

Sortie géologique dans le massif granitique de Ploumanac'h

Week-end du 8-9 septembre 2012

Sous la conduite de Yves Cyrille,
Géologue et Directeur de la Maison des Minéraux de Crozon (29)

<http://www.maison-des-mineraux.org/spip.php?rubrique1>

Présentation générale

Situé dans le coin Nord-Ouest du Trégor, entre Trébeurden et Perros-Guirec, le massif granitique de Ploumanac'h constitue un ***ensemble exceptionnel en matière de curiosités géologiques***.

Pourquoi exceptionnel ?

- On peut y apprécier le travail du temps qui, par érosion, altération, a dégagé de magnifiques chaos granitiques et transformé de nombreux blocs en véritables œuvres d'art aux noms très évocateurs comme le Rocher du « Père Trébeurden » au Castel en Trébeurden (**arrêt 1**) ou la « Couronne du Roi Gradlon » dominant la Grève blanche à Trégastel (**arrêt 4**). Toutes ces formes étranges, et qui défient parfois les lois de l'équilibre, participent à la renommée bien justifiée de la « Côte de Granit rose » (<http://www.tregor.fr/Liste3.php?type=site>).





Le Rocher du « Père Trébeurden »
(Sur le promontoire du Castel en Trébeurden en face de l'île Milliau)



La Couronne du Roi Gradlon
(Près de la Grève Blanche en Trégastel)

- A côté de cet aspect purement esthétique, le grand intérêt du massif de Ploumanac'h réside dans le fait qu'il concentre, sur une quinzaine de kilomètres de littoral seulement, une **grande variété de faciès granitiques** et de **structures magmatiques affectant aussi bien du magma acide que du magma basique** : tout n'est donc pas rose dans ce coin du Trégor ! Il y a aussi du gabbro gris sombre ! Et autre fait remarquable, en de nombreux sites, plusieurs de ces faciès granitiques se côtoient ; en quelques autres, granite et gabbro sont étroitement mêlés. Tout cela permet à la fois d'approcher les mécanismes de formation de ces intrusions magmatiques et de dater relativement leur mise en place.

- Enfin, cette mise en place s'est faite dans un encaissant sédimentaire que les magmas ont transformé, métamorphisé. Ce métamorphisme de contact est également facilement observable.

Contexte géologique régional

Sur le plan régional, le massif de granite rose de Ploumanac'h n'est pas isolé. Il appartient à tout un ensemble de petits pointements de « granites rouges » de même âge que lui, et qui s'alignent depuis l'Ouest du Finistère (Ouessant, Aber-Ildut) jusqu'au Nord du Cotentin (Flamanville, Barfleur) (**voir figure 1**).

Il s'agit dans tous les cas :

- de **granites tardi-hercyniens** qui se sont mis en place au Carbonifère supérieur, il y a environ 300 Ma (303 +/- 15 Ma, datation au Rb/Sr par VIDAL, 1980),
- et pour la plupart **alcalins** (= riches en feldspath orthose), **anorogéniques ou tardi-orogéniques**, c'est-à-dire sans liaison avec le fonctionnement d'une zone de subduction et sans relation directe avec un mécanisme de collision continentale.

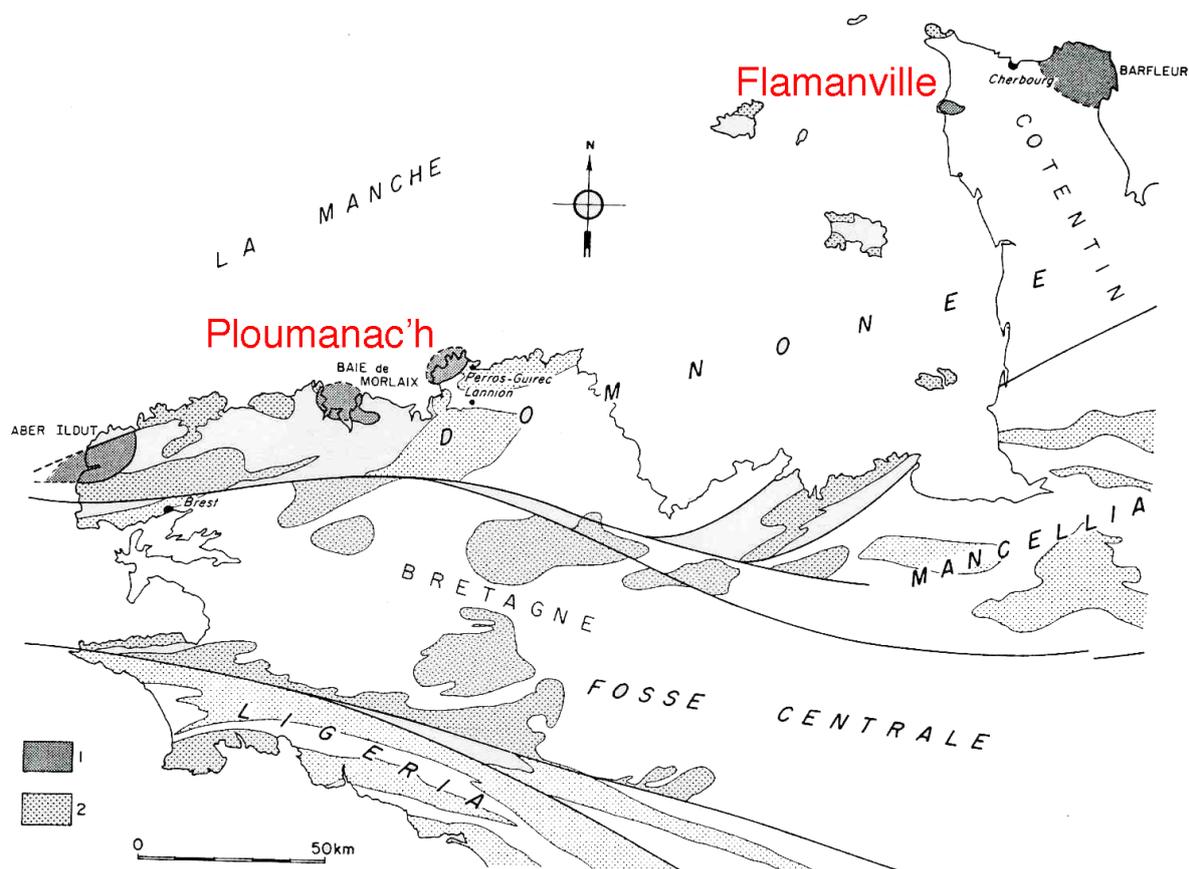


Figure 1 - Les "granites rouges" carbonifères

Description cartographique du Massif de Ploumanac'h

(Commentaire à partir de l'examen de la carte géologique du Massif de Ploumanac'h établie par Michel BARRIÈRE - 1976)

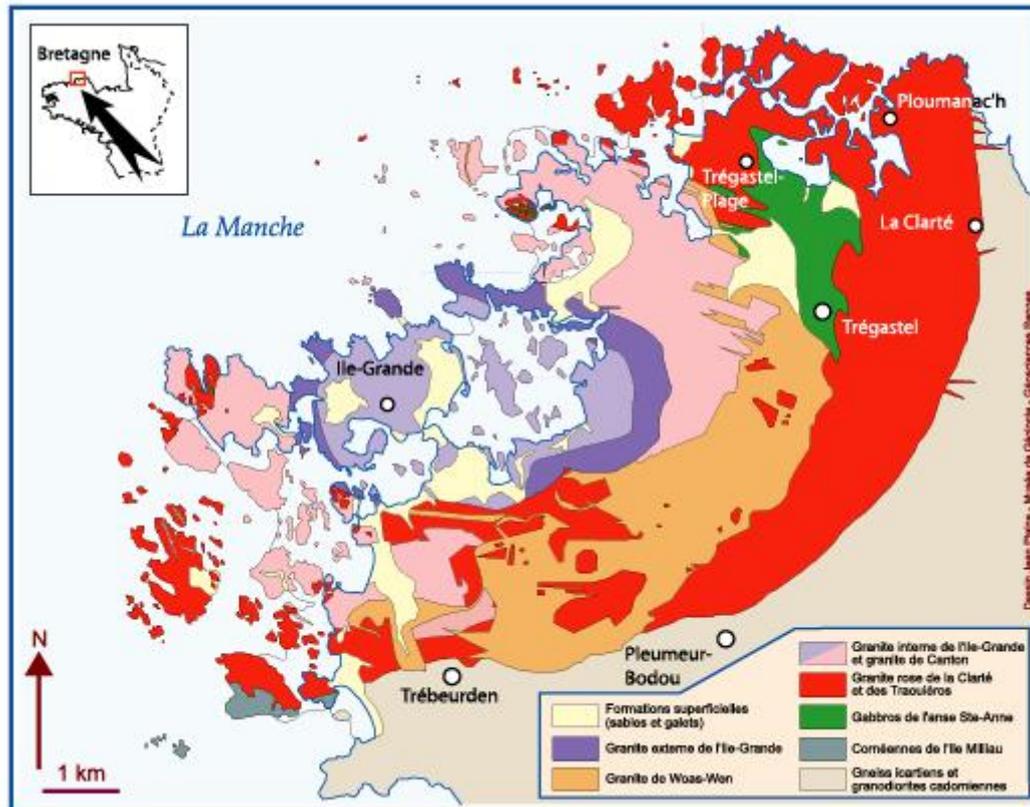


Figure 2 : Carte géologique du complexe granitique de Ploumanac'h d'après Michel BARRIÈRE (1976) – Dessin de Jean PLAINE

La carte montre une remarquable disposition des différents ensembles lithologiques en 3 auréoles concentriques.

Le pluton de Ploumanac'h est un très bel exemple de pluton zoné.

▪ **L'auréole externe (en rouge sur la carte) :**

- Elle s'étend de Pors Rolland , à l'est de Ploumanac'h, jusqu'à l'île Milliau , au Sud-Ouest de Trébeurden.
- Elle est essentiellement constituée par les fameux granites roses de la côte du même nom et dont le faciès le plus classique, rouge vif, à grain plurimillimétrique, est qualifié de **type La Clarté** ; un autre faciès plus sombre et plus porphyroïde (= à plus gros cristaux) constitue le **type Traouiéros**.
- Extérieurement, elle est bordée par des roches plus anciennes :
 - au Sud de l'île Milliau, dans la crique de Pors-Raden , elle est au contact direct avec les plus vieilles roches de France métropolitaine : les « **gneiss oeillés**

icartiens de Pors-Raden », âgés d'environ 2 milliards d'années (datation U/Pb sur zircons) ,
▪ partout ailleurs et plus au Nord, avec le **granite cadomien de Perros-Guirec** daté à 615 millions d'années et qui appartient au batholite volcano-plutonique Nord-trégorrois qui s'étend vers l'Est jusqu'à l'île de Bréhat et Paimpol .

Cette auréole est la zone des «granites roses à gros grains» de nature calco-alkaline potassique.

A l'ouest de Ploumanac'h, dans l'anse Sainte-Anne, ces granites sont localement associés à des gabbros (roches basiques) d'origine mantellique (**en vert sur la carte**) montrant quelques figures de mélange avec le granite.

▪ **L'auréole médiane (en orange et en rose sur la carte)** se glisse contre la première, de la plage de Toul Bihan en Trégastel jusqu'à la plage de Goas Trez en Trébeurden.

Elle est plus hétérogène.

- Elle est constituée de granites au grain plus fin, parfois légèrement porphyroïdes, aux couleurs plus variées (gris à rose) ; à ces différents faciès correspondent des noms locaux : **type Canton (en rose)** , **type Woas Wen (en orange)**...

Cette auréole est la zone des «granites à grain moyen dits intermédiaires».

▪ Enfin, **l'auréole interne et le cœur** du massif expose des granites à grain fin, de couleur claire (gris, blanc, bleutés), connus sous le nom de « **granites gris de l'île-Grande** ».

On y distingue :

- au centre, un granite interne (**en bleu clair**) assez semblable au granite intermédiaire de type Canton,
- vers l'extérieur, (**en bleu plus foncé**) , une auréole de granite très clair, riche en muscovite : le **leucogranite de l'île-Grande**.

POINTS IMPORTANTS À NOTER :

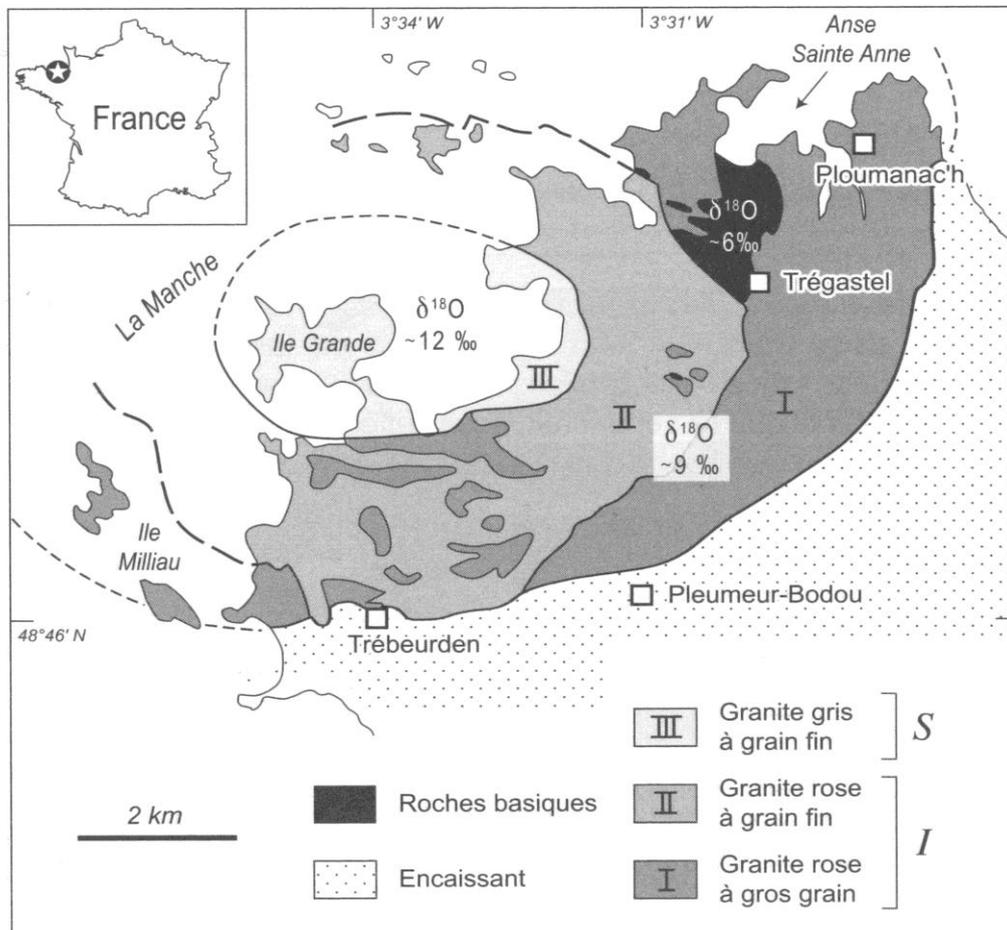
Cette zonation concentrique du massif de Ploumanac'h ne résulte pas d'une différenciation « in situ » par cristallisation fractionnée d'un seul et même magma dans une chambre magmatique mais de différentes venues magmatiques.

Les 3 zones évoquées ci-dessus (auréole externe, auréole intermédiaire et cœur de l'île-Grande) correspondent en effet à des intrusions de magmas non cogénétiques (donc différents) qui se sont mis en place et ont cristallisé avec un léger décalage dans le temps , décalage que l'on peut apprécier sur le terrain.

Cela a été démontré par les données des isotopes ^{16}O et ^{18}O de l'oxygène et les mesures du rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (**voir figure 3 ci-dessous – à comparer à la figure 2**).

1. L'auréole externe correspond à la première venue magmatique et aurait une origine mantellique : $\delta^{18}\text{O} \sim 6$.

2. Le leucogranite du cœur , le dernier venu, le plus tardif, à 2 micas et cordiérite a un $\delta^{18}\text{O}$ élevé, égal à 12,3. Il a donc une origine crustale évidente ; il dériverait de roches métasédimentaires pélitiques de la croûte continentale supérieure.
3. Quant à l'auréole intermédiaire , constituée essentiellement de granites à biotite et dont le $\delta^{18}\text{O}$ est voisin de 9 , elle résulterait d'un mélange magmatique entre amphibolites ou granulites (peut-être dérivés d'un protolithe volcano-détritique) de la croûte continentale inférieure et le granite à 2 micas et cordiérite précédent de la croûte supérieure.



**Figure 3 : Données isotopiques de l'oxygène
d'après BARRIÈRE et al (1977) et ALBARÈDE et al (1980)**

dans «Pétrologie des granites» de Anne NÉDÉLEC et Jean-Luc BOUCHEZ (2011) - Editions Vuibert

Voilà pourquoi on utilise de préférence l'expression de « Complexe granitique de Ploumanac'h » pour désigner le massif granitique de Ploumanac'h .

En résumé, le « Complexe granitique de Ploumanac'h » est un pluton polyphasé à structure concentrique.

De plus, cette structure concentrique est dite « inverse » car les granites les plus différenciés (= les plus riches en silice) sont situés au centre du pluton (cœur de l'Île-Grande).

Les sites observés

SAMEDI 8 SEPTEMBRE

Arrêt 1 : Port de Trozoul – Le Castel (commune de Trébeurden)

Le gneiss icartien de Pors-Raden

Nous ne verrons pas hélas ! les fameuses roches icartiennes de 2 Ga. Mais Yves Cyrille est venu avec un échantillon provenant de Pors-Raden , affleurement situé un peu au Sud du lieu où nous nous trouvons.



Yves Cyrille présentant le fameux échantillon d'âge icartien

Et voilà la bête !



Orthogneiss icartien de Pors-Raden

Il s'agit d'un gneiss œillé dans lequel on peut voir des clastes centimétriques de feldspath (taches fusiformes de teinte crème) tronçonnés et inclus dans une matrice silico-micacée (fond sombre de la roche).

Cette matrice est marquée par une intense foliation et de nombreuses figures de cisaillement.

Le protolithe de ce gneiss était donc une roche granitique qui a été ensuite intensément déformée et métamorphisée. Voilà pourquoi on parle d'orthogneiss : son origine est magmatique et non sédimentaire.

Les moyens modernes de radiochronologie ont permis, par l'étude des isotopes radioactifs du plomb et de l'uranium inclus dans les zircons de la roche, de dater ces faciès œillés de Pors-Raden à 2 031 ±36/-28 Ma **soit près de la moitié de l'âge de la Terre !**

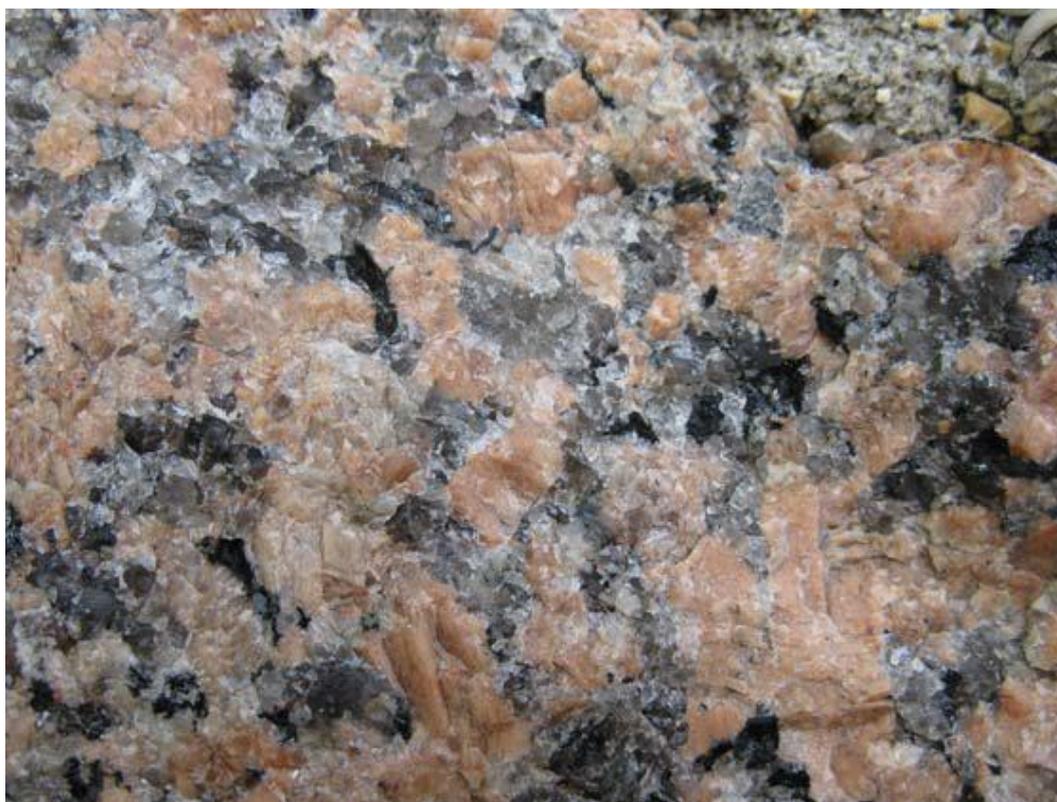
Le granite du Castel (granite appartenant à l'auréole externe)

Il s'agit du granite rose à gros grain de l'auréole externe , ici de type La Clarté. Il forme l'essentiel du promontoire du Castel et de l'île Milliau.

On peut d'ailleurs l'observer facilement et frais ! dans le port de plaisance de Trébeurden (= port de Trozoul).



Enrochement au port de Trozoul



Granite rose faciès La Clarté (= syénogranite)

C'est un granite isotrope, sans aucune orientation préférentielle. Sa texture est grenue à grenue porphyroïde, la taille moyenne des minéraux allant de quelques millimètres au centimètre.

Il est constitué de *feldspath alcalin rose* (microcline) et de *plagioclase blanc* (albite-oligoclase). La couleur rose du granite est due en grande partie à la présence d'oxyde de fer (hématite) dans le réseau cristallin du microcline.

Le *quartz* y est normalement gris translucide.

On y trouve aussi de la *biotite* (= mica noir) et de la *hornblende* .

Il renferme également des minéraux accessoires : *sphène*, *apatite*, *allanite*, *magnétite*, *zircon*...

Dans la classification des granites de Streckeisen , le granite rose de la Clarté s'inscrit dans le **champ des syéno et monzogranites**.

Le chaos granitique du Port de Trébeurden

Entre le port de Trozoul et la plage de Tresmeur, on peut observer un très beau chaos granitique en place, fortement découpé par de grandes diaclases horizontales , verticales et obliques .



Chaos granitique du port de plaisance de Trozoul

Les cornéennes alumineuses du Castel en Trébeurden et leur contact avec le granite à gros grains de l'auréole externe

► A partir du port de Trozoul, on poursuit à pied sur l'estran rocheux en contournant le promontoire du Castel par le Sud (côté plage de Tresmeur) en direction de l'île Milliau.



Autre chaos granitique
(en arrière plan, plage de Tresmeur)

On peut remarquer ici que par rapport au chaos précédent, les blocs supérieurs sont plutôt aplatis, en forme de galettes ; c'est une simple conséquence de la géométrie, de la disposition des diaclases.



Falaise au pied du promontoire du Castel
Le réseau de diaclases verticales est particulièrement développé.

En chemin, plusieurs blocs de granite montrent à leur base des **enclaves** décimétriques à pluridécimétriques sombres.



Une enclave sombre dans le granite rose



Plusieurs enclaves sombres dans le même granite rose

▲ Description des enclaves : leur origine et leur mode de formation

Ces enclaves apparaissent nettement litées (alternance millimétrique de lits arkosiques clairs et de lits greywackeux sombres), ce qui traduit une **origine sédimentaire évidente**.



Vue rapprochée d'une enclave

Par application du **principe d'inclusion** qui dit que toute roche incluse dans une autre lui est antérieure, il en résulte que la roche sédimentaire sombre litée observée aujourd'hui en enclaves dans le granite rose préexistait à ce granite.

Ces enclaves représentent en fait des blocs qui ont été arrachés mécaniquement à l'encaissant sédimentaire lorsque le magma à l'origine du granite de l'auréole externe du Complexe granitique de Ploumanac'h s'est mis en place. Elles forment, sur la bordure du massif, autant de corps étrangers ou « **xénolithes** » dans le magma granitique.

Leur forme anguleuse indique d'autre part un fort contraste de viscosité entre elles et le granite. Ce dernier s'est donc mis en place dans un matériel solide et beaucoup plus froid. Les blocs de roches sédimentaires vont ainsi véritablement « tomber » par gravité dans la chambre magmatique.

▲ **Minéralogie des enclaves : profondeur estimée de la mise en place de l'intrusion granitique**

Du fait de la proximité du magma granitique chaud, l'encaissant sédimentaire a également été transformé par **métamorphisme de contact** en **cornéennes** sans que le litage hérité n'en soit affecté ; il est toujours bien net dans les enclaves.

Nous ne l'avons pas observé à l'œil nu mais les lits clairs au chimisme initial alumineux montrent des taches qui correspondent à de l'*andalousite*, les niveaux sombres plus ferro-magnésiens des taches de *cordiérite* et d'*andalousite*. Pour le voir, il aurait fallu atteindre l'île Milliau mais la marée et surtout le temps ne nous l'ont pas permis.

Au contact immédiat avec le granite apparaît également la *sillimanite*.

Les paragenèses développées autorisent donc une estimation de la profondeur maximale de mise en place de l'intrusion granitique autour de 8 kilomètres.

▲ *Âge de l'encaissant sédimentaire*

Ces xénolithes de roches sédimentaires n'ont pas été datés de façon absolue.

Une seule chose est certaine ! Puisqu'ils sont antérieurs au granite qui , lui, est Carbonifère supérieur, ils sont par conséquent anté-carbonifères !

Dans l'environnement immédiat du Complexe granitique de Ploumanac'h , on ne connaît pas de formation sédimentaire susceptible d'être leur source. Elles sont parfois rapprochées, uniquement par analogie des faciès , des roches dévoniennes du bassin de Morlaix. **L'encaissant sédimentaire pourrait donc être dévonien.**

Le caractère intrusif du granite s'exprime également sous la forme de filons à texture aplitique ou pegmatitique.



Veinule de pegmatite dans le granite rose



Filon d'aplite dans le granite rose

► *Retour par l'estran au point de départ puis direction île Milliau et Rocher du « Père Trébeurden » par le chemin côtier du haut de la falaise.*



Vue sur l'île Milliau



Le sommet des rochers du centre de la photo ci-dessus est modelé de **vasques** , de **cuvettes** à fond plat, isolées ou communiquant entre elles et formant alors de véritables réseaux. Leur formation résulte en fait de la stagnation pratiquement permanente de l'eau de pluie qui , plus ou moins enrichie du sel projeté par les embruns, provoque l'altération du granite.

De ces cuvettes, appelées « *bidets de la Vierge* » ou encore « *empreintes du Diable* » , rayonnent des rigoles créées par le débordement de l'eau qui, en s'écoulant, creuse ces cannelures à la surface arrondie des blocs et en même temps, élimine l'arène granitique des vasques. Les rigoles d'éguelement sont ici bien visibles.



Le Rocher du « Père Trébeurden »

A retenir de ce 1^{er} arrêt :

1. Le granite rose à gros grain de l'auréole externe s'est mis en place au Carbonifère supérieur dans un encaissant sédimentaire non daté qu'il a métamorphisé.
2. Le développement de *cordiérite* , d'*andalousite* et de *sillimanite* dans l'auréole de métamorphisme de contact implique un métamorphisme dans des conditions de HT et BP.
3. Différentes formes d'altération du granite (chaos, vasques et rigoles d'égueulement...) peuvent être mises en évidence.

Arrêt 2 : Les trois granites de la presqu'île de Toénot (commune de Trébeurden)

► *On fait le tour complet de la presqu'île à partir du parking en longeant la côte.*

Le contournement de la presqu'île du Toénot nous a permis d'observer les 3 principaux types de granites du Complexe de Ploumanac'h ainsi que leurs relations géométriques, permettant d'établir une chronologie relative de mise en place.

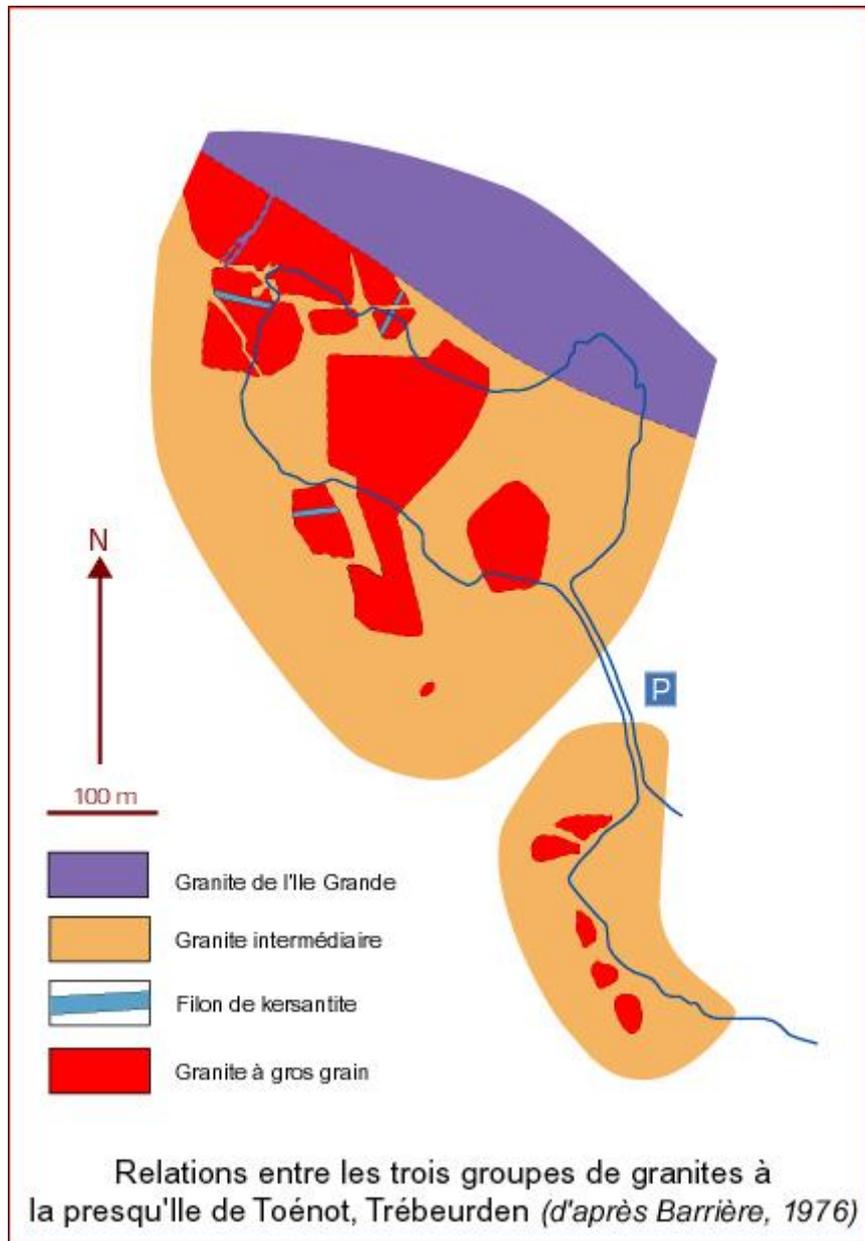


Figure 4 : Carte géologique de Toénot

Le contact granite rose à gros grain de l'auréole externe – granite intermédiaire gris- rose à grain fin de l'auréole médiane

Le parcours dans les rochers sur le flanc Sud de la presqu'île de Toénot débute dans le granite externe à gros grain (**en rouge** sur la carte de la **figure 4** ci-dessus) rigoureusement identique à celui rencontré à l'arrêt précédent .



Le « mamelon »

En tout cas, c'est ainsi que nous l'avons nommé !!! Il est constitué de granite rose type La Clarté.

Mais très rapidement, on atteint la zone de contact avec un granite à grain fin, isotrope et de couleur grisâtre à légèrement rosée.



Granite rose à gros grain (à gauche) et granite gris à grain fin (à droite)
Remarque : la photo est prise de dessus.



Contact entre granite rose à gros grain (à droite) et granite gris à grain fin (à gauche)

Il s'agit du **granite intermédiaire** ici de type Canton (**en orange** sur la carte de la **figure 4**).

Ce granite intermédiaire est un **monzogranite** dans la classification de Streckeisen ; il est constitué de *microcline, plagioclase, quartz, biotite*.

Par rapport au granite type La Clarté, en dehors d'une différence de couleur, il est moins riche en quartz mais plus riche en plagioclase.

Le contact sur le terrain est toujours net, tranché.

Les relations entre ces deux types de granites deviennent évidentes un peu plus loin.



Enclave de granite rose à gros grain dans le granite intermédiaire gris-rose à grain fin



Idem



Idem

Remarque : dans l'enclave, à côté du granite rose à gros grain, on peut observer un morceau de roche basique (gabbro ? dolérite ?...)

On observe en effet (voir photos ci-dessus) comme une **brèche de granite à gros grain dans du granite à grain fin**. Il apparaît donc clairement que le granite rose à gros grain type La Clarté se présente sous la forme d'enclaves dans le granite intermédiaire à grain fin, ce qui signifie sans ambiguïté son antériorité de mise en place par rapport à ce dernier.

Ces enclaves présentent d'autre part des formes géométriques, anguleuses ; leur contour est rectiligne d'où d'ailleurs la dénomination de « brèche ».

Ceci veut dire que le granite à gros grain était déjà totalement refroidi , solidifié , cristallisé lorsque le granite à grain fin s'est mis en place., en force, sous pression.

En poursuivant notre chemin vers le Nord, on peut observer de nombreuses alternances de granite à gros grain - granite intermédiaire. Mais cette fois-ci, les affleurements des deux types de granites sont d'échelle **décamétrique**.

Preuve qu'il s'agit donc de véritables « **panneaux** » de granite rose qui ont été arrachés par le magma lors de la mise en place du granite à grain fin . On peut par conséquent parler ici de « **mégabrèche** magmatique ». Et cela implique aussi que cet « arrachage » de panneaux aussi importants en volume n'a pu se faire qu'avec force ; le magma était sous forte pression.



Nouveau contact entre granite rose à gros grain (à gauche) et granite gris à grain fin (à droite)

Autres observations faites en chemin



Desquamation « en pelure d'oignon » du granite rose à gros grain

Entre les blocs, présence d'un sable grossier, issu directement de la désagrégation (mécanique) et de l'altération (chimique) du granite rose. Ce sable est une véritable arène granitique qui porte localement le nom de « *perré* ».



Granite et « perré »

Sur la façade Ouest de la presqu'île de Toénot, on peut également observer un filon peu épais de lamprophyre (ou kersantite), roche magmatique sombre, microgrenue, riche en *mica noir*, coupant une enclave de granite rose à gros grain. Ce filon est donc postérieur au granite rose par application du **principe de recoupement** . En revanche, il ne se prolonge pas dans le granite intermédiaire ; il est par conséquent antérieur à la mise en place de ce dernier.



Filon de lamprophyre (de kersantite pour Barrière)



Détail du filon

Il a métamorphisé à son contact et sur sa droite le granite rose à gros grain.



Enclave pegmatitique dans le granite intermédiaire



Bloc de granite isolé sur l'estran en forme de « champignon »



Bloc de granite en forme de « mamelon »

Petite histoire : Comment passer du premier (bloc en forme de « champignon ») au second (bloc en forme de « mamelon ») ?

Remontons un peu le temps !

1. Formation du chaos granitique

Lorsque le magma cristallise en profondeur , son refroidissement s'accompagne d'un « retrait » responsable de la formation de **diaclasses majoritairement orthogonales**. Ces diaclasses débitent alors le granite intrusif en blocs plus ou moins parallélipédiques.

La remontée isostatique du pluton favorise également la création de diaclasses à son toit du fait de la diminution de la charge lithostatique et de la décompression qui en résulte.

Avec le temps, le pluton finit par affleurer (**schéma 1 Figure 5 ci-dessous**), il est alors la proie de l'érosion. Les eaux de surface pénètrent en profondeur par les diaclases.

Le long de ces diaclases, l'eau exploite les microfissures intracristallines des cristaux feuilletés ou maclés du granite comme les micas et les feldspaths ; elle y pénètre. Ces derniers s'imbibent d'eau, se dilatent et vont exercer une pression sur les cristaux voisins. La roche perd alors de sa cohérence, il y a désolidarisation générale des cristaux le long des diaclases qui s'élargissent : de l'arène se forme . **C'est l'aspect mécanique de l'érosion du granite ou « désagrégation granulaire » (schéma 2).**

Parallèlement, l'eau hydrolyse les micas et les feldspaths pour les transformer à la longue en minéraux argileux ; il s'agit alors de véritables réactions chimiques . **C'est le second aspect , cette fois-ci chimique de l'érosion, ou « altération » .**

Ces phénomènes conduisent finalement à débiter le pluton en blocs parallélépipédiques séparés ou recouverts par de l'arène granitique, à moins que cette dernière ne soit entraînée vers le bas par gravité.

Point important : L'arène accumulée entre les blocs ou à leur pied , riche en minéraux argileux gonflants donc imperméable, retient l'eau comme une éponge au contact des blocs permettant à l'arénisation de progresser vers le bas à une vitesse variant de 1 mm à 300 mm pour 1000 ans selon le climat (action favorisée en climat chaud et humide).

Tous ces phénomènes conduisent ainsi finalement à mettre à l'air libre, après départ de l'arène, des blocs de granite qui peuvent continuer à s'éroder en « pelure d'oignon ». Les plus petits disparaissent , les plus gros s'arrondissent. Il en résulte des boules , des galettes, ... qui finissent par s'amasser les unes aux autres dans des équilibres parfois précaires ou se désolidariser complètement pour former un chaos granitique (**schéma 3**).

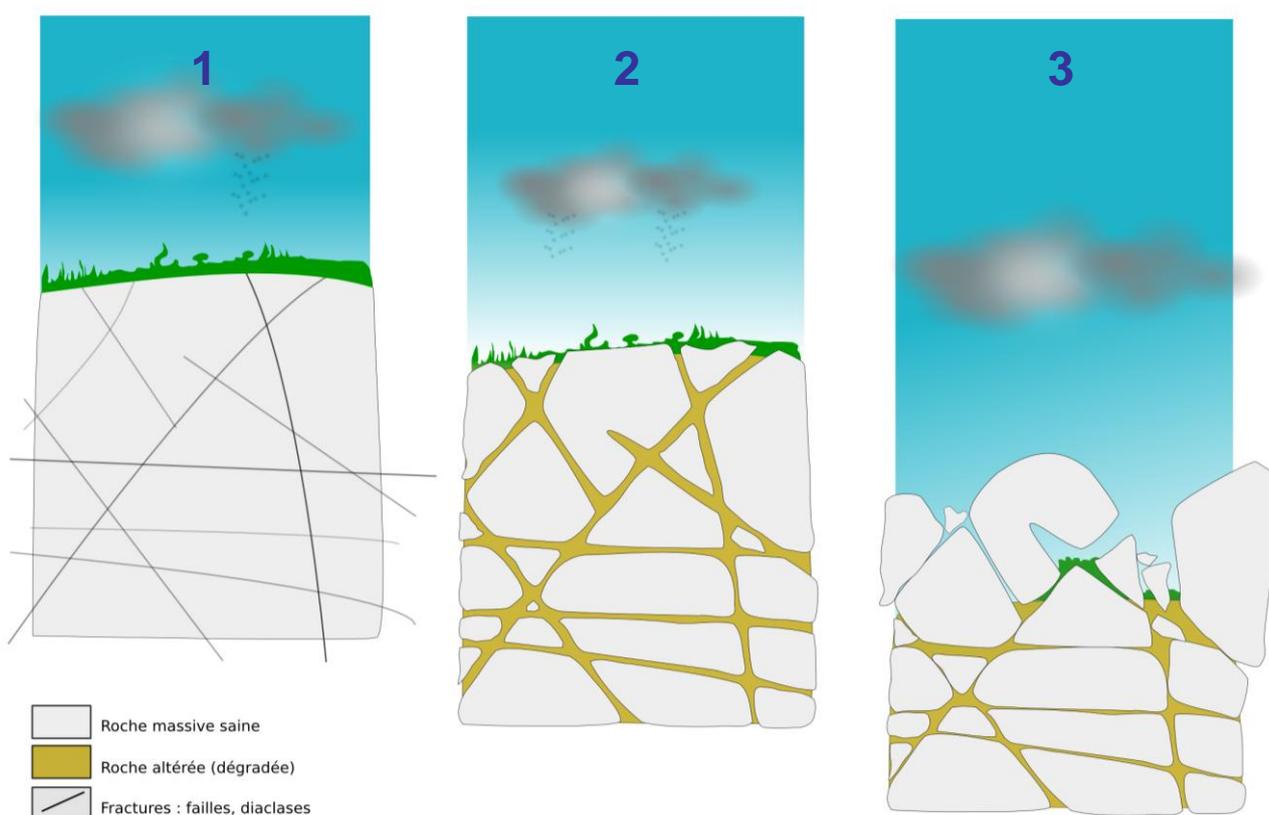


Figure 5 : Formation du chaos granitique

2. Altération chimique par le sol

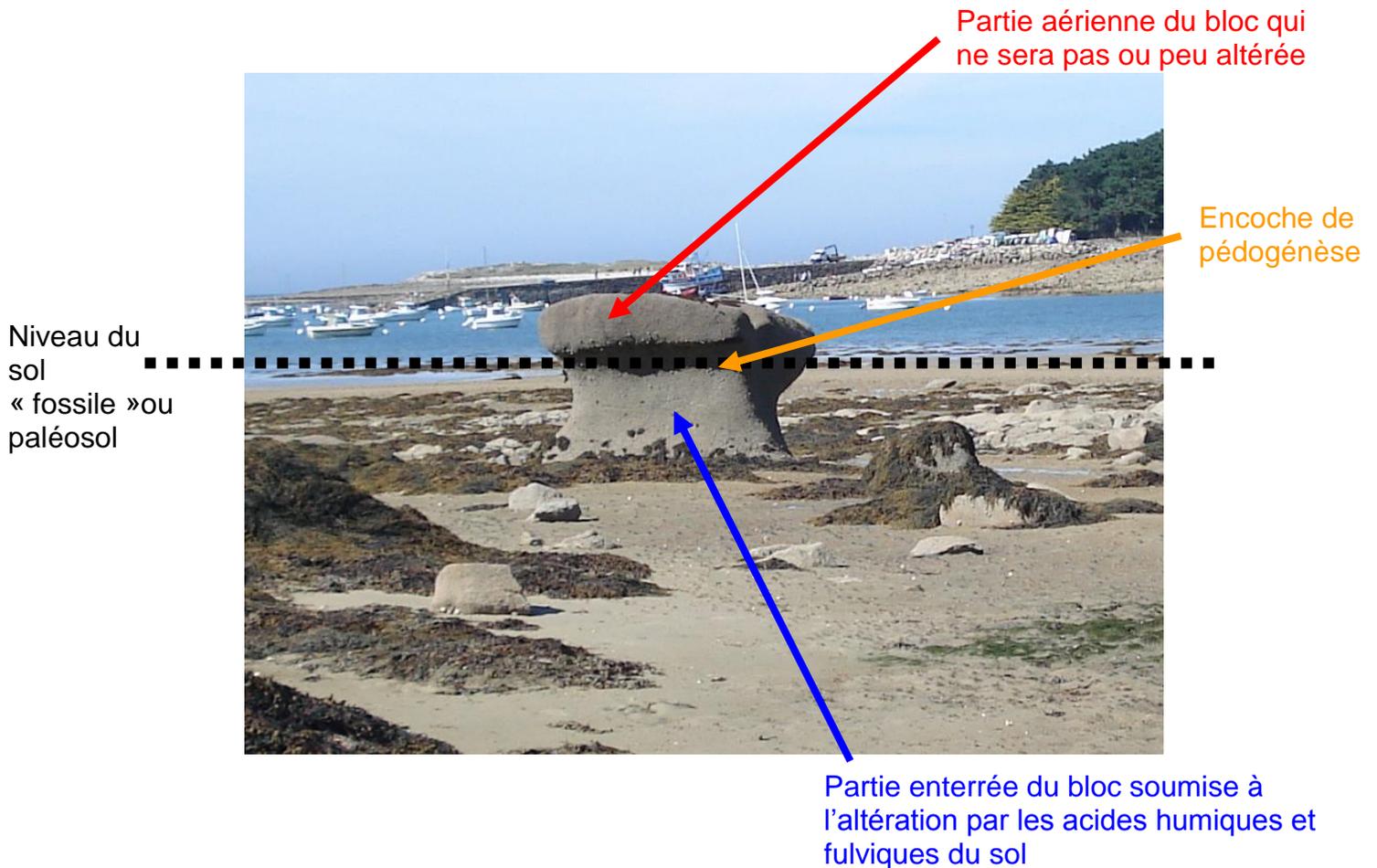
Des blocs tombent et peuvent s'enfoncer ou être recouverts progressivement en bas de pente, au pied du chaos, par de l'arène ensuite colonisée par de la végétation. Un véritable sol peut se former.

Or, un sol produit des acides (acides humiques, fulviques) par décomposition de la matière vivante des végétaux qu'il supporte par les micro-organismes (Bactéries, Champignons...) qu'il héberge.

Ces acides vont alors attaquer la partie enterrée des blocs de granite, la partie aérienne échappant à cette altération.

Il en résulte alors la formation d'une véritable encoche d'origine pédogénétique ! Voilà l'origine des blocs en forme de « champignon ».

Ce phénomène a certainement eu lieu lors de la dernière glaciation du Würm.



3. Déblaiement du sol

Le sol sous l'encoche a ensuite été décapé par érosion marine lors de la dernière transgression flandrienne. Le bloc en forme de « champignon » est alors apparu complètement à l'air libre avec sa forme si caractéristique.

Pour expliquer la formation du bloc en forme de « mamelon », il suffit d'imaginer une encoche plus importante, plus profonde qui finit par séparer presque complètement le chapeau du pied du champignon. Lors de la transgression qui suit, la mer fait tomber le chapeau ; il ne reste que le pied en forme de pédoncule qui peu à peu va s'émousser. On aboutit bien à notre « mamelon » !



Les encoches de pédogénèse sont importantes à repérer. Ce sont d'excellents marqueurs de l'extension initiale des sols avant leur disparition par érosion marine.

Le contact granite gris à grain fin de l'auréole médiane – leucogranite de l'auréole interne (encore appelé granite externe de l'île-Grande)

Le contournement de la presqu'île de Toénot permet d'observer au Nord un nouveau contact entre granites, mais cette fois-ci, entre le granite intermédiaire et un granite gris clair : le leucogranite de l'île-Grande qui, lui, ne contient pas d'enclaves.

Une ancienne petite exploitation littorale permet de bonnes observations.



Le groupe de l'AVG en route vers la carrière de leucogranite



Le groupe de l'AVG dans la carrière !

Quelques blocs dispersés çà et là portent l'empreinte des méthodes utilisées autrefois par les ouvriers pour obtenir des éléments de bonne qualité.



Trou pour l'emplacement d'un coin de bois ou de fer



Front de la carrière



Leucogranite à deux micas et cordiérite



Détail

Il s'agit d'un granite gris-blanc à deux micas : *mica noir* ou *biotite* et *mica blanc* ou *muscovite*. Ce granite renferme aussi de la *cordiérite*, maintenant pinitisée, c'est-à-dire se présentant sous la forme d'agrégats polycristallins sombres (mélange de *séricite*, de *chlorite* et de *quartz*), pluricentimétriques et auréolés de rouille.

La présence simultanée de muscovite et de cordiérite signe la richesse de ce granite en aluminium.

Formule chimique de la muscovite : $\text{KAi}_2[(\text{OH},\text{F})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

Formule chimique de la cordiérite : $\text{Al}_3\text{Mg}_2\text{AlSi}_5\text{O}_{18}$

Ce caractère hyperalumineux permet de conclure que le leucogranite de l'auréole interne dérive de l'anatexie d'un protolithe sédimentaire, ce que confirme d'ailleurs les mesures isotopiques de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$ élevé, égal à 12,3).

Enfin, la présence de cordiérite est indicatrice d'un climat plutôt de BP et HT. Sa pinitisation est une rétro-morphose qui a lieu à une T° inférieure à 400°C.

A retenir de ce 2^{ème} arrêt :

1. Le granite gris-rose à grain fin de l'auréole médiane, intermédiaire s'est mis en place postérieurement au granite rose à gros grain de l'auréole externe puisque ce dernier est en enclaves dans le premier.

2. Le granite gris-clair à *deux micas* et *cordiérite* de l'auréole interne (encore appelé granite externe de l'Île-Grande) ne renferme, lui, aucune enclave. Il s'est mis en place postérieurement au granite intermédiaire.

Arrêt 3 : Île Grande (commune de Pleumeur-Bodou)

► A partir de la station ornithologique de la LPO , on prend à gauche le sentier côtier qui part en direction de la pointe de Toul ar Staon qui prolonge à l'ouest l'Île Grande.

On est là au cœur du Complexe granitique de Ploumanac'h.

Le leucogranite de l'auréole interne (encore appelé granite externe de l'Île-Grande) de la pointe de Toul ar Staon

Au nord , face à la haute mer, le rivage est très fortement entaillé de nombreuses excavations qui témoignent de l'intense exploitation du granite, du début du 20^{ème} siècle à la fin des années 1940.

Ces zones d'extraction sont particulièrement spectaculaires à marée basse.



Le groupe de l'AVG face à une de ces exploitations



Elles entament, sur une dizaine de mètres de hauteur, un granite gris-blanc à grain relativement fin, homogène, particulièrement riche en *muscovite* et *biotite*, en tout point identique à celui observé dans la carrière littorale de la presqu'île de Toénot (**voir arrêt 2**).

Il s'agit donc d'un **leucogranite**, ne montrant pas comme le précédent, d'enclaves de granites des auréoles plus externes.

Sa composition minéralogique est la suivante : *quartz*, *microcline*, *plagioclase* (*albite* à *oligoclase*), *biotite*, *muscovite* et *cordiérite*, ces deux derniers minéraux attestant là aussi du caractère hyperalumineux de la roche et de son origine à partir d'un protolithe sédimentaire. Apatite, zircon et tourmaline complètent la minéralogie.

► [Retour vers la station ornithologique de la LPO par le même sentier.](#)

En revenant vers la station ornithologique on observe la profonde altération du granite qui est décomposé en arène, les nombreuses figures d'érosion en « pelure d'oignon » à la surface de blocs encore sains, le tout souligné par de nombreuses diaclases horizontales faiblement espacées.



Figures d'altération dans le leucogranite

En poursuivant vers le bâtiment de la LPO, on longe un imposant cordon de galets blancs et de grande taille. Ces blocs, très arrondis et polis, ont été façonnés au fil des années, des marées et des tempêtes à **partir des rebuts d'exploitation**.

Sachant que l'exploitation du granite a commencé en ce lieu au début du 20^{ème} siècle, on imagine facilement la puissance de l'action des vagues.



Cordon de galets
*En arrière-plan, la maison de la LPO
qui occupe les anciens bâtiments administratifs des carrières de Castel Ere.*



Cairn de galets de leucogranite



Idem

En arrière-plan, une des deux carrières de Castel Ereik : celle du promontoire.

Le granite interne de l'Île-Grande : carrières de Castel Ereik

▲ La « Grande Carrière » de Castel Ereik

Après quelques centaines de mètres, près de la maison de la LPO, on parvient à une vaste excavation ennoyée, isolée de l'océan par un mur épais. C'est la « grande carrière » de Castel Ereik qui a fonctionné de la fin du 19^{ème} siècle jusqu'en 1979.

La présence du mur s'explique par le fait que les bancs de granite situés au fond de la baie (près du cordon de galets actuel que nous venons de longer) devenaient plus épais, plus sains et plus faciles à extraire car plus éloignés de la houle. La carrière s'est donc étendue vers l'Ouest. Mais devenant plus profonde, elle devait être protégée des entrées d'eau marine, d'où la construction du mur.

La « grande carrière » sur le front de mer, telle qu'elle est aujourd'hui, mesure plus de 100 mètres de long, d'Est en Ouest, et 50 mètres de large. Sa profondeur atteint 35 mètres, mais le trou est à présent rempli d'eau.



« Grande carrière » de Castel Ereik (Photo Jean Plaine)

▲ La « carrière » de la pointe de Castel Ereik



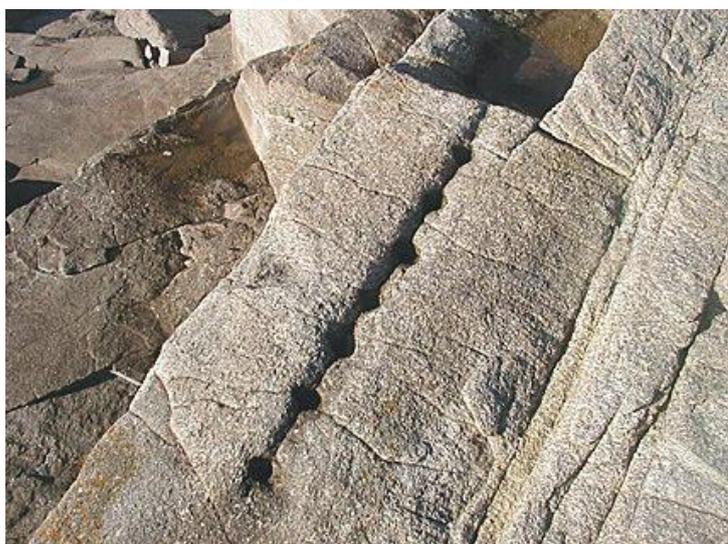
Front de taille en gradins



Idem

De nombreux blocs en place, parfaitement fendus ou partiellement débités, portent l'empreinte des méthodes utilisées par les ouvriers pour obtenir des éléments de bonne qualité (pierres de taille essentiellement).

Les alignements de trous pour l'emplacement des coins de bois et de fer et ceux réalisés par la chanteperce (sorte de barre à mine) y sont en effet nombreux.



**Alignements de trous pour coins de bois (*à droite*) et de fer (*à gauche*)
Photos Jean Plaine**

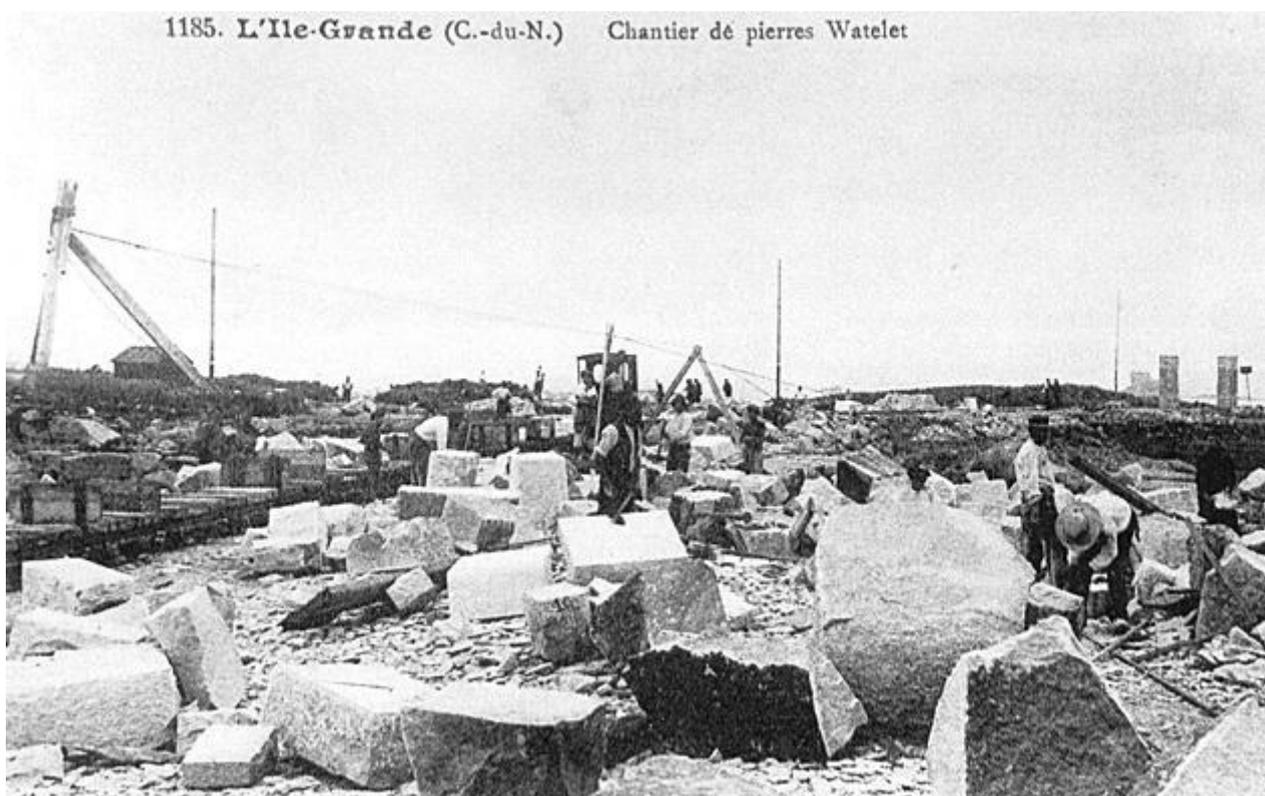
Technique utilisée

Les fentes étaient préparées au poinçon. Puis on y introduisait des coins en bois que l'on arrosait d'eau. Ils gonflaient ensuite et éclataient la pierre (36 h après).

Cependant, le granite ne se fendait pas toujours !

Révolution technique avec la chante-perce ! Il était possible de faire des trous dans le granite dur, d'utiliser des coins en acier. Ces coins, bloqués entre deux serres en demi-rond, enfoncés « à force » à la masse, disposés en ligne, espacés de 10 centimètres environ, allaient permettre de fendre plus rapidement les blocs.

<http://sallevirtuelle.cotesdarmor.fr/asp/inventaire/pleumeur/Geoviewer/Data/HTML/IM22005352.html>



**Exploitation du granite de Castel Ere
Photo du site de Jean Plaine**



Idem



**Vestige de la voie ferrée
Photo Jean Plaine**

▲ Propriétés du granite extrait dans les carrières de Castel EreK



Le granite, dont on trouve des éléments frais un peu partout en bordure du chemin qui relie les deux carrières, est un granite gris-bleuté à *biotite* uniquement ce qui le différencie du granite externe à deux micas et cordiérite ou leucogranite de l'Île-Grande que l'on a observé juste avant à la pointe de Toul ar Staon ou dans la carrière de la presqu'île du Toénot.

Le contact entre les deux granites de l'Île Grande : leucogranite de la pointe de Toul ar Staon et granite à biotite de Castel EreK est visible à marée basse sur le platier rocheux en contre-bas du mur de la « grande carrière » de Castel EreK. Vertical, ce contact est sinueux, lobé ce qui montre :

1. que le leucogranite externe recoupe l'autre et lui est donc postérieur
2. qu'il s'est mis en place dans un milieu encore chaud et plastique.

A l'échelle du Complexe de Ploumanac'h, le granite externe de l'Île Grande forme un anneau de quelques centaines de mètres de largeur au sein des granites de type Canton.

Dans l'architecture générale du Complexe, et compte-tenu de sa structure, il apparaît comme une lame à l'allure de couple injectée en fin de mise en place du massif.

A retenir de ce 3^{ème} arrêt :

1. Le cœur du Complexe granitique de Ploumanac'h est constitué par un granite clair à biotite qui affleure dans la « grande carrière ».
2. Il est entouré par une auréole interne de leucogranite à deux micas et cordiérite plus jeune que lui qui affleure à la pointe de Toul ar Staon et que l'on a déjà rencontré sur la presqu'île de Toénot.
3. Le caractère hyperalumineux de ce cœur laisse supposer qu'il dérive de l'anatexie d'un protolithe sédimentaire, ce que confirme d'ailleurs les mesures isotopiques de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$ élevé, égal à 12,3).

En guise de conclusion : architecture et genèse du Complexe de Ploumanac'h (d'après les travaux de Michel Barrière)

□ Architecture du massif

Le Complexe granitique de Ploumanac'h présente une anatomie complexe (**figure 6**) résultant de l'emboîtement de trois dispositifs mis en place successivement et dans des contextes différents.

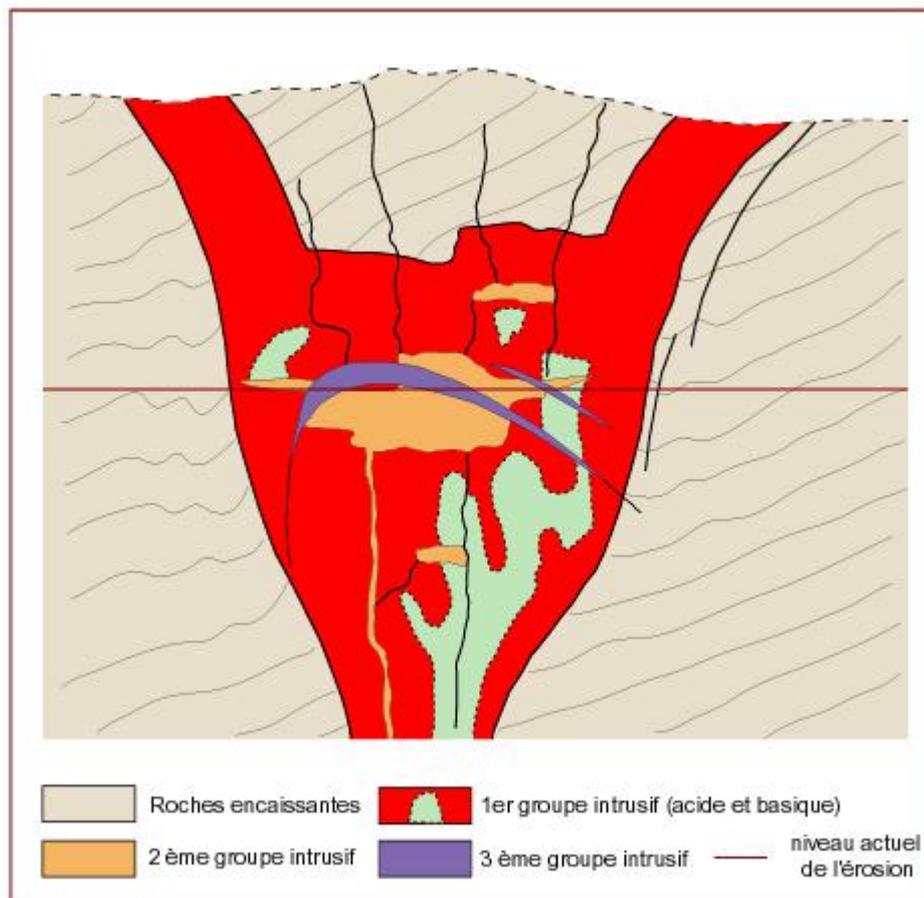
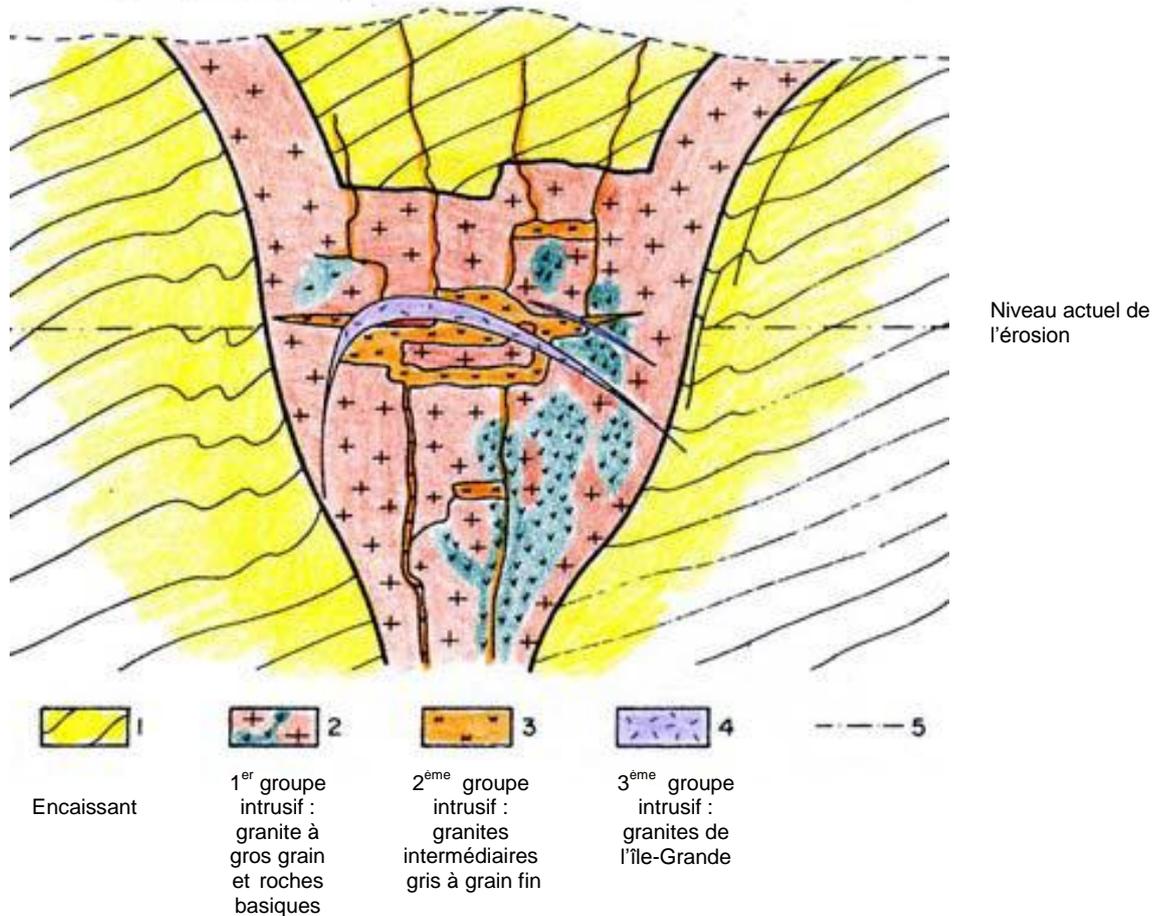


Figure 6 : Esquisse interprétative synthétique de l'architecture du complexe de Ploumanac'h (d'après Barrière, 1976)



Sa structure générale est celle d'un tronc de cône, entonnoir profond à section elliptique occupé par :

- les granites roses à gros grain (granites faciès La Clarté et Traouiéros) et les roches basiques (gabbros) de l'auréole externe , injectés simultanément, les gabbros formant au Nord du massif une masse importante située en profondeur (apport de la gravimétrie).
- des dykes verticaux, de larges feuillets horizontaux et des filons à pendage externe constitués de granites divers à grain fin (Canton, Woas Wen,...) qui occupent une large fraction centrale de l'aire elliptique. Ils constituent l'auréole intermédiaire ou médiane.
- enfin, une cloche asymétrique de granites à grain moyen (granites de l'Île-Grande) au centre de l'unité précédente et au cœur du Complexe.

□ **Les différentes étapes de mise en place**

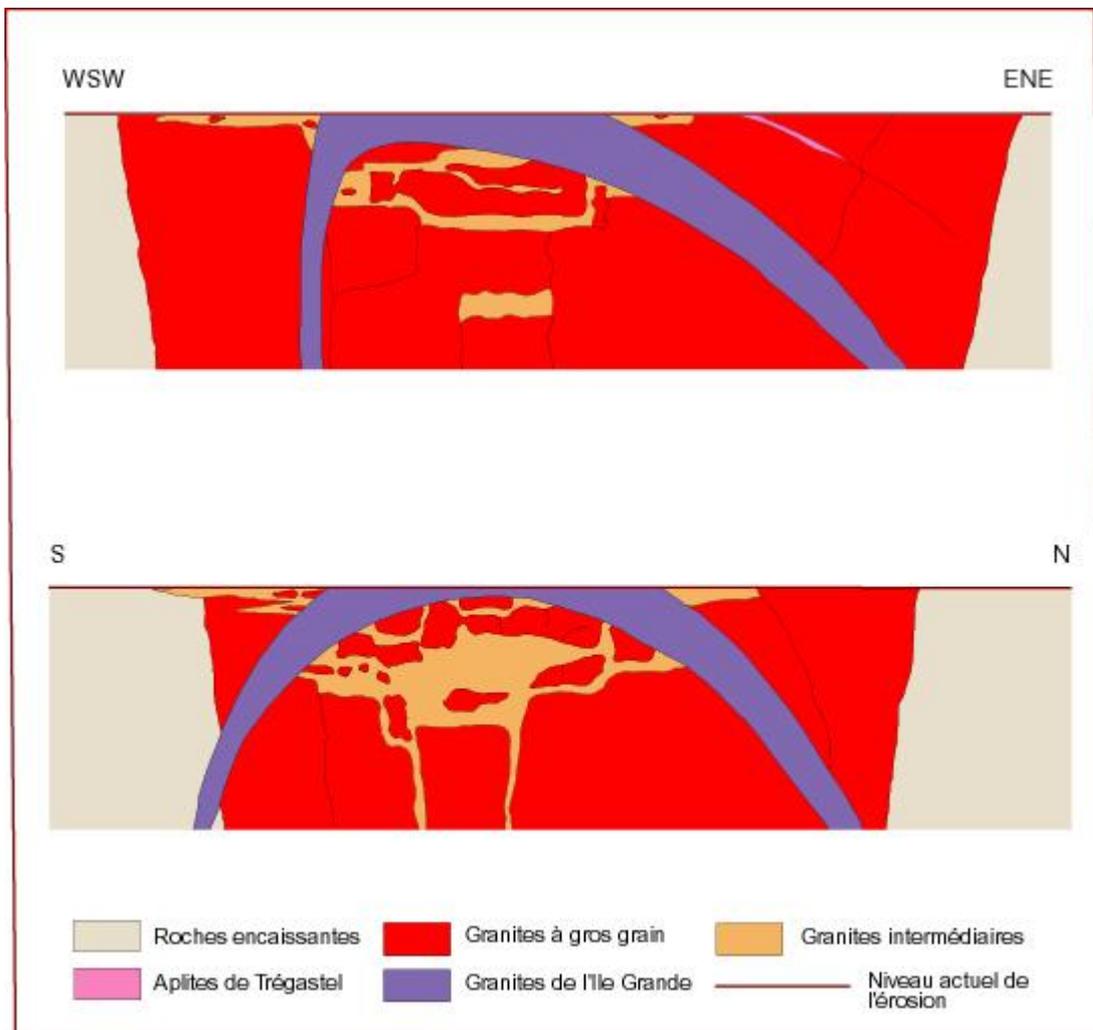
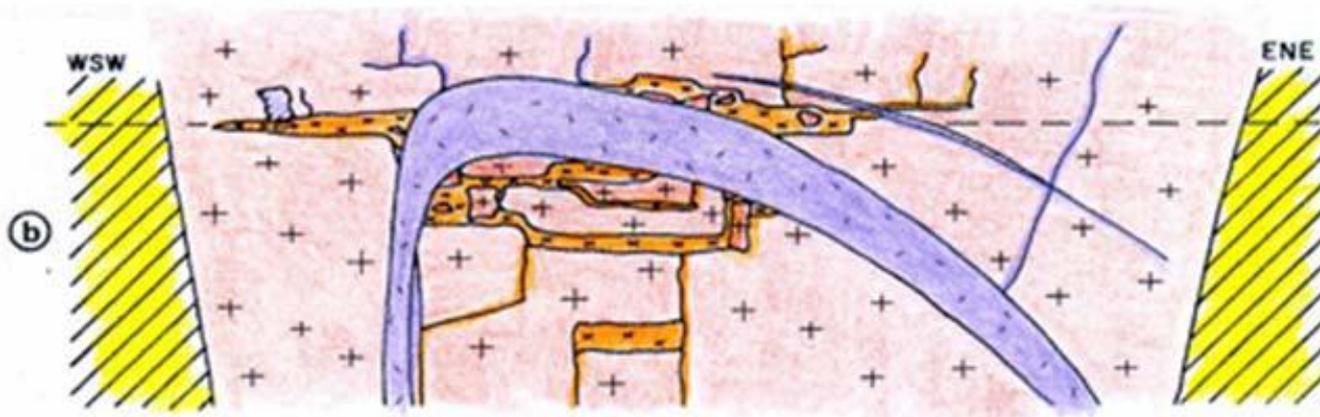
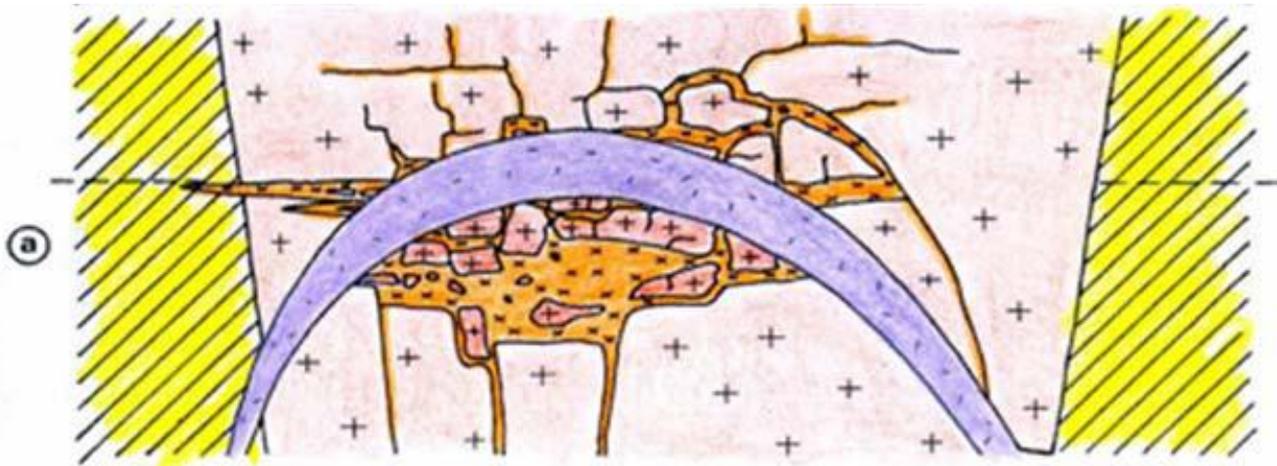


Figure 7 : Interprétation des intrusions des granites à grain fin au centre du Complexe (d'après Barrière, 1976)



1^{ère} étape

- Fracturation conique annulaire du socle avec individualisation d'un panneau qui, soit par effondrement dans le réservoir magmatique, soit par refoulement vers le haut à la manière d'un piston, permet l'intrusion des granites roses à gros grain de types La Clarté et Traouiéros accompagnés de roches basiques (gabbros au sens large).
- Cette première venue magmatique s'accompagne d'abord de fractures concentriques et de fractures radiales qui sont nourries de granite à gros grain, de granite à grain moyen, de granite aplitique et d'aplitopégmatites qui recourent le premier corps magmatique et le socle.
- Des fractures radiales, inclinées à subhorizontales, remplies d'aplitopégmatites sont légèrement postérieures aux précédentes.

2^{ème} étape

- Fracturation de la première unité dans ses parties centrale et méridionale permettant l'intrusion des granites du groupe intermédiaire (Canton, Woas Wen) qui se disposent selon les fractures en puissants feuillets horizontaux ou obliques, en dykes verticaux.

Ainsi se trouve réalisée une mégabrèche avec d'immenses blocs de granite rose cimentés par les granites intermédiaires.

3^{ème} étape

- Mise en place des granites gris de l'Île-Grande à la faveur d'une nouvelle fracturation, selon une structure filonienne circulaire (« ring dykes ») qui recoupe les granites intermédiaires.

□ **Genèse du Complexe**

Les mécanismes de genèse des magmas à l'origine de la formation du Complexe granitique de Ploumanac'h ne sont pas encore connus avec précision et font encore l'objet de discussions entre pétrologues et magmatologues.

Le schéma global suivant peut néanmoins être proposé :

1- Remontée dans la croûte d'une intrusion diapirique de matériel basique d'origine mantellique. Celui-ci va se différencier en donnant des liquides de plus en plus acides qui, en se mélangeant avec la croûte environnante (hybridation), vont aboutir à la formation des granites externes rouges puis à celle des granites intermédiaires.

2- La très forte température du magma basique est suffisante pour induire la fusion partielle de la croûte supérieure dans laquelle il se met en place. Ainsi se trouve expliquée la naissance des granites hyperalumineux de l'Île-Grande qui occupent la partie centrale de l'édifice.

Le complexe de Ploumanac'h correspond à un mélange dans des proportions différentes d'un composant purement issu du manteau (les roches basiques) et d'un composant purement issu de la croûte (les granites à muscovite et cordiérite).

Au fur et à mesure de la formation du complexe, les intrusions successives montrent une prépondérance du terme crustal sur le terme mantellique.

Qans quel contexte géodynamique a eu lieu cette remontée du magma basique ?

Deux hypothèses peuvent être évoquées :

- a- apparition d'une série de points chauds au sein de l'édifice hercynien.
- b- formation d'un grand accident tectonique affectant la croûte et une partie du manteau lithosphérique sur 100 à 150 kilomètres de profondeur, peut-être en relation avec le Cisaillement Nord-Armoricain (CNA) induisant la fusion partielle du manteau péridotitique.