Annexe 3 – **Le minerai de fer en forêt de Paimpont** – Contextes géologiques associés.

A : Les Notices des feuilles géologiques

Au-delà des références citées, ce texte s'appuie principalement sur les notices des feuilles géologiques (Guer **2009,** Ploërmel **2004,** Montfort-sur-Meu **1999** et Bain de Bretagne **1989**[24]).

▫ Les **minerais de fer bretons** ont alimenté depuis l'Antiquité une importante sidérurgie régionale et en particulier les célèbres Forges de Paimpont situées sur la feuille de Guer, à 3 km au Sud-Ouest de Plélan-le-Grand. Les ***Forges de Paimpont*** furent actives aux XVIII et XIX siècles (*fermeture des hauts fourneaux en* **1884**).

Illustration 3.1 : Localisation des sites indiqués dans les notices des feuilles géologiques.

▫ Le **minerai de fer** traité dans ces forges était extrait dans des ***minières*** (*excavations peu profondes à ciel ouvert*) **ouvertes sur la Formation du Grès armoricain** et situées au NW des forges, dans la forêt de Paimpont à :

▪ **La Prée** : [**1**] (*ou Lande de Paimpont*) à 1,5 km au Nord du bourg de Paimpont actuellement occupée par l'**Étang Bleu** (*carte géologique à 1/50 000 de Ploërmel*);

✸ Selon L. Davy (**1911**), la coupe observée en **1901** à la **minière de la Prée** (*l'Etang-bleu*), ouverte sur une vingtaine de m, était la suivante, <u>en partant du haut :</u>

[24] DADET P., HERROUIN Y., LAVILLE P., PARIS F. (**1989**) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Bain-de-Bretagne (388) — Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières. ***Notice explicative*** par HERROUIN Y., DADET P., GUIGUES J., LAVILLE P., TALBO H. (1989), 82 p.

- 3 à 4 m de ***sables argileux jaunes à blancs*** et d'***argiles jaunes à vertes*** en stratification irrégulière, à blocs ou amas de ***minerai disséminés***, parfois volumineux ;

- 4 à 5 m de ***bancs réguliers et durs de minerai*** séparés par des ***lits argileux friables*** (**sidérite** blanc sale, au centre de certains blocs) ;

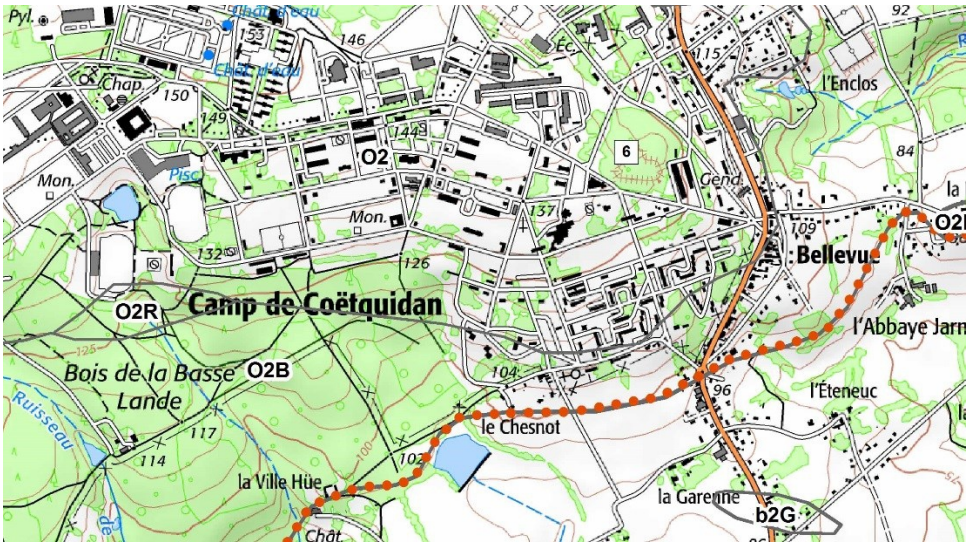
- plus de 12 m de couches épaisses massives d'***argile brune très siliceuse*** enveloppant du ***minerai phosphoreux***.

Le minerai de fer est ici placé au sein de couches argileuses sans lien visible avec le Grès armoricain.

▪ **La Gelée** [**2**] à 1 km à l'Ouest de Paimpont où l'on peut encore voir des *fosses d'extraction*;

▪ **La Moutte** [**3**], le Pas Chapin (*ou* ***Pas Chagrin*** [**4**]) et **le Grand Minerai**, le long de la vallée entre *l'Étang de Paimpont* et *l'Étang de la Fenderie* [**4**];

▪ **Le Nouveau Minerai**, à Trudeau [**5**], au Sud de l'Étang du Pas du Houx.



Illustrations 3.2 : Minière de Coëtquidan – **En haut** - Localisation - **En bas** – le site vers **1910** (document fourni par Guy Larcher).

▪ **Coëtquidan** [**6**], une minière y fut ouverte à environ 8 km au Sud des forges.

✸ Selon F. Kerforne (**1908**), « *le* ***minerai*** *s'y présente en couches presque horizontales, d'une puissance de l'ordre de 2 m, reposant sur des* ***bancs gréseux rosés*** *et surmontés par quelques mètres de* ***grès blanc à tigillites*** *(tubes de ver appelés aussi skolithes). Cette couche serait ici située à la* ***base de la Formation du Grès armoricain*** *et composée d'****hématite*** *(Fe_2O_3) rouge parfois terreuse, le plus souvent grenue. Elle paraît formée de petits grains aplatis, à patine noire, noyés dans un minerai plus fin,*

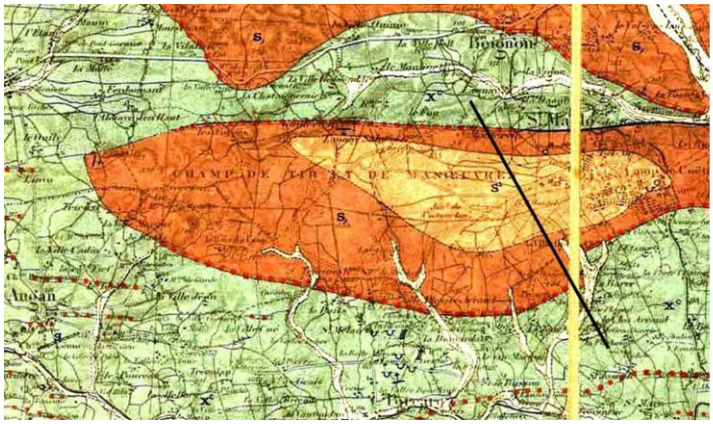
rouge, assez riche en grains de quartz»…« *le* ***minerai de fer de l'Ordovicien inférieur*** *est généralement constitué de* ***magnétite*** *(Fe_3O_4),* ***oligiste*** *appelé aussi* ***hématite*** *et* ***sidérite*** *($FeCO_3$ avec des traces de Mg ; Mn ; Ca ; Co ; Zn).*

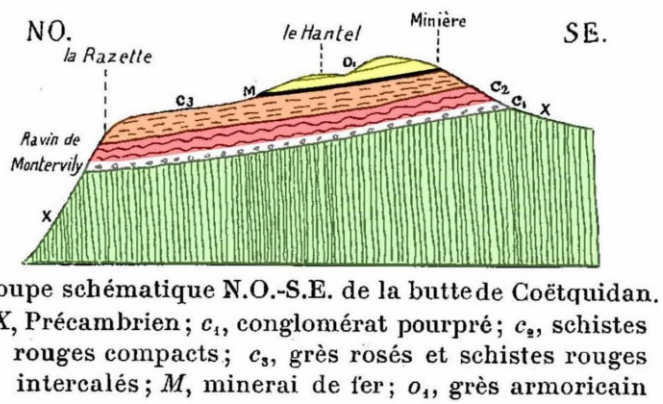
Près de la surface, le minerai de fer *est transformé secondairement en* ***hématite****. Cette transformation pourrait être reliée aux phénomènes d'altération qui affectent la partie superficielle du Grès armoricain.*

Les derniers stades d'évolution du minerai sont liés, durant le ***Tertiaire****, aux phénomènes d'altération superficielle se traduisant par une transformation de la magnétite en hématite et la formation d'hydroxydes* ».

Le minerai de fer est ici placé à la base du Grès armoricain.

B : Le ***minerai de fer*** - **Historique à l'Ere primaire**



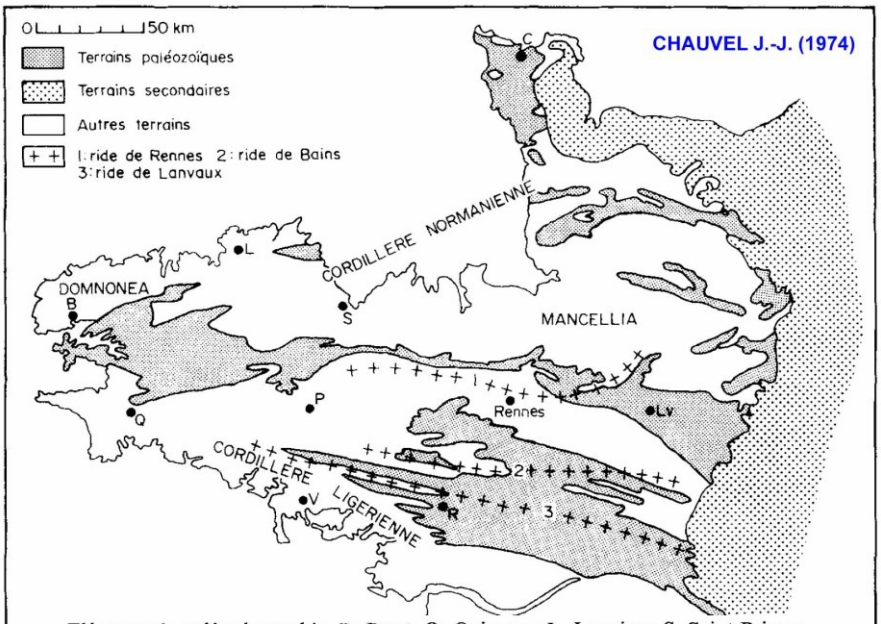


Coupe schématique N.O.-S.E. de la butte de Coëtquidan. X, Précambrien; c_1, conglomérat pourpré; c_2, schistes rouges compacts; c_3, grès rosés et schistes rouges intercalés; M, minerai de fer; o_1, grès armoricain

Illustration 3.3 : Le camp militaire de Coëtquidan : Carte géologique (**1944**) – Coupe du terrain réalisée par Kerforne F. (**1908**).

En **1908** [25], F. Kerforne, dans le cadre d'une visite du camp militaire de Coëtquidan, relative à l'alimentation en eau potable (*inventaire des sources – creusement de tranchées pour reconnaitre la roche en place*), 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*** ».

Le minerai de fer est ici placé à la base du Grès armoricain.



Eléments de paléogéographie, B, Brest, Q, Quimper; L, Lannion; S, Saint-Brieuc; P, Ploermel; V, Vannes; LV, Laval; C, Cherbourg.

Illustration 3.4 : La Bretagne au Paléozoïque : Contexte paléogéographique (Chauvel J.-J. **1974**).

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

Selon J.J. Chauvel (**1974**)[26],

« *Au début du Paléozoïque, la Bretagne est émergée. Le relief de pénéplaine est alors caractérisé par la présence de deux moles surélevés: au Sud* ***la Ligéria*** *et au Nord l'ensemble* ***Domnonea-Mancellia*** *(Pruvost, 1949; Cogné, 1962). L'ensemble septentrional se raccorde à la zone déprimée centrale par la ride de Rennes (Paris, 1970).*

La Ligéria est bordée au Nord par les reliefs de la ***ride de Lanvaux****. Dans l'axe de la dépression centrale la ride de Bain-de-Bretagne est le siège d'une activité volcanique aérienne (Quété, Boyer et Chauvel, 1972). La transgression paléozoïque envahit d'abord la dépression centrale puis elle s'étend au cours de 1'Arénig en envahissant des zones de plus en plus septentrionales.* »

« *Le* ***minerai*** *semble donc avoir pris naissance à partir de solutions dont la composition chimique était relativement constante au sein du bassin, caractère qui parait mieux en accord avec une alimentation par lessivage continental… En reprenant toutes les données précédentes il devient désormais possible de reconstituer les diverses phases de la formation du minerai et de ses enveloppes.*

Durant la période d'émersion qui précède le début du Paléozoïque la chaine cadomienne est soumise à des phénomènes d'érosion et d'altération intenses et acquiert la morphologie d'une pénéplaine dans laquelle une zone déprimée centrale est bordée au Nord et au Sud par deux régions surélevées.

Pendant cette période les conditions climatiques et le couvert végétal primitif sont tels que l'altération produit une couverture épaisse d'arène rubéfiée surmontant des arènes décolorées correspondant à la zone de départ du fer.

La transgression paléozoïque qui atteint la Normandie au Cambrien inférieur (Dort, 1963) et la Vendée au Cambrien moyen (Cavet, Gruet et Pillet, 1966) atteint la dépression centrale armoricaine et les zones les plus basses de la pénéplaine à une période qu'il est impossible de préciser.

Les arènes rubéfiées sont alors étalées par la mer et constituent la ***série rouge*** *rapportée en Bretagne au Cambro-Trémadocien (Babin et al.1968). Le développement de la transgression conduit à l'envahissement de terres nouvelles et à la reprise de zones de plus en plus profondes des vieux profils continentaux rubéfiés si bien qu'à l'Arénig les zones profondes décolorées sont atteintes et fournissent un matériel sableux qui donne naissance au* ***grès armoricain****.*

Pendant cette période dans les zones encore émergées et particulièrement sur les reliefs situés au Nord de la Ride de Rennes, les conditions climatiques sont telles que les processus d'altération météorique conduisent à une importante libération de fer et à des cuirassements locaux.

Durant les périodes de stabilisation de la transgression les apports d'éléments détritiques dans le bassin de sédimentation diminuent et le fer mis en solution dans les plateaux émergés et transporté par les eaux de ruissellement précipite en atteignant les eaux marines pendant que les boues ferrifères floculent. Lors des périodes de reprise de I 'érosion on voit s'accumuler des débris provenant de la destruction des cuirassements continentaux et des sédiments plus riches en détritiques correspondant à la reprise des arènes. Peu après la dernière période d'accumulation de sédiments riches en fer, la zone littorale est le siège d'un envasement local qui aboutit à la formation des ***schistes intermédiaires****.*

Dans les zones de dépôt des ***sédiments ferrifères*** *le fer peut précipiter sous des formes variées suivant les conditions locales : hématite, magnétite, silicate, sidérite et plus rarement pyrite. Au sein du sédiment les phénomènes de la diagenèse précoce aboutissent à la transformation des minéraux primaires et à la formation d'une seconde génération de minéraux ferrifères à partir des eaux interstitielles.* »

J.-J. Chauvel décrit une pénéplaine briovérienne émergée, oxydée en surface et marquée par des reliefs résiduels qui dessinent des gouttières orientées Est-Ouest soumises à l'érosion. La transgression marine paléozoïque s'effectue progressivement depuis la **série rouge** jusqu'au **grès armoricain**. Les sédiments d'abord systématiquement rubéfiés (*la série rouge*) du fait de l'érosion d'un continent briovérien oxydé en surface deviennent plus clairs (*grès armoricain*) mais enregistrent encore quelques apports ponctuels de fer (*reprise d'arène et cuirassement*).

Le fer est apporté par les eaux douces continentales, il précipite au contact de l'eau salée en milieu marin sous la forme d'***hématite***, ***magnétite***, ***sidérite***, en fonction des conditions de profondeur et d'oxygénation du dépôt.

[26] Chauvel J.-J. (**1974**) Les minerais de fer de I 'Ordovicien inférieur du bassin de Bretagne-Anjou, France. *Sedimentology* (1974) **21,** 127-147

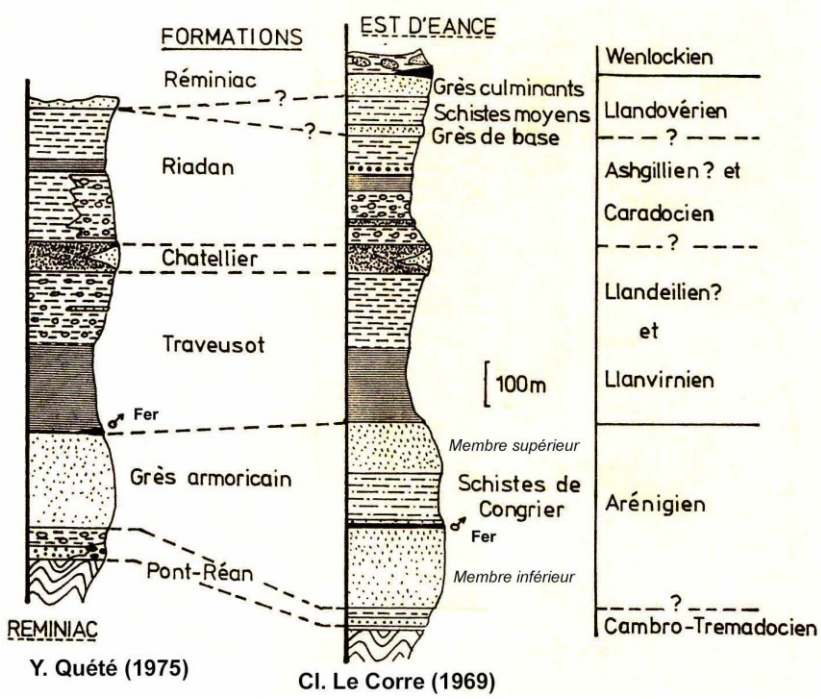


Illustration 3.5 : Colonne stratigraphique montrant la **succession des faciès sédimentaires du Paléozoïque** dans les **Synclinaux du Sud de Rennes - A Gauche** : Extrémité Ouest (Synclinal de Réminiac : Quété Y. **1975**) – **A Droite** : Est Vilaine (Le Corre C. **1969**).

Sur le territoire de Brocéliande, la formation du **Grès armoricain** est moins épaisse (***Réminiac*** : 200 m) que plus à l'Est sur la même structure synclinale paléozoïque (***Eancé*** : 400 m).

Excepté dans le Synclinal de Réminiac, la Formation du **Grès armoricain** possède trois membres distinctifs qui ont été cartographiés sur les feuilles voisines de Malestroit (**1981**) et de Pipriac (**1995**). Il s'agit du Membre du *Grès armoricain inférieur*, du Membre de *Congrier* ou «*Schistes intermédiaires*» et du Membre du *Grès armoricain supérieur*. Le *Membre du Congrier*, formé par des pélites schisteuses micacées n'a pas été reconnu sur la feuille Ploërmel (**2004**).

> Le **minerai de fer**, correspond à des dépôts épisodiques situés dans le Grès armoricain à divers niveaux. Représenté à Coëtquidan en **1908**, par Kerforne F. à la base du Grès armoricain, il est aussi positionné plus haut à l'intérieur de cette formation gréseuse (*au-dessus du membre inférieur, lorsqu'il est épais*, *en partie sommitale lorsqu'il est plus mince*).

Le minerai correspond à des couches gréseuses ou gréso-quartzitiques fines formées de grains de quartz et d'un ciment où se développent les minéraux ferrifères.

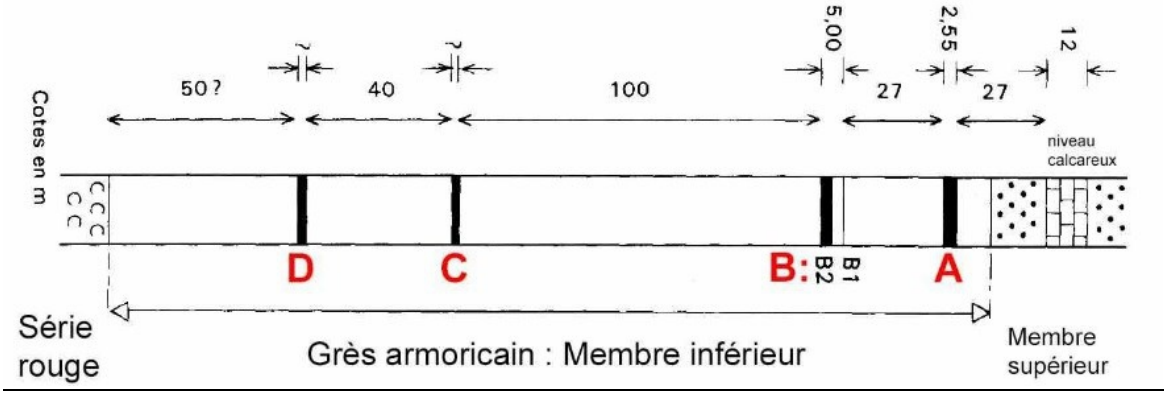


Illustration 3.6 : Localisation des couches de minerai de fer du Grès armoricain (Chauvel J.-J. **1968**).

▪ En Bretagne centrale (*là où le grès armoricain est le plus épais – voir Coupe Est d'Eancé*), quatre couches de ***minerai de fer*** (Fe) ont été reconnues interstratifiées dans le membre inférieur du Grès armoricain, elles sont désignées par les lettres **A**, **B**, **C** et **D** (A étant la plus récente).

Seules les deux couches supérieures, qui présentaient un intérêt économique, sont bien connues. La puissance de la couche unique **A** varie de 1,3 à 4,2 mètres (*moyenne **2,5 m environ***) d'épaisseur. La couche **B**,

d'une puissance moyenne de 5,9 m environ, est en réalité subdivisée en trois couches totalisant une épaisseur moyenne minéralisée d'environ ***1,9 mètres*** (Chauvel, **1968**[27]).

✋ **A retenir :** La **Forêt de Paimpont**, qui recouvre en partie le Grès armoricain, est susceptible de recéler des couches de minerai de fer interstratifiées dans le Grès armoricain. Les observations faites par Davy L. et Kerforne F. confirment *de visu* le Grès armoricain comme formation géologique hôte du minerai de fer.

C : Le ***minerai de fer*** - **Historique à l'Ere tertiaire**

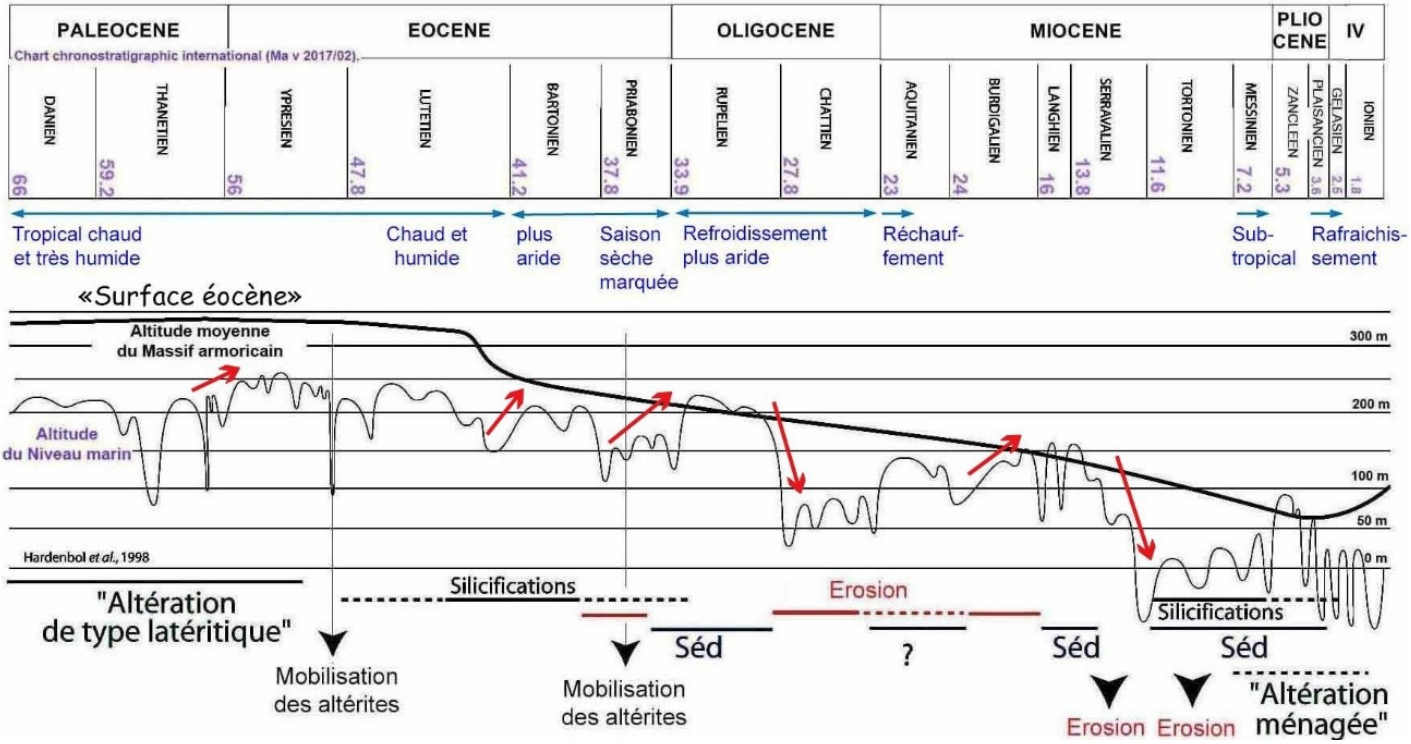


Illustration 3.7 : Ere tertiaire : Evolution du climat – Altitudes comparées du niveau marin et du Massif armoricain [28]–- Types d'altération reliés au climat et à la topographie, le niveau de base étant la mer.

Au **début** de l'**Ere tertiaire**, les terres émergées du Massif armoricain forment une surface plane, surélevée par rapport au niveau marin, appelée « ***Surface éocène »***.

Ces terres sont occupées par des zones marécageuses littorales de type mangrove[29] ou lagune[30], bordées à l'intérieur par une végétation dense identique à celle des **zones tropicales humides actuelles** (Ollivier-Pierre, **1980**[31]).

Du fait du relief [32] dû à la poussée pyrénéenne[33] et du climat (tropical chaud et humide, hydrolysant et agressif), ces terres vont enregistrer une altération chimique profonde (*30 à 40 m d'épaisseur*), de type **latéritique**[34].

---

[27] Chauvel J.-J. (**1968**) - Contribution à l'étude des minerais de fer de l'ordovicien inférieur de Bretagne. Thèse Rennes, 244 p. et *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne,* 1971, n° 16.

[28] Les altitudes terre/mer résultent de la modélisation du relief du Massif armoricain au **Paléocène** dans une région proche du centre Bretagne.

[29] La **mangrove** est un paysage caractéristique du littoral des zones tropicales : il s'agit d'une forêt d'arbres poussant au bord ou dans l'eau.

[30] **Lagunes** et **étangs littoraux** sont des plans d'eau peu profonds séparés de la mer par un cordon littoral qui permet du fait d'ouvertures, la communication entre les deux milieux fluviatile et marin. Les **marais littoraux** résultent de leur colonisation par les végétaux (dépôt de tourbe) et de leur assèchement progressif.

[31] Ollivier-Pierre M.F., **1980.** Etude palynologique (spores et pollens) de gisements paléogènes du Massif armoricain. Stratigraphie et paléogéographie. *Mém. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, 25, 239p.

[32] Un niveau de mer bas, favorise sur le continent (à haute altitude relative) une infiltration/lessivage à grande profondeur. A l'inverse si le relief est bas par rapport au niveau de la mer, l'eau ne peut s'infiltrer profondément. Elle alimente une nappe superficielle susceptible de s'évaporer en cas de saison chaude.

[33] A la fin du **Crétacé** (**100-66 Ma**), la dérive continentale de l' « Afrique » vers l' « Eurasie » provoque la formation des Alpes et des Pyrénées, entraînant la mise en compression du craton européen créant un bombement (x 100 km) au-delà des zones orogéniques.

[34] Cette partie est largement inspirée du document : « *Régolithe : substrat d'un développement durable – état de la connaissance sur les formations géologique de surface – rapport phase 1* (**2009**) – *BRGM/RP-57737-FR – décembre 2009 – brgm* ». Ce document rassemble la définition des formations géologiques le plus souvent citées dans les notices/Légendes de la carte géologique de France.

▪ **Fonctionnement des profils latéritiques actuels – Construction des cuirasses ferrugineuses**

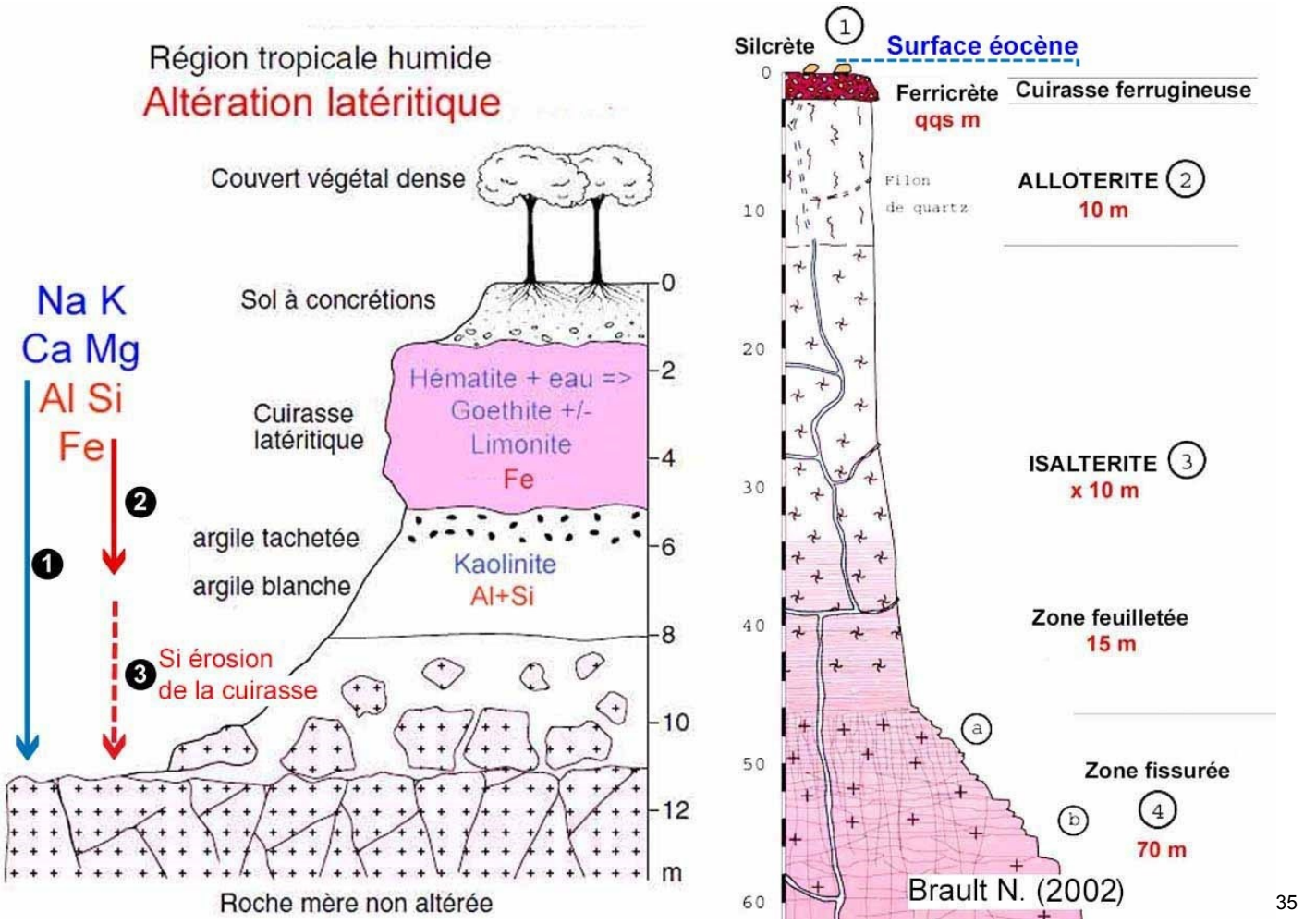


Illustration 3. 8 : A gauche - Altération d'un massif granitique sous climat tropical chaud[36]. **A Droite** – Reconstitution d'une coupe sol/altérites, préservée de l'érosion, au niveau de la Surface Eocène (Brault N. 2002).

Sous les **climats tropicaux actuels**, le flux des eaux infiltrées bien alimenté, entraine la déstabilisation chimique des minéraux du substrat rocheux (*feldspath, biotite*…). Les ions les plus solubles **Na**, **K**, **Ca** et **Mg** sont ainsi rapidement exportés (❶) par lessivage[37].

Les éléments moins solubles **Al**, **Fe**, **Si** sont évacués plus lentement, ils peuvent ainsi se <u>réorganiser en partie sur place</u>, pour constituer des **minéraux néoformés** (❷)[38] :

- <u>Dans la partie inférieure du profil</u> saturé en eau, l'**aluminium** se combine à la **silice**, pour former de la **kaolinite** (**$Al_2Si_2O_5(OH)_4$**).

- <u>Dans l'horizon superficiel</u>, le **fer** peu mobile se concentre sous la forme d'hydroxydes néoformés et s'accumule sous la forme d'une **cuirasse latéritique**, composée d'un mélange d'**hématite** (**Fe_2O_3**) et de **goethite** (α **$Fe^{+3}O(OH)$**) si la cuirasse est hydratée par l'eau de pluie. A l'inverse la goethite peut se transformer en hématite en cas de saisons sèches. La cuirasse (Estéoule-Choux, **1967**[39]) présente une structure feuilletée

[35] 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 (publiée en **2008**).

[36] Extrait d'Eléments de géologie - 14e édition – Pomerol etal. (**2014**).

[37] **Lessivage :** Transfert des éléments de la roche (*ions dissous*) par les eaux de précipitation en direction de la **nappe phréatique**. Cette nappe s'accumule au-dessus de la roche saine, moins perméable que la couche altérée, puis elle s'écoule vers les vallées du réseau hydrographique.

[38] Sous la forme d'argiles, oxydes et hydroxydes.

[39] Estéoule-Choux J., **1967.** Contribution à l'étude des argiles du Massif armoricain. Argiles d'altération et argiles sédimentaires tertiaires. *Thèse Univ. Rennes*, 307 p.

(*plaquettes brunes ou ocres alternée*) ou scoriacée (partie durcie ocre à rouge englobant des zones argileuses ocres à blanches)

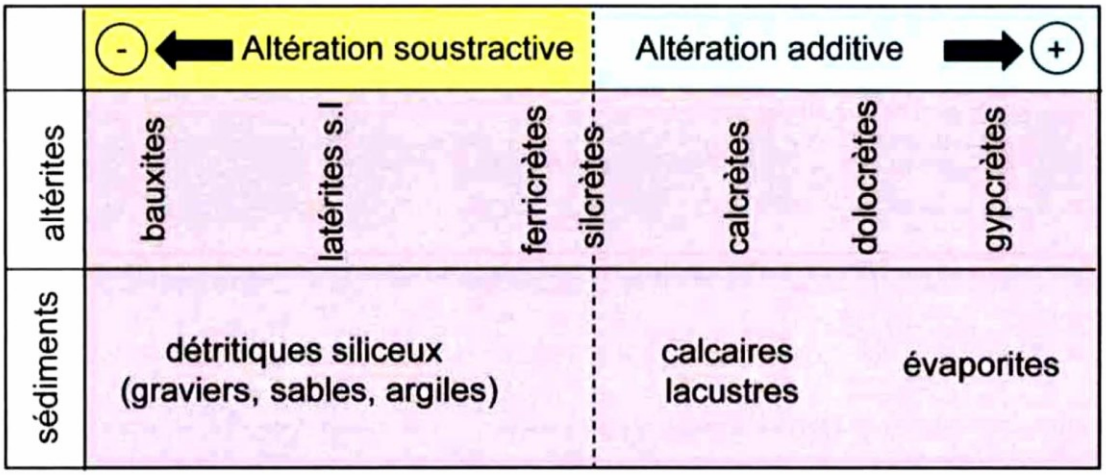
Ce processus est continu tant que de l'eau peu minéralisée s'infiltre en abondance dans le profil. Les **cuirasses ferrugineuses** (***s.l.***) se construisent « résiduellement » *in situ* du fait du départ des autres éléments chimiques du profil, par le lessivage.

✋Cependant « *L'expérience prouve que de nombreuses « cuirasses latéritiques » observées en Afrique…ne se sont pas formées in situ, mais résultent* ***du remaniement du matériel issu d'anciennes cuirasses latéritiques maintenant érodées*** (❸)» (BRGM/RP-57737-FR), ce qui indique qu'une fois détruites par l'érosion, les cuirasses peuvent être la source d'**écoulements latéraux** enrichis en fer dissous.

▪ **Intégration des cuirasses ferrugineuses** (***latérites s.l.***) **dans un modèle d'organisation des altérations -** le cas particulier des **ferricrètes** et des **silcrètes.**

▫ Le **modèle d'organisation des altérations**

Wyns et al. (**2002**) proposent un **modèle d'organisation topographique des altérations**



Classification des altérites (modifiée d'après Wyns, 2002).
L'ensemble des altérations supergènes se distribue selon une série continue allant d'un pôle soustractif à un pôle additif ; les silcrètes, selon leur type, se situent dans l'un ou l'autre des deux domaines. La nature des sédiments transitant ou se déposant sur la surface continentale pendant la formation des profils d'altération est en équilibre avec la nature des altérites développées.

Illustration 3. 9 : Modèle d'organisation des altérations soustractives et addictives (**BRGM/RP-57737-FR**).

Schématiquement, les altérites se distribuent depuis un **pôle soustractif**, où les sites perdent de la matière du fait de l'exportation d'éléments dissous, vers un **pôle additif**, où les sites reçoivent un apport de matière par précipitation d'éléments chimiques.

✋Les transferts entre ces deux pôles correspondent à des mouvements purement gravitaires, de l'eau (*enrichie en lixiviats*), par le biais des **nappes phréatiques**.

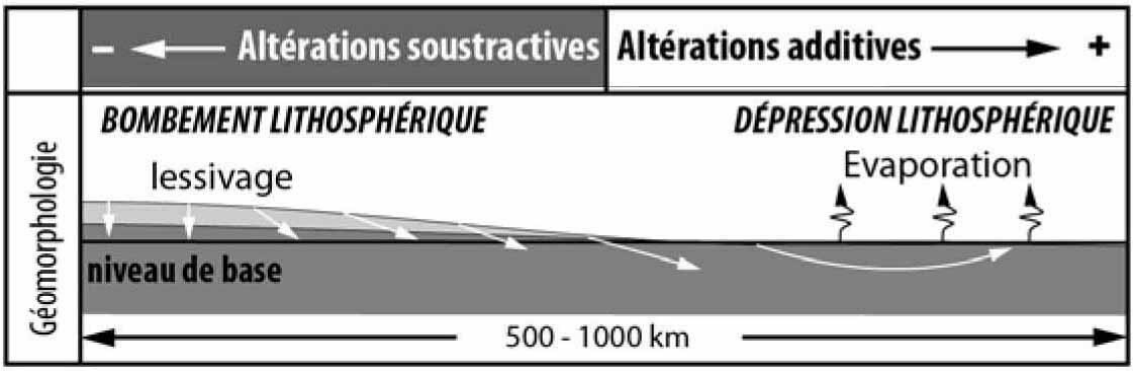


Illustration 3.10 : Modèle d'organisation topographique des altérations soustractives et additives (d'après Wyns et al., **2003**)[40].

[40] Le **niveau de base** désigne ici la cote de la mer à proximité du rivage et le niveau de la nappe phréatique plus à l'intérieur des terres.

▪ Les **zones hautes** du paysage correspondent à des sites d'**altérations soustractives** du fait du départ des éléments dissous par les eaux infiltrées, là où le niveau de base est profond.

▪ Les **zones basses**, constituent des lieux d'accumulation (**altérations additives**) des eaux de percolation (sursaturées en éléments chimiques dissous) issues des zones plus hautes.

✋ Durant les saisons chaudes, sèches le confinement y est général, les éléments dissous précipitent du fait de l'évaporation (*sursaturation*). Ils forment de nouvelles minéralisations dont le type dépend de la nature des éléments chimiques apportés : Silice SiO_2 : **Silcrètes** – Calcaire, $CaCO_3$: **Calcrètes** – Dolomie, $Ca\ Mg(CO_3)_2$: **Dolocrètes** – Gypse, $CaSO_4(2H_2O)$: **Gypscrètes**.

▫ Les **ferricrètes**, placées au milieu du modèle entre les deux pôles, apparaissent sur le terrain sous la forme de ***« croutes» enrichies en oxydes et hydroxydes de fer***. Elles peuvent acquérir un aspect de **conglomérat** dans la mesure où ces solutions riches en fer cimentent un sédiment grossier préexistant (*dépôt fluviatile ou éolien*) ou une roche en place fracturée (*grès, granite*…). Comme indiquées plus haut, elles peuvent aussi représenter d'anciennes cuirasses latéritiques (s.l.) érodées, dont le fer dissous a été exporté latéralement.

« *Les* **ferricrètes**, *parfois difficiles à différencier des* **cuirasses latéritiques**, *se forment par la recristallisation sous une forme insoluble du Fe auparavant lessivé par des eaux d'infiltration ou érodé (clastes de cuirasse) et transporté par les eaux de ruissellement* » (Bessin P. 2015) [41].

▫ Les **silcrètes**, caractérisent des déplacements de **silice** suivant des infiltrations verticales (***silcrètes pédogénétiques***) ou des transferts latéraux (***silcrètes de nappe***)

▪ Les **silcrètes pédogénétiques** témoignent de percolations hydriques verticales enrichies en silice, mobilisée et redistribuée de haut en bas :

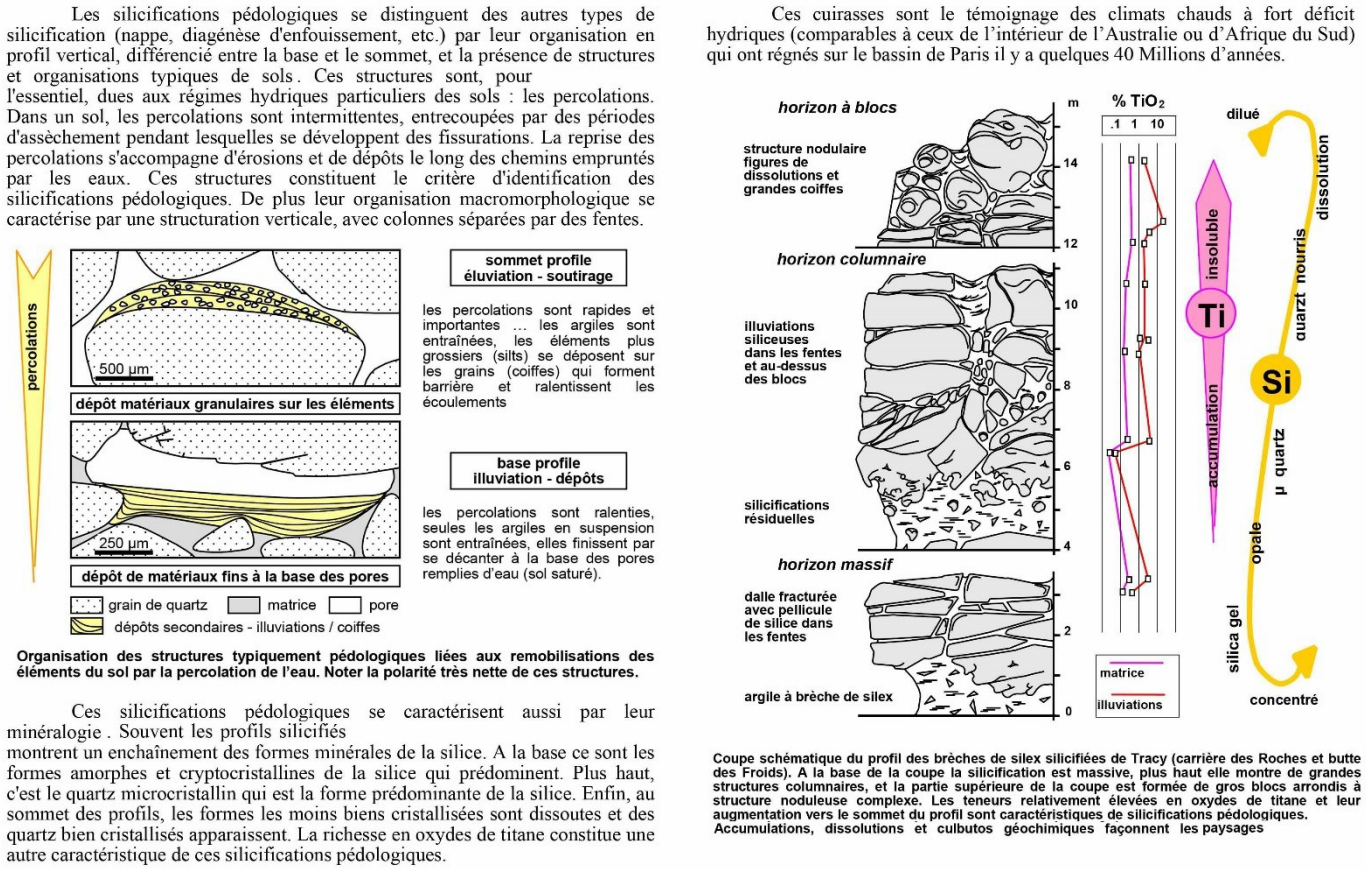


Illustration 3.11 : Silcrètes pédologiques – Les structures columnaires (extrait Thiry, **2014**) [42].

[41] Bessin P., **2015**. Évolution géomorphologique du Massif armoricain depuis 200 Ma: approche terre-mer.Mémoires de Géosciences Rennes, 151, 327p.

[42] Thiry M., **2014.** Sortie géologique du dimanche 14 septembre 2014 : Fossé de la Loire : paléopaysages, formations silicifiées tertiaires et évolution de la vallée de la Loire au Quaternaire et terroirs associés.

« *Les matériaux illuviés, qui constituent le critère majeur d'identification des silicifications pédologiques, présentent un gradient vertical particulier:*

- au sommet du profil, les éléments fins sont soutirés et les éléments résiduels forment un amas granulaire ;

- en base du profil, seules les particules fines sont présentes et accumulées en fines couches sur les parois des fentes et à la base des vides

Les ***silicifications pédologiques****…ont d'abord une* ***signification climatique****. Le moteur de la silicification est la concentration des sols sous l'effet de l'évaporation. La nécessité d'approvisionner les horizons silicifiées en silice amène à considérer les climats comme semi-arides à saisons alternées.*

Ces silicifications pédologiques indiquent aussi des ***paléopaysages plats à dépressions plus ou moins endoréiques et stables*** *sur une longue période.*» (Thiry **1981** ; Thiry etal. **1988** , Thiry, **1999**)[43].

▪ Les **silcrètes de nappe** impliquent la migration de la silice depuis les aires de production (le plateau) vers les dépressions, suivant le trajet des nappes phréatiques ou des écoulements fluviatiles.

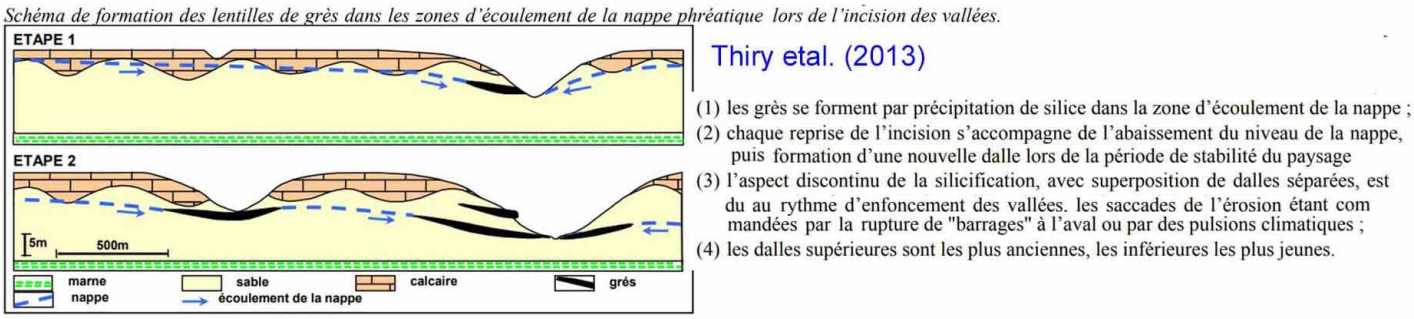


Illustration 3.12 : Silcrètes de nappe – Exemple : Genèse des grès de Fontainebleau, ici **grès** (extrait Thiry, **2013**) [44].

• Un des exemples les plus connus est représenté dans le Bassin parisien, par les ***grès de Fontainebleau***. La genèse de ces grès est liée à la «*nappe phréatique des plateaux*», qui ennoie des sables (*sables de Fontainebleau*) limités à leur base par une couche peu perméable argilo-calcaire (*marne*). Ces sables enregistrent dans la zone de battement/écoulement de la nappe, des alternances de **dissolution/précipitation de la silice**.

Les grès-quartzites (*grés*), indurés du fait de la cimentation siliceuse des grains de sables, affleurent sous la forme de dalles silicifiées aux exutoires de la nappe, sur le rebord des plateaux et les vallées. Ces dalles s'étendent peu sous les plateaux calcaires et sont toujours limitées aux zones d'affleurement des sables.

✋ Les calculs effectués prenant en compte une teneur ordinaire pour la nappe de 15 ppm de SiO2 (*dont 10 ppm pour nourrir les grains du sable*), une masse de 0,6 Kg de silice pour cimenter un dm^3 de sable avec une porosité initiale des sables de 25%, un débit de source moyen de 6 m^3 /heure, chiffrent la durée de construction d'une dalle silicifiée de 100x30x2 m, à **2 000 ans**.

« *Les* ***silicifications de nappes*** *ont une signification presque exclusivement paléomorphologique. Pour qu'elles se réalisent, il faut constamment renouveler les solutions ; elles ne se font donc que dans les zones d'écoulement des nappes. Ceci implique un paysage entaillé… Ces silicifications n'ont en général aucune signification paléoclimatique et donc stratigraphique* » (Thiry etal. **1988**).

▪ **Application au Massif armoricain** (*bibliographie choisie*)

▫ Concernant les **cuirasses ferrugineuses** Brault N. (**2002**) précise

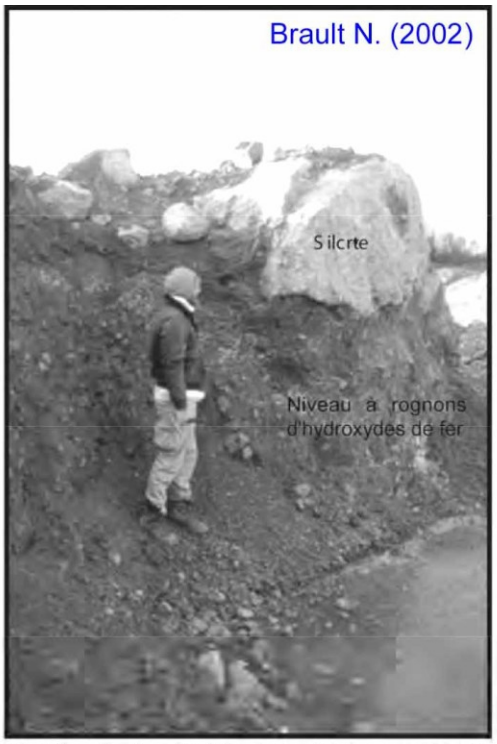
« *La présence de la* **goethite** *dans les* ***cuirasses ferrugineuses du Massif armoricain*** *montre qu'elles ont subi une évolution complexe qui a finalement abouti à la disparition d'une partie plus ou moins importante de l'***hématite**. *Ces*

[43] Thiry M**., 1981.** Sédimentation continentale et altérations associées : calcifications, ferruginisations et silicifications. Les argiles plastiques du Sparnacien du Bassin de Paris. *Mém. Sci.Géol.*, 64, 173 p.
Thiry M., Koeniguer JC: Menillet F., **1988**. Les silicifications de surface : La typologie et les outils de leur interprétation. *Bull. Inf. Géol. Bassin parisien*, vol 25 n° 4; p 5-14.
Thiry M., **1999.** Diversity of continental silicification features: examples from the Cenozoic deposits in the Paris Basin and neighbouring basement. In: Thiry M. & Simon-Coinçon R. (eds), *Paleoweathering, Paleosurfaces and Related Continental Deposits. Inter. Ass. Sediment. Special Publications,* 27, 87-127.
[44] Thiry M., Jean-Schmitt J.-M., Innocent C., Cojan I. **2013** Excursion géologique14ème Congrès Français de Sédimentologie Paris - 8 novembre 2013 Sables et Grès de Fontainebleau : que reste-t-il des faciès sédimentaires initiaux ?

*cuirasses à goethite seraient donc les témoins de l'évolution du Massif armoricain, évolution dans laquelle l'hydratation est devenue prépondérante après le développement des grands profils d'altération latéritique. Sur le Massif armoricain, les reliquats de cuirasses dans lesquels l'***hématite** *est encore abondante n'auraient subie aucune évolution et seraient les témoins directs de cuirassements ferrugineux originels.* » …

« *La plupart des auteurs considèrent aujourd'hui que l'****essentiel des profils latéritiques*** *du Massif armoricain s'est formé entre la fin du Mésozoïque et le début du Cénozoïque, i.e. Crétacé terminal – Eocène moyen…depuis la fin de l'Eocène, les variations des caractéristiques géomorphologiques et climatiques ont interrompu les processus latéritisants pour donner des profils d'altération d'épaisseur réduite* [45]*, qui se sont principalement développés au Miocène moyen et au Plio-Quaternaire (Estéoule-Choux,* **1967***)* »…

▫ Concernant les **silcrètes** Brault N. (**2002**) indique



silcrète de La Galivelais (35) surmontant un niveau cuirassé à rognons de goethite

Illustration 3.13 : Silcrètes pédogénétiques : Site de **La Galivelais** (Saint Sulpice des Landes - 35390) : les horizons siliceux columnaires. Ces silcrètes surmontent une cuirasse latéritique constituée d'un niveau basal massif et d'un niveau supérieur à rognons d'hydroxydes de fer.

« *Ils apparaissent sur tous les types de lithologie et, quand ils sont en place, se présentent sous la forme de dalles horizontales d'épaisseur métrique. Ces dalles siliceuses se superposent localement aux cuirasses ferrugineuses des profils latéritiques.*[46]

L'analyse des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 de la bordure méridionale du ***bassin de Paris*** *montre que ces* ***silicifications*** *sont apparues entre l'Eocène moyen et l'Eocène supérieur.*

Sur le ***Massif armoricain****, les silicifications ont toutes un caractère résiduel et sont dispersées sous forme de blocs épars à la surface des champs. Ces silicifications, qui affectent des matériaux variés, présentent des similitudes avec celles décrites dans le bassin de Paris : des débits en colonnes, des figures d'illuviation, des coiffes, des oxydes de titane en abondance et parfois des traces de végétaux. Elles sont ainsi assimilées, par analogie de faciès, aux silcrètes pédologiques du bassin de Paris… elles sont attribuées à l'Eocène moyen-supérieur... Ainsi, la période favorable à la formation des silicifications pédogénétiques (silcrètes) s'étend depuis l'Yprésien jusqu'au Bartonien, soit presque* ***20 Ma****.*

Durant cet intervalle, les silcrètes dispersés sur le Massif armoricain sont probablement formés en une ou plusieurs phases, sans qu'une attribution stratigraphique plus précise ne puisse être proposée Ces silicifications pédologiques se seraient mises en

[45] Ces profils d'altération sont désignés par le terme : «altération ménagée».

[46] Wyns (2002) indiquait : « *Bien que rarement observables en place faute d'affleurement, les silcrètes ont recouvert toute la zone affectée par l'altération latéritique, et on les retrouve généralement en pierres volantes dans toute la moitié sud du bassin de Paris, en Normandie, en Bretagne, en Vendée, dans le Poitou, sur la plate-forme nord-aquitaine, dans le Massif central, dans le Morvan* ».

place dans un environnement chaud et humide à saisons contrastées, avec une sécheresse marquée pendant les périodes chaudes (Thiry, 1981 ; Thiry et Simon-Coinçon, 1995)

*Les **silicifications pédologiques** indiquent aussi des paléopaysages plats, à dépressions plus ou moins endoréiques, à l'image des vastes glacis silicifiés d'Australie (Thiry et al., 1988). En effet, là où les reliefs sont prononcés et les pentes accentuées, l'érosion et le ruissellement sont importants : la silice ne précipite pas (Blanc-Valleron et Thiry, 1993). A titre d'exemple, Thiry et Simon-Coinçon (1995) proposent une pente générale de 0.14% pour les paysages où sont apparues les silicifications au sud du bassin de Paris*».

▫ N. Brault (**2002**) conclue

« *Dans la partie occidentale du bassin de Paris, les **silicifications pédologiques** scellent aujourd'hui une surface particulière qualifiée d'éocène…qui apparaît vers 100 m d'altitude.*

*Sur le Massif armoricain, dans l'hypothèse où les silicifications sont contemporaines de celles du bassin de Paris, la surface éocène est par conséquent caractérisée par les **profils latéritiques** et par les **silicifications pédologiques** qui la recouvrent*».

✋ Les observations de N. Brault sont synthétisées dans une coupe sol/altérite, montrant un profil d'altération complet préservé, sur des plateaux témoins de la « **Surface éocène »** (voir **Illustration 3.8**, à droite).

▫ Guillocheau et al. (**2003**)[47] indiquent aussi « *Le passage d'altérations soustractives (latérites s.l.) à des altérations additives (silcrètes) durant le Paléocène/Eocène est identique à ce qui est connu en Europe occidentale. Cette inversion de tendance traduit l'affaissement du flambage «pyrénéen » induit au Crétacé terminal dans des conditions climatiques chaudes et humides (Wyns 2002)* ».

L'**Illustration 3.7**, fait coïncider pour le Massif armoricain, la mise en place des **silcrètes**, au passage des étages Lutétien/Bartonien (**42 Ma**). Cet évènement correspond à la fois à un abaissement de l'altitude relative du Massif armoricain (*affaissement du flambage pyrénéen*) vis-à-vis du niveau marin et un climat induisant des conditions plus arides.

Concernant les conditions paléoenvironnementales du Bartonien N. Brault (**2002**) indique *« Sur le littoral, les mangroves disparaissent et sont remplacées par des milieux marins confinés où ont lieu, successivement, des néoformations de smectite, d'attapulgite et de gypse. Pour Estéoule-Choux (1967, 1968a), la néoformation des minéraux argileux (smectite et attapulgite), et l'apparition des silicifications, seraient dues à un changement des conditions paléoenvironnementales : le milieu chaud et humide, présent au moins depuis le début du Tertiaire, devient de plus en plus aride. Le confinement est alors général.* ».

Ces conditions paléoenvironnementales : diminution de l'humidité limitant l'intensité du lessivage des eaux de précipitation, aridité provoquant le confinement des solutions (Fe, Si…) expliquent à l'intérieur du Massif armoricain, à la fois l'arrêt des processus de **latérisation** initiés au **Crétacé supérieur** / **Eocène** et la mise en place des **silicifications**.

✋ **A retenir :** La **Forêt de Paimpont**, dont les reliefs résiduels culminent à 230 / 250 m porte-t-elle la trace de la « Surface éocène » ?

Si oui, le **minerai de fer** pourrait représenter le témoin d'une **cuirasse latéritique** en place sur une couche argileuse (kaolinite) épaisse. Dans ce cas on pourrait rechercher s'il existe des traces de **silcrètes** affleurantes au-dessus de la cuirasse.

Le **minerai de fer** peut aussi correspondre à des **ferricrètes**, issues de la destruction de **cuirasses** (s.l.). Cette érosion aurait alimenté en saison humide un flux de solution ferrugineuse mobile, solidifiée çà et là, en saison chaude, sur des espaces plats confinés en voie d'assèchement[48].

[47] Guillocheau, F., Brault, N., Thomas, E, Barbarand, J., Bonnet, S., Bourquin, S., Estéoule-Choux J., Guennoc P., Menier, D., Néraudeau, D., Proust, J.N., Wyns R. (**2003**). Histoire géologique du Massif Armoricain depuis 140 Ma (Crétacé-Actuel). Association des Géologues du Bassin de Paris, 40, 1, 13-28.

[48] Sur le terrain à l'échelle du Massif armoricain la présence de conglomérats cimentés par des solutions ferrugineuses se retrouve, pour les plus récents jusqu'au Pliocène.

D : Sites à visiter : Peronnette (ferricrète) et **Bois du Ferron** (cuirassement ferrugineux).

- **Le site de Trudeau - Peronnette** (Paimpont) **:**

. Peronnette: (F2)
Près du village de Trudo et à quelques centaines de mètres de l'étang du Pas du Houx, ce site était mentionné pour sa carrière, appelée Nouveau Mineral. Le ferrier est à moins de 100 mètres de la carrière et semble prouver que la carrière n'a pas été découverte au 19° siècle, mais simplement re-découverte.

Illustration 3.14 : Peronnette : Extrait Rapport de Prospection (Larcher G. **1993**).

Le site est signalé en **1993** [49] il fera l'objet de fouilles en **2007** et **2008** [50], nous avions eu l'occasion d'y faire une première visite en avril **2016** [51], complétée par une autre visite en octobre **2016**, avec Guy Larcher.

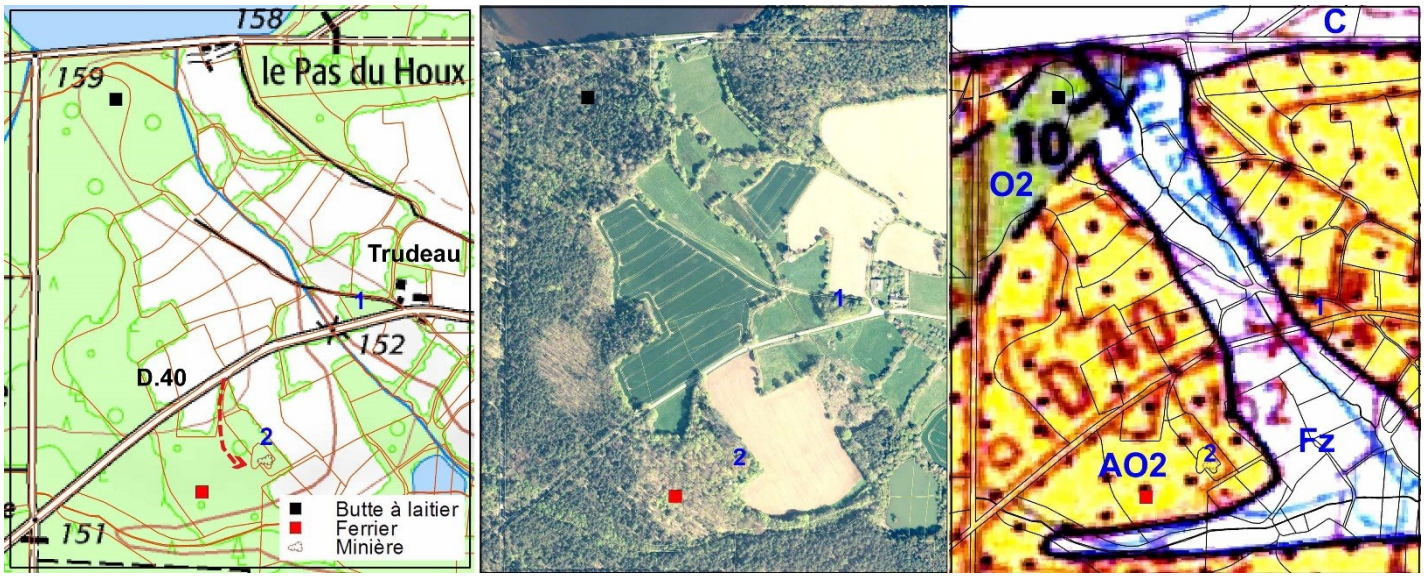


Illustration 3.15 : Trudeau - La Peronnette : Contexte topographique géologique : Scan25/BDortho 2014/feuille de Guer **2009**. **1** : **Trudeau** ex carrière **2** : **Peronnette** la minière – **Géologie : O2** : Grès armoricain, **AO2** : Grès armoricain altéré, **Fz** : Alluvion actuelle, **C** : Colluvion.

Illustration 3.16 : Trudeau : Carrière dans le Grès armoricain **A gauche :** banc gréseux légèrement penté vers le nord (**E** : *altérite, éboulis*) **A droite :** détail du grès jaunâtre, texture sableuse (juin **2019**).

[49] Larcher Guy (**1993**) Sites métallurgiques de la région de Paimpont – Rapport de Prospection Inventaire Collectif.

[50] Girault N. Oillic J.-C (**2007**) Rapport de prospection thématique – Site de Peronnette en Paimpont (35) – Vestiges d'activités minières et métallurgique.
Vivet J.-B. (**2008**) Peronnette (Paimpont 35) – Site de métallurgie du fer de la fin du Moyen Age – Notice scientifique.

[51] **Encyclopédistes de Brocéliande :** Sortie géologique n° 7 [2/16] du 1er avril 2016.

Sur le terrain en **2016**, nous n'avons pas retrouvé l'affleurement de ***Grès armoricain*** (*pendage 10° vers le Sud-Ouest*) signalé sur la carte géologique, en limite Sud de l'***Etang du Pas du Houx***. La carrière de **Trudeau** (**1**) montre des bancs gréseux de teinte jaunâtre peu pentés, correspondant au ***Grès armoricain***, ici dénué de couverture altérée superficielle épaisse.

✋Pour accéder à la **minière de Peronnette**, il faut <u>impérativement garer sa voiture sur l'entrée du chemin situé à l'Ouest de ***Trudeau***</u> et poursuivre à pied (**Illustration 3.15**) vers l'Ouest, sur la D.40 vers la barrière placée au Sud.

Ici un « chemin » descend vers le Sud-Est : En se guidant vers la lisière du bois à l'Est on arrive sur un monticule qui correspond à la halde (*amoncellement formé par les déchets et stériles issu de l'exploitation de la minière*) et mène à la <u>minière située plus au Nord à quelques dizaines de m</u>.

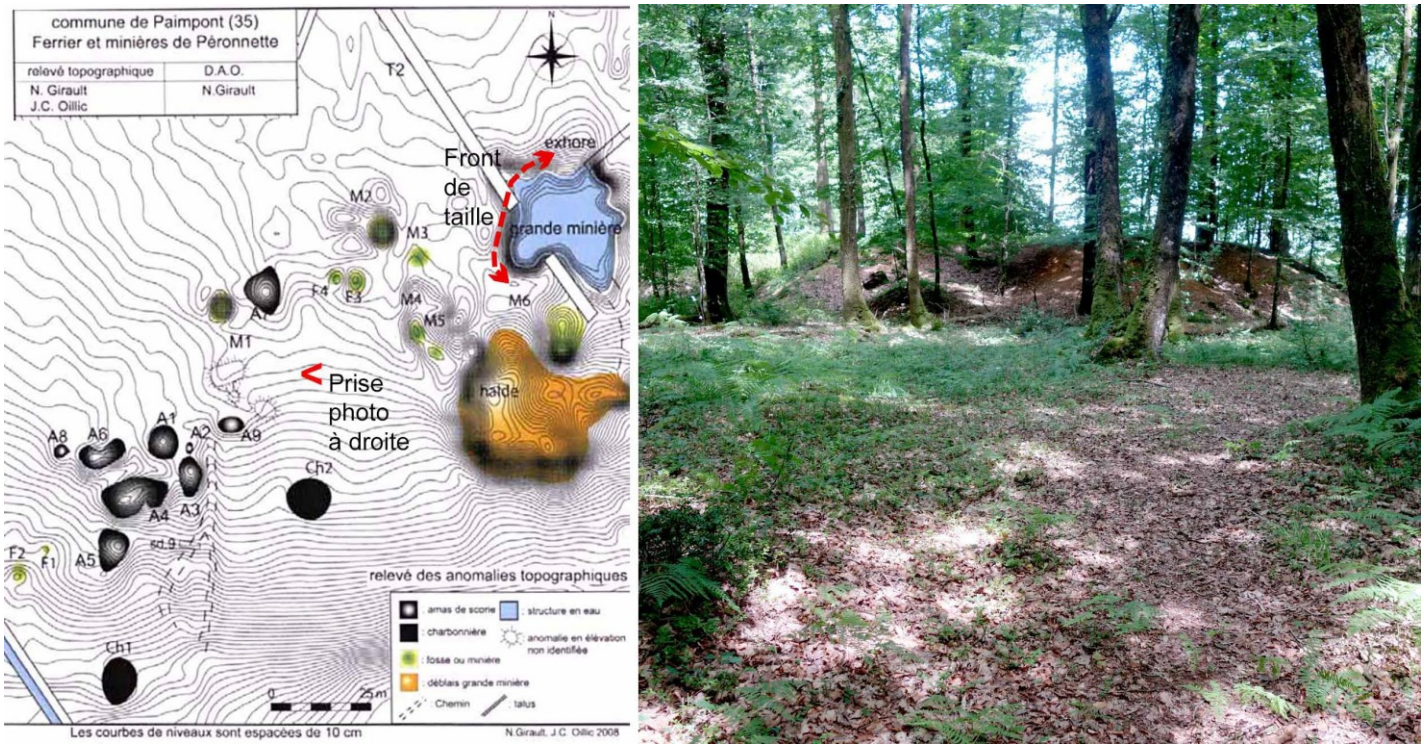


Illustration 3.17 : La Peronnette : Relevé du site (Vivet *etal.* **2008**) – Débouché du chemin vers la Halde (juin **2019**).

Illustration 3.18 : Peronnette : **La minière** en **2016** (front de taille Ouest) - **avril** (*hautes eaux*) et **octobre** (*étiage*).

Quand le plan d'eau est abaissé, celui-ci découvre sur le front de taille Ouest de la minière, des bancs gréseux et pointement(s) ferricrète(s). Le Grès armoricain est dénué d'une couverture altérée épaisse.

Illustrations 3.19 : Peronnette : **La minière** – **En haut :** Le **Grès armoricain** en bancs d'épaisseur décimétrique sub-horizontaux. **En Bas :** Ce grès bien que noirci en surface (*milieu humide plus ou moins réducteur*) montre sur cassure, une teinte claire jaunâtre.

Illustration 3.20 : Peronnette : **La minière** – « Pointement de **ferricrète** » : Brèche constituée de fragments gréseux jaunâtres emballés dans un ciment ferrugineux.

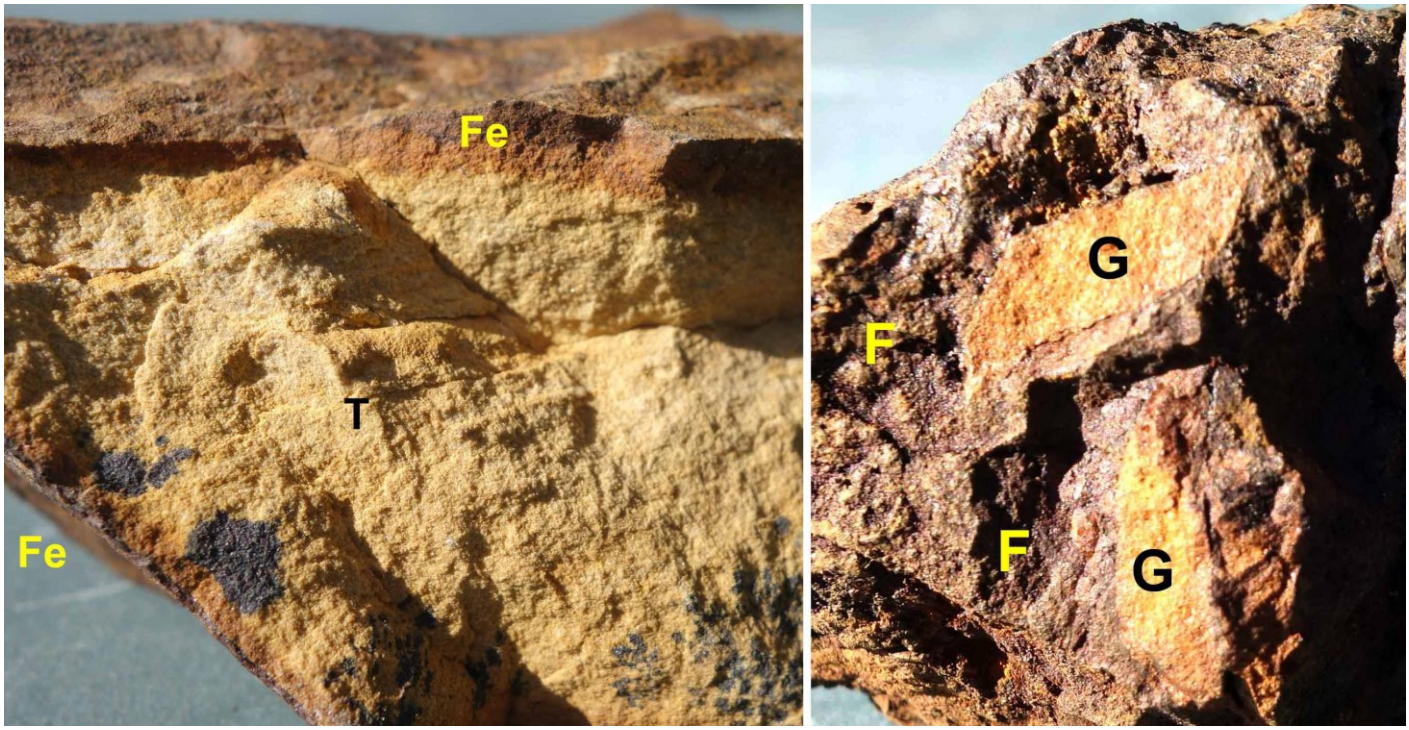


Illustration 3.21 : Peronnette : **La minière** – **A gauche :** échantillon de ***Grès armoricain*** : (**T**) présence d'un terrier perpendiculaire à la couche (*ici horizontal*), (**Fe**) placages ferrugineux incrustés dans les plans de fissure du grès – **A droite :** échantillon de ***ferricrète***, (*masse dense*) montrant une brèche, composée de fragments gréseux plus ou moins anguleux, emballés dans un ciment ferrugineux (**Grison**). L*e fragment marqué G en bas a une longueur de 15 mm*.

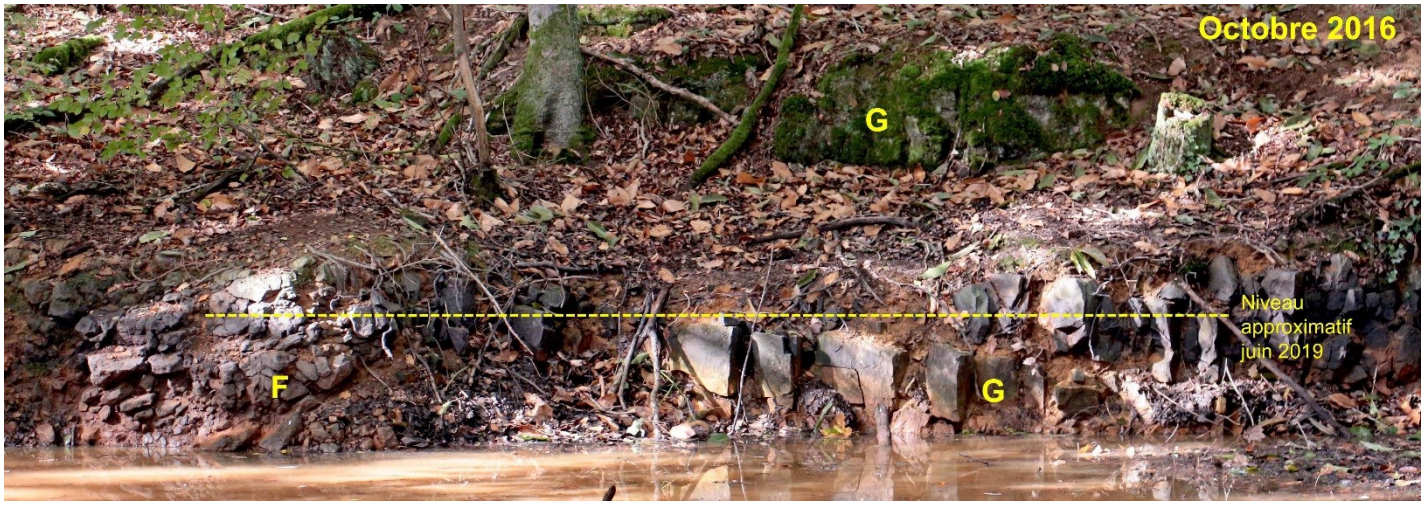


Illustration 3.22 : Peronnette : **La minière** – Relation géométrique entre le pointement de ferricrète (**F**) et les bancs du Grès armoricain (**G**).

L'affleurement de ***ferricrète*** se marque par un pointement rocheux encadré par les bancs peu pentés attribuables au ***Grès armoricain***.

> ✋ Ce contact placé en surplomb du plan d'eau est difficile à déchiffrer du fait du « manque de recul » pour analyser commodément le site.

La cote relativement basse du plan d'eau aujourd'hui, permet d'envisager à l'étiage 2019 une bonne opportunité d'examen de ce site.

> D'un point de vue pétrographique : la structure de la ferricrète qui correspond à une brèche assemblant des fragments gréseux (Grès armoricain) par l'intermédiaire d'un ciment ferrugineux <u>caractérise l'antériorité de la formation du Grès armoricain par rapport aux ferricrètes qui remanient le substrat gréseux</u>.
>
> Sans élément stratigraphique « calé », placé au-dessus des ferricrètes, il est difficile de dater précisément l'âge de ces écoulements métalliques.

✋ **A retenir :** Le minerai de fer exploité dans la minière de « **La Peronnette** » ne correspond pas aux couches sédimentaires ferrugineuses interstratifiées dans le Grès armoricain (voir **Illustration 3.6)**. Il s'agit ici d'une brèche de fragments gréseux, cimentés par une solution ferrugineuse et posée sur le substrat rocheux (*Grès armoricain*). Ce substrat est ici dépourvu d'une couverture d'altérite argileuse épaisse.

Au niveau des modèles d'organisation des altérations vus plus haut, nous nous situons ici dans le cas des « **ferricrètes** », dans la mesure où la **solution ferrugineuse**, correspondrait à un écoulement latéral alimenté en métal issu de l'érosion/désagrégation des couches de minerai contenu dans le Grès armoricain en place, ou d'une cuirasse construite sur la « Surface éocène » et disparue depuis.

• **Le site du Bois de Ferron** (Mauron) **:**

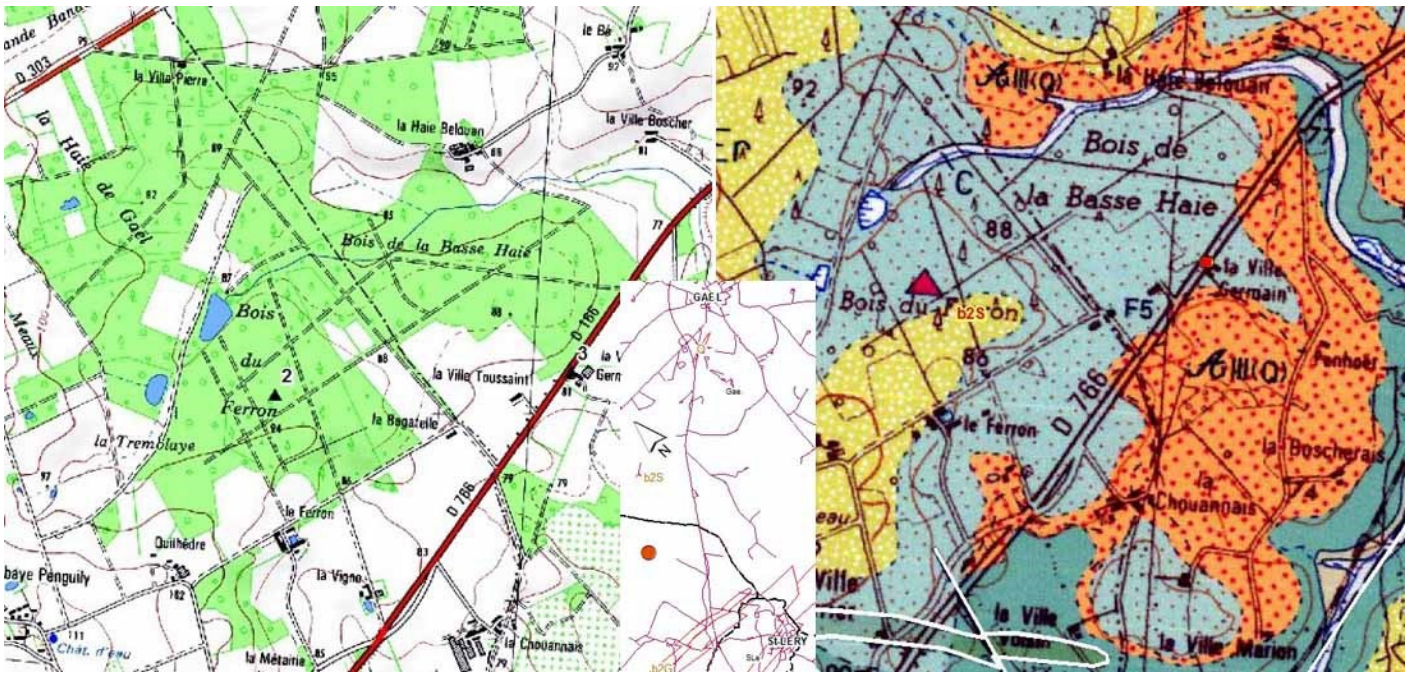


Illustration 3.23 : Bois du Ferron (Mauron) **-** Contexte topographique géologique : Scan25/ feuille de Saint Méen le Grand **2008**[52]**.**

✋Concernant les gisements de fer les plus proches, la carte géologique (feuille de Saint Méen le Grand **2008**) signale en bordure de la D.776, la présence de **cuirassement ferrugineux** :

> « *Dans le* ***bois du Ferron****, le bien nommé, à la hauteur de la Ville Germain sur la D766, des fragments de* ***cuirasse*** *peuvent être localement observés. Il s'agit ici de* ***formes scoriacées*** *qui se sont développées* ***au sein de la masse argileuse*** *en englobant des* ***lentilles d'argiles****. Lorsque les matériaux meubles ont été déblayés, il est resté des alvéoles. Selon J. Estéoule-Choux (****1967****[53]), ce type de structure dénote l'action d'un niveau hydrostatique sur un profil argileux: c'est une accumulation absolue alimentée essentiellement par des apports latéraux* ***dus à une nappe****»*.

La citation « J. Estéoule-Choux (**1967**) », s'applique à des **ferricrètes scoriacées** observées dans la **minière de Rougé** (44660) :

> « *Les accumulations ferrugineuses* sont *essentiellement formées de goethite englobant de petites lentilles d'argile…Lorsque ces parties meubles ont été déblayées, il reste des alvéoles. Cette structure dénote l'action d'un niveau hydrostatique sur un profil argileux : c'est une accumulation absolue alimentée essentiellement par des apports latéraux dus à une nappe* ».

Pour les auteurs de la carte géologique, les formations ferrugineuses du bois du Ferron peuvent être rapportées aux «**ferricrètes vraies**» car elle sont associées à des profils d'altération, épais.

> «*Au niveau du* ***bois du Ferron****, au Nord de Mauron… il reste que les forêts persistent … au-dessus de substrats fortement altérés et/ou à forte couverture limono-lœssique*»

[52] Ce site a fait l'objet d'une précédente visite au cours de la sortie géologique n° 08 3/16 du ***29 avril 2016.***

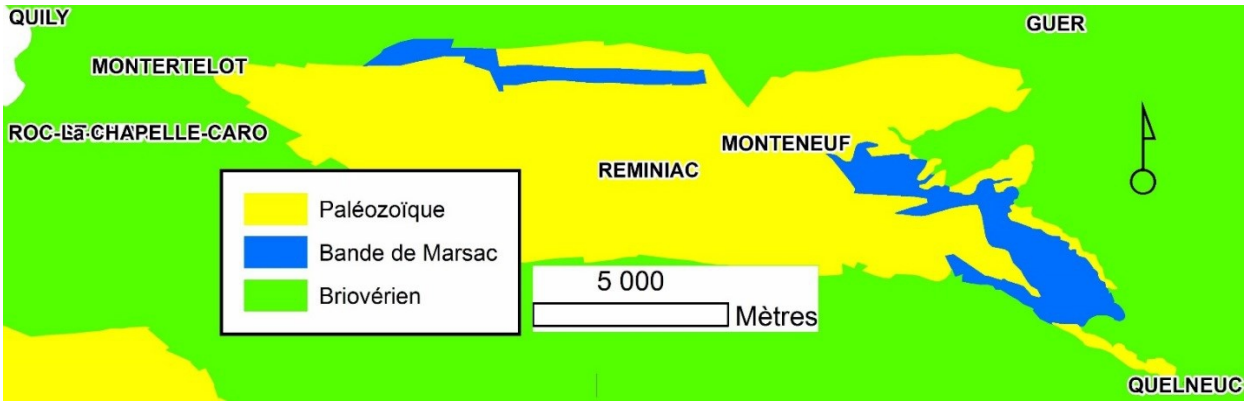
[53] Estéoule-Choux J. (**1967**) – Contribution à l'étude des argiles du Massif armoricain - argiles des altérations et argiles des bassins sédimentaires tertiaires. Thèse 3e cycle. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, t. 14, 319 p. Mémoire n°14 de la SGMB (**1970**).

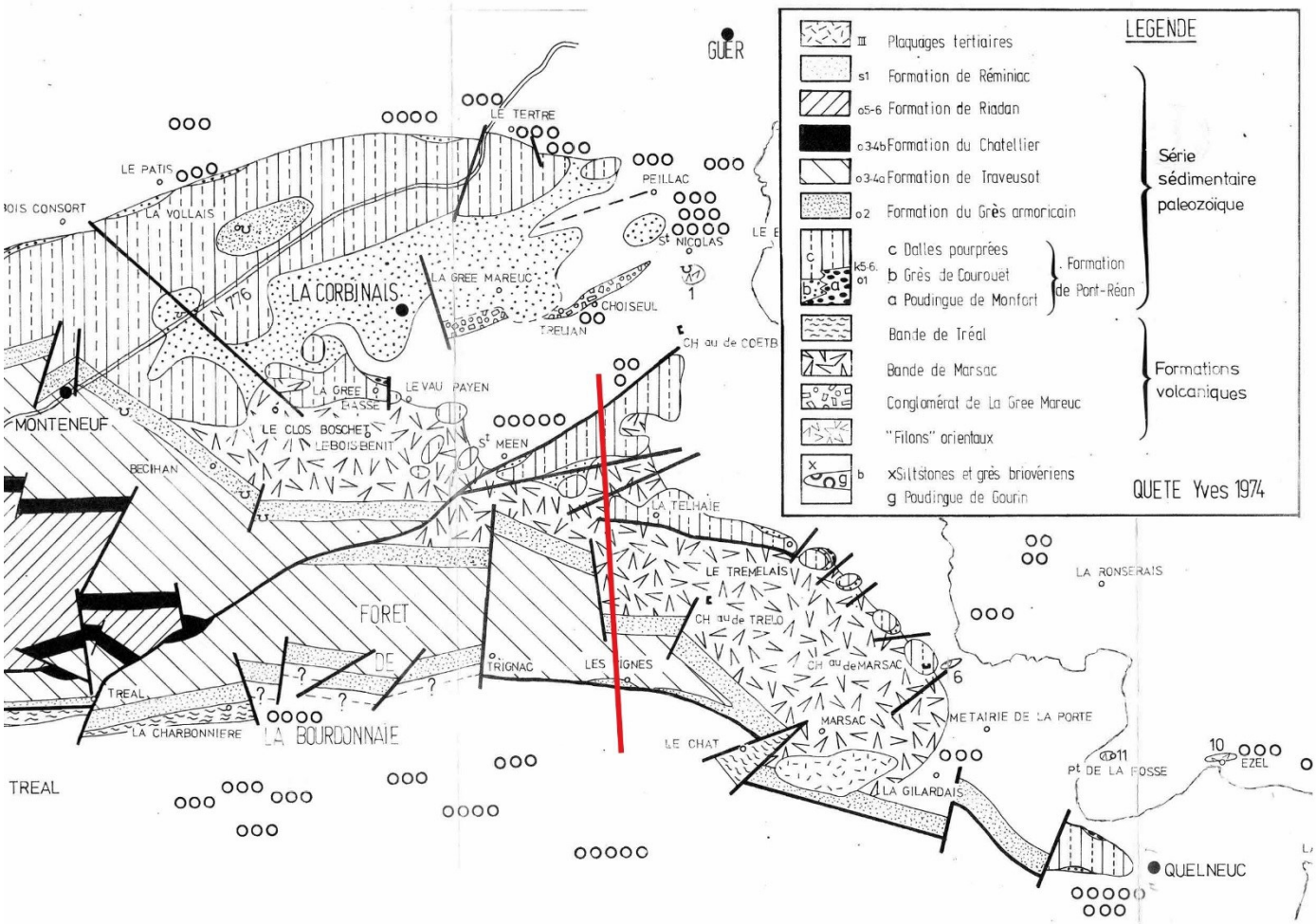
Lors de notre visite en **2016**, complétée en mai **2019**, par une visite en compagnie de Gilles Montgobert, nous n'avons pas retrouvé sur place, les éléments de terrain relatés ci-dessus. L'agriculteur installé à la ***Ville Germain*** nous a indiqué qu'il ne connaissait pas ici d'indices de formations ferrugineuses, en place ou fragmentées.

✋ **A retenir :** Le minerai signalé doit être recherché plus vers le point signalé en forêt (***bois du Ferron***), les indices indiqués au bord de la D.776 n'étant plus visibles à la hauteur de la Ville Germain.

Comparativement au site précédent (**Peronnette**) il s'agirait ici d'un **cuirassement** placé au-dessus d'un profil altéré argileux épais, donc proche de la « Surface éocène » originelle. Ce cuirassement est aussi associé à l'écoulement latéral d'une nappe phréatique (J. Estéoule-Choux (**1967**).

Annexe 4 –Volcanisme de l'Ellipse de Réminiac – la « Bande de Marsac » –Extraits Quété Yves (**1975**) [54].





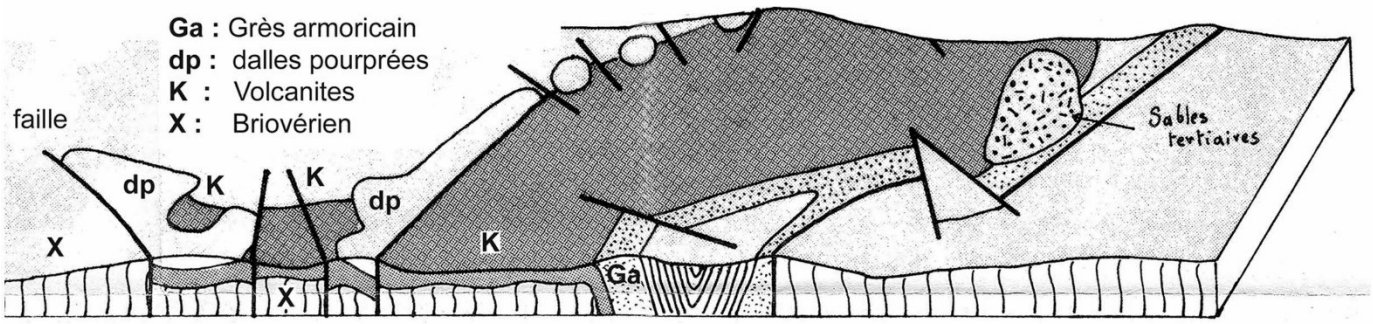


Illustration 4.1 : Localisation de la « Bande de Marsac » - Contexte géologique (Quété Y. **1975**).

[54] Quété Y. (**1975**) - L'évolution géodynamique du domaine centre-armoricain au Paléozoïque inférieur: l'ellipse de Réminiac. Thèse 3ème cycle, Univ. Rennes, 107 p.

La « Bande de Marsac » montre dans sa partie la plus orientale, un affleurement (« *lambeau Marsac – Clos Boschet* »), situé entre Monteneuf et Quelneuc, allongé sur 8 km pour une largeur variant de 0.5 à 1.5 km.

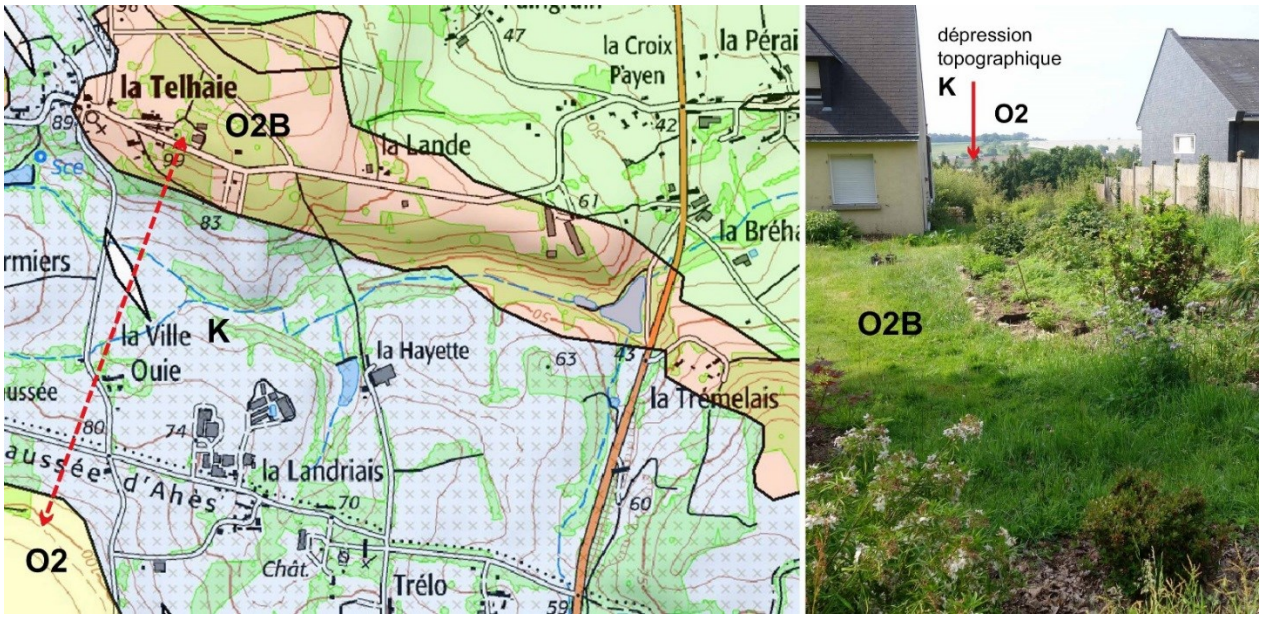


Illustration 4.2 : La « Bande de Marsac » - Contexte topographique.

Ce lambeau occupe une dépression topographique cernée au Nord par les ***dalles pourprées*** (**O2B**) et au Sud par le ***Grès armoricain*** (**O2**). Il expose une pierre massive dure pour les faciès les moins altérés, mais ne porte (*rares carrières et excavations en 1974*) aucun indice permettant de reconnaitre la géométrie de mise en place de l'édifice volcanique.

▫ Il s'agit de **laves** (*volcanisme effusif à l'air libre*) mêlées très localement (*Château de Marsac*) à des épisodes **volcano clastiques** (*volcanisme explosif à l'air libre*) contemporains des laves dont les éléments apparaissent remaniés et brisés (*fragments de laves ou de minéraux constituant ces laves*). Sur le terrain, à l'œil nu, laves et brèches volcaniques sont difficiles à discerner.

<u>Les **laves**</u> sont le plus souvent de teinte claire grise, de texture porphyriques c'est à dire montrant des cristaux millimétrique de feldspath (**pf**) blanc-rosé (***albite***)[55].

<u>En lame mince</u> on peut observer des taches brun-vert de ***chlorite*** (**c**) et des petites baguettes feldspathiques (**m**) dans un fond quartzeux non cristallisé (vitreux) incolore en lumière naturelle, noir en lumière polarisée.

✋ L'orientation des baguettes feldspathiques (appelées aussi ***microlithes***), caractérise une texture « fluidale » de la roche, indice du mouvement de la coulée de lave, lors de sa mise en place.

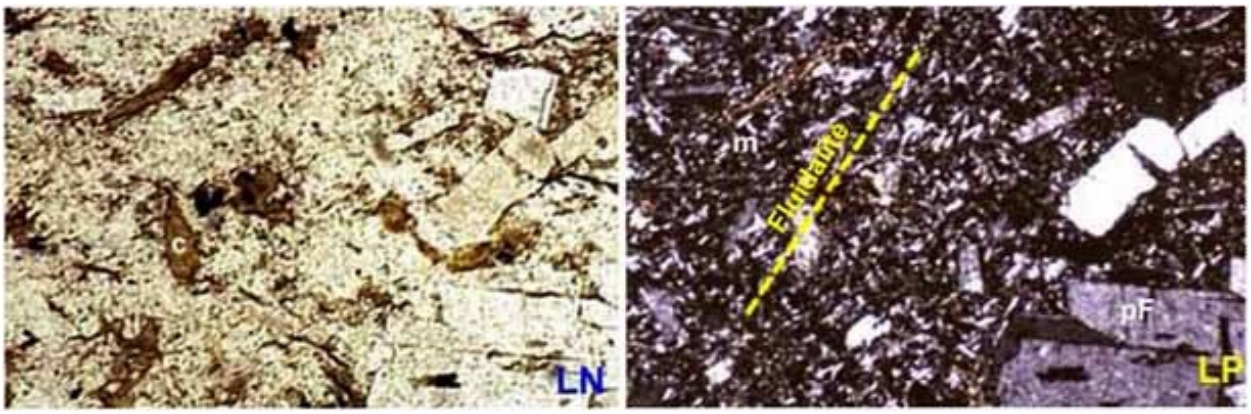


Illustration 4.3 : Lame mince dans la **Formation de Marsac** (*YQ 1975*) **: Phénocristaux d'albite (***taille mm***)** dans **un ciment à structure « fluidale » (***baguettes orientées - traits en pointillé***) : à droite** vue en **lumière polarisée** (LP) **à gauche** vue en **lumière naturelle** (LN) : *taches vertes de chlorite***.**

[55] L'Albite correspond au pôle sodique de la série des feldspaths alcalins (***Albite***/Na <–> ***Orthose***/K).

Illustration 4.4 : Trémelais - - Volcanite de Marsac - Fragment de lave : On distingue sur le fond gris (microlithes + quartz) hétérogène : des taches fines brunes (**c**) de chlorite et des plages millimétriques plus claires (blanche à rose) de feldspath (**pf**).

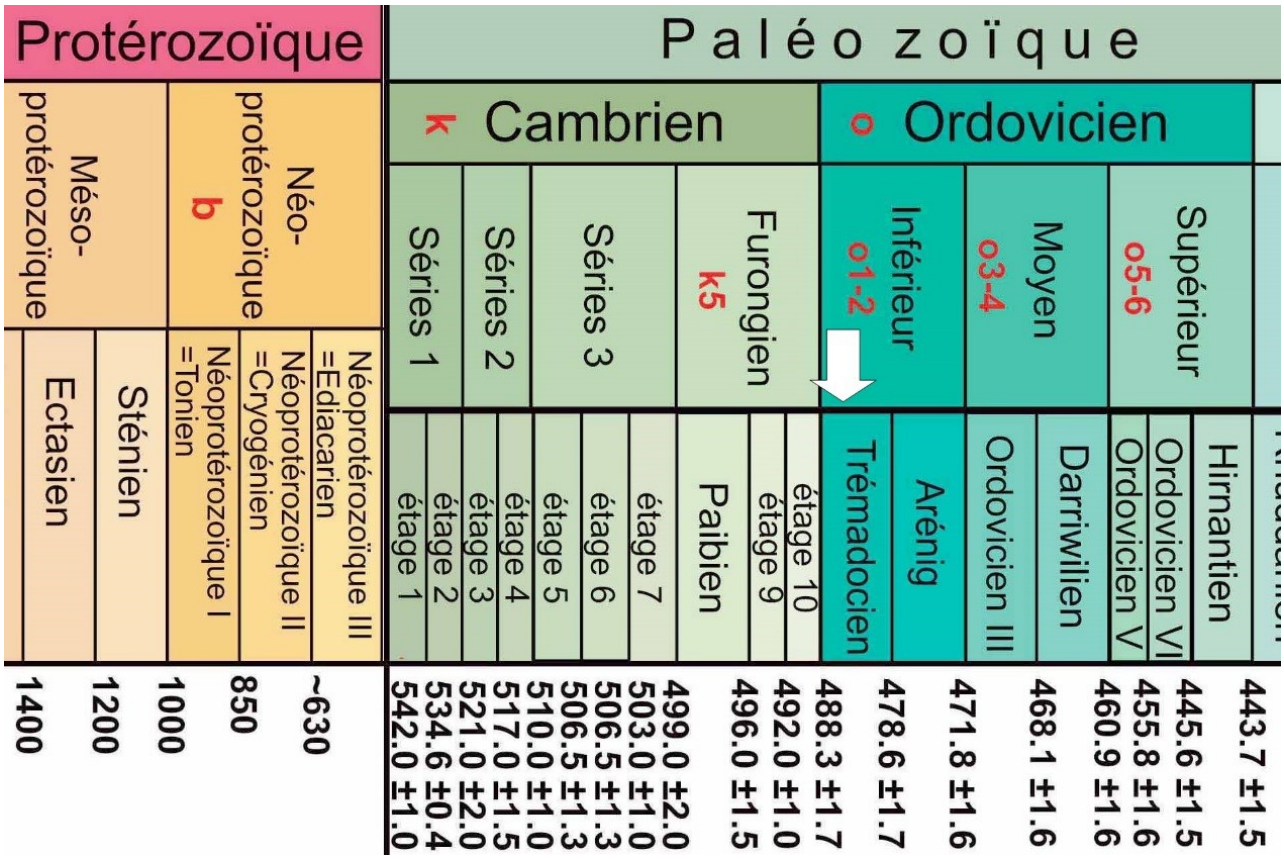


Illustration 4.5 : Volcanite de Marsac – Calage chrono stratigraphique (**486** ± 28 Ma).

Les volcanites de Réminiac ont été datées, à partir de zircons (Guerrot *et al.,* **1992**), à **486** ± 28 Ma.

✋Il s'agit ainsi d'un épanchement volcanique étalé sur le socle briovérien pénéplané (limite d'âge supérieur : **Cambrien**), contemporain du dépôt de la Série rouge initiale du Paléozoïque (*poudingue de Montfort / grès de Courouët / dalles pourprées*) et antérieur à la transgression généralisée marquée par le dépôt du Grès armoricain (**Arénig**).

Concernant cette roche utilisée dans la construction des maisons :

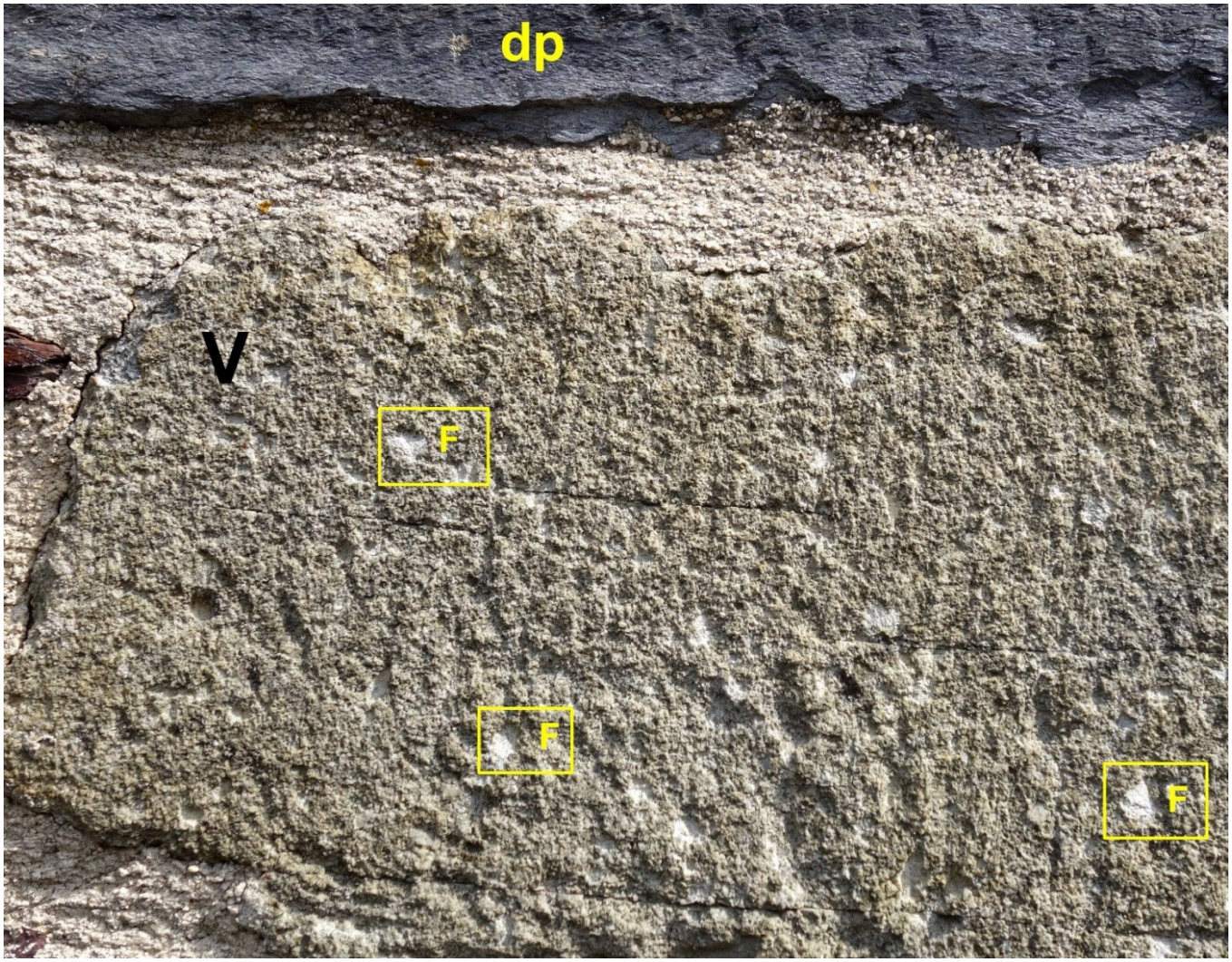


Illustration 4.6 : La Telhaie - Volcanite de Marsac – Façade de maison, place de l'église – Moellon de volcanite (**V**) - **F** : Grands cristaux de feldspath (?).

Nous avons recherché des exemplaires de moellons en volcanite à proximité la « Bande de Marsac ».

Une maison située en face de l'église de la Telhaie (*voir carte plus haut*), montre dans l'encadrement de la porte, mélangées avec des moellons en dalles pourprées, quelques pierres de couleur claire où on reconnait la trace de phénocristaux.

✋ Le lavage et l'érosion superficielle de la pierre, du fait des aléas atmosphériques, ne permettent pas une investigation visuelle plus précise.