Idem

Dans quelques blocs gréseux fins homogènes et de dimension importante, on a pu observer de nombreuses autres inclusions sphériques mais de morphologie complètement différente (voir photos suivantes).

Leur origine reste une énigme !

Inclusions sphériques : origine ?

Idem

Dendrites de pyrolusite MnO_2 (oxyde de manganèse)

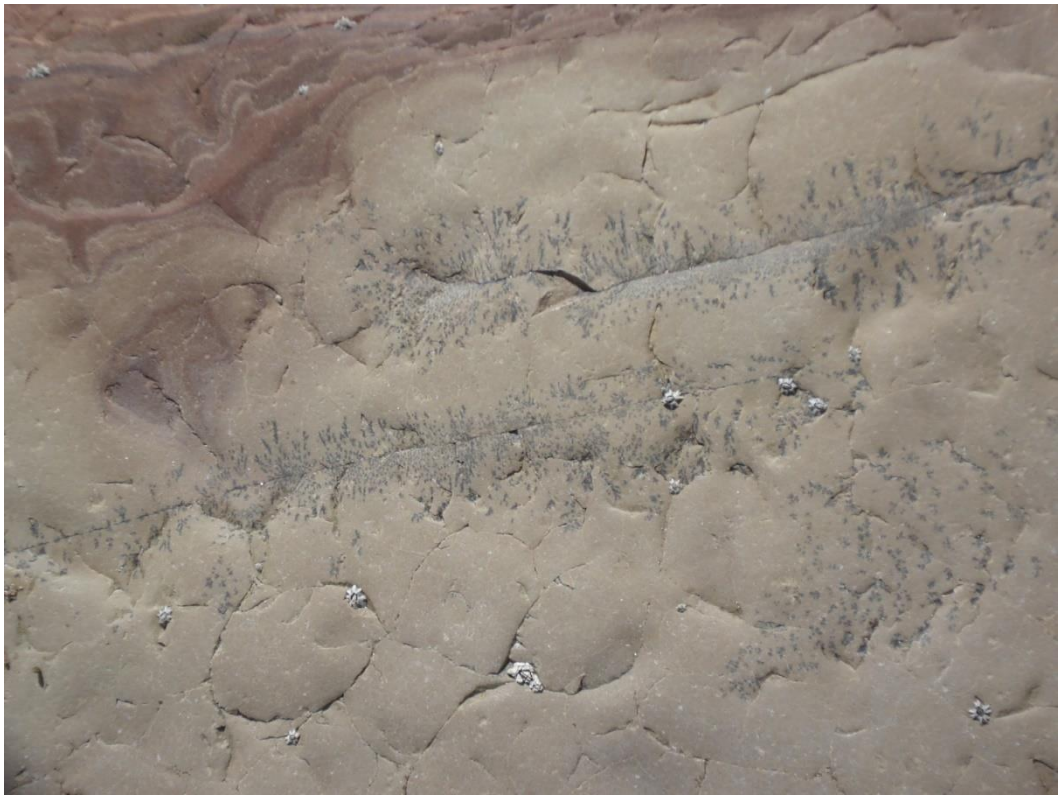
La croissance de ces arborescences cristallines se fait surtout après la diagenèse, par circulation de fluides (H_2O) minéralisés dans les fractures et les surfaces interstrates. Ces dendrites sont en général constituées d'oxydes de manganèse (MnO_2 = pyrolusite, également appelé psilomélane lorsqu'il est hydraté) plus ou moins mélangés à quelques pour-cents d'oxydes de fer. Il est probable que cette croissance cristalline soit favorisée par l'action de bactéries endogées ferroxydantes.

Cette morphologie dendritique est un « classique » de la croissance cristalline. Ainsi, tout un chacun a pu voir de telles arborescences de glace croître sur une vitre froide.

On peut voir de telles dendrites dans de très nombreuses roches (granite, quartzite, calcaire…).

http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/Img285-2009-09-21.xml

Dendrite de pyrolusite



Idem

▪ Tectonique du Bassin de Plouézec-Plourivo-Bréhec: Indices de sa distension à l'Ordovicien

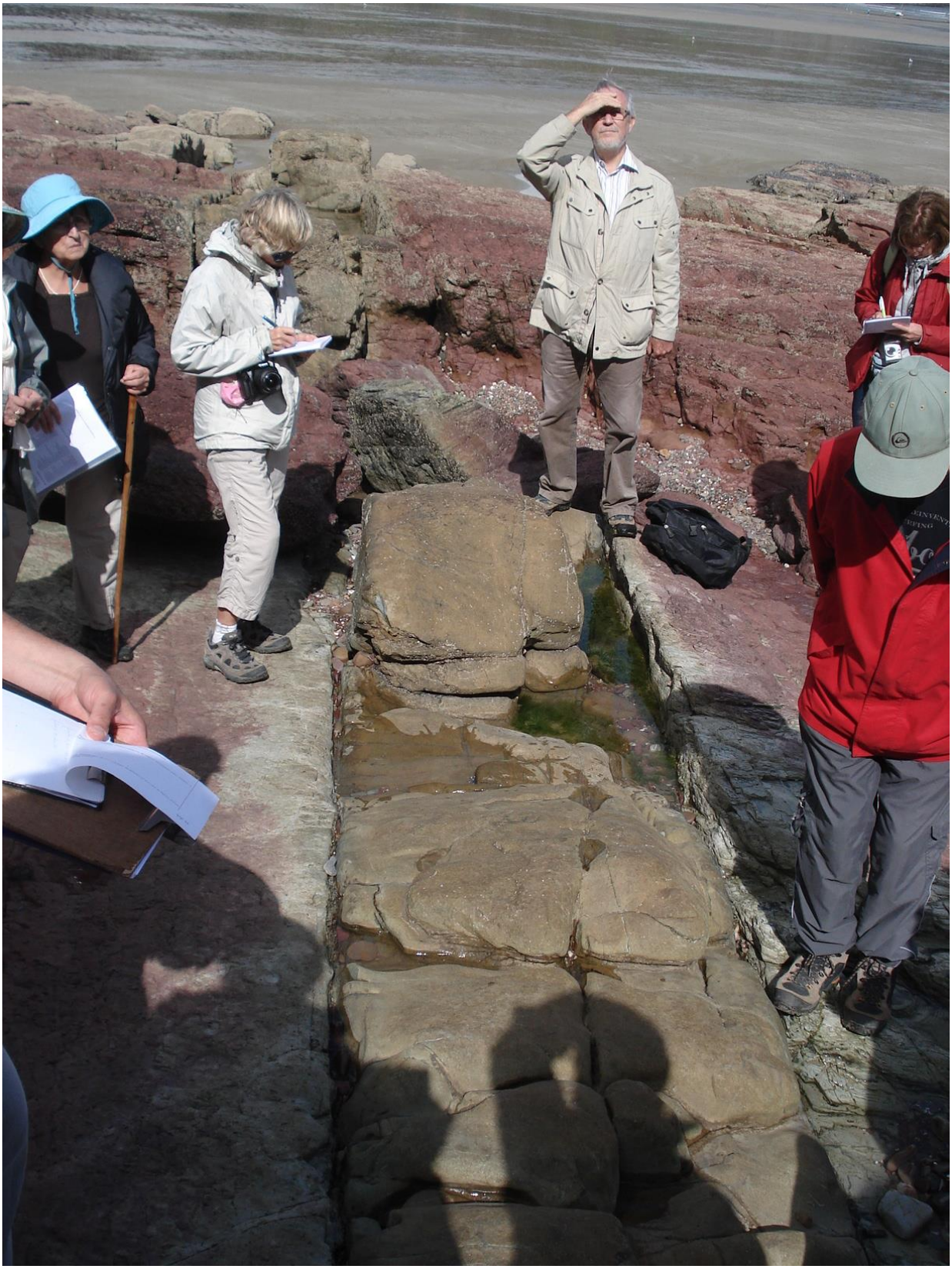
Les filons

De nombreux filons rectilignes et verticaux « coupent » la série gréseuse.

Ce sont ces filons qui, à l'échelle du Bassin de Plouézec-Plourivo-Bréhec, après avoir traversé la totalité de la série gréseuse ont alimenté le volcanisme à affinité de tholéiites continentales de la Formation de Plouézec, volcanisme daté de 472 Ma.

Dans l'Anse de Bréhec, il s'agit essentiellement de filons d'andésite. Ils auraient alimenté la Pointe de la Tour et l'Île du Taureau voisines représentant respectivement un pointement volcanique intrusif dans la série gréseuse et une coulée de lave à structure microlitique prophyrique.

Filon d’andésite



Idem

Sur la photographie ci-dessus, on peut remarquer :

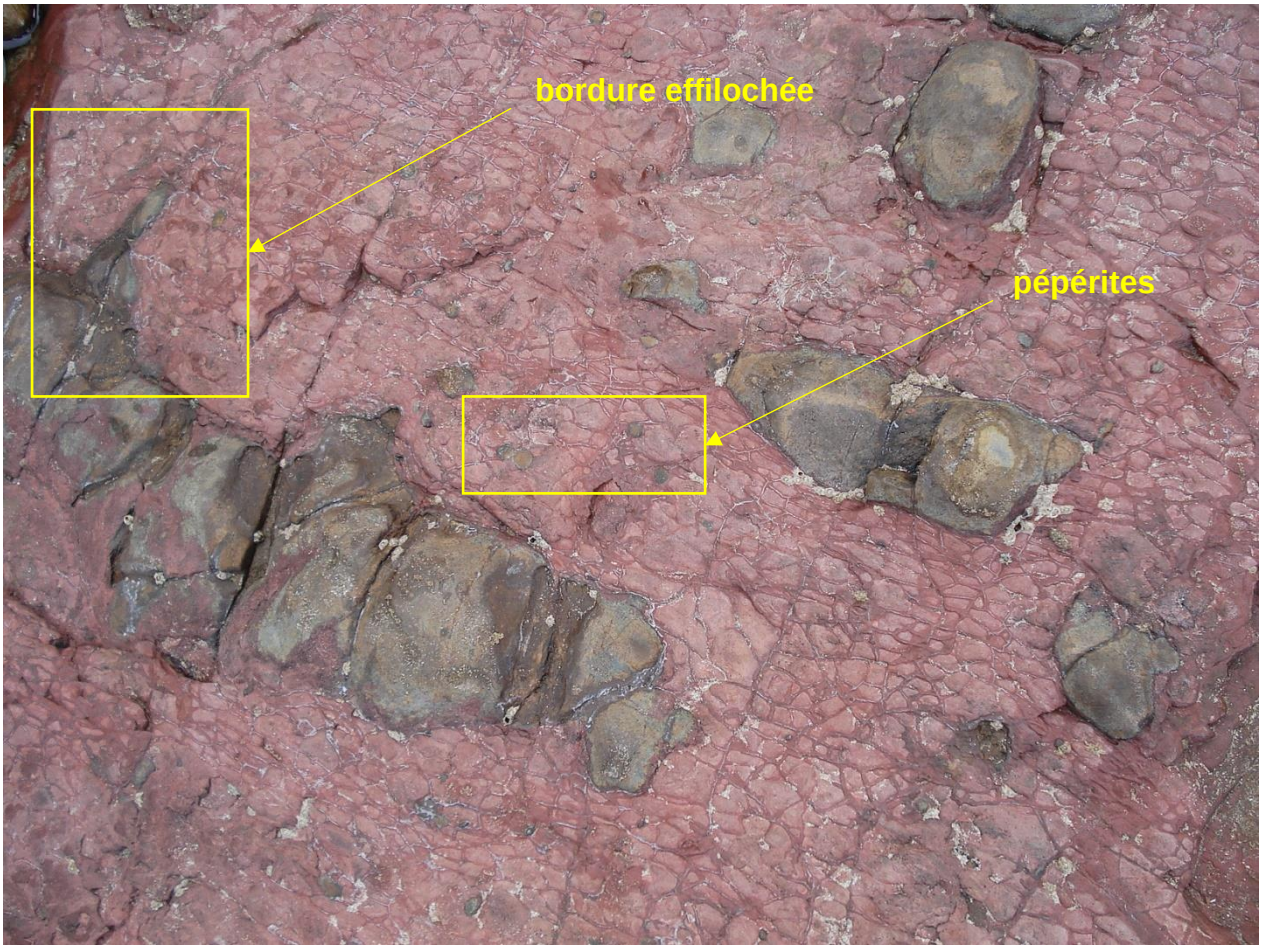
- une décoloration de l'encaissant de part et d'autre du filon due à la « cuisson »,
- une faille en décrochement parallèle à la ligne de rivage qui tronçonne le filon en deux segments légèrement décalés.

Le filon se prolonge sur la falaise.

Dans l'Anse de Bréhec, il y a également des évidences de terrain en faveur de la contemporanéité de la sédimentation et du volcanisme.

Cette contemporanéité se traduit par la présence de nombreux **faciès pépéritiques**. Les pépérites sont des produits volcaniques générés par mélange et (ou) fragmentation cassante de magma en contact avec un sédiment gorgé d'eau.

Sur la photographieci-dessous, on peut observer des intrusions (filons ?) d'andésite qui présentent des bordures qui s'effilochent puis se fragmentent en petites gouttelettes dispersées dans le sédiment. Ces gouttelettes pourraient être assimilées à des **pépérites**.



Injection de magma andésitique dans un sédiment meuble - Pépérites (?)

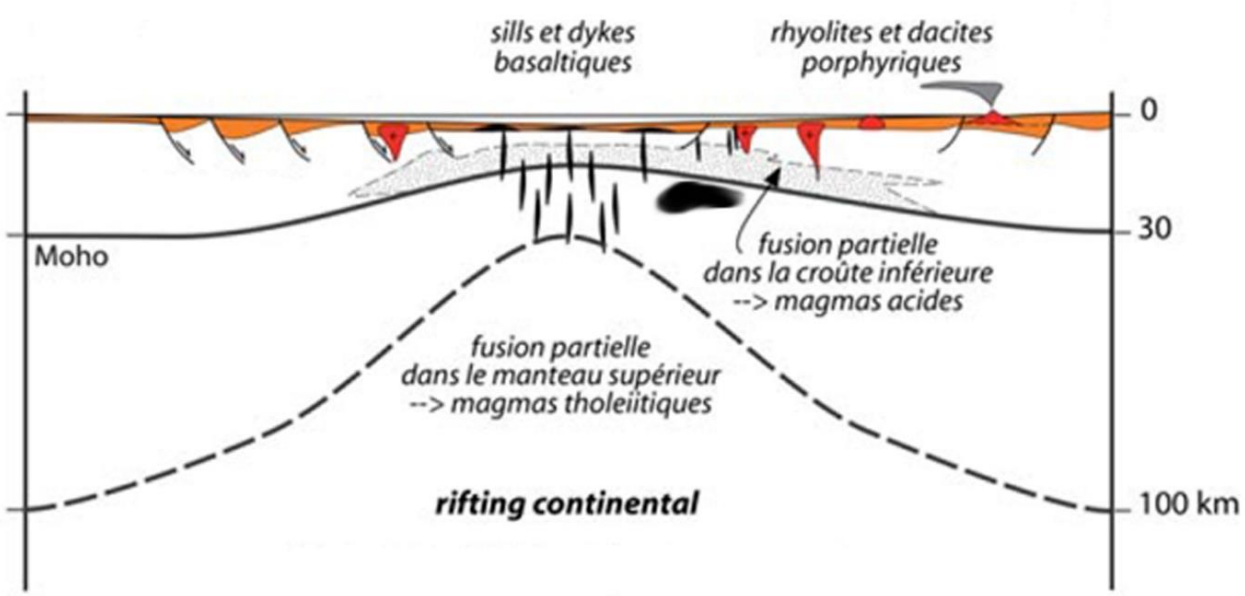
Origine du volcanisme

Dans les zones en distension, la croûte continentale s'étire ce qui provoque son amincissement et la remontée relative du manteau lithosphérique sous-jacent. La décompression adiabatique de la péridotite mantellique qui en résulte provoque sa fusion partielle et la formation d'un magma basaltique qui peut alors gagner la surface (volcanisme basaltique) si la croûte continentale est suffisamment faillée.

Dans le cas contraire, le magma basaltique va se rassembler en masses, en sills qui se plaquent sous la croûte continentale (ce phénomène porte le nom d'«underplating»), voire y pénétrer (« intraplating »). Et dans ces deux cas, la chaleur dégagée par le magma basique peut être suffisante pour faire fondre la croûte continentale inférieure même en l'absence d'eau.

Il se forme alors du magma granitique qui peut cristalliser en profondeur (formation d'un pluton granitique) ou atteindre lui aussi la surface (volcanisme rhyolitique) à la faveur des failles normales puisque l'on est dans un contexte de distension.

Dans le Bassin de Plourivo-Plouézec-Bréhec, du fait de la variété des compositions des filons et des intrusions (basaltes, trachy-basaltes, trachy-andésites…), on peut imaginer une différenciation du magma basaltique (on aurait alors une série magmatique, hypothèse à rejeter), une hybridation des deux magmas (granitique acide et basaltique basique) ou une contamination crustale du magma basaltique au cours de son ascension (hypothèses plus probables).



Synthèse de l’arrêt 1

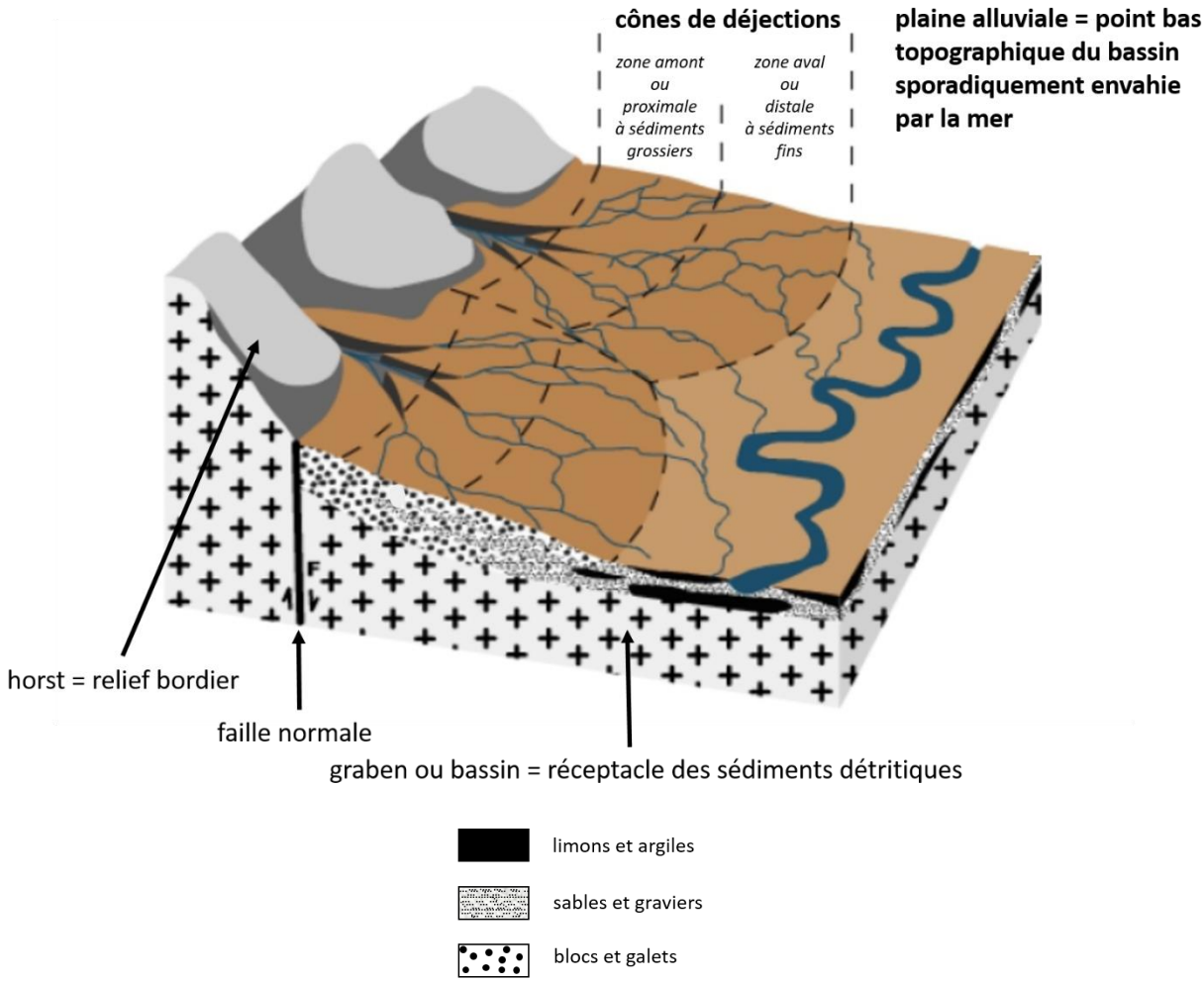
La série de remplissage du Bassin de Plourivo-Plouézec-Bréhec d’âge ordovicien est constituée de grès et d’argiles qui, en raison de leur coloration particulière, lui ont valu le nom de « Série rouge ». Elle n’a que très peu été affectée par les événements varisques (= hercyniens) ce qui en facilite l’interprétation.

Les sédiments ordoviciens reposent en discordance angulaire sur un substratum briovérien intensément déformé, fracturé et plissé par l’orogenèse cadomienne et constitué de turbidites déposées à l’origine en strates horizontales dans un bassin marin arrière-arc mais aujourd’hui très redressées.

Cette chaîne cadomienne a été ensuite érodée et pénéplanée à la fin du Protérozoïque et au début du Paléozoïque (Cambrien).

A l'Ordovicien inférieur, la pénéplaine cadomienne et son socle icartien (?) sont étirés (régime en extension), se fracturent (formation de failles normales) : ainsi s'est formé le Bassin ou graben de Plouézec-Plourivo-Bréhec.

Après une période initiale continentale marquée par des cônes de déjection mis en place au pied des reliefs bordiers, l'extension et l'approfondissement du bassin contemporains de la tectonique distensive amènent une première série de brèves incursions marines avec installation d'un système deltaïque (Formation de La Roche-Jagu). Puis le retour à des conditions continentales est marqué par le développement d'un important système fluviatile (Formation de Toul-Lan). Le sommet de la série actuellement visible dans l'Anse de Bréhec (Formation de Plourivo), par ses faciès très fins, correspond à une plaine alluviale, de nouveau envahie sporadiquement par la mer, comme le montrent les nombreuses figures sédimentaires : ripple-marks, polygones de dessiccation…

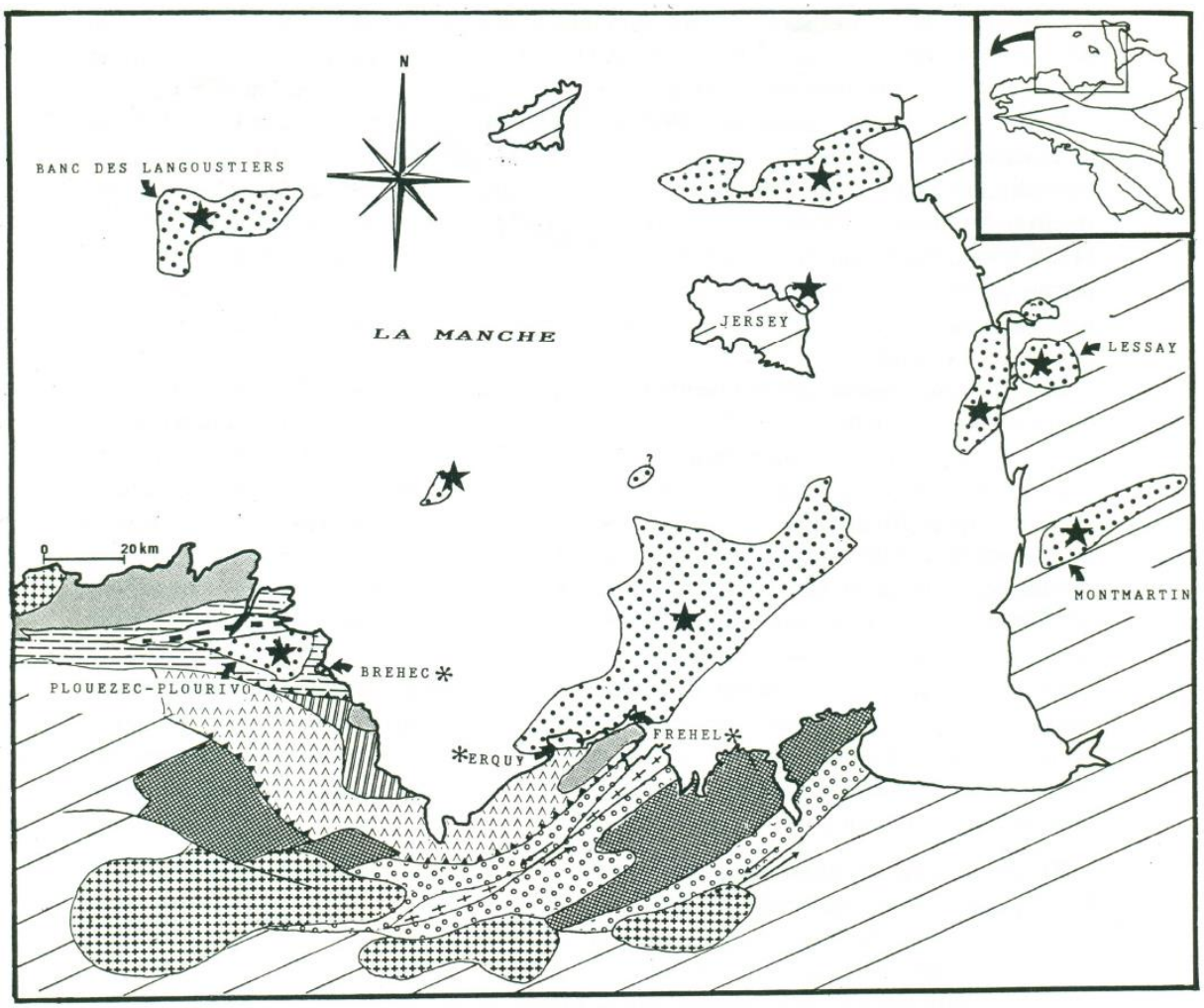


Morphologie et dépôts de cônes alluviaux

Cette distension du bassin se manifeste également par une intense activité volcanique : filons d'andésite alimentant à la fois des coulées de lave (Île du Taureau)) et des corps intrusifs (dykes et sills) comme à la Pointe de la Tour.

Remarque : Ce Bassin de Plouézec-Plourivo-Bréhec devait être très vaste puisque les Séries rouges ordoviciennes se prolongent en mer et s'étendent jusqu'au Cap Fréhel (voir arrêt 9), Jersey et la côte normande (carte ci-dessous). On a donc là la preuve que la distension ordovicienne a été très importante, sans doute liée aux rejeux d'anciennes fractures cadomiennes.

Elle signe le début de la grande transgression arénigienne qui sera générale sur tout le Massif armoricain.



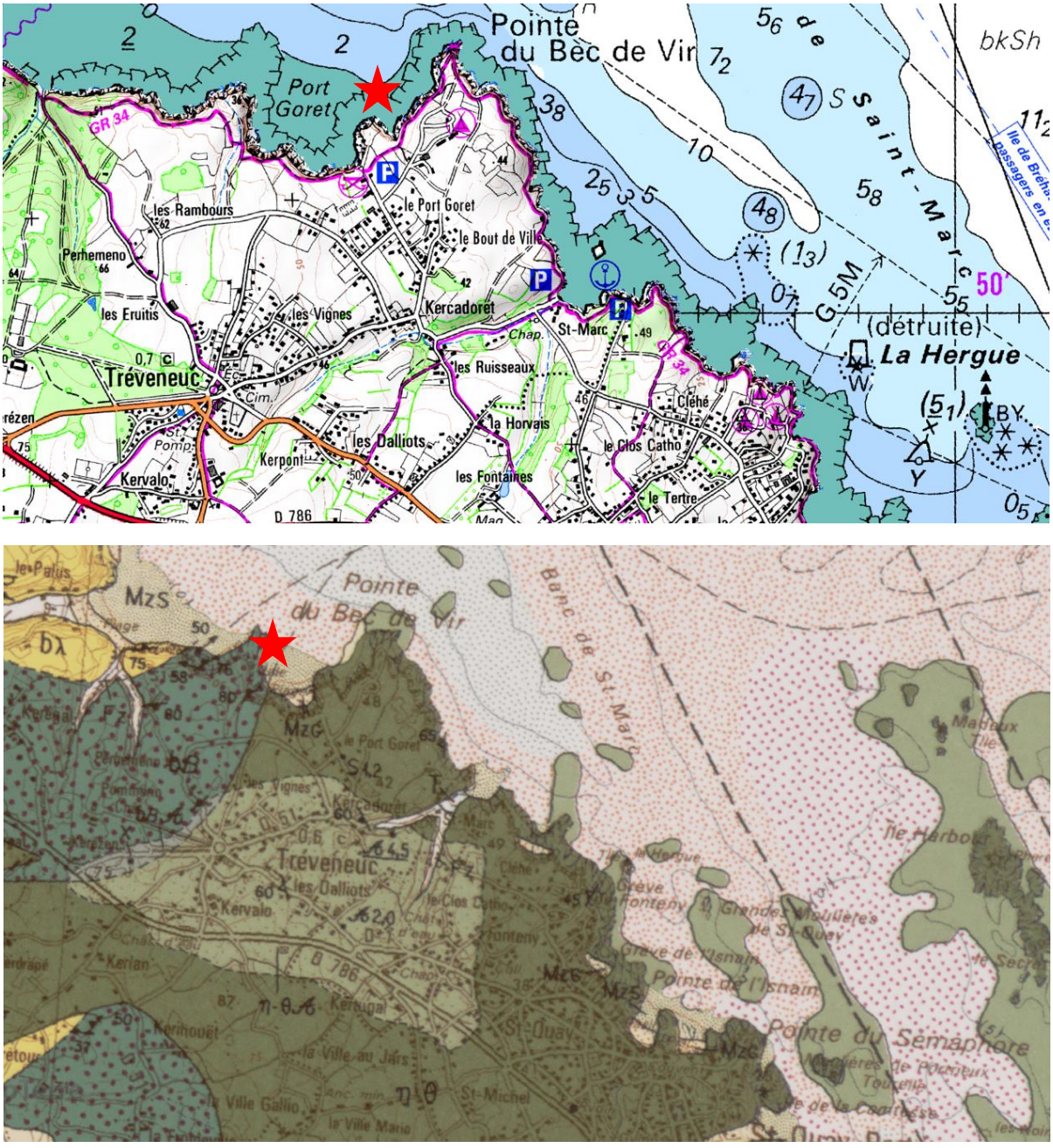
Séries rouges ordoviciennes

Extension des Séries rouges Nord-armoricaines en terre et en mer

Arrêt 2 : Port Goret - Contact Nord du massif dioritique de Saint Quay-Portrieux avec la Formation métasédimentaire de Binic

Âge : 574,6 + 1,8/-1,5 Ma soit Néo-Protérozoïque (Ediacarien)

Le massif dioritique de Saint-Quay – Portrieux est intrusif dans la Formation métasédimentaire de Binic qui a été datée de 608 à 588 Ma.



Extrait de la carte géologique de Saint-Brieuc au 1/50 000ème

ηθ = diorite du massif dioritique de Saint-Quay – Portrieux bB = Formation briovérienne de Binic

Boules de diorite quartzique en haut de l'estran

Au pied de l'escalier, sont accumulées des boules de diorite. Sur le sable, entre ces boules, on peut observer de nombreux placers à ilménite (oxyde de fer et de titane de formule $FeTiO_3$ qui peut aussi renfermer des traces de manganèse et de magnésium).

Placers d'ilménite

Lorsque la diorite est saine, elle est grisée, très compacte.

Les cristaux sont visibles à l'œil nu : sa texture est grenue. C'est une roche magmatique de profondeur (ou plutonique) à structure holocristalline.

La plupart du temps, les cristaux sont disposés pêle-mêle (= structure équante) mais dans certains blocs, ils présentent une orientation préférentielle (= structure foliée).

La diorite est constituée de minéraux noirs : hornblende (17 à 26%) et biotite (10 à 16%) et de minéraux gris-blanc : plagioclase de composition andésine-labrador (47 à 53%) et quartz (11 à 17%).

Cette richesse en quartz en fait une diorite quartzique.

S'y ajoutent aussi des reliques de pyroxène (surtout du clinopyroxène) le plus souvent localisées au sein de la hornblende et partiellement amphibolitisées.

Structure équante (à gauche) et foliée (à droite) dans un bloc de diorite

En revanche, lorsque la diorite est très altérée et c'est le cas dans la falaise au bas de l'escalier, elle prend une couleur rouille, ocre orangé et surtout, elle se désagrège au moindre contact avec la main. Elle donne alors un sable grossier ; elle s'est transformée en une véritable arène.

Falaise à diorite très altérée, en voie d'arénisation

Détail

Vue du bas de l'escalier sur la Falaise de Plouha prolongée en mer par le petit îlot du Pommier

→ ***On se déplace vers l'Ouest en direction de la falaise de Plouha.***

Affleurent des migmatites marquant le contact entre la bordure Nord du massif dioritique de Saint-Quay – Portrieux avec l'encaissant sédimentaire représenté par la Formation de Binic.

On verra cet encaissant sédimentaire à l'arrêt 4 où il affleure en belles strates fortement pentées.

Ici, l'encaissant ne présente pas du tout le même aspect.

Il offre un faciès plus ou moins gneissique de couleur gris-sombre à reflets brillants (richesse en micas).

Des lentilles centimétriques à décimétriques et des filonnets minces de couleur blanc crème (quartz et plagioclase), d'orientation variable, souvent très plissés, sont particulièrement nombreux à tel point qu'ils contribuent à donner un aspect migmatitique à ces « gneiss ».

Ces lentilles et filonnets leucocrates semblent correspondre à des leucosomes exsudés par des processus de fusion.

Explication :

Lorsque le batholite dioritique de Saint-Quay – Portrieux (âge : 574,6 + 1,8/-1,5 Ma) s'est mis en place dans l'encaissant sédimentaire de la Formation de Binic (âge : 608 à 588 Ma) constitué par des alternances de grès (wackes) et de pélites (voir arrêt 4), il a cédé de sa chaleur à cet encaissant plus froid.

Il a alors provoqué, à son contact direct, un fort métamorphisme thermique (= métamorphisme de contact) d'où le faciès de gneiss migmatitiques observé. Les recristallisations métamorphiques ont complètement changé l'aspect de la roche.

Cette roche mérite donc l'appellation de paragneiss puisqu'elle est d'origine sédimentaire.

En même temps, sous l'effet de la chaleur, les cristaux de quartz et de feldspath des wackes ont fondu ; ils sont à l'origine des filets de leucosome.

Ces filonnets dessinent des plis synfoliaux ou recoupent la foliation, ce qui témoigne de leur mise en place progressive et globalement syntectonique.

Paragneiss migmatitiques sur l'estran

Détail - Filets de leucosome plissés

Idem

Migmatites en falaise

Détail – Lentilles et filonnets disposés dans tous les sens

Sur l’estran, on peut trouver des blocs ou galets de diorite verte riche en épidote.

Diorite riche en épidote

Quand cette épidote est présente en petite quantité, elle apparaît nettement localisée dans les zones fissurées.

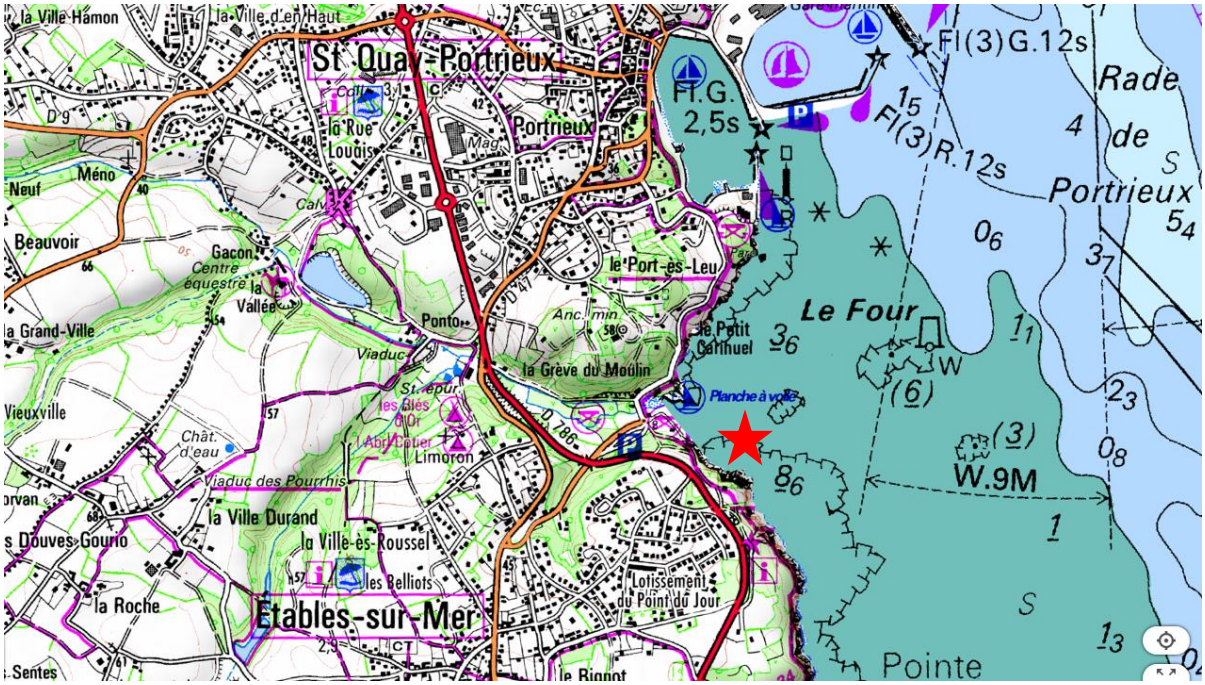
Filonnet riche en épidote dans un galet de diorite

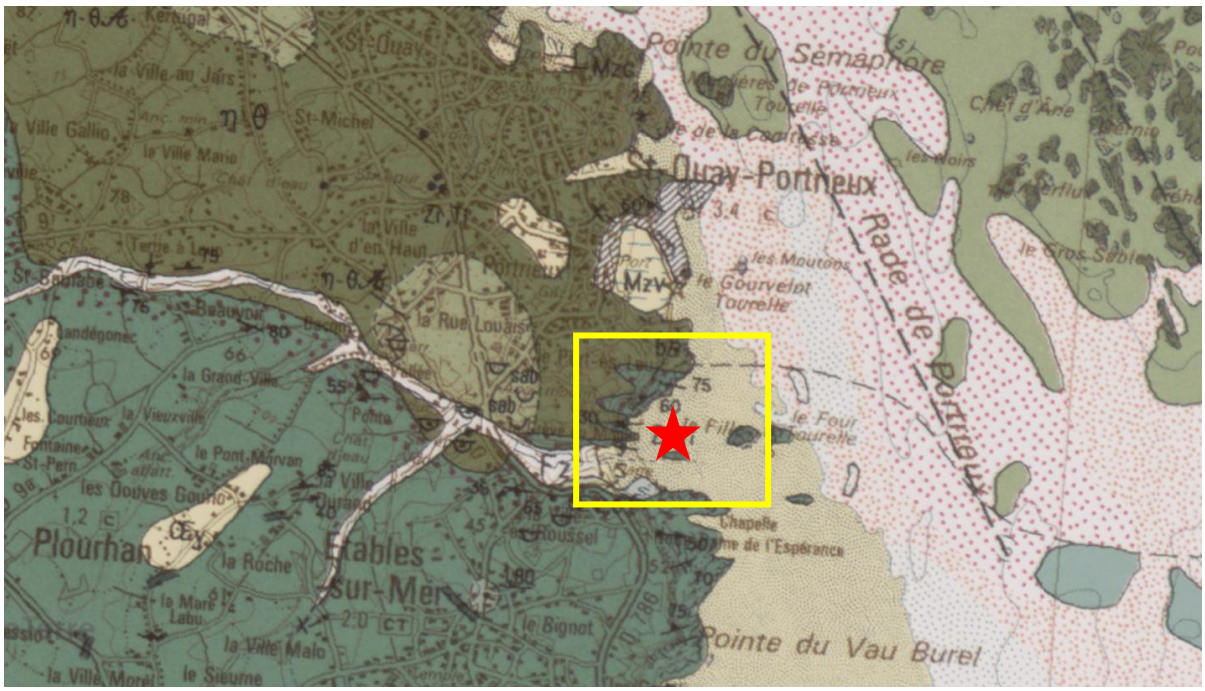
Elle s’est formée par saussuritisation (circulation d’eau chaude dans les fissures).

Définition : *Processus de transformation hydrothermale, ou d'altération, au cours duquel des plagioclases basiques sont remplacés par de l'épidote ou par un mélange d'épidote et de lawsonite.*

Arrêt 3 : Plage du Moulin (commune d'Etables-sur-mer) - Contact Sud du massif dioritique de Saint Quay-Portrieux avec la Formation métasédimentaire de Binic

On retrouve ici les mêmes formations qu'à l'arrêt précédent.





Extrait de la carte géologique de Saint-Brieuc au 1/50 000ème

ηθ = diorite du massif dioritique de Saint-Quay – Portrieux bB = Formation briovérienne de Binic

Mais la carte géologique ci-dessous le montre bien : la Formation de Binic est en enclaves dans le massif dioritique.

→ ***A partir de la plage, on se déplace vers la gauche en longeant la côte rocheuse.***

Les premières roches que l'on rencontre appartiennent à l'encaissant : Formation métasédimentaire de Binic plus facilement reconnaissable ici que sur le contact Nord par son aspect stratifié.

On observe fréquemment des inclusions claires, jaunâtres et dures, de forme rectangulaire ; de composition calco-silicatée, elles représentent l'équivalent métamorphique des concrétions carbonatées reconnues dans les wackes et siltites de la Formation de Binic.

« L'origine des carbonates contenus dans ces concrétions n'apparaît pas évidente mais deux hypothèses peuvent être proposées : soit ils proviennent de la déstabilisation de certains minéraux (type plagioclase) soit de la circulation de fluides qui serait facilitée dans les faciès les plus sableux, plus perméables.

Le développement de ces structures est donc plus à relier à un contexte sédimentaire et leur présence ne peut donc constituer un repère stratigraphique. »

Extrait de la thèse de E. Denis

Concrétion calco-silicatée métamorphisée

Un peu plus loin, on arrive au contact de la Formation de Binic avec le massif dioritique de Saint-Quay – Portrieux qui l'intrude.

L'encaissant métasédimentaire est facilement reconnaissable à sa stratification et le massif dioritique à sa couleur plus brunâtre, rouille et son débit caractéristique en boules.

Un des nombreux contacts entre massif dioritique et encaissant métasédimentaire de Binic

Vue rapprochée du contact

Débit en boule de la diorite

Boule de diorite qui s’écaille en « pelures d’oignon »

En fait, le massif dioritique émet de nombreuses apophyses ce qui fait que les contacts entre la diorite et l’encaissant sont nombreux le long de la falaise.

La diorite est même parfois en enclaves dans l’encaissant métasédimentaire.

Enclave de diorite dans la Formation de Binic

Là aussi, comme à l’arrêt précédent, l'intrusion est responsable d'un important métamorphisme de contact dans la Formation de Binic :

- de la muscovite se développe, visible à l’œil nu, dans l’encaissant métamorphisé en paragneiss,

- l’encaissant peut prendre un faciès migmatitique mais beaucoup moins prononcé qu’au niveau du contact Nord (arrêt 2) ou micaschisteux,

- les filonnets de quartz sont également moins abondants mais parfois d’épaisseur pluricentimétrique ; ils tranchent alors sur le reste de la roche.

Développement de muscovite dans l'encaissant