

# Sortie géologique dans le Domaine du LÉON

Samedi et Dimanche 6-7 Septembre 2014

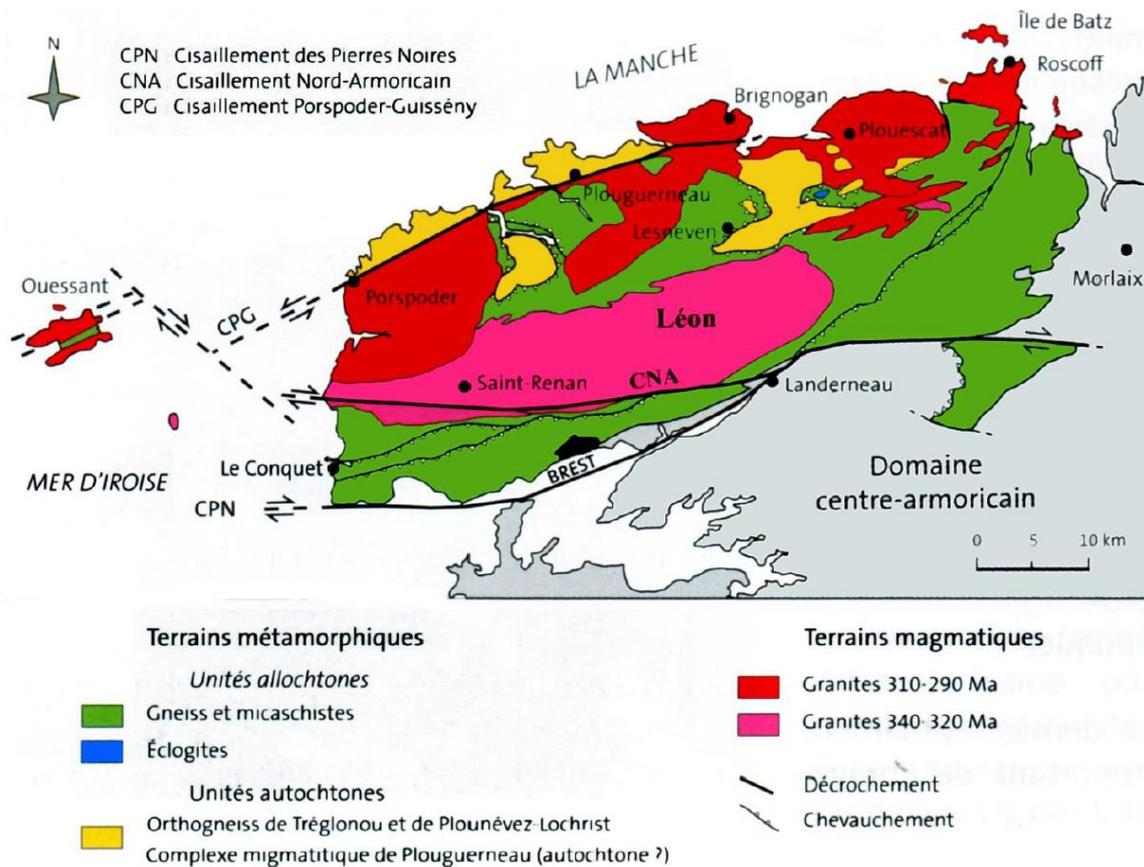
sous la direction d'Yves CYRILLE  
Directeur de la Maison des Minéraux de Crozon (29)



Yves Cyrille – Pointe Pen Enez

# 1. Présentation du Domaine de Léon

## a) Situation et géologie

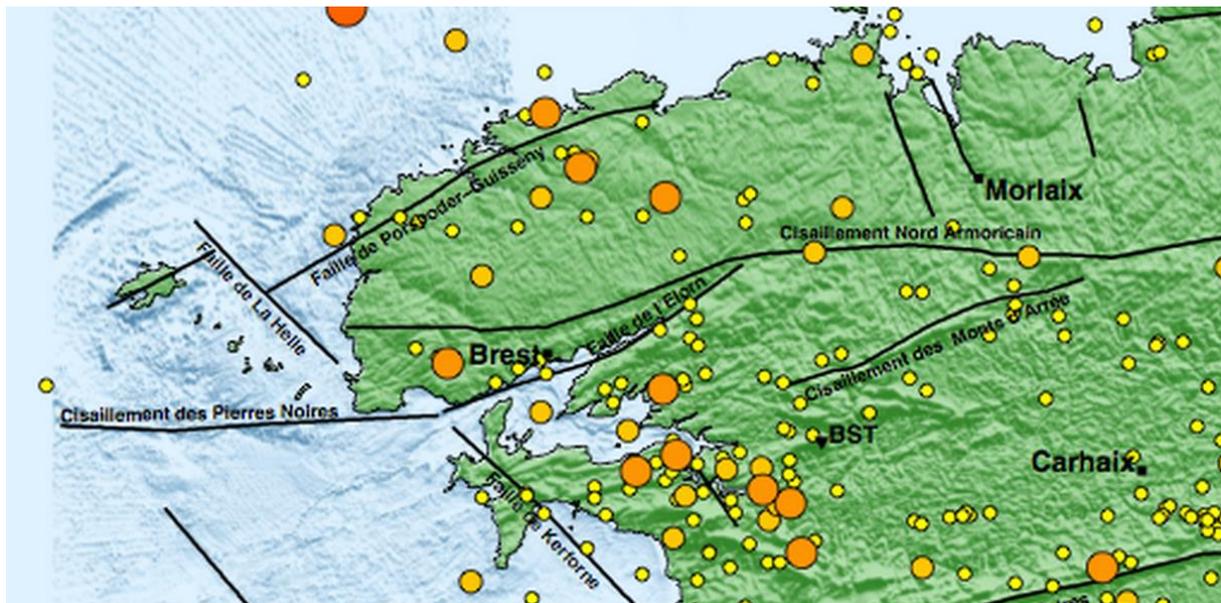


d'après le « Guide des curiosités géologiques du Léon »

Situé à l'extrémité Nord-Ouest du Massif armoricain, le Domaine du Léon est limité :

- au Sud, par la faille N 70° de l'Elorn qui le met au contact avec les terrains épimétamorphiques du Domaine Centre Armoricain ; cette faille se prolonge en mer par le cisaillement des Pierres Noires.

- et à l'Est par les sédiments paléozoïques de la région de Morlaix où il disparaît sous les schistes de la Penzé, peut-être par contact chevauchant (?).



Carte de la sismicité de la Bretagne Nord et localisation des principaux accidents tectoniques

Le Pays de Léon est avant tout une antiforme, une voûte métamorphique de 70 km sur 30 km orientée NE-SO. D'un point de vue lithologique, il comprend deux grands types de roches :

- des séries métamorphiques représentées :

- par des migmatites, affleurant largement au Nord du **Cisaillement senestre de Porspoder-Guissény (CPG)** : le **Complexe migmatitique de Plouguerneau** dans la région des Abers (voir arrêts du Samedi),
- et par un ensemble de micaschistes et de gneiss (**Formations du Conquet et de Lesneven**). Ces formations témoignent d'une large gamme d'intensités métamorphiques et renferment d'anciens basaltes ou gabbros. Ainsi, les lentilles de gabbro amphibolitisé du Conquet représenteraient les fragments d'une croûte océanique ordovicienne obductée ( $478 \pm 4$  Ma), tandis que les éclogites emballées dans les gneiss de Lesneven ont subi des conditions métamorphiques de HP-BT, caractéristiques d'une ancienne zone de subduction.

- des complexes granitiques au sens large scindés en trois groupes sur des critères géochimiques, géochronologiques et structuraux :

- le **massif composite de Saint-Renan-Kersaint**, d'origine crustale, qui se met en place vers  $-330$  Ma, lors du fonctionnement du **Cisaillement dextre Nord-Armoricain (CNA)** ; c'est lui qui constitue l'ossature morphologique du Pays de Léon, en forme les points hauts et dessine une voûte surbaissée, surtout bien visible de la mer.
- le **granite calco-alcalin potassique de l'Aber-Ildut** et ses satellites qui accompagnent le cisaillement de Porspoder-Guissény (CPG), vers  $-301 \pm 7$  Ma;
- le **granite peralumineux de Brignogan** et les massifs associés qui scellent les déformations du Léon vers  $-292 \pm 15$  Ma.

## b) Tectonique

Pendant longtemps, le Léon a été considéré comme un socle métamorphique précambrien autochtone (fragment de la chaîne cadomienne associé au domaine Domnonéen), recouvert de terrains néoprotérozoïques et paléozoïques.

Aujourd'hui, on en fait un **empilement de nappes déplacées du Sud vers le Nord** dans des conditions ductiles lors de l'orogénèse hercynienne (Viséen).

Orogenèse hercynienne qui se termine dans le Léon par la formation des deux accidents crustaux majeurs déjà cités qui décalent les granites carbonifères : le Cisaillement dextre Nord-Armoricain qui mylonitise la bordure sud du massif de Saint-Renan et le cisaillement senestre de Porspoder-Guissény (CPG).

## 2. Dernières datations des roches métamorphiques et granitiques du Léon

Les 3 figures ci-dessous sont extraites de « Géochronologie revisitée du dôme du Léon (Massif armoricain, France) » par E. Marcoux, A. Cocherie, G. Ruffet, J-R. Darboux et C. Guerrot

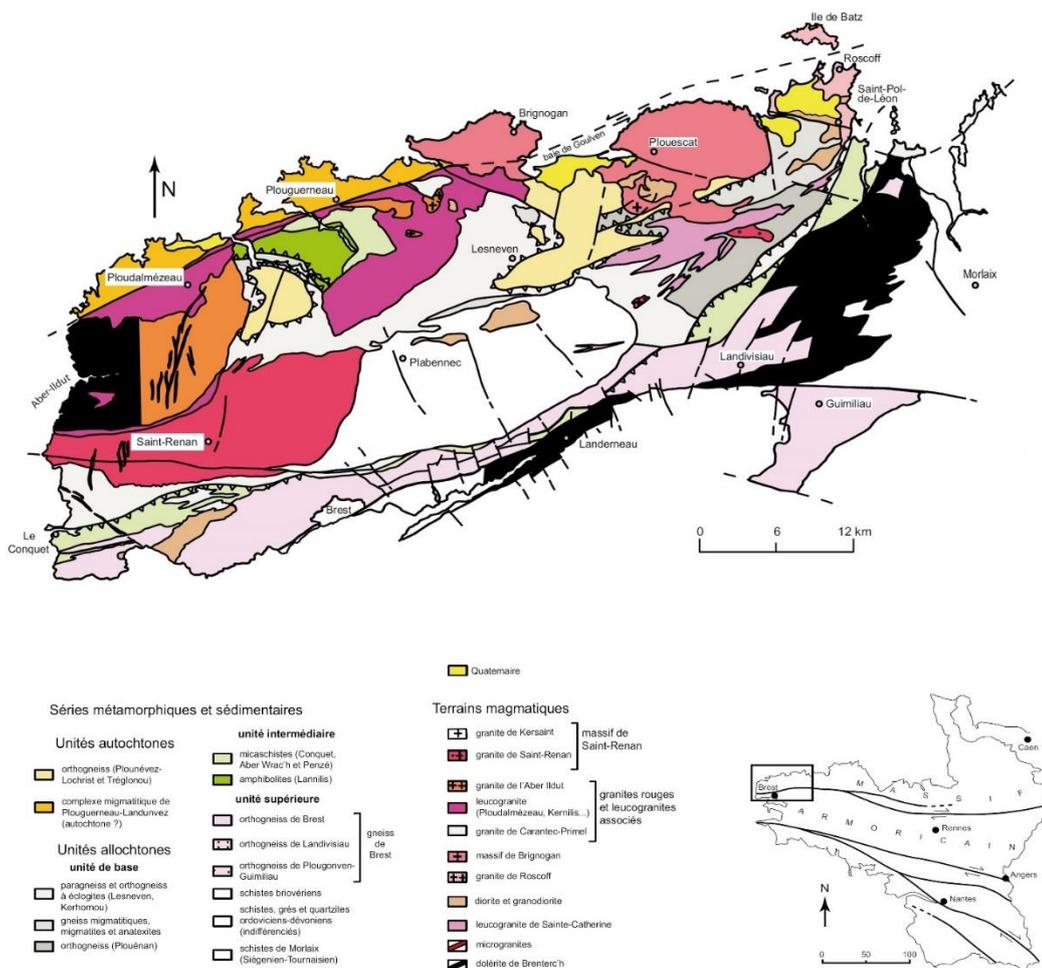
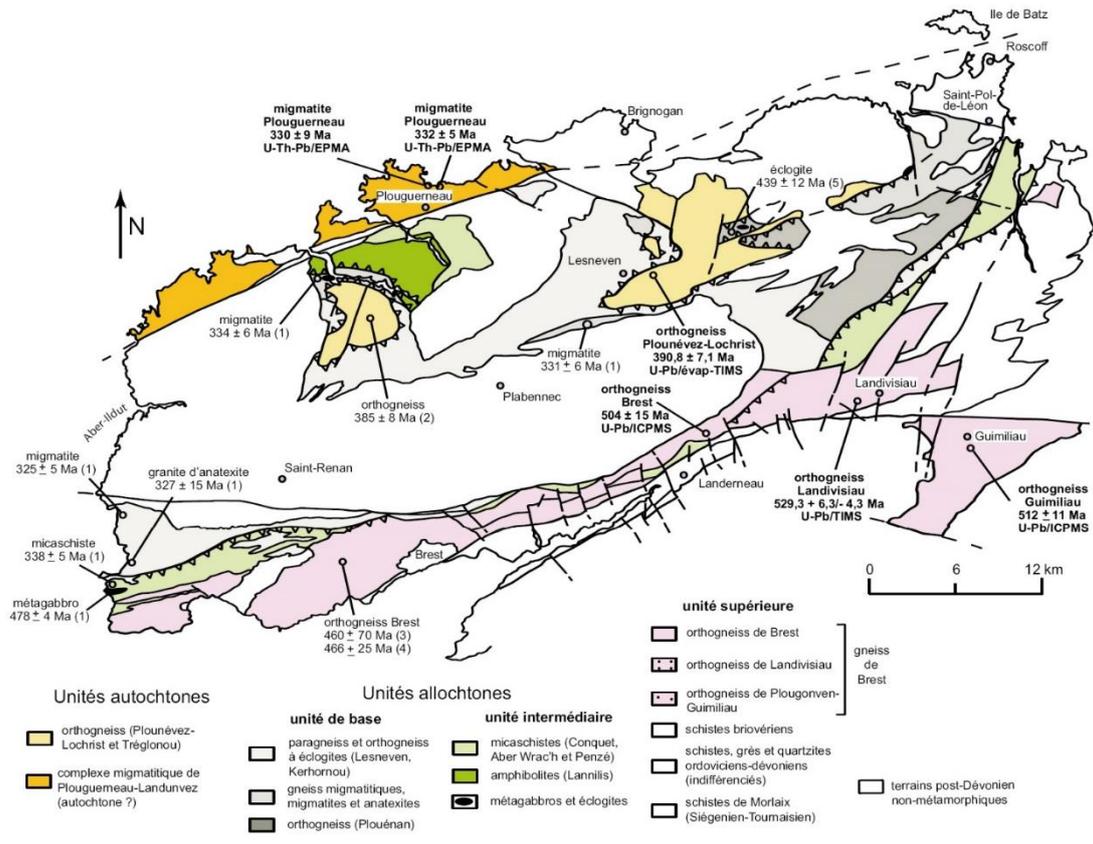
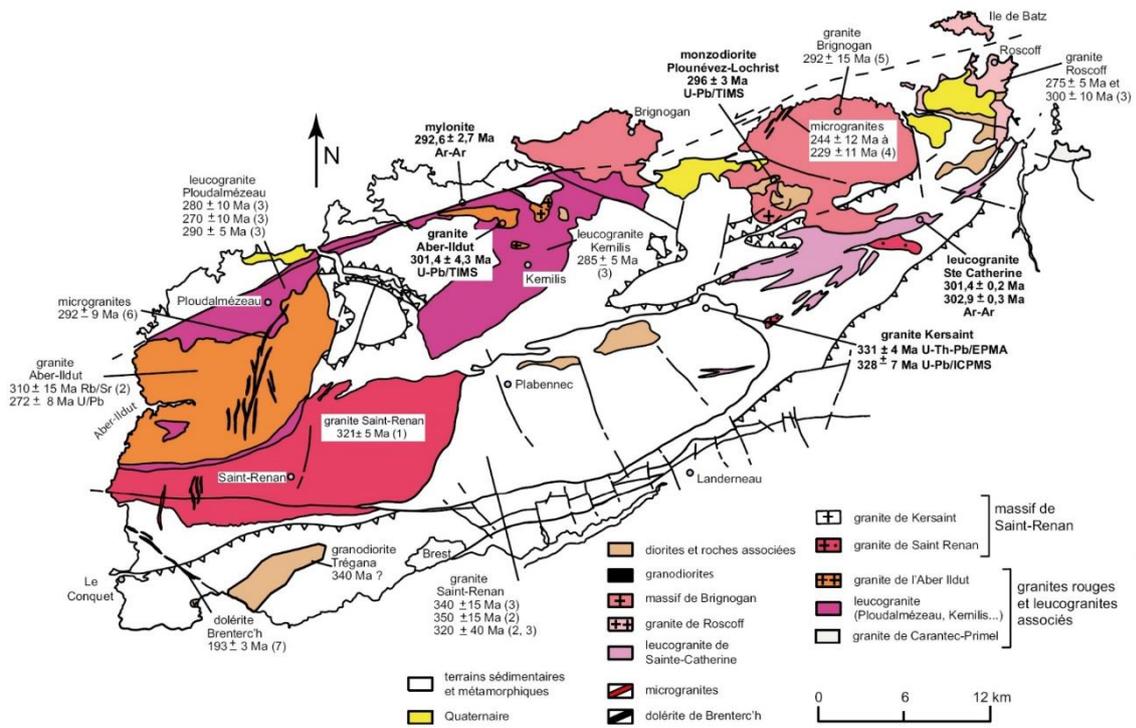


Figure 1 - Carte géologique du Léon.



**Figure 2 - Carte des terrains métamorphiques du Léon, avec datations anciennes et récentes (en gras).**



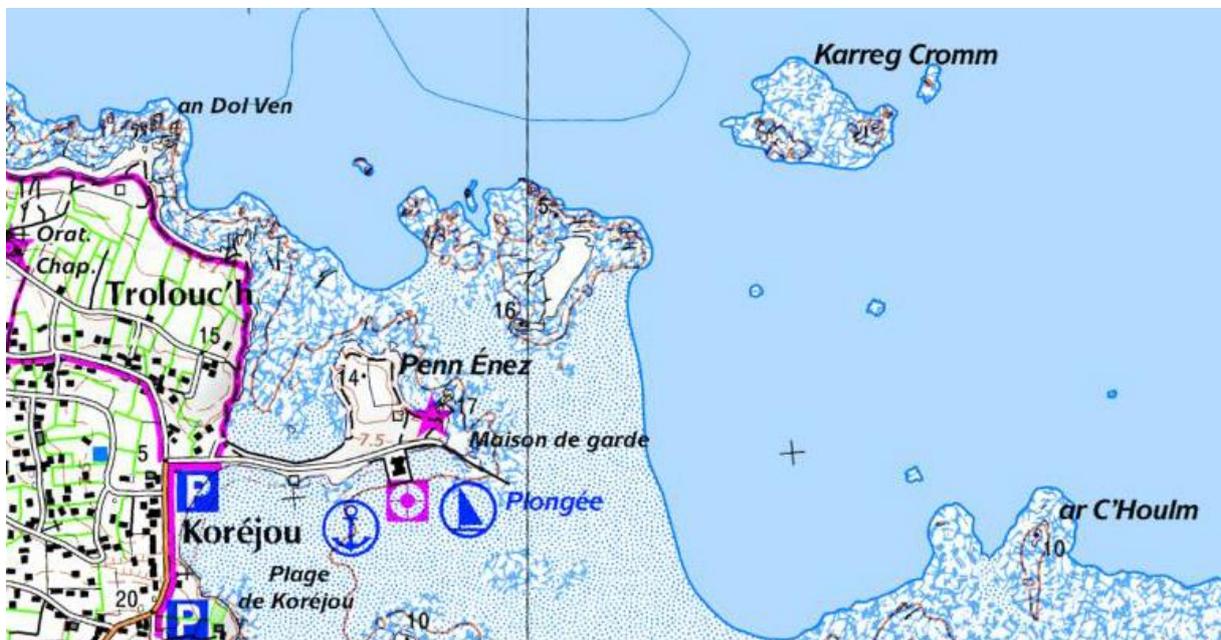
**Figure 3 - Carte des ensembles granitiques du Léon. Les datations récentes sont en caractères gras.**

**Samedi 6 septembre 2014**

**Le Complexe migmatitique de Plouguerneau - Une image de la croûte continentale en fusion**

**Âge de la migmatisation : autour de -330 Ma soit Viséen**

**Arrêt 1 : Rocher de Karec Kromm à la pointe de la presqu'île de Penn Enez près du Centre nautique de Koréjou (Koréjou ou Coréjou = pêcheurie en breton) - Commune de Plouguerneau**





Rocher de Karc Kromm et Maison de Garde de Koréjou

Maison de garde du Koréjou
Pays des Abers - Côte des Légendes  
Commune de Plouguerneau

**E**n 1681 Colbert ordonne que des capitaines garde-côtes nommés par le roi, assurent la surveillance du littoral. Vauban organise la défense des frontières sur mer comme sur terre. Le Fort du Koréjou dépendait de la capitainerie de l'Aber-Wrac'h (Fort Cézou). Cette maison de garde date probablement, peut-être sous une forme différente, de la fin du XVII<sup>ème</sup> siècle. Le Koréjou, port important, était alors défendu par deux batteries de canons sur la presqu'île. Au XIX<sup>ème</sup> siècle le corps de garde devint maison des douaniers puis magasin à soute provenant du goémon brûlé, résidence secondaire après la guerre 39-45 avant d'être acquis par le département et restauré par la commune pour témoigner du passé et abriter des activités culturelles.

**The Koréjou Guardhouse**  
*In 1681 Colbert ordered that captains of the coastguard named by the king should survey the coastline. Vauban organized the defence of sea frontiers as well as land frontiers. The Fort of Koréjou was commanded by the captaincy of the Aber-Wrac'h (Fort Cézou). This guardhouse probably dates from the end of the 17<sup>th</sup> century, though possibly in a different form. Le Koréjou, then an important port, was defended by two batteries of cannon on the peninsula. In the 19<sup>th</sup> century the guardhouse became a customs house, then a soda storehouse for burnt seaweed, after World War II, it was used as a holiday home before being acquired by the County and restored as a witness to the past and a centre for cultural activities.*

**Koréjou**  
*Hep chanañ e veze brezel war vor etre Bro-e'hall ha Bro-Saoz. Bez e ranke ar bagou hag al listri dont da glask goudor e porzh ar Chorejou. En ti-e'hard amañ e veze soudarded o tiwall, dare da reiñ tan gant ginou ar e'hanolioù d'ar « Saozon Milliget ». Echu ar brezel pell'e'h, deut an ti-e'hard da vezañ Ti ar Valtouterien. Da zivall ar Peise dlozh ar Baganiz. Da glask lakaat Lezenn ar Roue e-le'h Lezenn ar Mor. Gast a Vicher !*

Au niveau de l'éperon rocheux situé à quelques dizaines de mètres au Nord du Centre nautique de Koréjou, affleure du leucogranite à grain fin à paragenèse classique : Quartz + Biotite + Feldspath + Apatite (= phosphate de calcium). Des porphyroblastes de feldspath peuvent être présents mais ils sont rares.



**Leucogranite du Rocher de Karec Kromm**

Cet éperon de leucogranite, de petite largeur et débité en lames très redressées, est interprété comme une venue, une injection tardive par une faille pratiquement verticale de liquide anatectique dans un encaissant plus ancien : le **Complexe migmatitique de Plouguerneau** daté de -330 Ma.

Le granite du Rocher de Karec Kromm est donc un granite d'anatexie. Recoupant le Complexe migmatitique de Plouguerneau (-330 Ma), il lui est donc postérieur.

**Arrêt 2 : An Dol Ven** (Dol = table et Ven = pierre ⇒ table de pierre = dolmen),  
**Grève blanche- Le Complexe migmatitique de Plouguerneau**





## 1. Pointe d'An Dol Ven



Affleurent au S-E de la pointe d'An Dol Ven, des roches claires présentant par endroits, par plages, des alternances de lits clairs et de lits sombres qui peuvent faire penser en première approximation à des gneiss.

Il s'agit en fait de **migmatites** issues d'un tout début de fusion partielle d'un matériel ancien (= protolithe) : probablement les paragneiss de Lesneven datés de -580 Ma (Briovérien).



**Migmatite de la Pointe d'An Dol Ven**

Les migmatites sont des roches qui se situent à la frontière entre les domaines métamorphique (solide = paragneiss de Lesvenen)) et magmatique (liquide = début de fusion).

On est ici dans le **Complexe migmatitique de Plouguerneau** qu'a recoupé le leucogranite du Rocher de Karen Kromm (voir arrêt 1).

### ***Quelques rappels sur l'anatexie***

On désigne sous le terme d'anatexie la fusion des roches. Et pour qu'une roche fonde, il faut bien évidemment qu'elle soit soumise à des  $T^\circ$  ou des pressions relativement élevées.

**Ces conditions sont généralement réalisées lors de la formation des chaînes de montagne.** Après collision, la croûte continentale est épaissie, on pourrait presque dire doublée puisque la croûte continentale de la plaque chevauchante vient recouvrir la croûte continentale subduite portée par la plaque qui a subducté : deux croûtes continentales se superposent, le « Moho » est alors à une profondeur

moyenne de 60 km au lieu de 30. Les conditions de pression et de température régnant à la racine continentale de la chaîne sont alors suffisantes pour permettre cette fusion anatectique. Puis à la suite des mouvements tectoniques post-collision, puis de l'érosion et du rééquilibrage isostatique, ce matériel profond est remonté à la surface (= exhumation) où il est aujourd'hui exposé.

**Mais l'anatexie dépend de plusieurs paramètres.**

- **La température de début de fusion dépend du chimisme de la roche** : un paragneiss (comme celui de Lesvenen) ou un granite de composition acide (riche en silice donc en quartz et en feldspath) fond à plus basse température qu'une diorite à composition plus basique (riche en ferro-magnésiens dont la biotite ou l'amphibole et en plagioclases).

Des ordres de grandeur : granites et paragneiss de composition acide commencent à fondre vers 650-700°C ; des roches basiques de composition tonalitique à trondhjémitique comme les diorites seulement à 750-800°C.

- Un autre paramètre à prendre en compte est **la présence d'eau qui abaisse la température de fusion.**

A une pression de 200 MPa ce qui correspond à une profondeur approximative de 6 km, un granite hydraté fond vers 700°C et un granite anhydre à environ 950°C

*Ainsi dans une série métamorphique comportant des paragneiss acides et des diorites plus basiques, pour des mêmes conditions de température et de pression, il y aura fusion commençante des paragneiss sans qu'il y ait fusion de la diorite.*

***Notions de leucosome, de mélanosome***

Au tout début de la fusion anatectique d'un paragneiss (environ 650°C), ce sont les minéraux clairs (quartz et feldspath) qui vont fondre préférentiellement.

Il se forme alors un « jus anatectique » qui en cristallisant sur place va donner le **leucosome** dont la composition, remarquablement constante, correspond à celle d'un mélange comprenant 1/3 de quartz, 1/3 de feldspath et 1/3 de plagioclase.

Cette composition particulière est nommée **composition eutectique**. Elle est quasi-identique à celle d'un granite « moyen ». **Le leucosome a par conséquent la composition d'un granite.**

En revanche, les minéraux ferro-magnésiens du paragneiss de couleur sombre comme la biotite, l'amphibole ne fondent pas à cette température.

De telle sorte que sur un même affleurement, on observera deux parties dans la migmatite :

- une partie ancienne non affectée par la fusion : le **paléosome** qui correspond au matériel originel, au protolithe et donc ici au paragneiss de Lesvenen âgé de -580 Ma.
- une partie nouvelle partiellement fondue, le **néosome** dans lequel il faut distinguer deux parties :

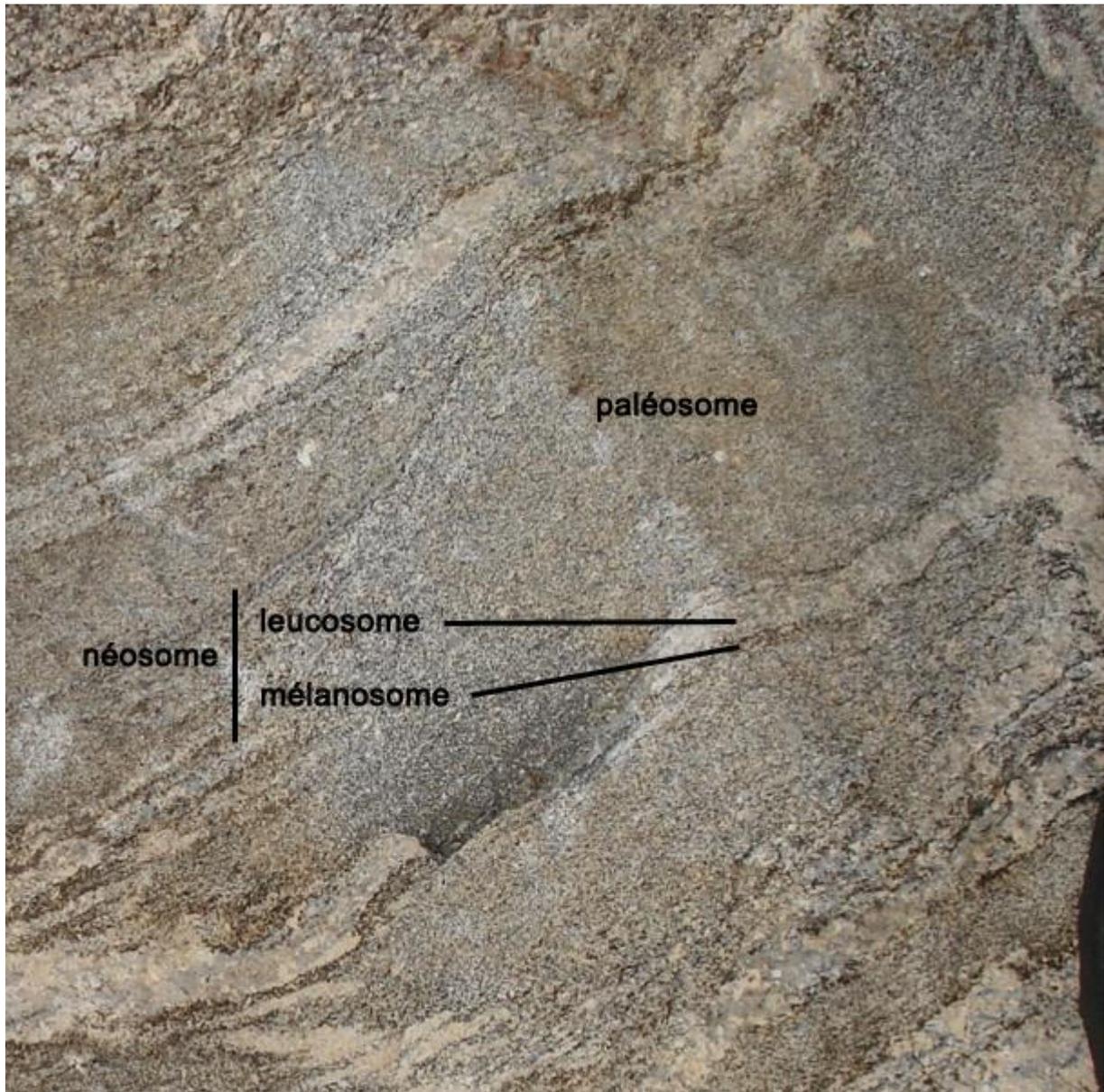
- le **leucosome**, clair, à gros grain, constitué d'un assemblage de quartz et de feldspath issu de ce qui a fondu (= jus anatectique) et qui a ensuite recristallisé,

- et le **mélanosome**, sombre, noir, bordant le leucosome et formé par les minéraux colorés (biotite, amphibole, cordiérite...) réfractaires à la fusion anatectique.

Dans ce stade initial de l'anatexie, le taux de fusion étant faible, la structure globale du paragneiss est conservée et néosome et paléosome s'agencent parallèlement à la foliation du protolithe gneissique donnant ainsi naissance à une **migmatite ou métatexite rubanée**.

**Métatexite rubanée = Paléosome + Néosome (~ granite) en lits concordants**

C'est ce stade que l'on observe dans le bloc très pédagogique précédent (voir photo ci-dessus) dont l'analyse détaillée va permettre de mettre en évidence la coexistence de plusieurs faciès (voir photos suivantes).



**Faciès de migmatite rubanée**  
(extrait de la photo précédente - voir en haut et à droite)

Le liquide de fusion, le jus anatectique (= le leucosome) peut aussi migrer localement et se rassembler dans des zones de cisaillement ou dans les têtes de plis anticlinaux où il a été « aspiré » (voir photo suivante).



collectage du  
liquide de fusion

Collectage du liquide de fusion le long d'une zone de cisaillement dextre  
dans la migmatite rubanée

Le leucosome est donc destiné à migrer : on lui donne encore le nom de « mobilisat ». En revanche, tout ce qui ne va pas fondre (le mélanosome et une fraction plus ou moins importante du paléosome en fonction du taux de fusion) va rester et est qualifié de « restite ».



Les deux bandes claires présentes en bas à droite et en haut à gauche de la photo ci-dessus pourraient représenter des zones de fusion plus poussée. Le litage du paragneiss est en effet devenu plus flou, les lits sombres de biotite semblent disloqués ; on aurait là des **migmatites de faciès nébulitique**.

Lorsque l'anatexie devient encore plus intense, le leucosome commence à envahir la migmatite et le paléosome, moins important quantitativement, se réduit à des lentilles de forme allongée (voir photo suivante). On peut alors parler de **diatexites**.

Le leucosome dessine comme des lanières, des lits clairs plus ou moins parallèles entre eux et parallèles à la direction d'allongement des lentilles de paragneiss (= restites) qui est aussi la direction de la foliation de cette roche.

**Le litage migmatitique observé est donc hérité de la foliation du protolithe (paragneiss) : la diatexite est dite « rubanée ».**



**Diatexite rubanée**  
(parallélisme du litage migmatitique et de la foliation du paragneiss)

**Remarque importante :** Ces paragneiss de Lesvenen renferment un corps important de diorite (filon, sill, laccolithe, batholite ?) facilement reconnaissable à sa couleur sombre.



**Masse de diorite de la Pointe d'An Dol Ven**  
(amas dioritique qui s'est mis en place dans les paragneiss de Lesneven)

Ce corps dioritique n'a pas été daté. Peut-être s'est-il mis en place dans la formation des paragneiss de Lesneven (-580 Ma) au cours de la phase de distension, d'étirement généralisé de la croûte continentale de la marge Nord du Gondwana au début de l'Ordovicien (-480 Ma).

**Cet amas dioritique a-t-il subi l'anatexie comme son encaissant (les paragneiss de Lesvenen) ?**

Absolument pas ! [Tout simplement pour une raison évoquée plus haut. La diorite est plus basique que les paragneiss,](#)

Dans les mêmes conditions de température et de pression que son encaissant (même profondeur), elle n'a pas fondu.



**Diorite (cassure fraîche)**

On constate cependant qu'elle est traversée par de nombreux petits filets clairs qui, examinés de près, montrent du néosome (leucosome entouré de mélanosome).

**NB :** le liquide granitique (= leucosome) peut en effet entraîner avec lui un certain pourcentage de cristaux restitiques.

Ces filets de néosome ne peuvent provenir que des paragneiss situés au-dessous et qui ont commencé à fondre. Du jus granitique a commencé à migrer vers le haut.

**Mais comment ce jus a-t-il pu traverser la diorite restée solide ?**

- Une première hypothèse peut être formulée : la diorite et son encaissant auraient été soumis à des forces de distension, d'étirement qui les auraient faillés. Le jus aurait ensuite emprunté ces micro-failles.

Cette hypothèse ne tient pas la route car si l'on regarde la photo suivante, les filets de jus granitique clair ne sont pas rectilignes et parallèles entre eux comme on pourrait s'y attendre s'il s'agissait de fentes de distension, de micro-failles. Ils s'anastomosent pour dessiner un véritable treillis.





▪ L'explication est en fait la suivante. Quand le jus qui se forme lors de l'anatexie débutante devient important en volume, il ne demande qu'à monter vers le haut parce que chaud et de densité inférieure à l'encaissant. Quand il rencontre la diorite solide qui s'oppose donc à son ascension, il s'accumule dessous et va exercer une pression de plus en plus forte au fur et à mesure qu'il est fabriqué.

C'est cette pression qui va fracturer la diorite à petite échelle. On peut presque parler de **fracturation hydraulique**.

**Le jus emprunte ensuite ces fractures et la diorite prend l'aspect d'une véritable brèche.**

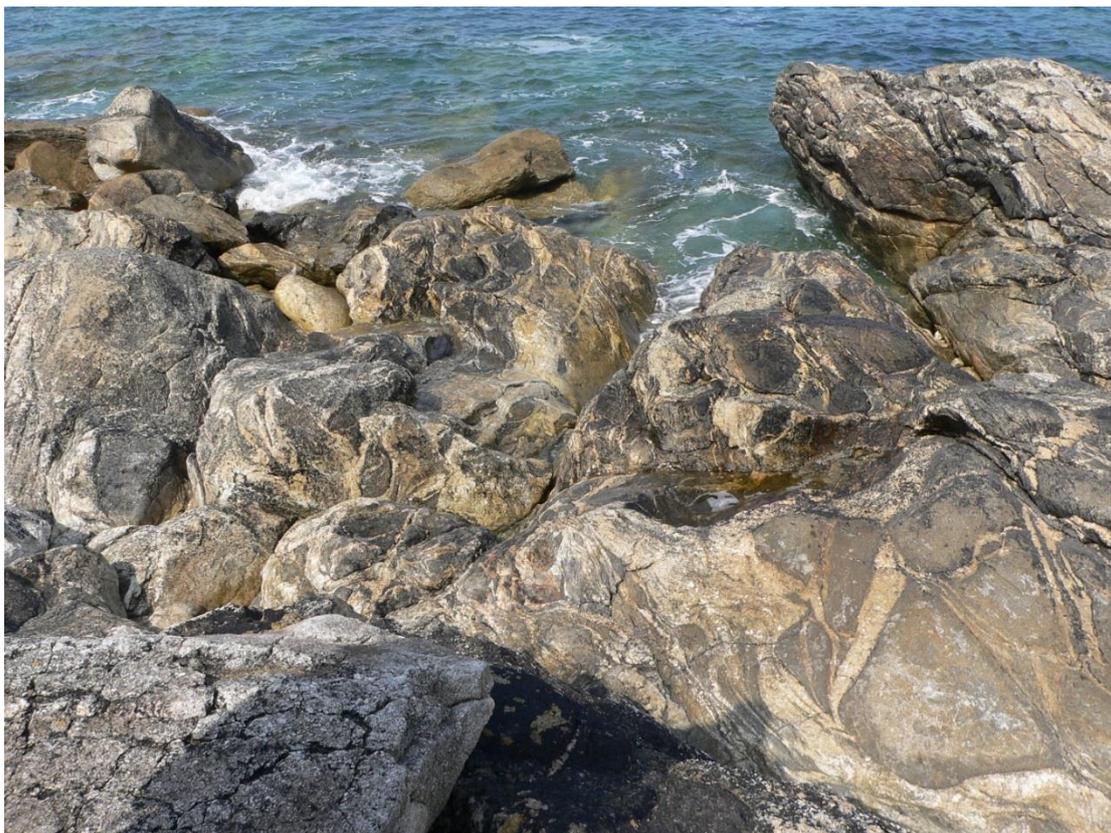
Puis la fracturation augmentant avec la quantité de jus produit, ce dernier peut ultérieurement emprunter et se rassembler dans de véritables filons où il cristallisera lentement pour former de la pegmatite.



**Filon de pegmatite dans le corps dioritique**

## **2. Trajet An Dol Ven - Grève blanche**

[La photo ci-après est à rapprocher d'un cliché précédent.](#)



**Migmatite de faciès agmatitique - Vue de dessus**

On observe aussi des lanières de jus granitique emballant des enclaves de restites mais qui, à la différence du cliché cité en référence, ne se présentent pas sous forme de lentilles fuselées mais de blocs de forme variable, plus ou moins polygonale qui font penser à une brèche.

Il s'agit en effet de restites de diorite et non de paragneiss. On se trouve donc toujours dans le corps dioritique qui n'est donc pas d'importance négligeable !

Le fait que les angles des blocs de diorite soient également émoussés fait dire que la diorite commence à subir à son tour, mais avec un retard par rapport aux paragneiss, un début de fusion anatectique.

**Ces migmatites sont qualifiées de « agmatites ». Le faciès agmatitique se caractérise par cet aspect bréchifié de la restite (fragments anguleux de la diorite) et irrégulier du système de fracturation occupé par le leucosome blanc.**

**Question : Ce début de fusion est-il dû à une augmentation de température ou a-t-il été favorisé par l'apport de fluides (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>...) en quantité ?**

Les deux phénomènes ont certainement joué ensemble, au moment où le cisaillement senestre de Porspoder-Guissény (CPG) s'est manifesté au maximum.

Un cisaillement génère toujours de la chaleur par friction des roches (« shear heating »). Profond, il a pu également provoquer la fusion partielle dans le manteau supérieur avec de faibles quantités de fluides. La remontée de magmas et de fluides dans la zone de cisaillement auraient ensuite favorisé la fusion de la croûte profonde.

Un peu plus loin, toujours sur l'estran rocheux, on retrouve à peu près la même chose ; mais cette fois-ci, les blocs de diorite sont beaucoup plus petits, de forme plus fuselée et le liquide granitique, le leucosome formant ciment occupe un volume très important (photo ci-dessous).

L'anatexie dans le corps dioritique progresse.



**Restites de diorite de petite taille dans le ciment granitique - Vue de dessus**



**Migmatite de faciès agmatitique - Vue en coupe**

Quelques blocs de l'estran illustrent cette fusion progressive des blocs de diorite.



Sur les blocs ci-dessus, la restite de diorite apparaît plus claire ; des minéraux sombres ont donc disparu ; il s'agit de la biotite. Les conditions de température et de pression sont donc devenues telles qu'elle n'est plus réfractaire à la fusion.

Mais parallèlement, d'autres se développent : l'amphibole et on peut supposer à partir d'ions  $Fe^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  empruntés à la biotite.



**Développement de l'amphibole dans une restite de « diorite »**

Le terme ultime de l'anatexie est la fusion complète de la roche de départ.

**En résumé : Granite d'anatexie = Leucosome**

La roche devient un gigantesque leucosome sans orientation nette. Ce leucosome porte le nom de granite et lorsqu'il est encore associé aux migmatites, on parle de granite d'anatexie. Il est plus commode de parler de migmatite granitique ou de granite migmatitique suivant le stade de fusion atteint.

Localement, des amas lenticulaires micacés sombres de plusieurs centimètres de largeur et essentiellement formés d'amphiboles sont englobés dans la masse migmatitique et témoignent de niveaux basiques (pauvres en silice) ayant mieux résisté à la fusion.

Des filons de pegmatite ou d'aplite recourent l'ensemble.





**Filons d'aplite dans une migmatite granitique**

**Autres observations :**

- Sur les migmatites granitiques, sous le sol actuel, mise en évidence d'un paléosol.



**Paléosol installé sur les migmatites granitiques**