonné. Ces quelques mètres de grès peuvent être rapporté au grès armoricain ».

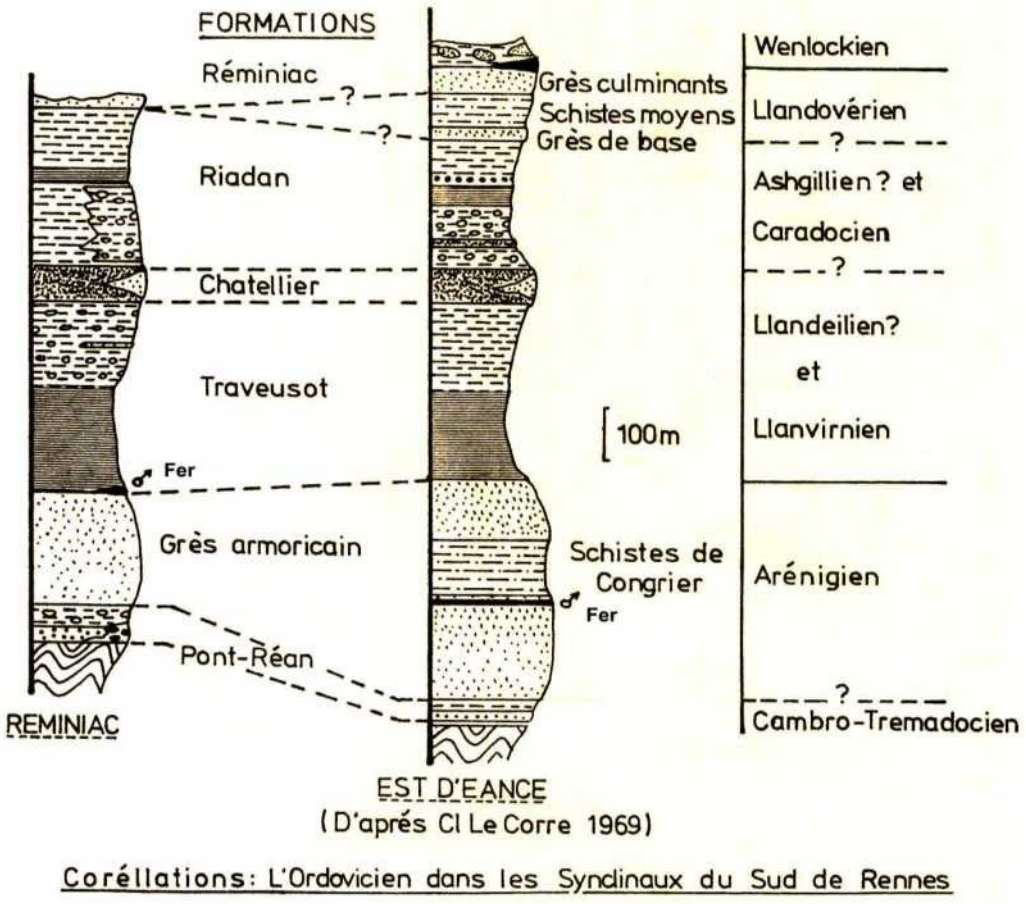
Les observations de F. Kerforne, faites suite à une visite du camp militaire, relative à l'alimentation en eau potable du camp *(inventaire des sources — creusement de tranchées pour reconnaitre la roche en place),* sont en l'état une référence

[1] KERFORNE **F.** (**1908**) - Note sur la géologie des environs de Coëtquidan. *Bull. Soc. géol. France,* 4e série, t. VIII, p. 375-381.

tout à fait opportune, pour notre visite d'aujourd'hui. Les faciès sédimentaires décrits par Kerforne : Briovérien à dominante silteuse, Paléozoïque : Série rouge (*conglomérat puis grès puis siltite*), minerai de fer, puis Grès armoricains, nous étant, au fil de nos pérégrinations, familiers.

Vis-à-vis de cette observation, *qui nous précède de 110 années ; sur place* on peut faire 3 remarques complémentaires:

.En **1921**, le Grès armoricain étant rapporté à l'Arénig, Kerforne précise « *Les couches communément rangées dans le Cambrien, appartiennent en réalité à l'ordovicien inférieur : Trémadoc ou Arénig* » [2].



Corélations: L'Ordovicien dans les Synclinaux du Sud de Rennes

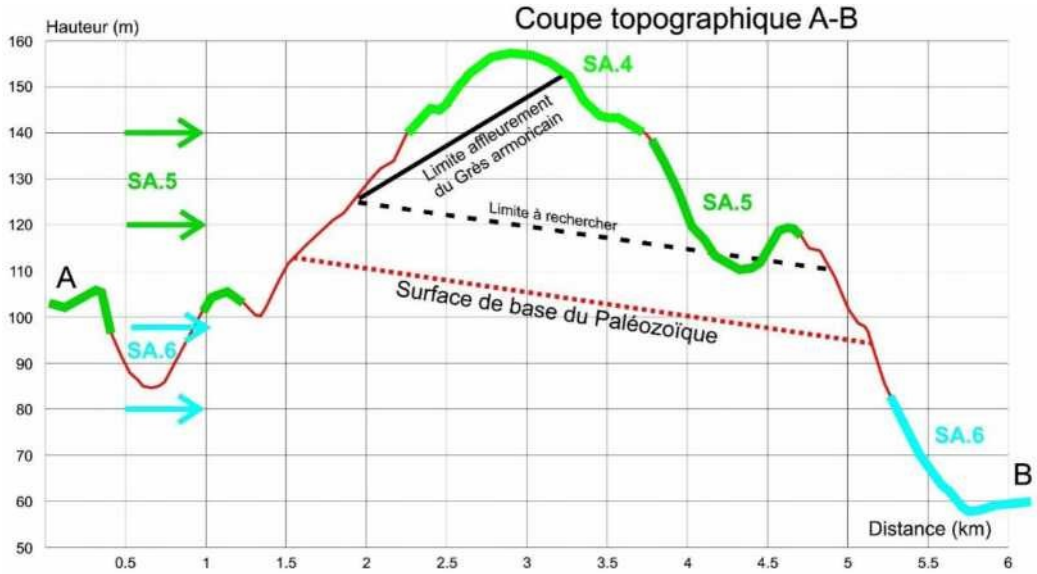
Quété Y. (1975)

. Le **minerai de fer**, représenté à Coëtquidan en **1908**, à la base du Grès armoricain, est aujourd'hui, plutôt placé à l'intérieur de cette formation gréseuse (*au-dessus du membre inférieur, lorsqu'il est épais* [3] , *en partie sommitale lorsqu'il est plus mince* [4]).

. La coupe schématique représentée par F. Kerforne, bien qu'il n'y ait pas d'échelle indiquant les hauteurs, montre une morphologie du terrain correspondant à « **butte témoin** » :

-Soit un bloc de bancs rocheux résistants (*le Paléozoïque*), isolé par l'érosion et entouré à son pied par des affleurements de niveaux inférieurs (*le Briovérien*), érodés car moins résistants.

[2] Cité par : Babin C., 2013. L'exploration géologique du Massif armoricain. Presse des Mines, Paris, 380 p, p.43.
[3] 400 à 500 m, Synclinaux du Sud de Rennes (*Cl. Le Corre 1969*).
[4] 200 m, Synclinal de Réminiac (*Y. Quété 1975*).

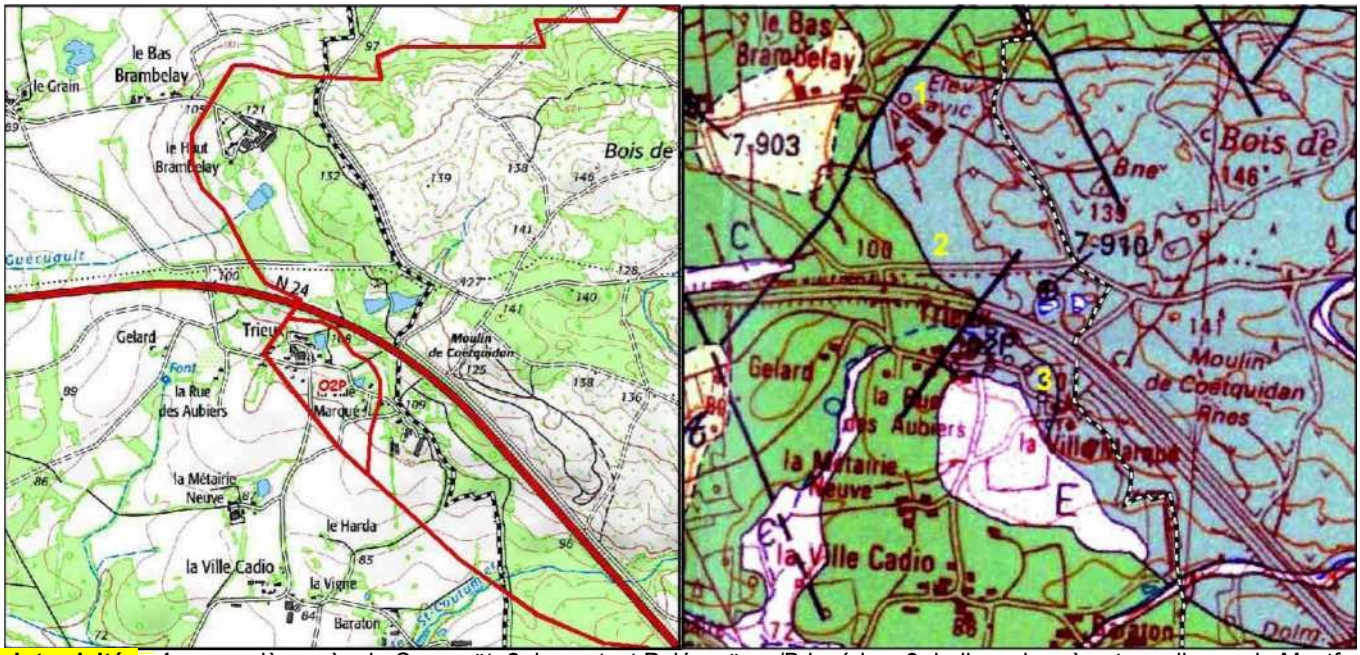


Coupe topographique - Affleurements indiqués par la carte géologique *(Ploërmel 2004 et Guer 2009)*
Profils des surfaces d'abrasion (*voir* **Annexe 2**).

La coupe géologique réalisée (voir tracé A-B : **Annexe 2**), montre que le profil de l'affleurement du Grès armoricain, n'est pas conforme avec celui du plan de la base du Paléozoïque[5].

► Les sites proposés...

▪ **Site n° 1** : AUGAN / ***Trieux- La Ville Marqué*** : **O2b** et **O2P / b3S** *(contact Paléozoïque /Briovérien).*



Points visités : **1-** ex carrière grès de Courouët, **2-** le contact Paléozoïque/Briovérien, **3-** indices de grès et poudingue de Montfort.

[5] La cartographie détaillée de ce territoire induit l'exploration du terrain militaire. Les auteurs des 2 feuilles géologiques *actuelles* ne précisent pas s'ils ont parcouru, ou non ce territoire, interdit au public, sauf autorisation spécifique, de l'***Office National Chasse Faune Sauvage***.

Le Bois de la Tourtelière (*antenne à 139 m NGF*) vue de l'Ouest.

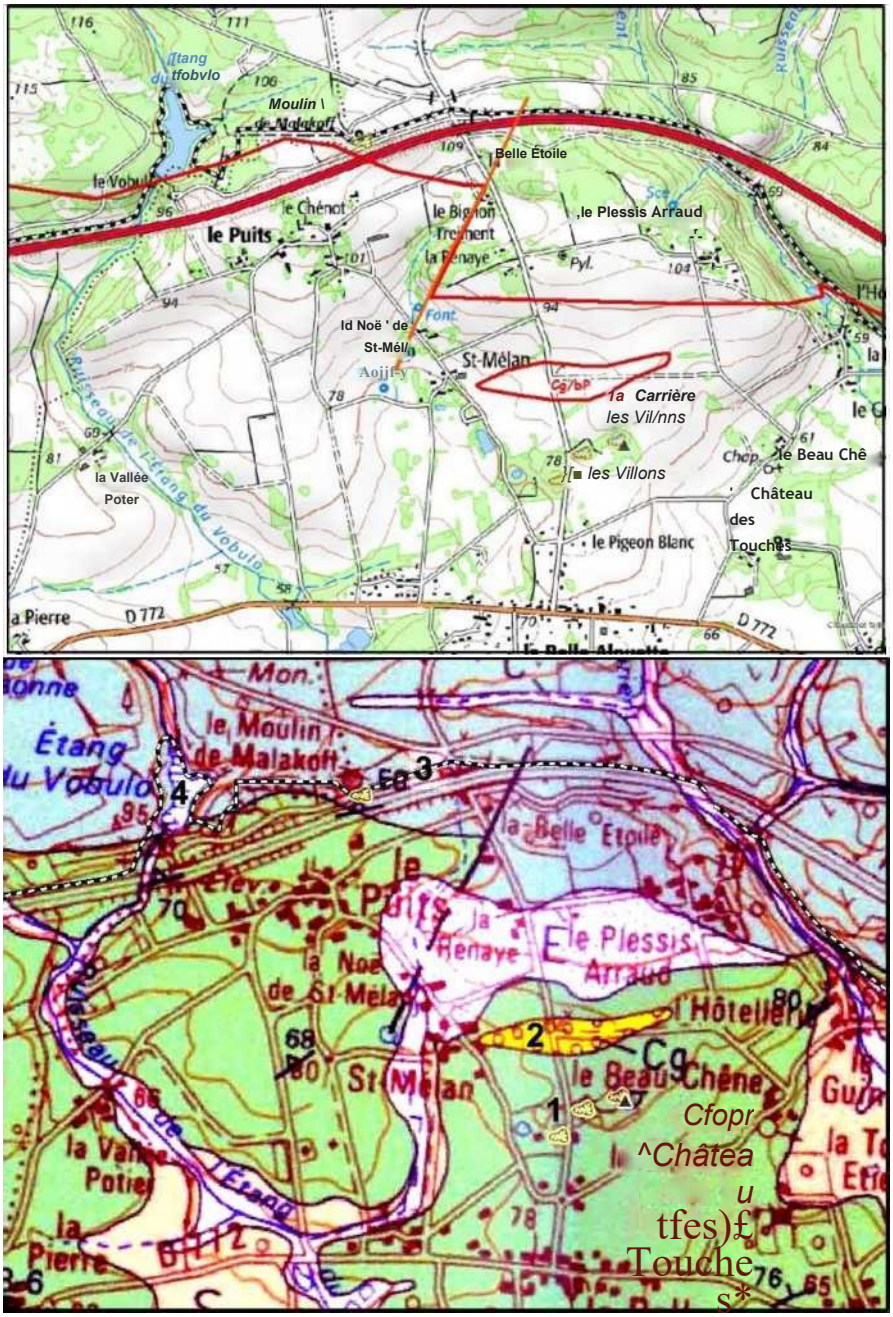
n° 1 - Bois du Haut-Brambelay : Ancienne carrière, fragments gréseux *(Grès de Courouët)*.

n° 2 - Le point « 100 » Contact du Paléozoïque - Affleurement de Dalles pourprées, dans le bois à gauche de la voiture *(tache blanche)* - Banc de siltite (*marteau posé sur S0*) sub-horizontal, notez le plan de schistosité (S1) penté vers le sud.

n° 3 - Trieux - La Ville Marqué Indices du Paléozoïque : Grès de Courouët et filons quartzeux - Poudingue de Montfort.

Ce site montre le contact Paléozoïque / Briovérien (*altitude ~ 110 m*) suivant un escarpement (*dénivelé ~ 40 m*) relativement adouci. A proximité du contact (*Poudingue de Montfort, Grès de Courouët, Dalles pourprées, le plus souvent en « pierres volantes »*), le Briovérien n'est pas affleurant.

▪ **Site n° 2 :** AUGAN-PORCARO / ***Villon/Beau chêne - Moulin de Malakoff*** : **O2b** / **b3S** et **Cg** *(contact Paléozoïque / Briovérien - anciennes ardoisières briovérien).*



° 1 Villon / Beau chêne : Anciennes ardoisières.

Site du Beau chêne : En haut, la carrière noyée, siltites : débit ardoisier, « stérile » : fragments ardoises.

° 2 Carrefour au calvaire : Poudingue de Gourin *(micro faciès)* en pierres volantes - **Calvaire :** Dalles pourprées à débit « ardoisier ».

A gauche : **Micro poudingue de Gourin** - A droite : détail du calvaire **Dalles pourprées ?**.

° 3- Moulin de Malakoff (ici A) - **n 4 Etang du Vobulo** (ici B) : Contact : O2B / b3S.

° 3- Dalles pourprées - Bancs peu pentés en direction du nord-est.

Crénulations verticales dans les dalles pourprées (*épaisseur du banc sur plan de schistosité - vues du haut : rotation dextre*).

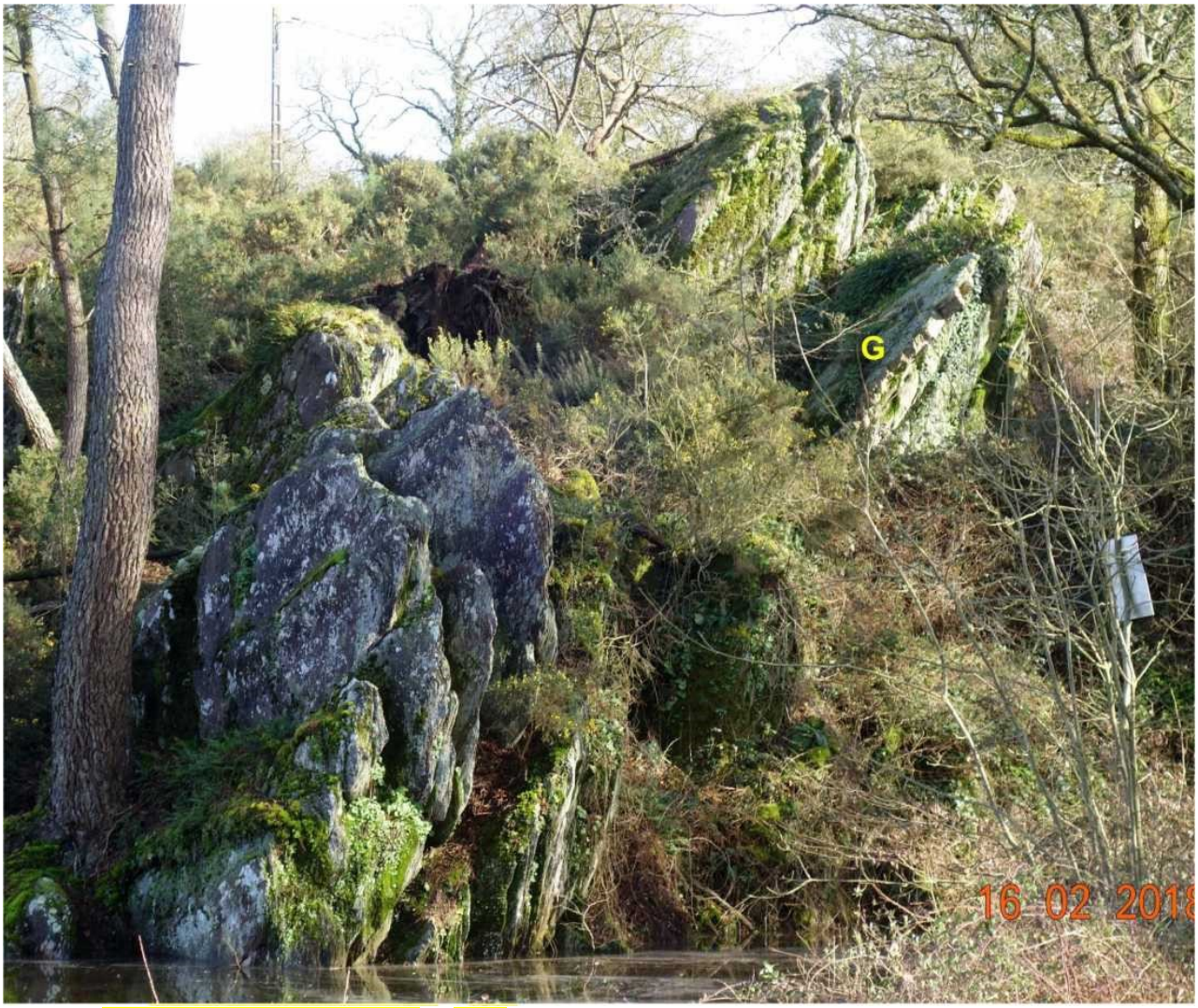
Figures d'érosion associées, vues de face et du dessus.

° 4 Etang du Vobulo (B) :

Site de l'Etang de Vobulo[6], à gauche : La digue

Le banc gréseux (*Grès de Courouët* ?) dans les Dalles pourprées

[6] Je remercie vivement ***Monsieur Michel RUAND*** (*Augan*) de permettre l'accès à son étang.



Les **bancs de Dalles pourprées** et **grès** (G) à pendage marqué vers le nord, vus de la rive ouest.

En rive ouest : **Dalles pourprées** (*bancs massifs moins pentés*), détail **niveaux gréseux décolorés**.

Détail : Dalles, bancs à **skolithes** (*terriers verticaux dans la couche sédimentaire*), en rive ouest.

Chaos rocheux, au pied de la digue de l'Etang (*Poudingue de Montfort à gros galets gréseux*).

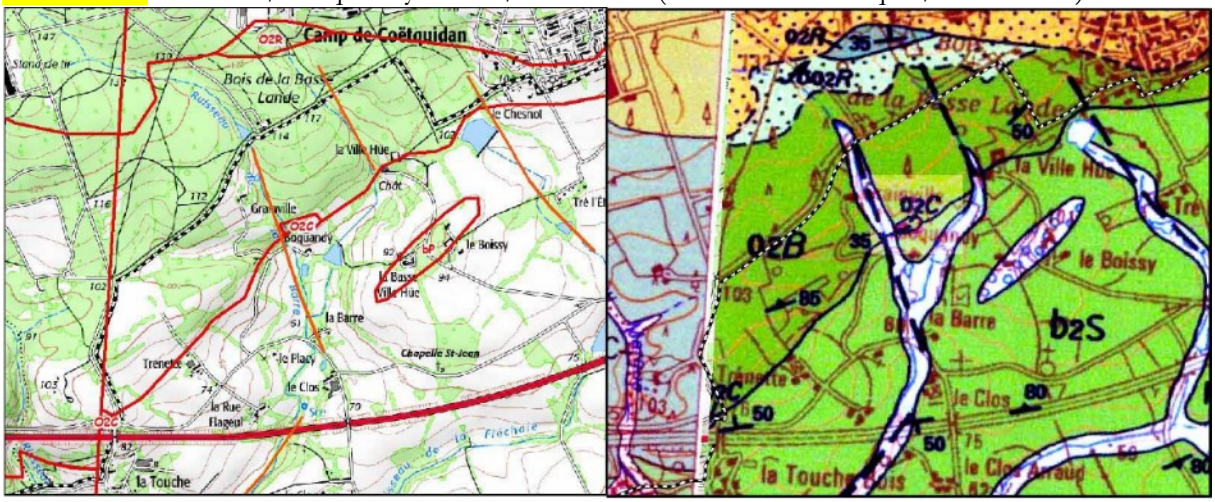
☛Le site « **Moulin de Malakoff / Etang du Vobulo** » est un site très accessible qui permet l'observation des faciès de la base du Paléozoïque (*Poudingue de Monfort, Grès de Courouët, Dalles Pourprées*) dans d'excellentes conditions.

Les variations locales du pendage des Dalles pourprées, leur schistosité « crénulés »[7] en bandes parallèles

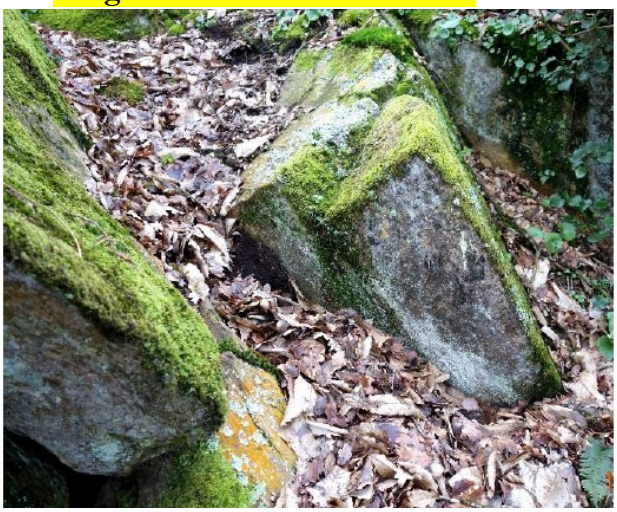
[7] Ces crénulations ont été vues, dans les siltites briovériens (*Sortie 17, du 25 août 2017 – Roc Saint André : Rive ouest de l'Oust*).

Restent maintenant, à trouver sur place, les affleurements du Briovérien, autres que les anciennes carrières ardoisières, vues précédemment (Villon / Beau chêne).

■ Site n° 3 : GUER / Boquandy : O2b / b2S et bP (contact Paléozoïque / Briovérien).



Les **Gorges du Ruisseau de la barre** : Arrêt au carrefour des routes vers Granville et vers Boquandy.

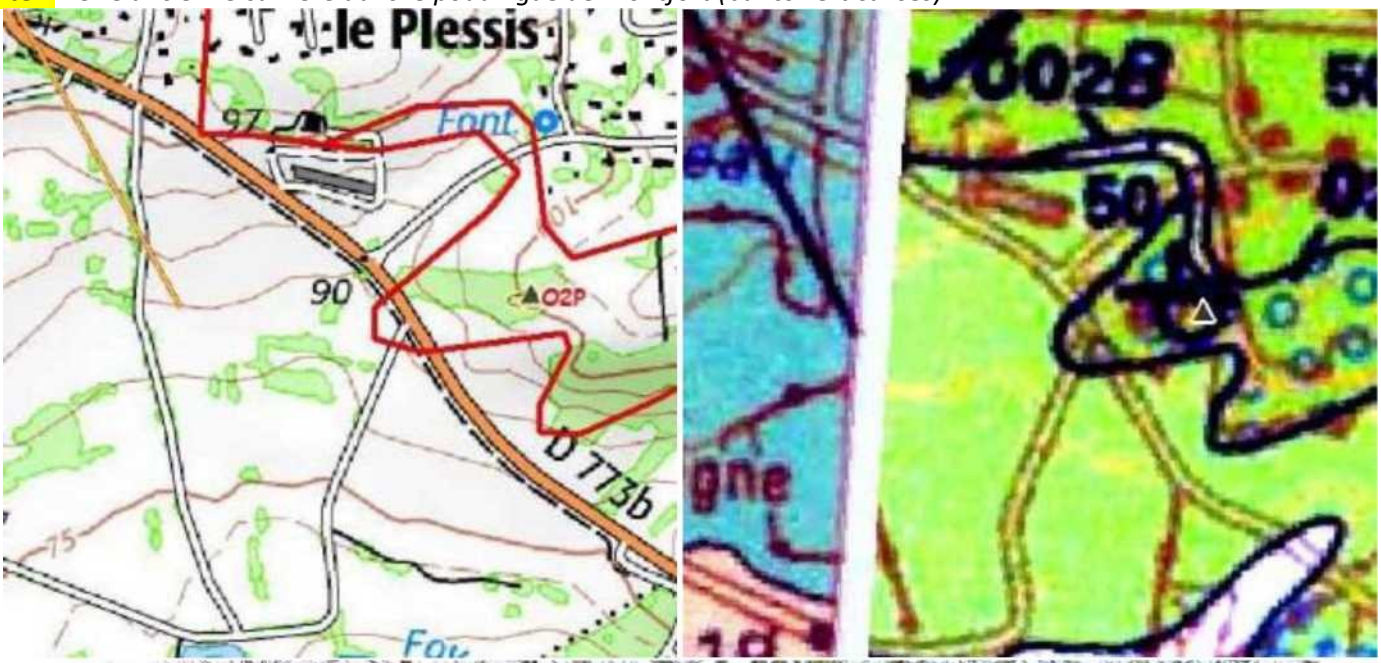


Détail des Dalles pourprées (*schistosité fine*) – Eboulis de pentes (E), au-dessus du Grès de Courouët[8] (G)

[8] O2C de la carte géologique, à prolonger plus à l'Ouest vers le carrefour.

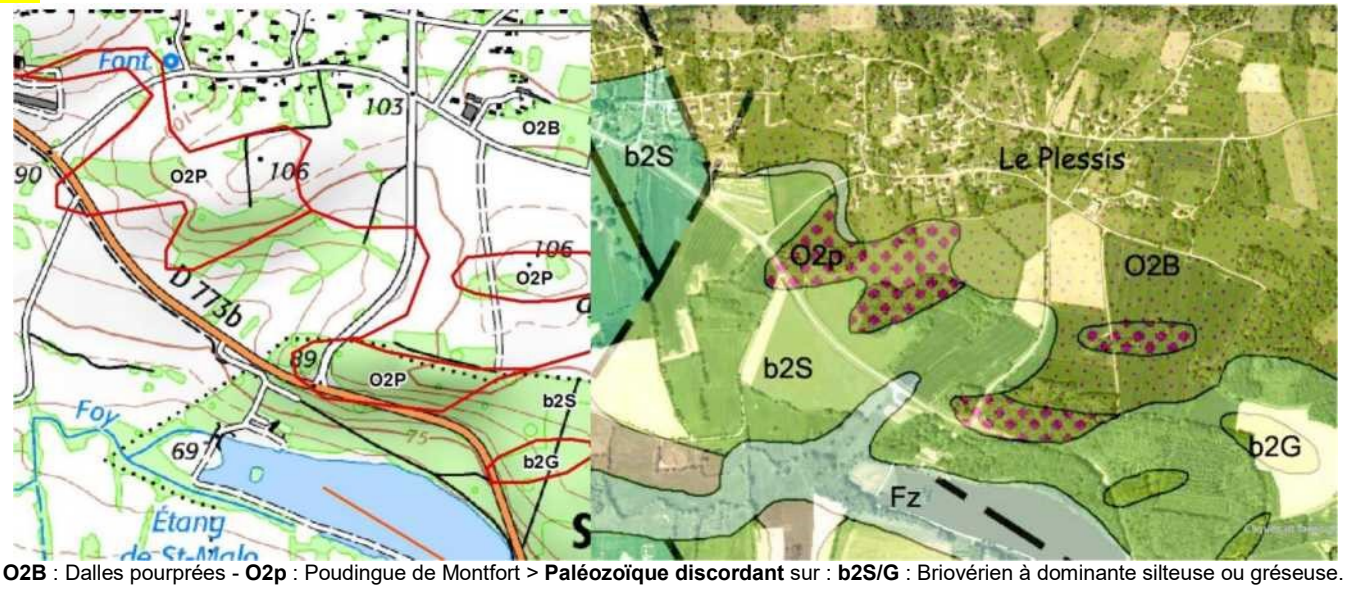
■ **Sites n° 4** et **5** : BEIGNON / Saint MALO de BEIGNON **/ Le Plessis au Sud : O2b** et **O2P / b2S** et **bP** (*contact Paléozoïque / Briovérien – anciennes carrières*).

-Site 4 : *Une ancienne carrière dans le poudingue de Montfort (bancs verticalisés) :*

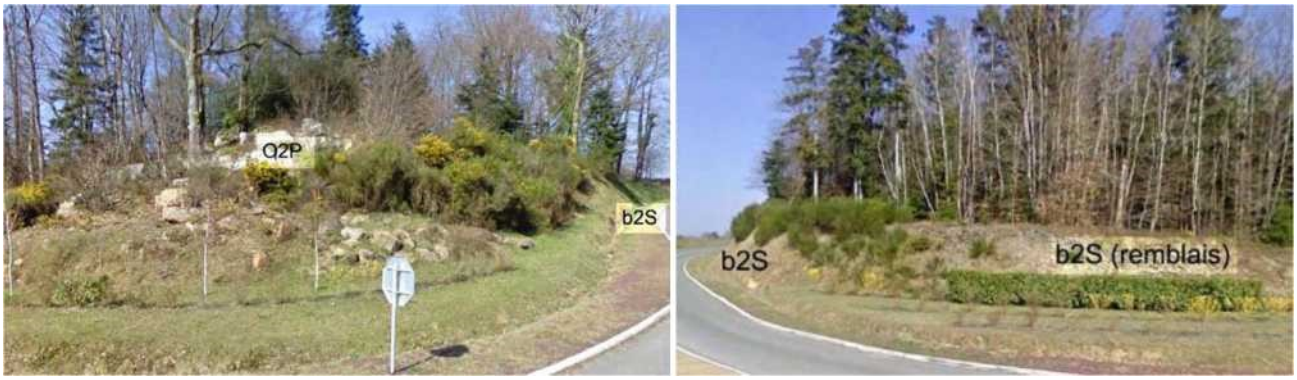


Carrière SW Le Plessis : *Bancs redressés de Poudingue de Montfort, à gros galets gréseux.*

-Site 5 : Le carrefour sur la D 773b :



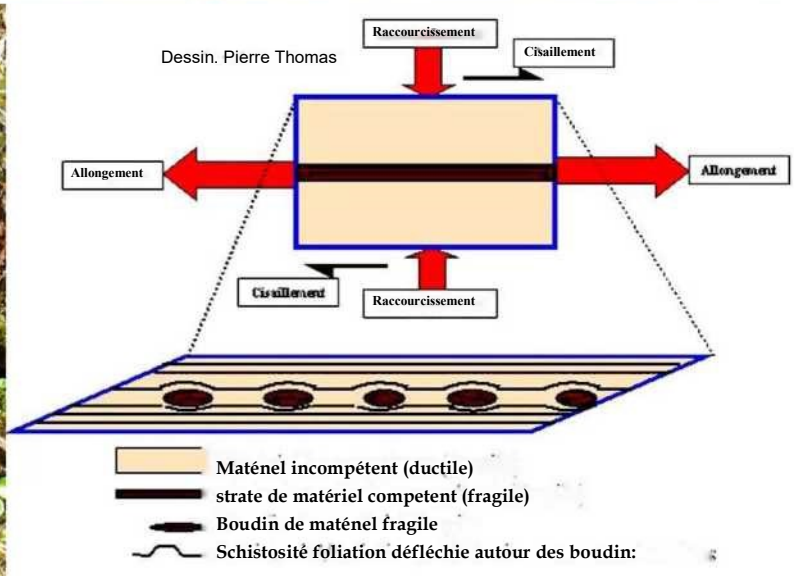
O2B : Dalles pourprées - **O2p** : Poudingue de Montfort > **Paléozoïque discordant** sur : **b2S/G** : Briovérien à dominante silteuse ou gréseuse.
Fz : Alluvions quaternaires.



Le contexte géologique, correspond au **contact du Paléozoïque** (***Poudingue de Montfort*** : *O2P*) **sur le Briovérien** (***siltites dominantes*** : *b2S*).

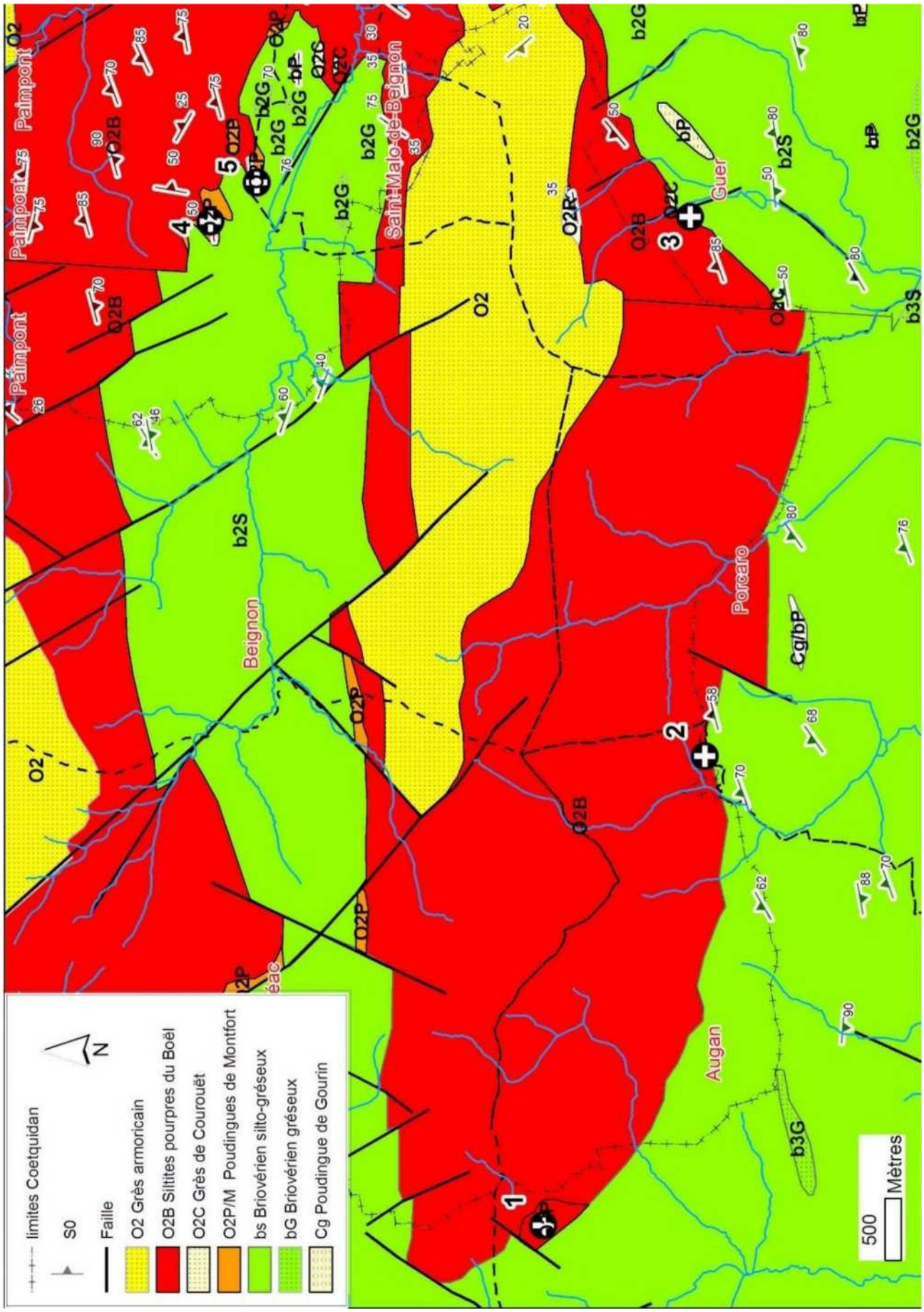
Le **Poudingue de Montfort** en bancs subhorizontaux - galets cm essentiellement gréseux, anguleux ou émoussés, classement ?

Filon de Quartz : *intra galet* à gauche, *extra* galet à droite, témoin pour le premier d'une orogenèse anté-paléozoïque et pour le second de l'orogenèse hercynienne.



Siltites (b2S) briovériennes - En haut : en plaquettes à débit ardoisier et bancs très pentés - En bas : « pseudo-galet ?», niveau gréseux (*induré, cassant*) étiré et écrasé dans le plan de la schistosité (*aplatissement / orogenèse hercynienne*).

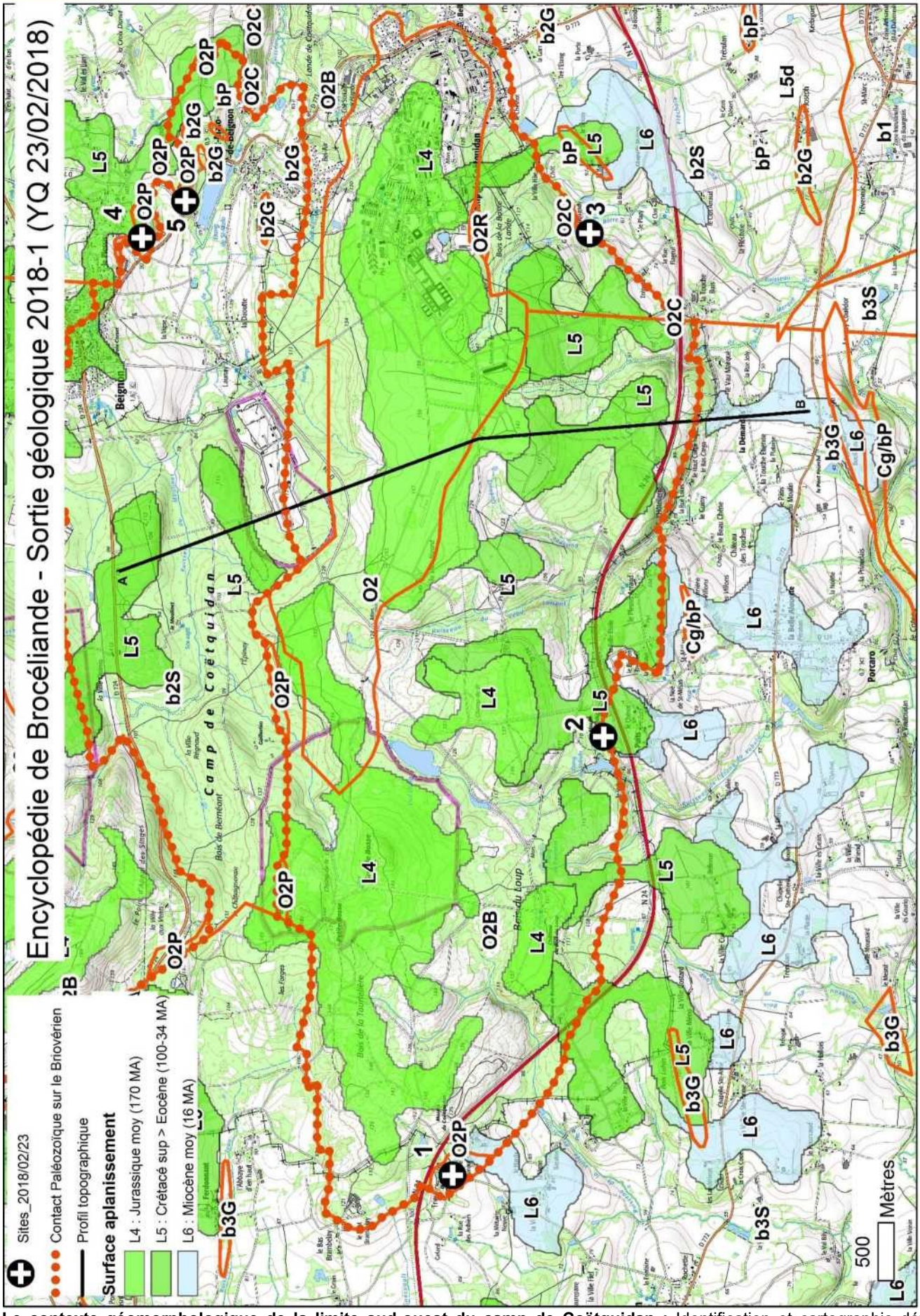
ANNEXE 1 : Contexte géologique.



Extraits Feuilles géologiques au 1/25.000 : **Ploërmel** (2004) et **Guer** (2009).

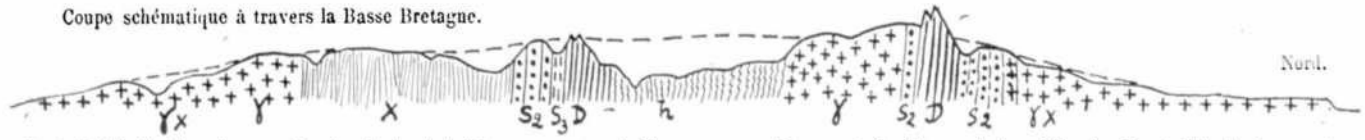
Notez le faible nombre de mesures de stratigraphie (S0) situées à l'intérieur des limites du camp de Coëtquidan.

ANNEXE 2 : Contexte morphologique - **Premier volet :** les ***surfaces d'abrasion*** (*pédiplaines*).



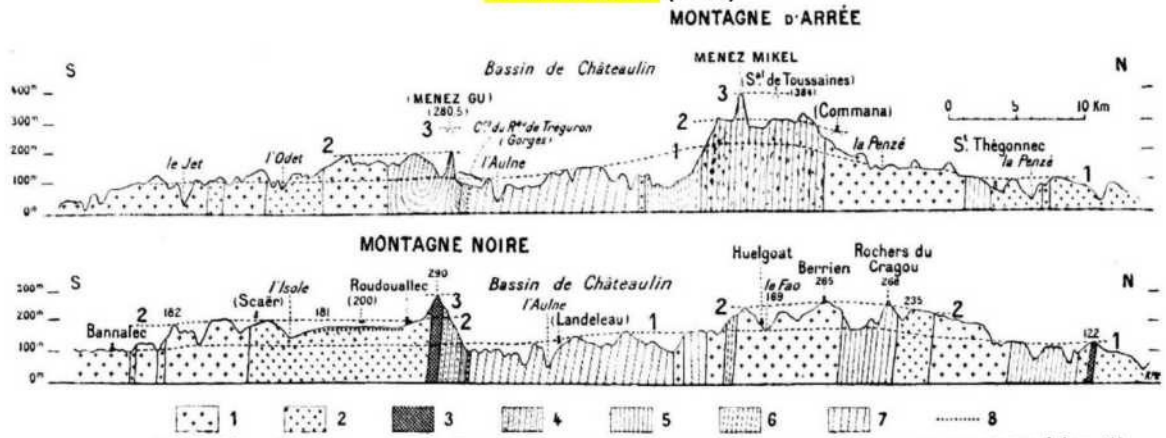
Le contexte géomorphologique de la limite sud-ouest du camp de Coëtquidan : Identification et cartographie détaillée des surfaces d'aplanissement (*d'après* ***Paul Bessin*** **2015**).

Le **relief du Massif armoricain** correspond à un socle aplani (*une pénéplaine*), postérieurement à l'orogenèse hercynienne, au *permo-trias*[9].



Le trait brisé indique la trace du plan de la pénéplaine, mettant en évidence son gauchissement, l'existence de la saillie des Monts d'Arrée à sa surface, son ravinement dans la zone schisteuse de Châteaulin, sa conservation anormale dans le plateau schisteux de Scaër. — γ, Granite ; γx, Roches cristallophylliennes; x, Schistes précambriens ; S_2, Grès armoricain ; S_3, Schistes d'Angers ; D, Dalles de Plougastel ; h, Schistes de Châteaulin.

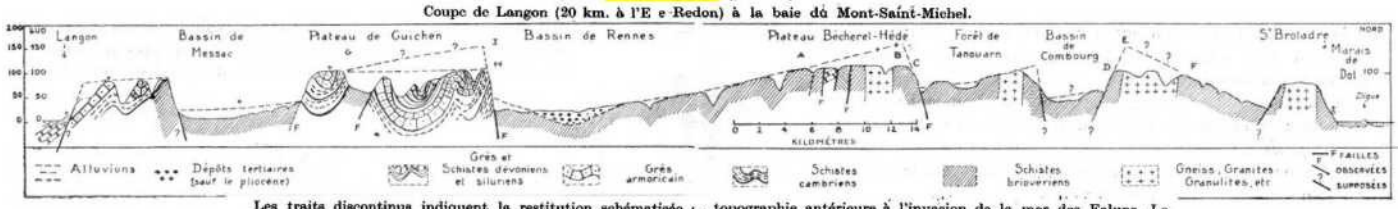
De Martonne E. (1906)



COUPES NORD-SUD A TRAVERS LA BRETAGNE OCCIDENTALE, MONTRANT LES TROIS PLATES-FORMES DU LÉON (1), DE SAINTE-MARIE-DU-MENEZ-HOM (2), D'ARRÉE (3), ET LEURS DÉFORMATIONS.

1, Granite et roches cristallophyliennes. — 2, Schistes briovériens. — 3, Grès armoricains. — 4, Schistes d'Angers et schistes et grès de Camaret. — 5, Schistes et grès de Plougastel. — 6, Schistes et calcaires de Nehon. — 7, Schistes ardoisiers carbonifériens. — 8, Couverture de cailloux argileux (entre l'Isole et Roudouallec). — Échelle des longueurs, 1 : 500 000 ; hauteurs exagérées vingt fois. — Les tracés en traits interrompus se rapportent à des lieux situés au voisinage du plan de coupe.

Musset R. (1928)



Les traits discontinus indiquent la restitution schématisée de la topographie antérieure à l'invasion de la mer des Faluns. Le signe + indique la position des dépôts tertiaires qui, sans être situés sur le tracé exact de la coupe, occupent une position topographique analogue à celle de l'emplacement au-dessus duquel ils sont marqués.

Meynier A. (1947).

Les géographes [10] ont reconnu dès le début du 20ème siècle à l'ouest, puis au centre du Massif armoricain, la présence de **plateaux**, qu'ils ont assimilés à des **surfaces d'aplanissement**, déformées après leur façonnage :

. Le « pionnier » : **De Martonne** (**1906**) décrit une pénéplaine, témoin d'un aplanissement durant le Mésozoïque, ensuite déformée *(« gauchissement » de la pénéplaine)* : « *Un axe de soulèvement maximum passe par le Finistère de Morlaix à Rosporden, jalonné par les hauteurs les plus sauvages de la Bretagne intérieure. La Vilaine de Redon à Rennes, l' Ille et la Rance marquent a peu près la direction un axe de moindre soulèvement* ». « *Les soulèvements épeirogéniques crétacé et tertiaire raniment l'érosion et déterminent un rajeunissement du relief, suivant que le gauchissement été plus ou moins fort l'ancienne pénéplaine a été plus ou moins respectée mais partout les reliefs sont donnés par les bancs de roches dures quelle que soit la tectonique. La seule trace laissée par les anciens plissements est l'orientation des reliefs.* »

. **Musset** (**1928**), ajoute quelques précisions à l'article de De Martonne (1906), il reconnait 3 surfaces parallèles emboitées (*De haut en bas* : *Arrée : 280 m, Sainte Marie du Menez Hom : 200 m, Léon : 110-120 m*), qui dessinent un bombement à grand rayon de courbure. Il constate que ces plateformes sont séparées par des altitudes constantes et en déduit qu'elles ont été ensuite (*crétacé et tertiaire*) ensembles, déformées.

. **Meynier** (1947) envisage, le rôle complémentaire de rejeux tectoniques (*graben et hémi/demi graben*), provoquant des ajustements verticaux et basculements de tronçons de surfaces d'aplanissement. Cet auteur

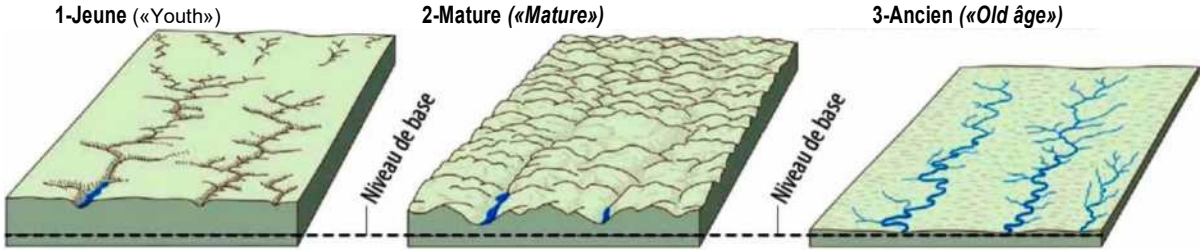
[9] Soit la période située entre 299 et 201 Ma.

[10] Emmanuel De Martonne (1873-1955), René Musset (1881-1977), André Meynier (1901-1983) en particulier.

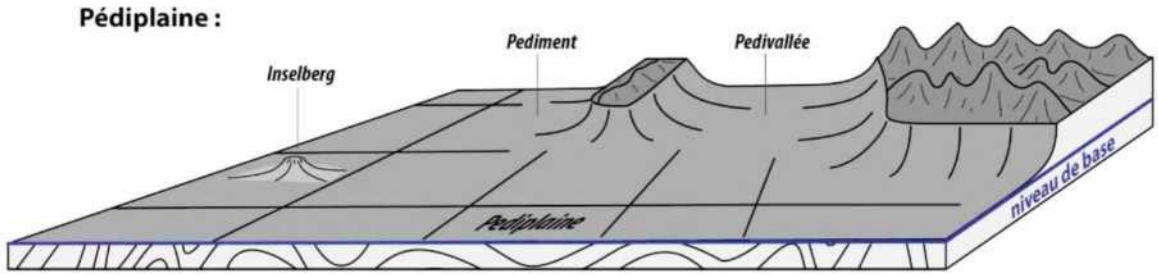
indique que la mer des faluns (*Miocène moyen* : *16 à 12 MA*), qui recouvre ces structures, permet de les dater « *à postériori* ».

La carte présentée en tête de cette annexe, traduit le travail le plus récent, effectué en **2015** par **Paul Bessin** [11]. Cet auteur a inventorié, à l'échelle du Massif armoricain, les **surfaces d'aplanissement**.

Les **surfaces d'aplanissement** (*appelées aussi* **pénéplaines** ou **pédiplaines**) représentent des ***paléo surfaces***, indices de l'évolution ultime de domaines exondés parcourus par des réseaux hydrographiques et soumis à l'érosion.

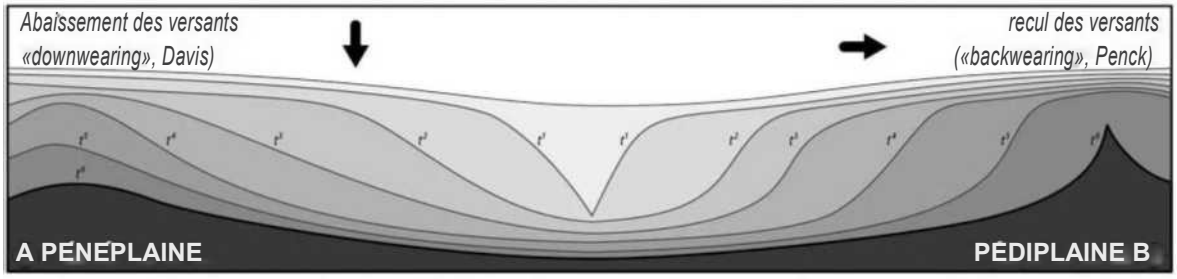


Blocs-diagramme des trois stades d'évolution d'un paysage du cycle d'érosion de Davis (1899) en réponse à une variation du niveau de base (surrection) : 1 - Jeune - le relief est incisé par les rivières avec occurrence de vallées en V et de vaste zones mal drainées entre les différents drains, le relief relatif maximum est atteint en fin de stade ; 2 - Mature - Le réseau de drainage est bien ramifié, entraînant l'érosion des versants, le relief relatif décroit progressivement ; 3 - Ancien - Le paysage est complètement nivelé quasiment jusqu'au niveau de base, c'est la pénéplaine, les rivières présentent de larges plaine d'inondation et des cours méandriformes (modifié d'après Huggett, 2011).



Bessin P. (2015) : Elaboration des Pénéplaine / Pédiplaine - Caractéristiques morphologiques.

.Les **pédiplaines** désignent, des surfaces planes issues de l'érosion ultime des reliefs, le réseau hydrographique proche de la cote du niveau de base (*le niveau marin exutoire*) n'est plus alors, en capacité d'éroder les reliefs et de transporter les sédiments produits. Ces surfaces aplanies peuvent présenter des irrégularités sous la forme de collines résiduelles (*inselberg*) :



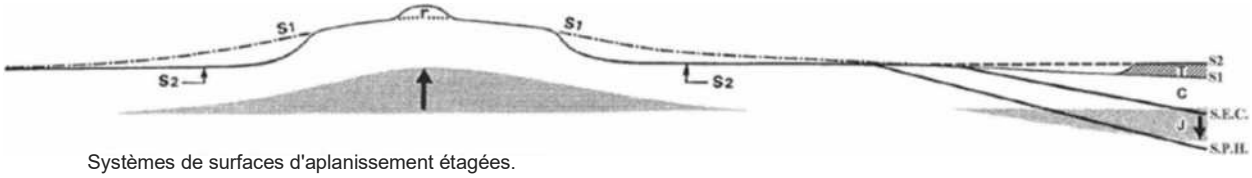
Coupes schématiques représentant l'évolution des versants dans le cas d'un processus d'abaissement des versants (A) de Davis (1899 - pénéplanation) et de recul des versants (B) de Penck (1924 - pédiplanation)

.Concernant leur genèse, certains auteurs (*par exemple* : ***Davis 1899***) distinguent un processus où les interfluves sont progressivement abaissés au fur et à mesure de l'incision des rivières (*downwearing*). D'autres auteurs (*par exemple* : ***Penk 1924***) privilégient plutôt un enfoncement vertical rapide, des lits des rivières, qui se prolonge ensuite latéralement par le recul des versants (*backwearing*). La limite d'une pédiplaine peut ainsi se marquer par un escarpement (*knickpoint*), entamant le relief amont. [11]

[11] Bessin Paul, 2015. Évolution géomorphologique du Massif armoricain depuis 200 Ma: approche terre-mer. Mémoire de Géosciences Rennes, 151, 327p.

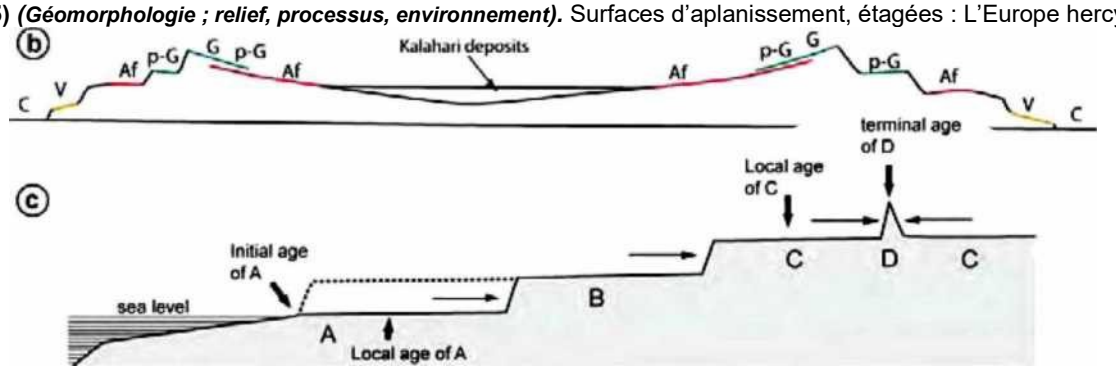
Les **pédiplaines** occupent généralement de grandes surfaces *(**100 à 10 000 km²**),* leur profil longitudinal est plutôt concave, les pentes sont très faibles en aval (***0.0001 à 1 %***) et augmentent en partie amont (***1 à 15 %***). Au stade final d'évolution du relief, les rivières dessinent un réseau étroit (***1 à 10 m de large***), sans incision significative (***< 1m***).

Sur le terrain, les **surfaces d'aplanissement** constituent généralement des ensembles emboités, indices des mouvements successifs de continents, alternativement émergés (*état en érosion*) ou immergés (*état en*



Systèmes de surfaces d'aplanissement étagées.
Schéma interprétatif des surfaces étagées de l'Europe hercynienne occidentale et centrale (d'après Klein. 1993. redessiné). Déformation en dôme d'une surface d'âge paléogène (S1) et à pédimentation au cours de l'Eocène supérieur - Oligocène inférieur à la périphérie de l'aire soulevée. Les produits de la pédimentation (Sidérolithique de transport) fossilisent les parties déprimées de S1. SPH : surface post-hercynienne ; SEC : surface éocrétacée ; S1 : surface éotertiaire, avec reliefs résiduels r ; S2 : surface mésotertiaire ; J : terrains jurassiques ; C : terrains crétacés ; T : terrains tertiaires. Grisé : aires de soulèvement et aires d'affaissement conjuguées (cas où l'évolution géomorphologique s'est effectuée en régime endoréique).

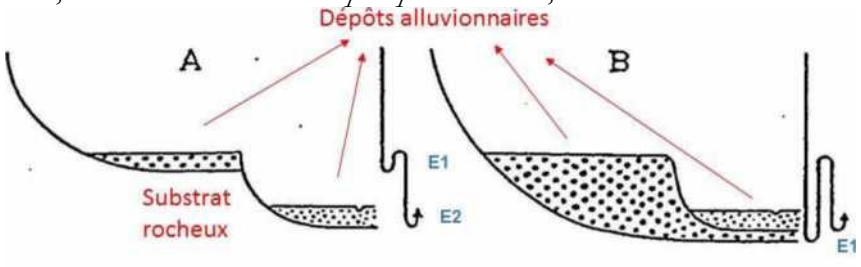
Peulvast (2005) ***(Géomorphologie ; relief, processus, environnement).*** Surfaces d'aplanissement, étagées : L'Europe hercynienne.



Morphologie et évolution du continent africain selon King (1950; 1962). Chronologie des surfaces d'aplanissement. La plus ancienne de ces surfaces est appelée Gondwana car elle précéderait le fractionnement de ce continent.
(b) Coupe schématique de l'Afrique du Sud montrant les surfaces d'aplanissement :
Gondwana (G), post-Gondwana (p-G), Africaine (Af), Victoria (V) et Congo (C).
(c) Représentation de ces surfaces d'aplanissement continentales (Summerfield, 1991).
Cette théorie implique le recul d'escarpements d'extension continentale en réponse à des soulèvements épisodiques. L'âge des surfaces augmente donc avec leur altitude (de A à D).

Grimaud (2014) : Surfaces d'aplanissement, étagées en Afrique de l'ouest[12]

☛Ces formes de relief, se retrouvent aussi à « *plus petite échelle* », dans le cadre des **terrasses fluviatiles** :



Terrasse étagée (A) et terrasse emboîtée (B)-Derruau (1996).

↓Etat en érosion : Incisions successives de la topographie par la rivière (EI puisE2).

↓Etat en sédimentation :
Climatique : Flux de matière apporté par le cours d'eau.
Eustatique : Remontée du niveau marin.

Terrasses fluviatiles - ici 2 niveaux d'incision successifs : E1 puis E2.

.Pour **Stéphane Bonnet** (1988 [13]) qui a étudié, le contexte des réseaux hydrographiques bretons, les *«dépôts sédimentaires associés aux terrasses sont de type « climatique » car ils interviennent sur une période très courte, lors d'un*

[12] GRIMAUD J.-L. (2014) Dynamique long-terme de l'érosion en contexte cratonique : l'Afrique de l'Ouest depuis l'Eocène. Thèse Université de Toulouse, 300 p.
[13] BONNET S. (1998). Tectonique et dynamique du relief : le socle armoricain au Pléistocène. Doctorat de l'Université de Rennes I, Mémoire de Géosciences Rennes, 352p.

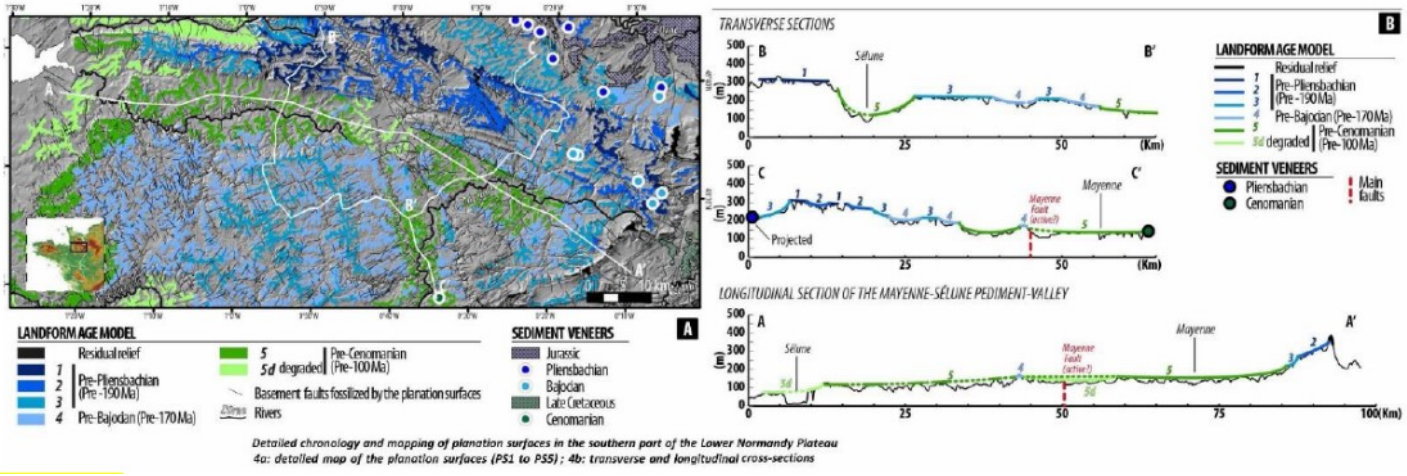
changement climatique ». « *L'augmentation des précipitations et la fonte du pergélisol* (*au Quaternaire : Réchauffement climatique des interstades et des interglaciaires*) provoquent des écoulements massifs et brutaux, soliflués[14] en bas de pente.

Ces apports, sont ensuite du fait de l'augmentation du débit des cours d'eau, transportés plus en aval, via un réseau hydrographique adapté (*réseau de rivière en tresse : dépôts de sables et graviers à litage oblique*).

Dans le cas de la Vilaine, la mise en place des écoulements de masse, déposés sur les terrasses (*variations glacio-eustatiques à haute fréquence* ***~ 10 ⁴ ans***), est non corrélée aux phases d'incision du socle (*la terrasse sensu lato*).

A l'échelle des **terrasses**, l'incision du socle rocheux implique des variations du niveau de base, de fréquence beaucoup plus longue (***10 ³ à 10 ⁶ans***). **S. Bonnet**, relie ces variations à des rejeux de faille (*Ex. la Faille de Pont-Réan recoupant à angle droit le cours de la Vilaine*).

A l'échelle des surfaces d'aplanissement, l'emboitement/étagement de ces pédiplaines, marque des variations du niveau de base suivant des mouvements de grande longueur d'onde, à l'échelle de cratons.



Detailed chronology and mapping of planation surfaces in the southern part of the Lower Normandy Plateau
4a: detailed map of the planation surfaces (PS1 to PS5) ; 4b: transverse and longitudinal cross-sections

Bessin P. (2015) : ***Identification des surfaces d'aplanissement à terre*** : Ex le **Plateau de Basse Normandie**. Etagement topographique 1>2>3>4>5 image de leur ancienneté : 1-2-3 : avant Pliensbachien ***(191 MA** : Jurassique inférieur)* - 4 : avant Bajocien ***(170 MA** : Jurassique moyen)* - 5 : avant Cénomanien (***100 MA** : Crétacé supérieur).*[15]

Sur les parties émergée et immergée du Massif armoricain, **Paul Bessin** a établi un inventaire et une chronologie relative des surfaces d'aplanissements (*voir les méthodes utilisées p. 27*).

- Les âges stratigraphiques (**âge maximal**) calant ces surfaces d'aplanissement, sont établis quand des sédiments recouvrent et scellent ces surfaces.

Dans d'autres cas, une surface d'abrasion peut recouper à la fois un secteur en aplanissement du socle et un secteur en accumulation de sédiments discordants. Ceci définit une **surface polygénique**. L'âge des sédiments caractérisant un **âge minimal** de la surface polygénique.

Schéma d'une **surface polygénique**.

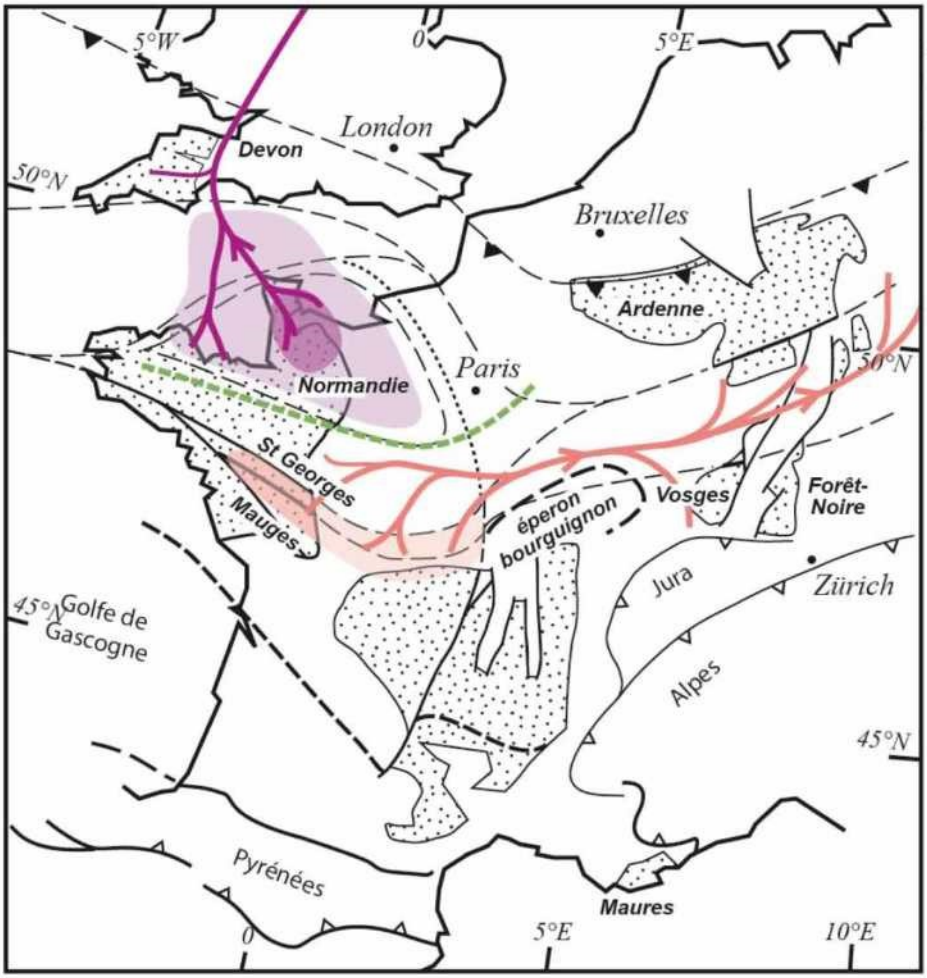
Durant le ***Mésozoïque / Cénozoïque***, postérieurement à l'orogenèse hercynienne, il a été reconnu 3 époques, où le Massif armoricain a été assimilé à une ***surface émergée***, montrant des indices d'***altération atmosphérique*** et/ou d'***érosion*** :

[14] Ces dépôts sont des conglomérats à galets non jointifs (matrice : graviers non classés et sable grossier).

[15] Sur les profils topographiques, du fait de l'incision des cours d'eau en place, les cotes (*à minima*) des surfaces d'aplanissement emboitées, figurées sur ces profils, correspondent pour chacune d'elles, aux points placés les plus hauts.

■ **Emersion 1**, A la fin du **Trias inférieur (*247 Ma*) :**

En domaine ouest européen, l'histoire de la chaine hercynienne se traduit par un effondrement gravitaire [16] [17], qui dure jusqu'au **Permo-Trias**. Durant cette période le relief de la chaine hercynienne était bien aplani (*tectonique extensive et/ou érosion* ?).



Reconstitution des réseaux hydrographiques à la fin du Trias inférieur. Le Massif armoricain constitue alors un relief en cours d'érosion, qui alimente des formations fluviatiles dans le Devon (« Budleigh Salterton Pebble Bed ») et dans les Vosges (« Conglomérat Principal »). Une ligne de partage des eaux (tireté vert) sépare les deux bassins versants.

Ballèvre M. (2016) [17] Le Massif armoricain est ici séparé en 2 bassins versants à drainage Nord et Est.

.Sur cette carte, le secteur de Brocéliande, constituait une des sources sédimentaires du Trias inférieur [18] limitant à l'ouest, le Bassin parisien, sous la forme de conglomérat et surtout de sédiments gréseux, (***Grès vosgiens*** jusqu'au ***Grès à Voltzia*** [19]).

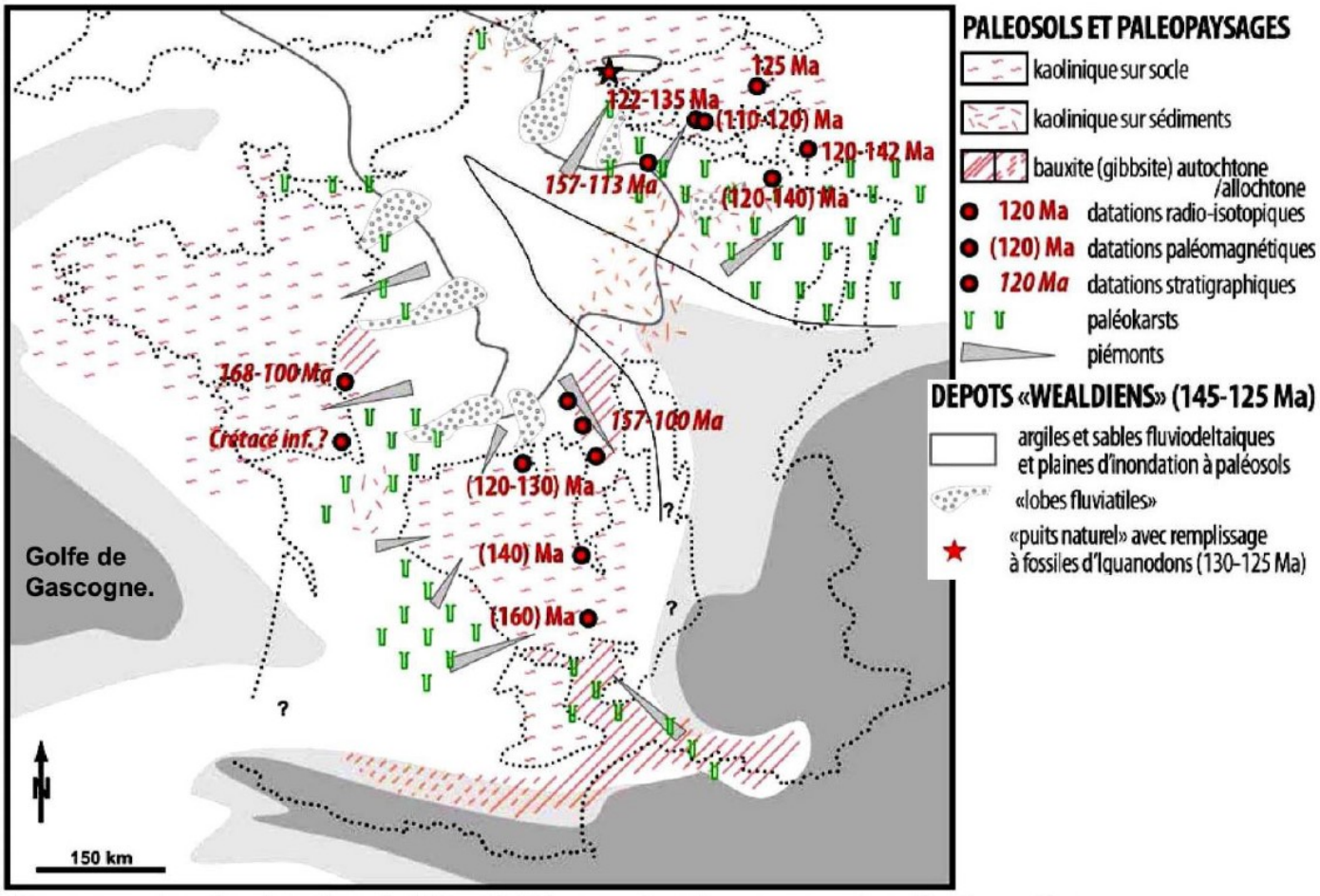
[16] En fin d'orogenèse au maximum de l'épaississement crustal (*entrainement en profondeur des éléments de croute continentale plissée et fracturée),* les forces tectoniques diminuent et sont relayées par la force gravitaire *(densité en profondeur 3.3 - densité de la croute enfoncée 2.7*) qui remonte puis étale latéralement, les éléments de la croute terrestre.

[17] Géochronique n° 140, décembre 2016 « Une histoire géologique du Massif armoricain » -coédition SGF-brgm.

[18] *Trias inférieur ou Buntsandstein* ***252 à 201 Ma.***

[19] Les bancs gréseux correspondent au dépôt d'une crue d'une plaine alluviale. Les intercalations argileuses ont livré des fossiles bien conservés d'animaux aquatiques ainsi qu'une faune et flore, terrestres peuplant un ancien delta. La végétation dominante était constituée par des conifères (*Voltzia qui ne dépassait guère la taille d'un arbuste*).

■ **Emersion 2,** au **Crétacé inférieur** (**145-129 Ma**) :



Occurrences de paléo-altérations du Crétacé inférieur représentées sur une carte paléogéographique de la France et de la Belgique pour l'intervalle Bérriasien - Barrémien

Bessin P. (2015)

A cette période, l'ouverture du Golfe de Gascogne (*rift intra cratonique*) place le Massif armoricain en position de relief (*épaulement nord du rift*) dont l'érosion alimente les sédiments « Wealdiens » du Bassin parisien :

.Cette émersion initie dans le Bassin parisien, la mise en place d'un milieu sédimentaire terrigène en environnement épicontinental (*deltas et plaines côtières*).

.Les massifs anciens périphériques (*Massif armoricain, Massif central, Massif des Ardennes Braband*), montrent une altération de type « *kaolinique sur socle* [20]», qui traduit des conditions climatiques subtropicales à tropicales.

D'autres indices [20] [21] démontrent la présence d'altérites sous les sédiments Albien (*limite haute du Crétacé inférieur : **113-100 Ma***).

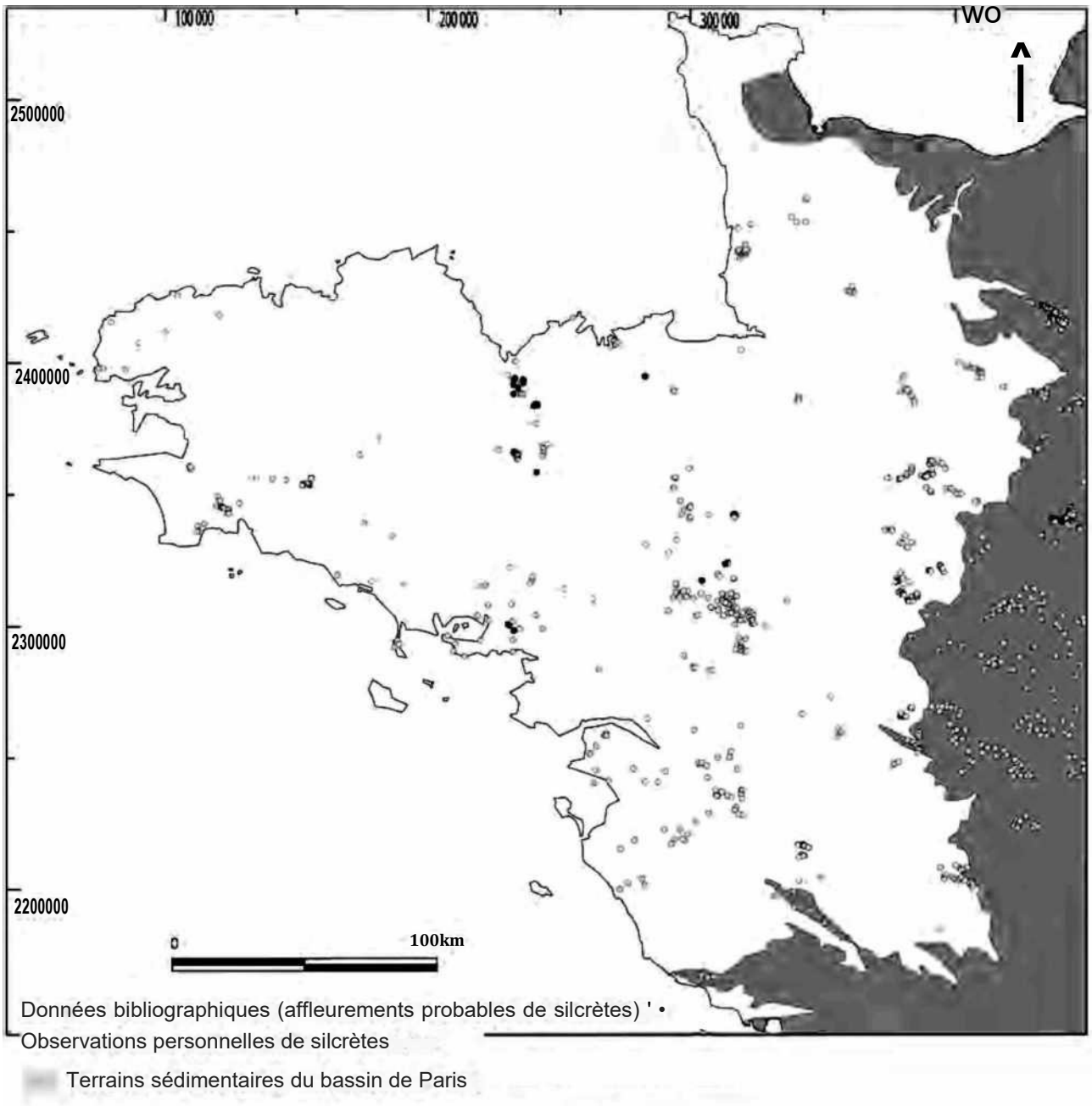
■ **Emersion 3,** à l' **Eocène** (le « *Flambage Pyrénéen* » : ***60-40 MO)*** :

La limite **mésozoïque / cénozoïque** se caractérise à l'échelle de l'Europe occidentale par un mouvement de déformation de la lithosphère, à grande longueur d'onde. Ce gauchissement de faible amplitude altitudinale (*Sur le Massif armoricain, durant le paléocène, la paléo altitude a été évaluée entre 250 et 300 m* [22]), est relié à une compression nord-sud, reliée au mouvement de convergence des plaques « Afrique » et « Eurasie ».

[20] Socle antépaléozoïque.

[21] Forage profond (*Penma*) sur la bordure du plateau continental sud-armoricain.

[22] Concernant cette cote, une incertitude est reliée à l'évaluation/prise en compte de la couche d'altérite épaisse à cette époq ue, et qui est aujourd'hui très largement érodée.



Localisation des affleurements de grès èocènes (grès ladères, grès à Sabals, silcrètes)

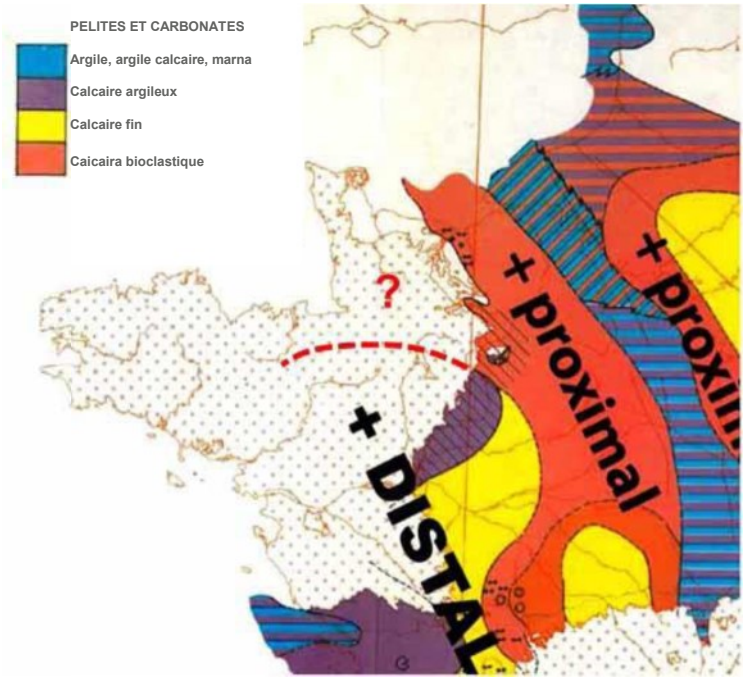
N. Brault (2002) [23]

> Les silcrètes [23] [24] qui parsèment le Massif armoricain, permettent d'y reconnaître la « ***surface éocène*** » :
>
> **.Nicolas Brault (2002)** indique « *que les latérites et les silcrètes qui recouvrent, en partie, le Massif armoricain ont un âge compris entre la fin du Crétacé et l'Eocène supérieur. Par analogie, sur la partie occidentale du bassin de Paris, les silicifications pédologiques scellent une surface particulière qualifiée d'éocène, qui apparaît vers 100 m d'altitude* ».

Les géologues supposent que la limite cartographique séparant à l'est, le Massif armoricain du Bassin parisien (*le socle armoricain et sa couverture mésozoïque*), correspond à une limite de **processus érosif** qui tronquent la couverture mésozoïque (*transgressions marines du Jurassique moyen et du Crétacé supérieur*) qui était vraisemblablement plus étendue vers l'ouest :

[23] BRAULT N. (2002) - Ressources du sous-sol et environnement en Bretagne - Genèse, géométrie et propriétés de différents types d'aquifères. Thèse Univ. Rennes 1, 2002, 187 p., annexes.

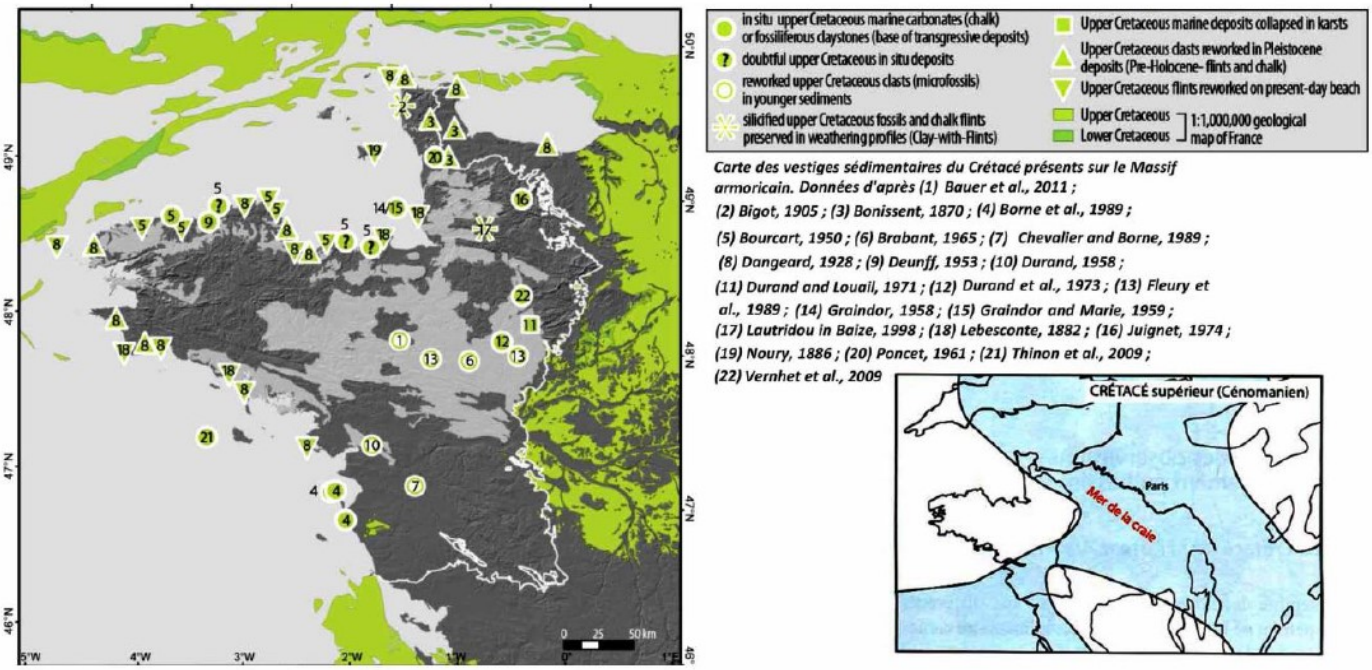
[24] Les silcrètes se présentent sous la forme de dalles horizontales d'épaisseur métrique. Ces dalles siliceuses se superposent localement aux cuirasses ferrugineuses des profils latéritiques. Du point de vue environnemental, le développement du cuirassement siliceux nécessite des périodes d'évaporation pendant lesquelles la concentration des solutions du sol va augmenter.



Reconstitution paléoqéoqraphigue des milieux de dépôt du Bathonien supérieur (Enav et ***al.****. 1980). Noter l'opprofondissement des séries en domoine proximal et les liones de faciès traversant le Massif armoricain traduisant l'ennoiement total ou partiel de ces domaines émergés (Enay et al., 1980).*

Paul Bessin (2015) : Reconstitution des dépôts au **Jurassique moyen** (Bathonien [25]).

Sur le Bassin parisien, l'épisode transgressif du **Jurassique moyen** (*dépôt carbonaté puis terrigène, débuté au Bathonien*), pourrait avoir aussi recouvert le Massif armoricain. Ce dépôt ayant ensuite été entièrement érodé, jusqu'à la limite actuelle du Massif armoricain, coté Est et Sud.

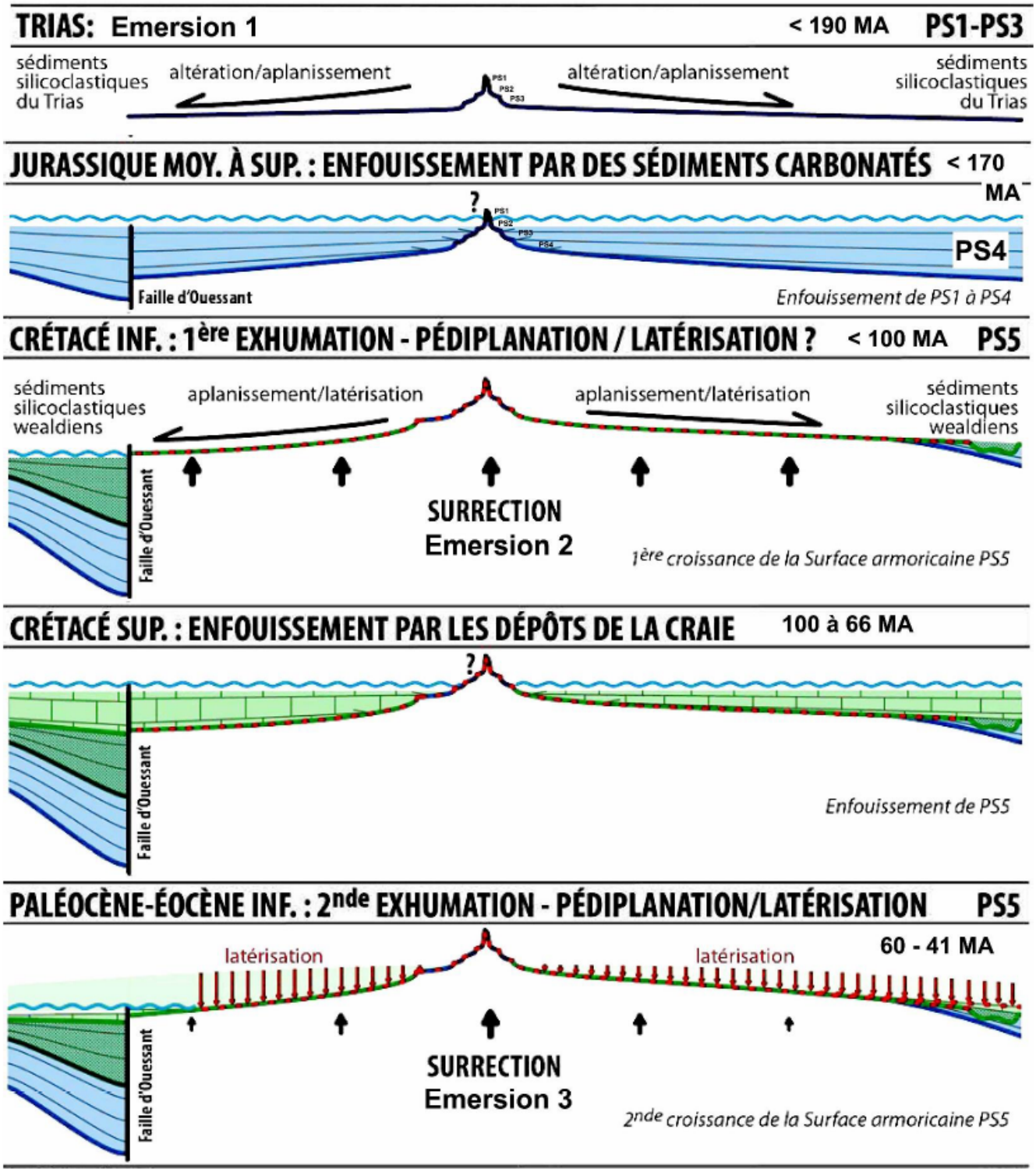


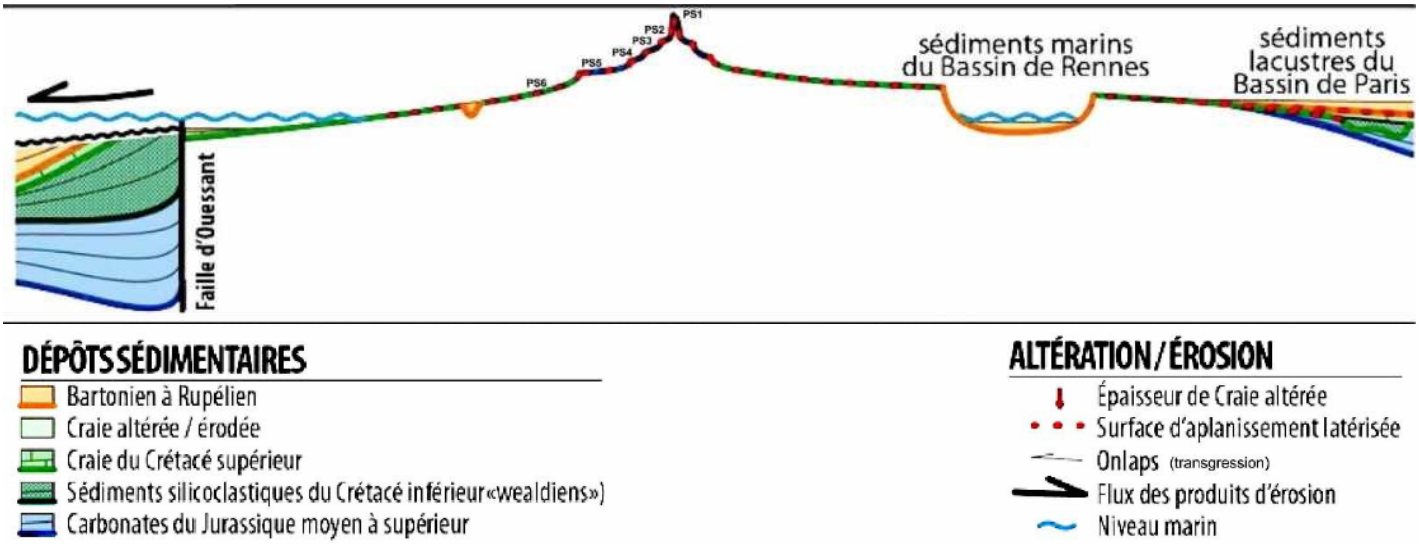
Paul Bessin (2015) : Reconstitution des dépôts au **Crétacé supérieur** (cartouche voir **D. Jaujard 2015**).

.Le **Crétacé supérieur**, est marqué par l'extension de la « ***mer de la craie*** », connectée à l'Atlantique nord en cours d'ouverture. Les nombreux vestiges identifiés sur le Massif armoricain, suggèrent l'ennoiement (*partiel ou total*) de ce massif.

[25] Etage (*168-166 Ma*) du **Jurassique moyen** (*174-163 Ma*).

A partir de ces événements géologiques (*épisodes d'émersion et de reprises sédimentaires/ enfouissement*) caractérisant le Mésozoïque et le Cénozoïque, **Paul Bessin (2015)** a proposé une chronologie des **surfaces d'aplanissement** (***PS1 à PS6***), selon la succession d'épisodes d'exhumations et d'enfouissements suivante :





Évolution long-terme du relief du Massif armoricain depuis le Trias jusqu'au Bartonien, insistant sur les principaux épisodes d'exhumation et d'enfouissement.

Alios, Mauron (Morbihan)

Bessin P. (2015) :

La méthodologie, utilisée par **Paul Bessin** a pris en compte les données préexistantes : Les cartes géologiques au 1/50 000 et littérature (*géographie et géologie*), des observations nouvelles sur le terrain à la recherche des indices des formations superficielles[26] (*marqueurs des périodes d'exondation décrites plus haut*) : alios ferrugineux [27], ferricrètes, cuirasses, silcrètes, éléments caractéristiques des conditions climatiques d'alors (*climat chaud et humide avec saison sèche plus ou moins marquée*).

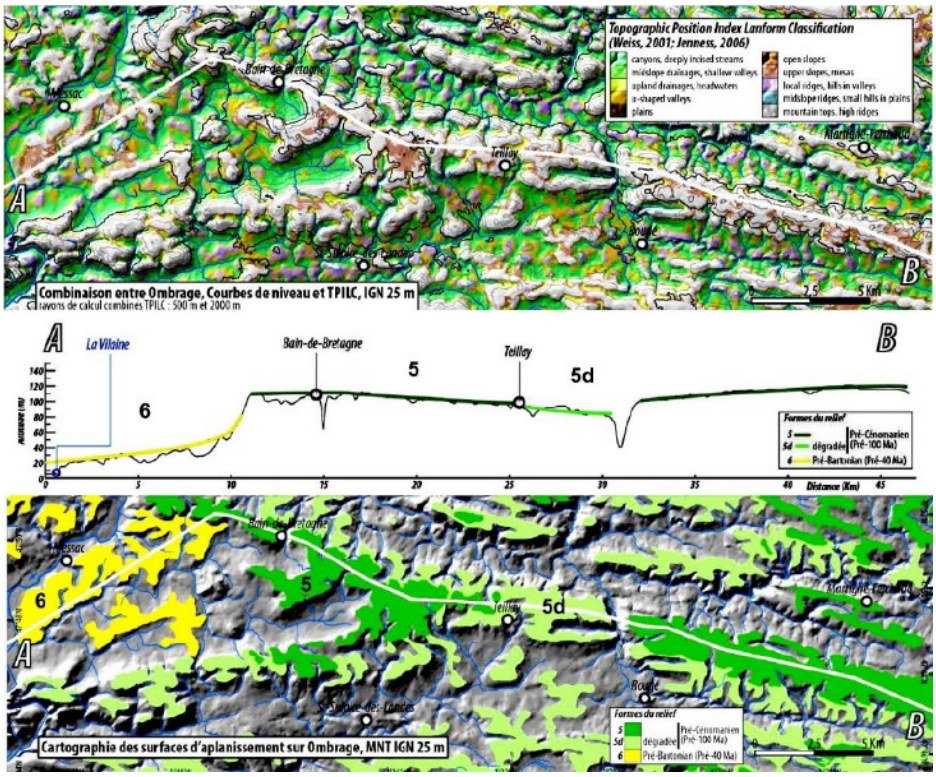
Vue Panoramique depuis le Belvédère du Ménez-Hom vers l'Ouest et la presqu'île de Crozon, illustrant l'étagment des surfaces PS2, PS3, PS5 et PS5d

Des sites de « *hauts reliefs étagés* », ont permis d'illustrer l'emboitement des surfaces d'aplanissement cartographiées

[26] Quelques points d'affleurement, mais souvent sous la forme disséminée de « *pierres volantes* » et « *blocs erratiques* ».

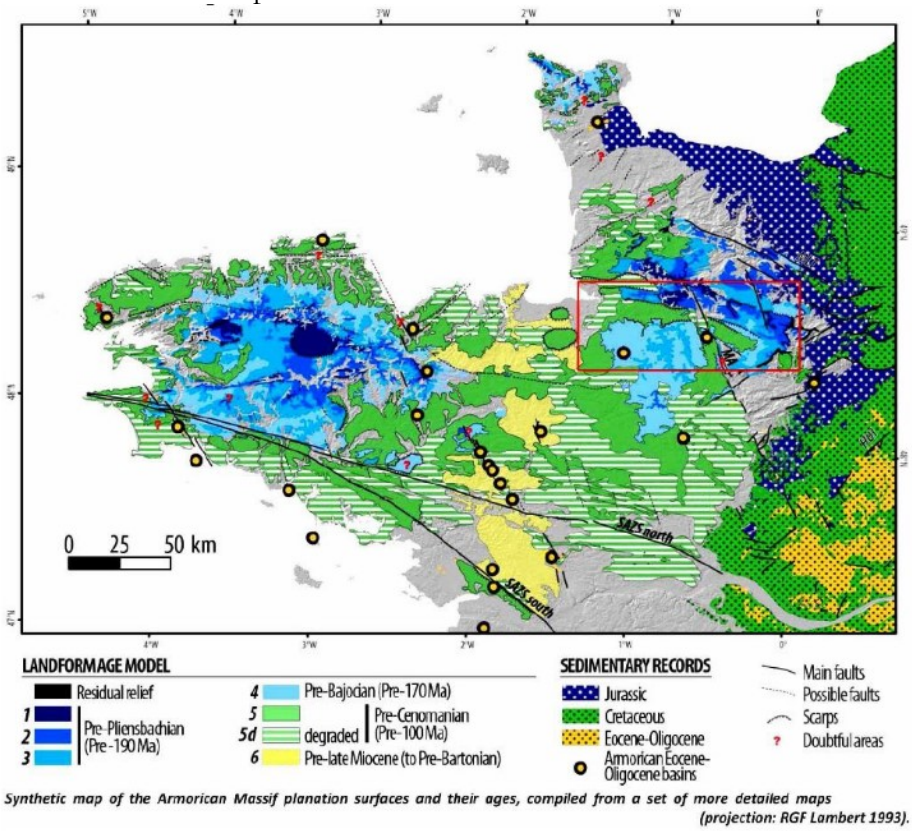
[27] L'auteur signale la présence d'alios en fragments sur le territoire communal de Mauron.

Page **27** sur **32**



Bessin P. (2015) : Exemple l'interfluve Bain de Bretagne Teillay.

Les cartes topographiques numériques des points d'altitude (*MNT au pas de 25 m*), ont fait l'objet de traitements spécifiques pour souligner les ***pentes***, les ***formes de pente*** (*courbures*), définir des classifications automatiques des ***formes de relief*** (*Topographic Position Index : Positionnement des pentes au sein de la topographie*) suivant des rayons de calculs variables (*de 500 à 4000 m*), et même reconnaître automatiquement les ***surface d'aplanissement*** (*identification de zones planes du relief en fonction de valeur seuil*). Au final, ces données rassemblées, aboutissent au **dessin des surfaces d'aplanissement**, sur une carte éditée au 1/80 000 (*format SIG*), c'est ce document, qui qui est utilisé sur la carte placée en tête de cette annexe.



Synthetic map of the Armorican Massif planation surfaces and their ages, compiled from a set of more detailed maps (projection: RGF Lambert 1993).

Doubtful areas

Paul Bessin a reconnu (*voir illustration ci-dessus*) **6 surfaces d'aplanissement étagées, depuis PS1 jusqu' à PS6**, elles témoignent de l'histoire **mésozoïque** à **cénozoïque** (*Trias, Jurassique, Crétacé, Paléocène, Eocène*), du Massif armoricain.

. Les surfaces les plus anciennes : **PS1** à **PS3**, placées aux altitudes les plus hautes ont été datées à partir de **PS3** (*scellée par dépôts marin du **Jurassique inférieur***). Les 2 premières (***PS1, PS2***) étant « géométriquement » placées plus haut, sont donc plus anciennes. Ces 3 surfaces d'abrasion, reliées aux dépôts fluviatiles du ***Trias*** du Bassin parisien peuvent être considérée comme les indices à l'Ouest des volumes de sédiments évacués.

. **PS4** est ennoyée par des dépôts marins du ***Jurassique moyen***. A cette époque l'éclatement de la Pangée se traduit par des déformations lithosphériques à très grande longueur d'onde.

. **PS5**, la surface la plus étendue, reliée à la ligne de rivage actuelle, est scellée suivant les endroits : Par des sédiments, datés du ***Crétacé supérieur***, datés de l'***Eocène supérieur*** (*silcrètes*) ou du ***Miocène moyen*** (*faluns*).

L'enfouissement d'une très grande partie, voire de la totalité du Massif armoricain par les dépôts de la Craie (***Crétacé supérieur***) est aujourd'hui argumenté par de nombreux auteurs.

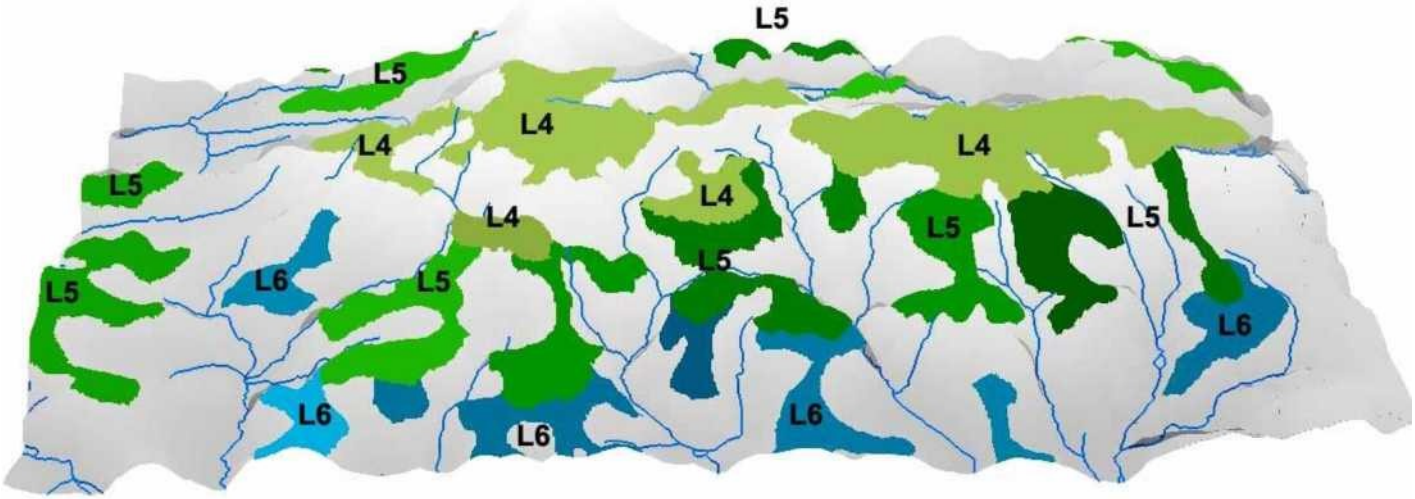
L'érosion soulignée par réseau hydrographique **quaternaire** : *Vilaine, Sarthe, fleuves côtiers,* individualise des domaines désignés comme « dégradée » (*surface* « ***PS5d*** »), voir plus- haut l'exemple de l'interfluve Bain de Bretagne Teillay.

. **PS6**, l'aplanissement le plus récent a été calé dans le « Bassin de Rennes » [28] où il correspond à la couche plane altérée du Briovérien (*kaolinite*) épaisse de 30 à 40 m, qui jalonne le façonnage de PS6 à l'***Eocène moyen***. L'encaissement de la « *vallée de la Vilaine* », a ensuite guidé le passage de la mer à 4 reprises : ***Eocène moyen***, ***Oligocène inférieur***, ***Miocène moyen*** puis ***Pliocène final*** soit aux époques de 39, 30, 14 et 3 Ma.

. Les 2 dernières surfaces d'aplanissement (***PS5*** *et* ***PS6***), situées en limite **Crétacé-Tertiaire**, sont caractérisées, par des indices d'altération épaisse de type latéritique (*lorsqu'elles sont été préservées de l'érosion*). Cette période correspond en Europe occidentale à une surrection, conséquence du flambage lithosphérique dit « pyrénéen ».

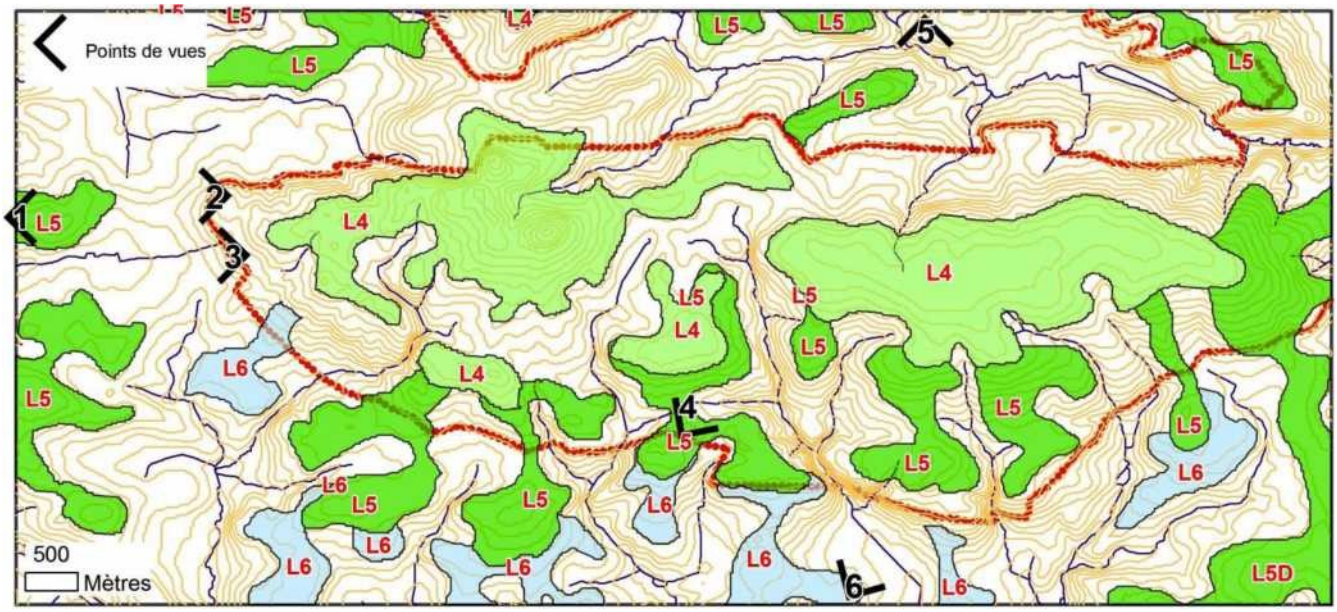
► ***Fin du Premier volet, définissant les surfaces d'abrasions.***

Représentation des Formes de Relief : Exemple du terrain visité le 23 février 2018 (*Cheminement inter- niveaux, entre L4 et L5*).



Représentation 3D des surfaces d'aplanissement (*d'après P. Bessin -2015*), le tracé du réseau hydrographique permet de mieux voir l'emboitement des surfaces dans l'ordre : L4 au dessus de L5, au dessus de L6.

[28] Bruz : Forage carotté de 675 m de long recoupant au-dessus du Briovérien altéré (*405 à 675 m*), des argiles (*405 à 25 m : **Eocène Oligocène** : Bartonien Priabonien Rupélien - **41 à 28 Ma**)* traduisant un milieu marin puis confiné ensuite plus ou moins ouvert sur la mer. Au-dessus (*0 à 25 m*) le Miocène moyen (*Langhien à Serravalien - **16/12 Ma***) à Pliocène (*Plaisancien - **2.6 MA***) est représenté par des faluns sédiments marins et sables, sédiments fluviatiles.



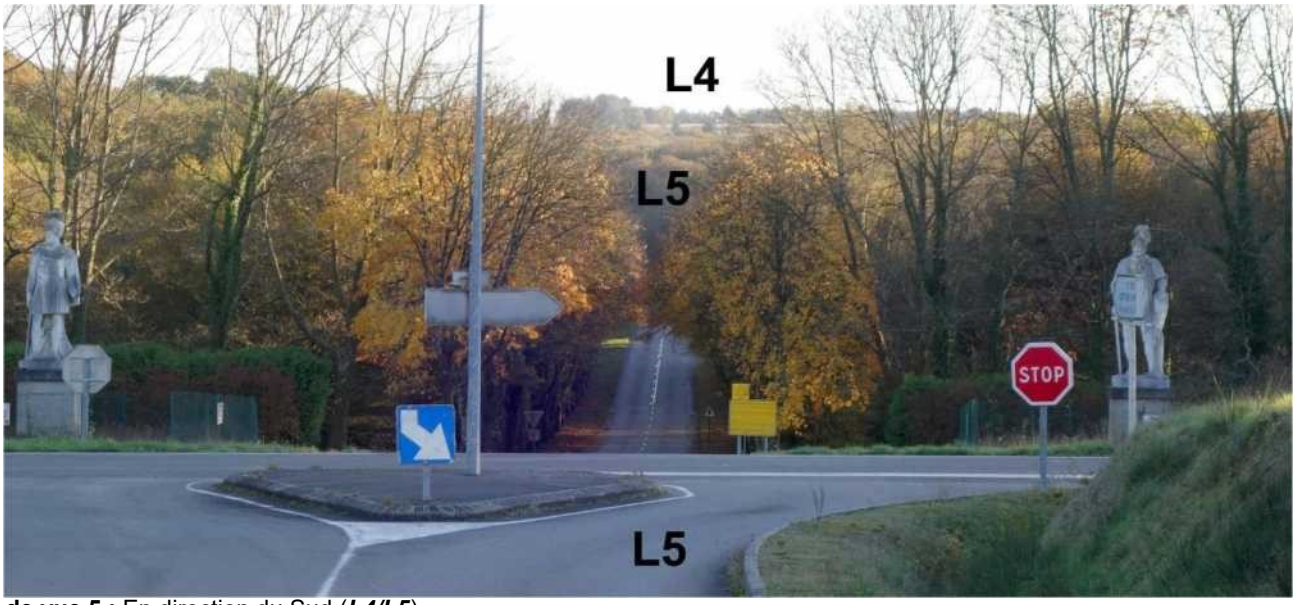
Localisation des points de vue, illustrés par des photographies (*le point 1 est situé plus à l'Ouest, hors cadre, le point 5 est situé plus au Nord, hors cadre).*

Point de vue 1 : En direction de l'Est (***L4/L5***).

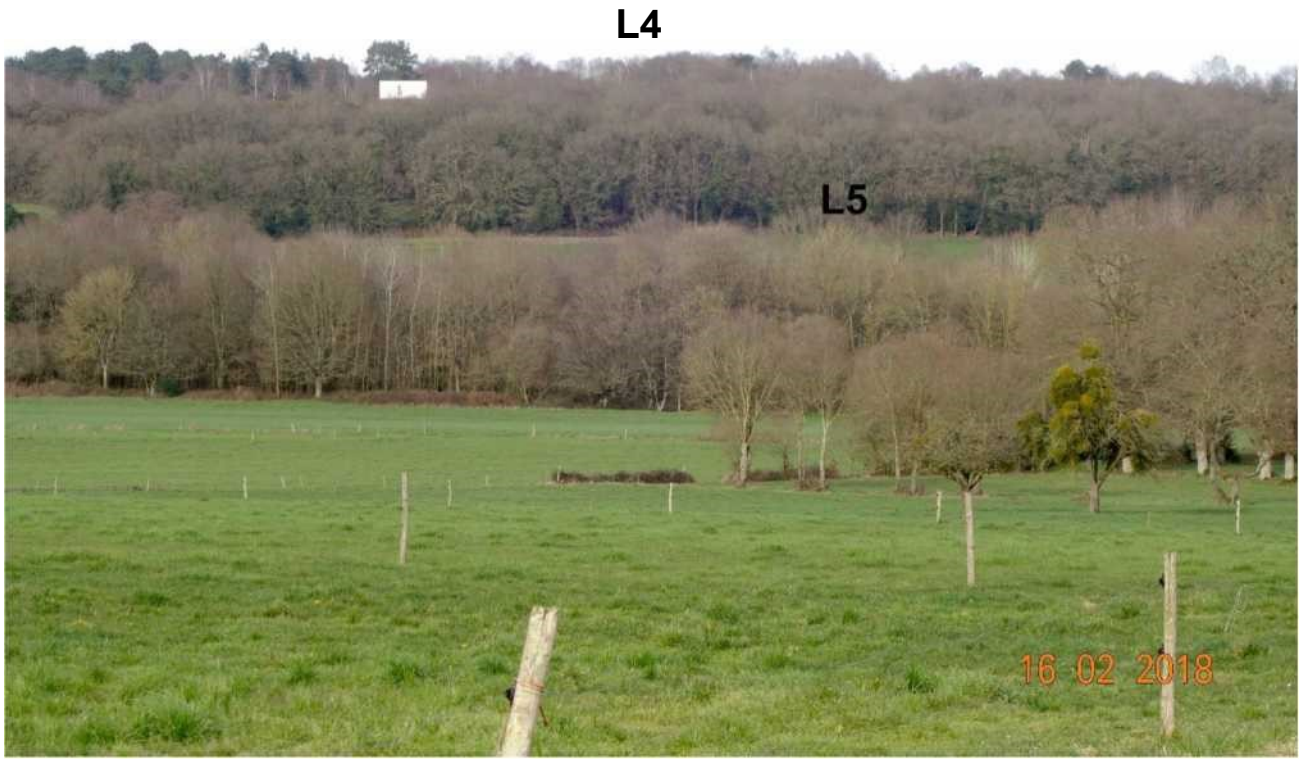
Point de vue 2 : En direction de l'Ouest (***L4/L5***).

Point de vue 3 : En direction de l'Ouest (***L4/L5***).

Point de vue 4 : En direction du Nord-Est (***L4/L5***).



Point de vue 5 : En direction du Sud (***L4/L5***).



Point de vue 6 : En direction du Nord Est (***L4/L5***).

Yves Quété
Betton, le 19 février 2018.