

AMIS

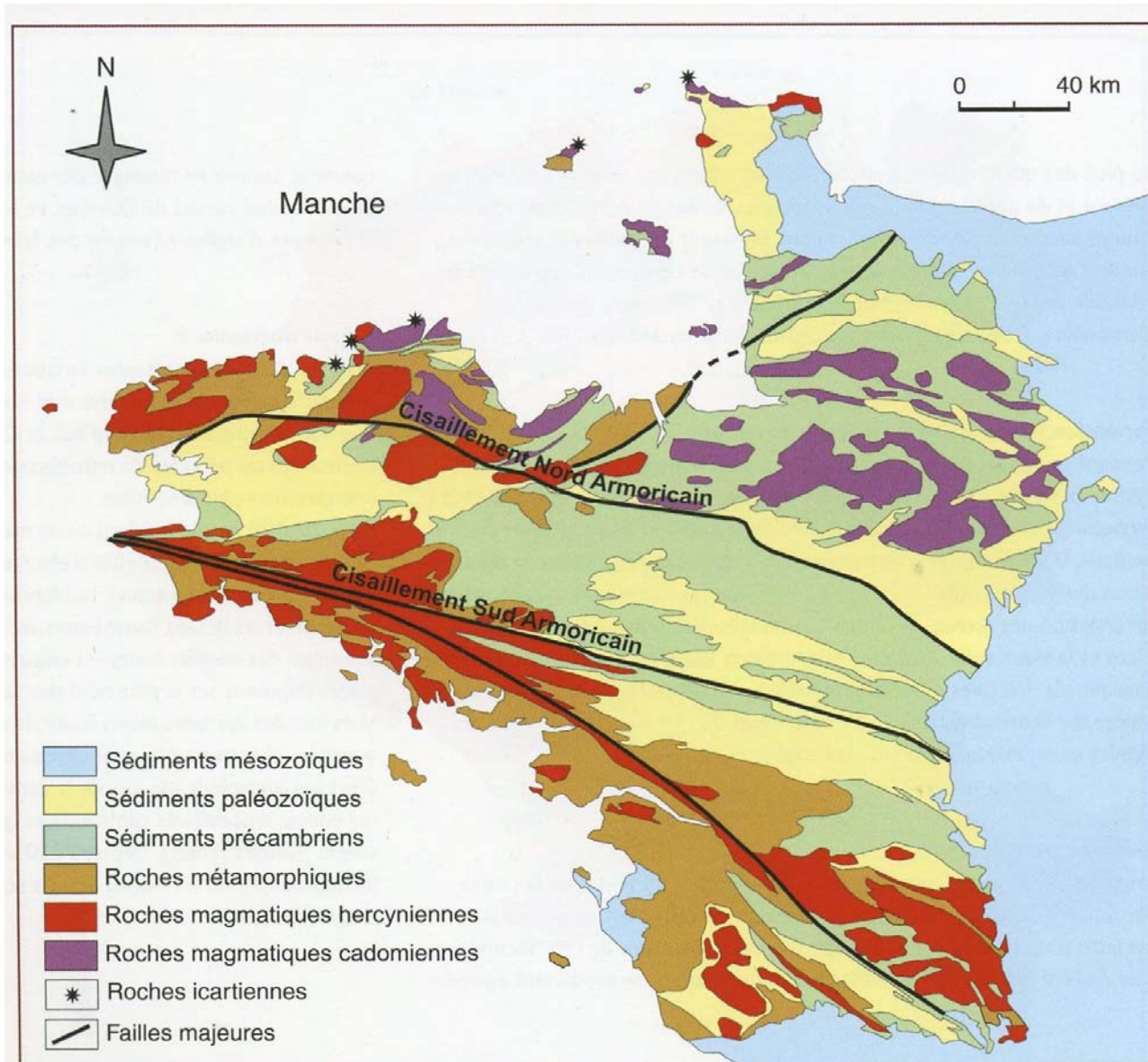
TRÉGOR 2011

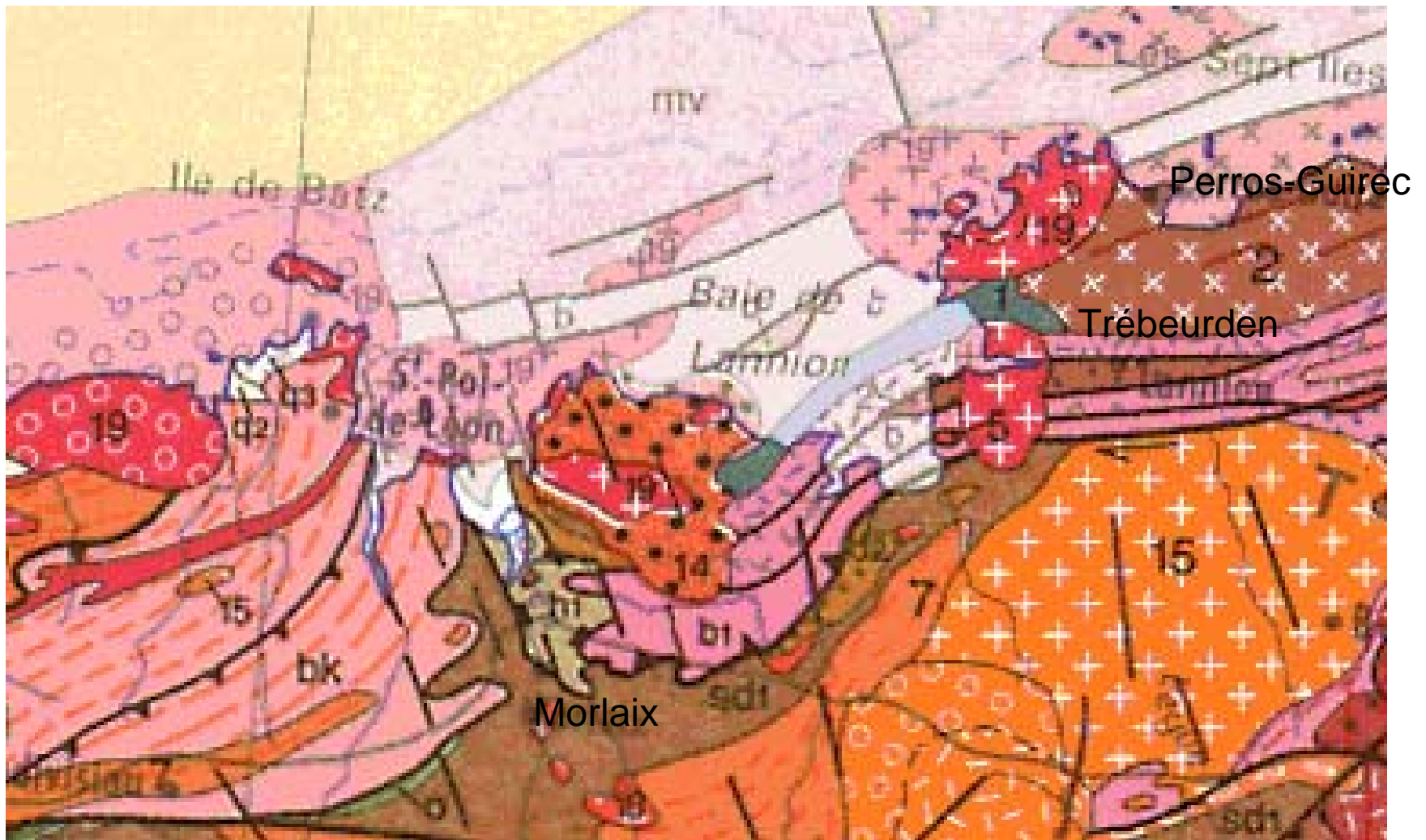
**Promenade géologique dans le granite de  
Ploumanac'h et son encaissant**

Nicole Santarelli

- Situation géologique de Ploumanac'h
- Encaissant du pluton de Ploumanac'h
- Organisation du complexe plutonique :
  - Les faciès externes
  - Les granites intermédiaires
  - Les granites internes
- Mise en place du complexe plutonique

# Géologie simplifiée de la Bretagne





Bretagne nord - Carte géologique au 1/10<sup>6</sup>  
 Le granite et son encaissant

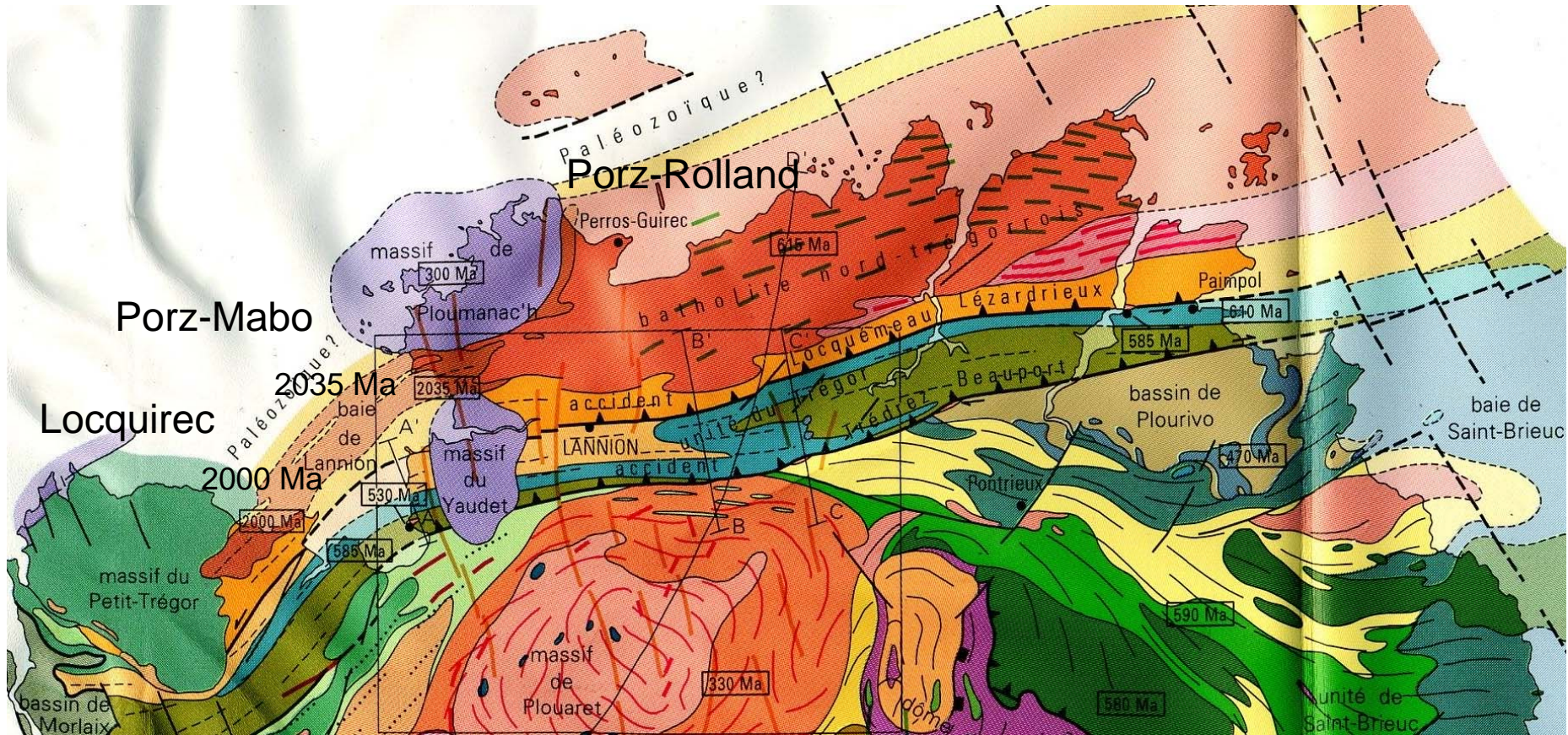
# L'encaissant du Granite

1-Les gneiss de Trébeurden (2Ga)

2-Le pluton de Perros-Guirec (env. 615 Ma)

3-Les cornéennes de l'île Milliau (? non datées)

# L'encaissant du granite : 1-Les gneiss de Trébeurden



Orthogneiss souvent oillés, protolithes magmatiques (granitoïdes, rhyolites, dacites, tufs)



L'orthogneiss icartien de  
Locquirec : 2 Ga environ.

Déformé et métamorphisé  
par l'orogénèse  
cadomienne (570-560 Ma),  
puis par l'orogénèse  
hercynienne (300 Ma).

L'encaissant du granite : Les gneiss de Trébeurden env. 2 Ga.



Granite de Ploumanac'h et Icartien à Porz-Rolland



L'encaissant du granite : Les gneiss de Trébeurden env. 2 Ga.



Filons de granite de Ploumanac'h recoupant l'Icartien à Porz-Rolland

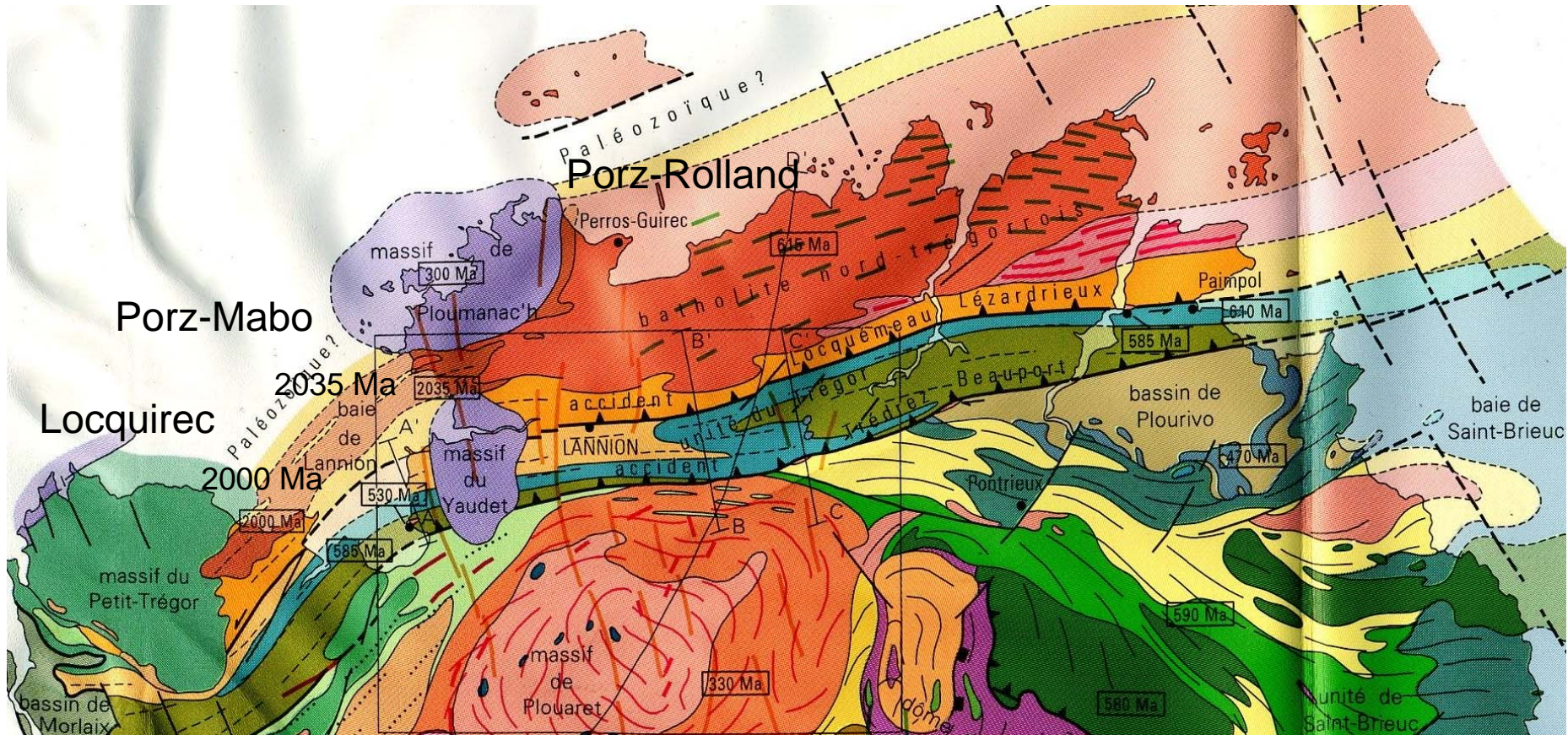
# L'encaissant du granite : Les gneiss de Trébeurden env. 2 Ga.



Enclaves d'Icartien dans le granite de Ploumanac'h, à Porz-Rolland

# L'encaissant du granite :

## 2-Le pluton granitique de Perros-Guirec 615 Ma



= batholite nord-trégorrois, intrusif dans l'cartien.

Âge Briovérien inf (début cycle cadomien). Subduction Laurentia-Baltica sous Gondwana.

Lithologie : orthogneiss de granites-granodiorites passant à microgranites-rhyolites.

# L'encaissant du granite : Le pluton granitique de Perros-Guirec



Filons de granite rose de Ploumanac'h recoupant le pluton gris de Perros-Guirec à Porz-Rolland

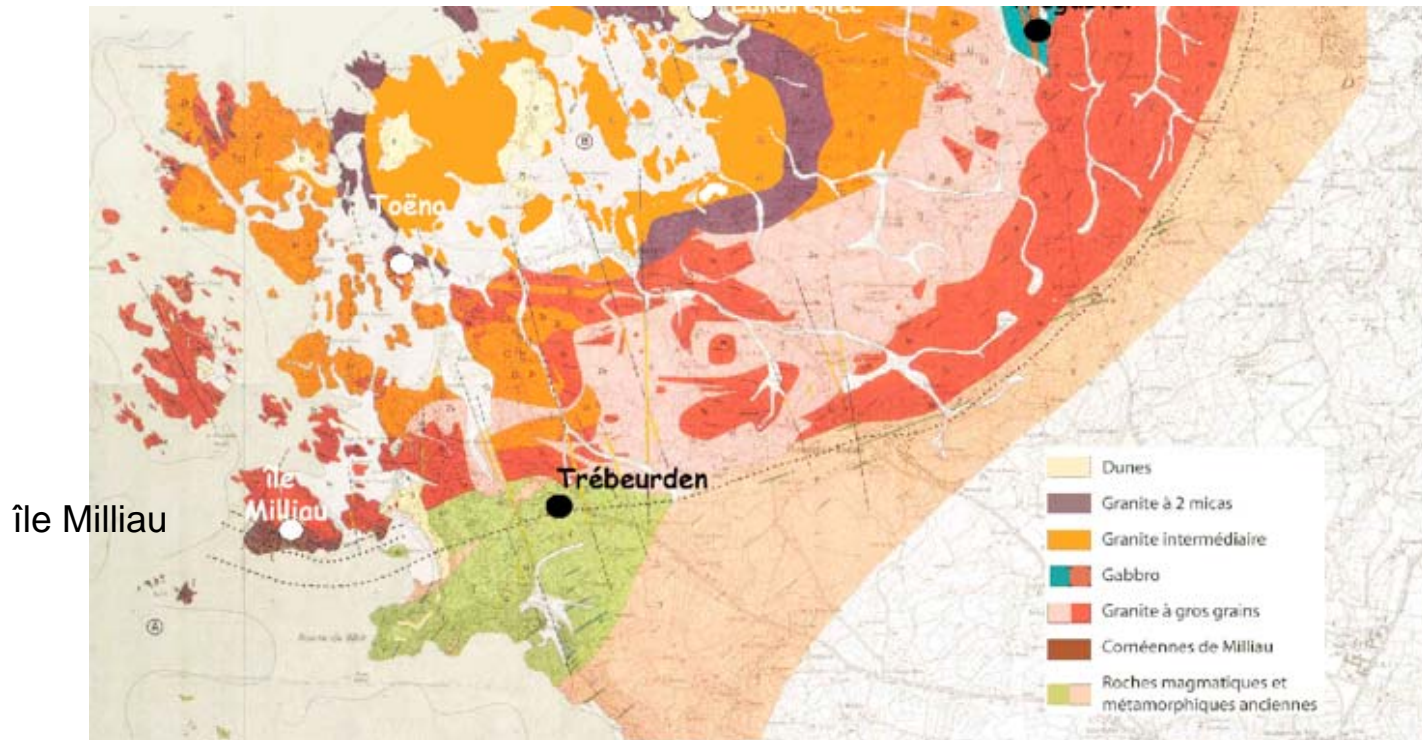
L'encaissant du granite :  
Le pluton granitique de Perros-Guirec 615 Ma



Filons de granite rose de Ploumanac'h recoupant le pluton gris de Perros-Guirec à Porz-Rolland

# L'encaissant du granite :

## 3-Les cornéennes grésopélitiques de l'île Milliau



L'encaissant du granite :  
3-Les cornéennes grésopélitiques de l'île Milliau



# L'encaissant du granite :

## 3-Les cornéennes grésopélitiques de l'île Milliau

Granite

Cornéennes





L'encaissant du granite :  
3-Les cornéennes grésopélitiques de l'île Milliau



# L'encaissant du granite :

## 3-Les cornéennes grésopélitiques de l'île Milliau

Métamorphisme au contact du granite

1- And-Muscov-Qz 2- And-Orth-Qz 3- Sill-Orth-Qz

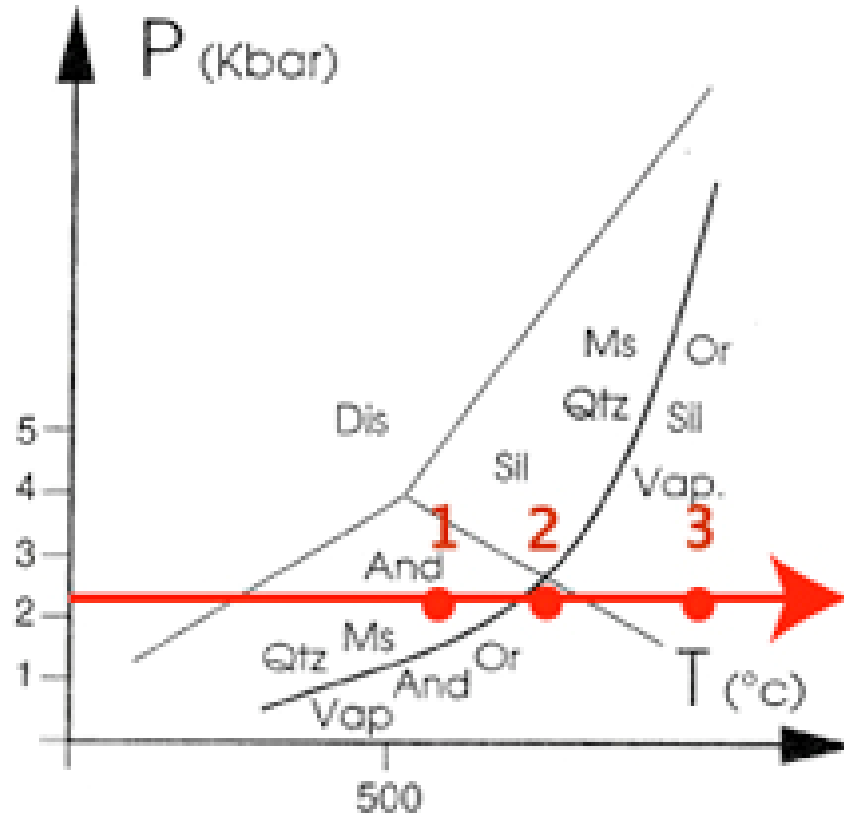


Déformations au contact du granite



# Estimation de la profondeur de mise en place du pluton

- 1- And-Muscov-Qz
- 2- And-Orth-Qz
- 3- Sill-Orth-Qz



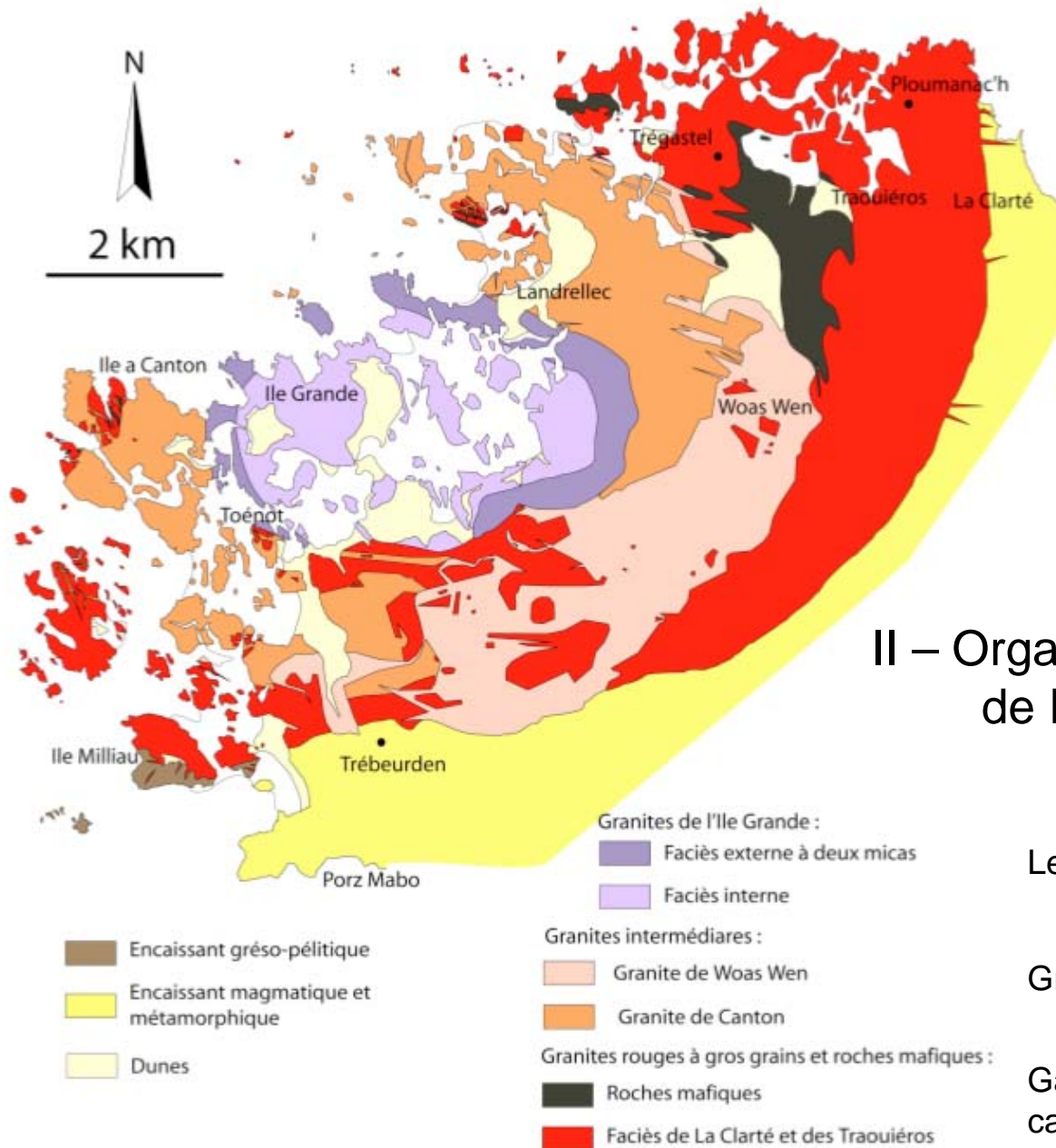
Pour pouvoir observer la succession des 3 paragenèses de métamorphisme de contact autour du granite décrites par M. Barrière, la pression maximale doit être de l'ordre de 2.5 kbar, ce qui correspond à environ 8 km de profondeur.

# L'encaissant du granite :

## 3-Les cornéennes grésopélitiques de l'île Milliau

Enclaves de cornéennes dans le granite





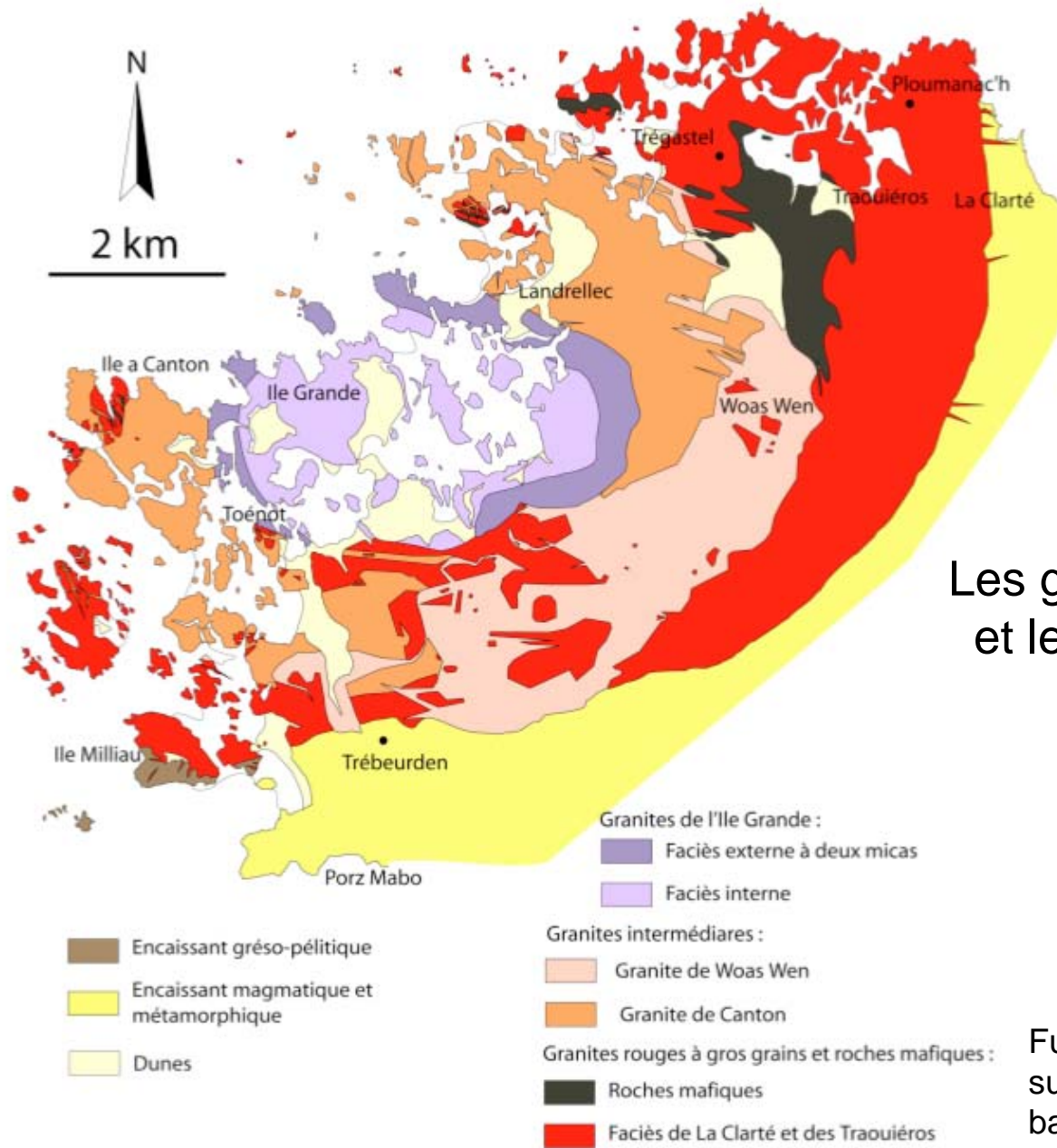
## II – Organisation du pluton de Ploumanac'h

Leucogranites

Granites potassiques

Gabbros et granites calco-alcalins potassiques

Carte géologique de l'intrusion de Ploumanac'h modifiée d'après Barrière (1977)



Les granites à gros grain et les roches basiques

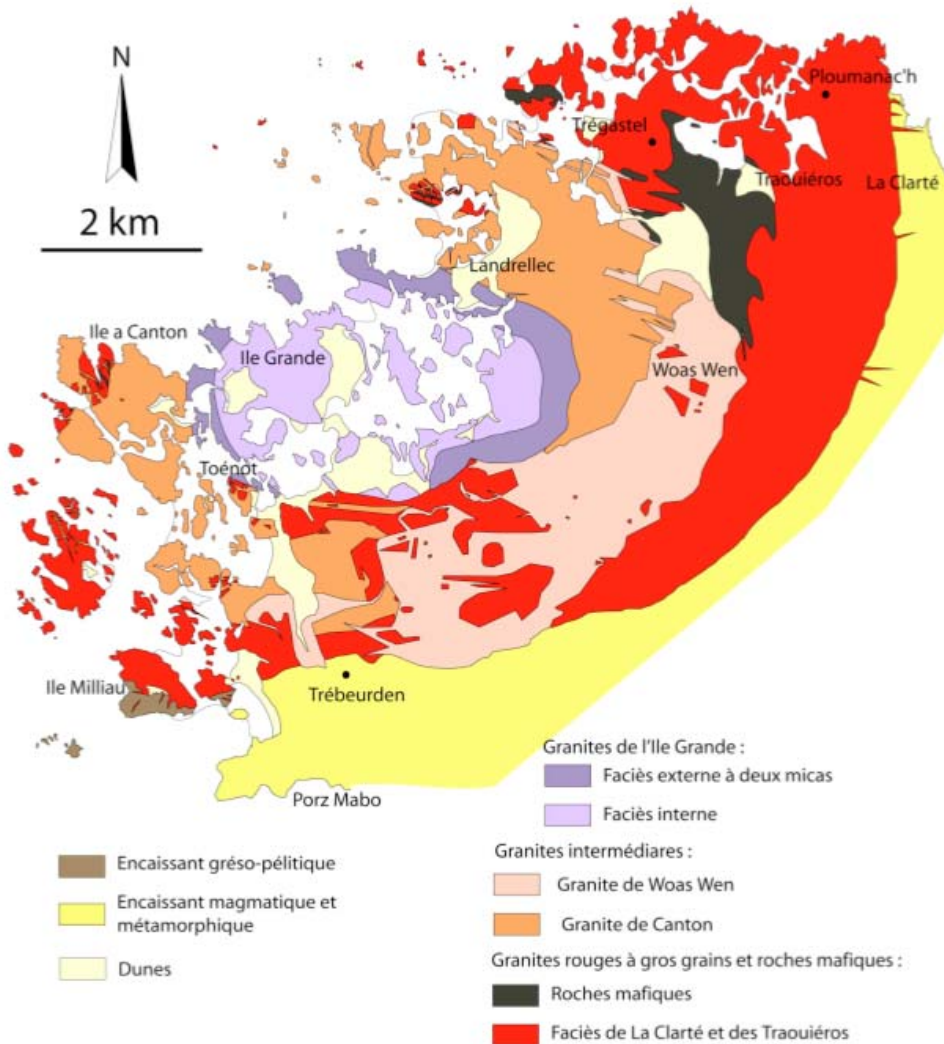
Fusion partielle dans manteau sup : magma basique et à la base croûte : granites rouges grossiers

Carte géologique de l'intrusion de Ploumanac'h modifiée d'après Barrière (1977)

# Le groupe des granites à gros grain et roches basiques

- Pétrologie des granites externes
  - La Clarté
  - Traouiéros
  - Gabbros
  
- Relations entre les granites externes et les roches basiques

# Pétrologie des granites externes (La Clarté – Traouiéros)



- **Faciès de la Clarté**  
: le plus externe.

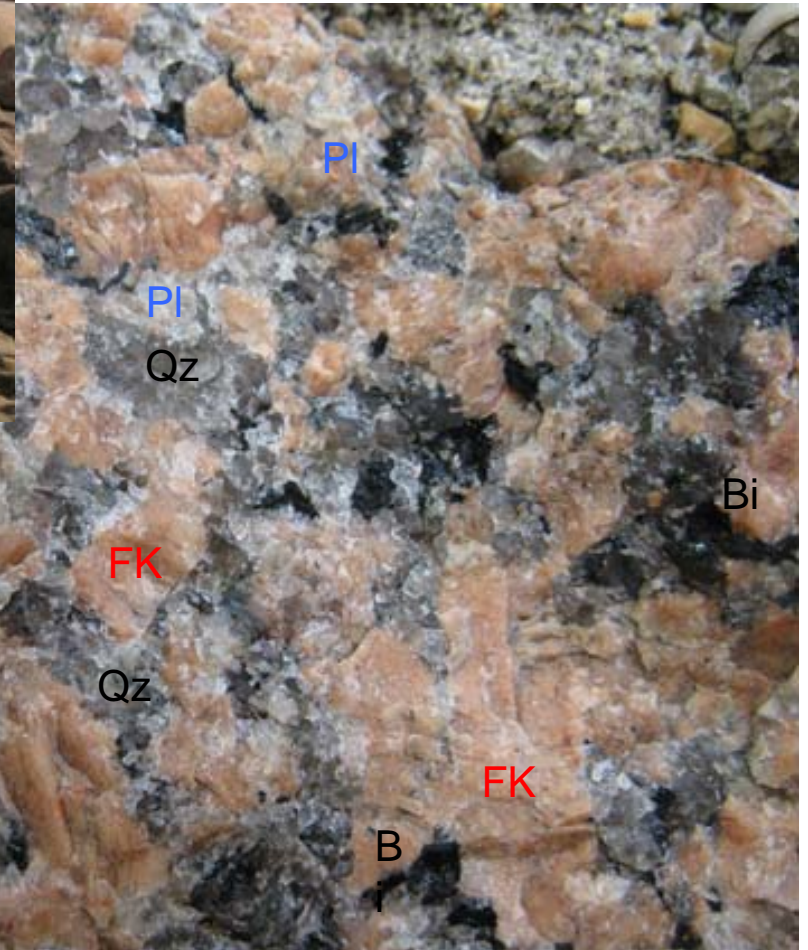
- Faciès de Traouiéros : le plus interne

- Kersantites

- Roches basiques



Faciès de la Clarté :  
le plus externe.  
Syénogranite

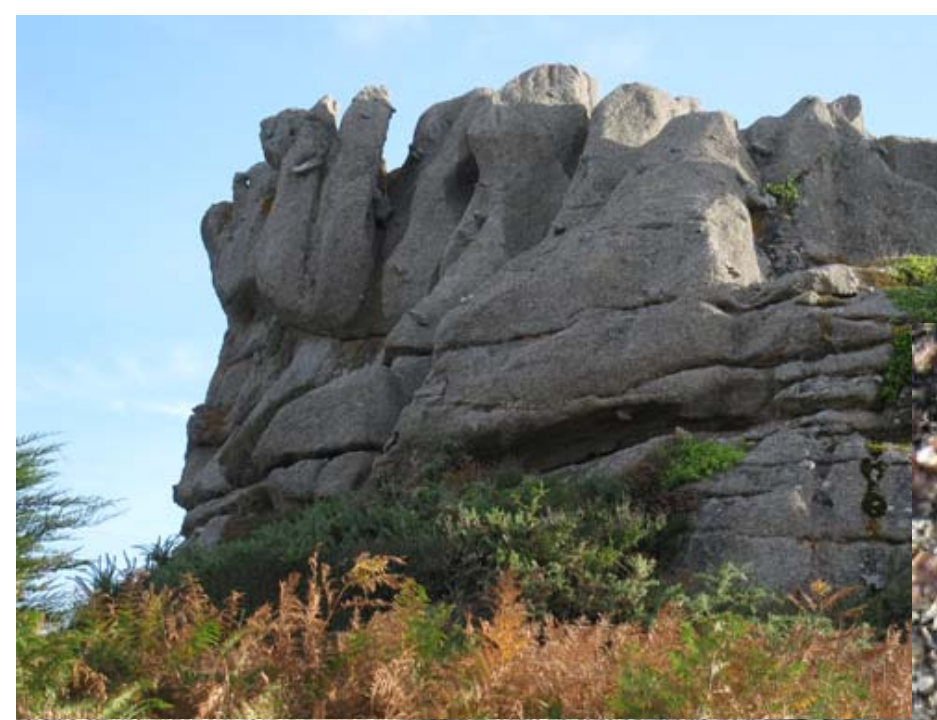


# Faciès de la Clarté : la molybdénite



molybdénite  $\text{MoS}_2$

# Faciès de la Clarté : les enclaves basiques



# Faciès de la Clarté : les enclaves basiques



# Faciès de la Clarté : les enclaves d'encaissant

Panneaux de métasédiments de la Grève rose



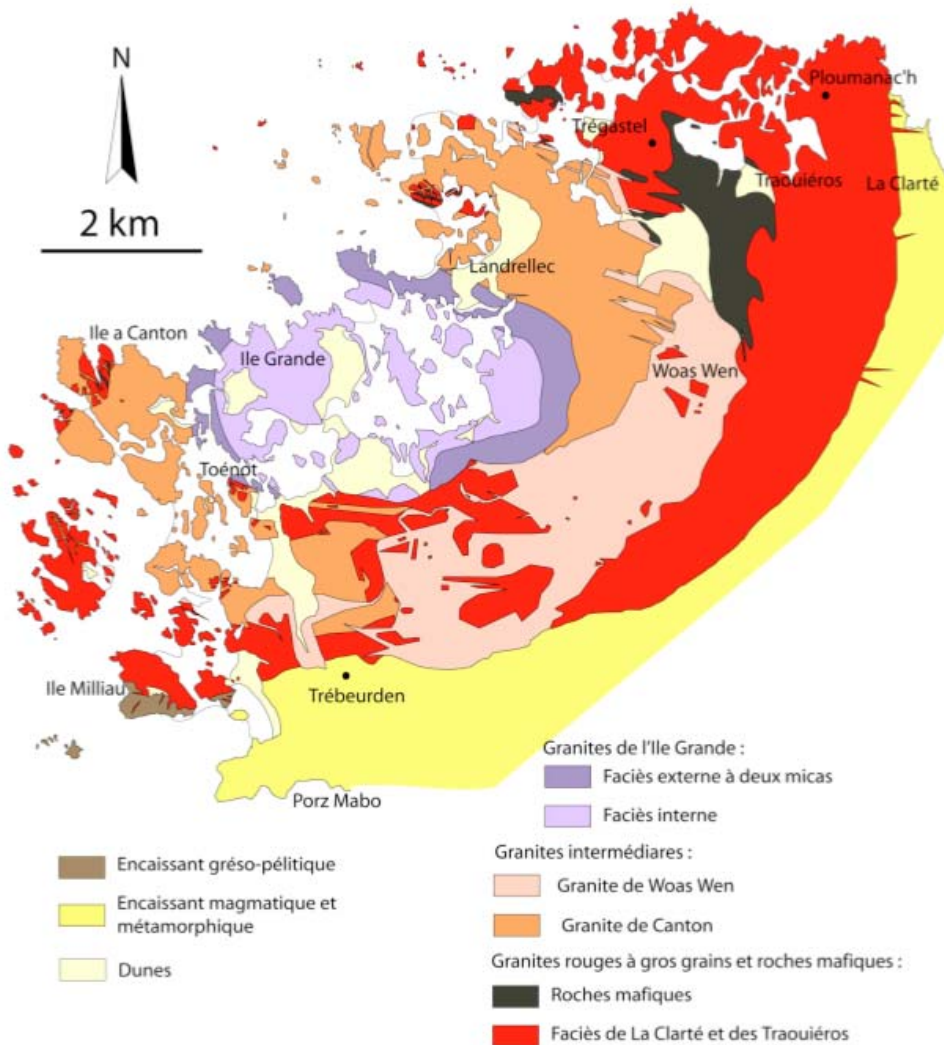
# Faciès de la Clarté : les enclaves d'encaissant

Panneau de métaarkoses de la Grève rose



terriers?

# Pétrologie des granites externes (La Clarté – Traouiéros)



- Faciès de La Clarté : le plus externe.
- **Faciès des Traouiéros** : le plus interne
- Kersantites
- Roches basiques

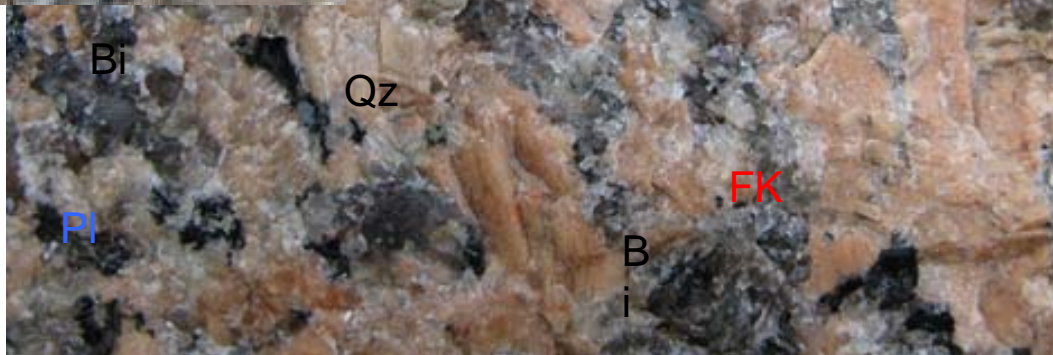
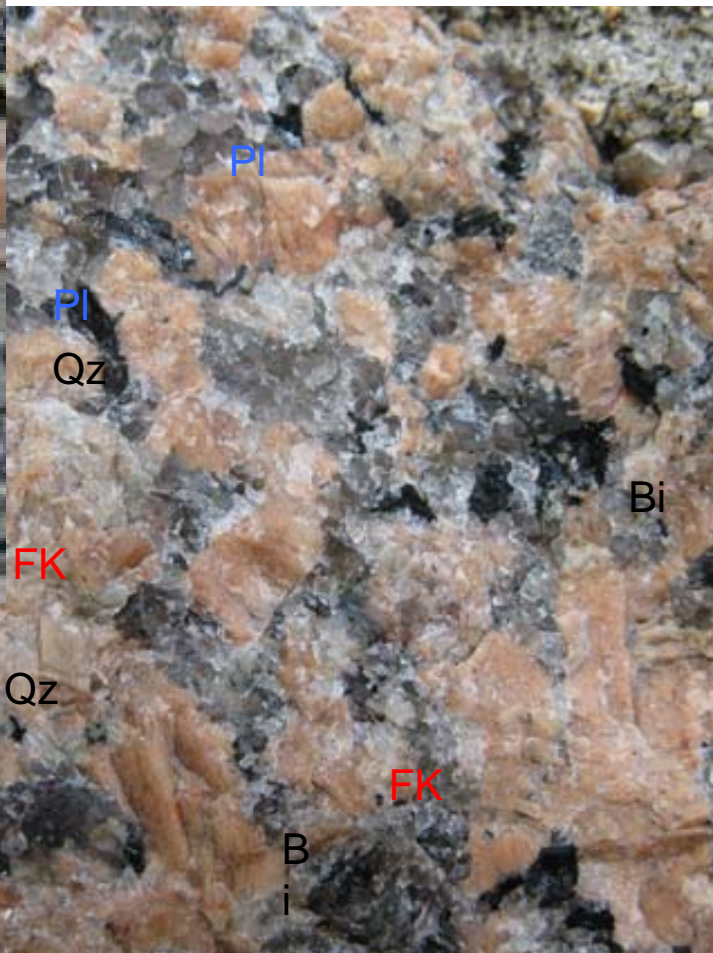
# Faciès de Traouiéros : le plus interne



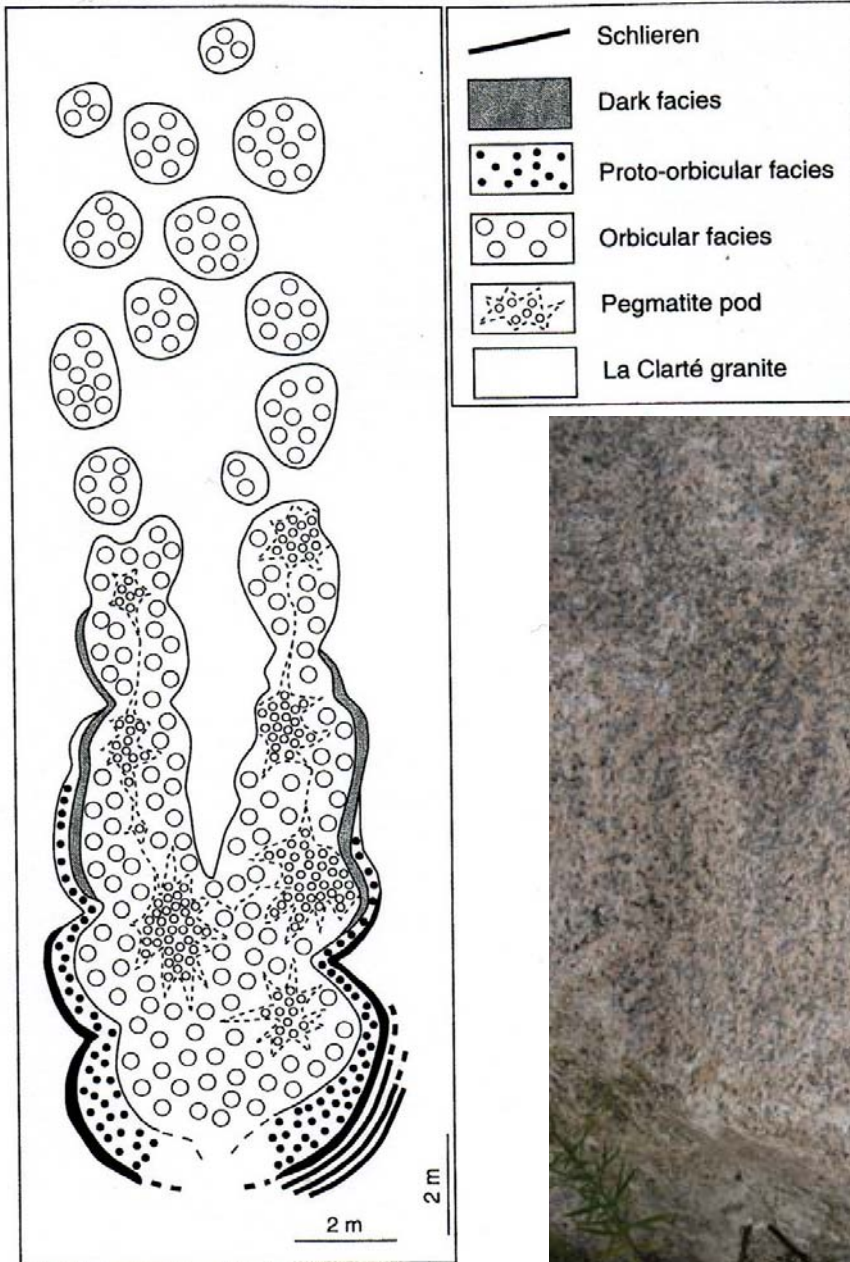
Monzogranite pauvre en Qz



# Faciès de la Clarté et faciès des Traouiéros : une comparaison



# La « poche » de granite orbiculaire de la Clarté



Un objet géologique original et plutôt rare :  
le granite orbiculaire de la Clarté.



# Les orbicules



# Les nucléi : FK



Les nucléi : enclaves de gabbros et cristaux de Feldsp K



## Les nucléi : enclaves de granites faciès Traouiéros



# Paramètres critiques pour la genèse d'un granite orbiculaire

- Géochimie: source différente de la source du granite de la Clarté.
- Anomalie positive en Europium – fort enrichissement en K : fusion source riche en FK (cumulat des Traouiéros?). Enrichissement en K permet cristallisation FK plumeux des auréoles avant que l'on atteigne le minimum ternaire Ab-Or-Qz (eutectique) qui donnera le granite matriciel.
- Nuclei en granites semblable à Traouiéros au cœur de certaines orbicules peuvent représenter fragments non fondus de ce cumulat.
- Pour faire fondre un cumulat feldspathique, il faut des T élevées. Elles peuvent être fournies par l'intrusion d'un magma basique, comme celui de Ste Anne.
- Petite poche magma isolée et à haute T, dans un environnement plus froid. Surfusion.
- Dans cette poche, germes plus froids = cristaux FK, fragments de gabbros/hornblendites, de granites. Ils induisent la nucléation des FK plumeux des auréoles d'orbicules.
- Forte P de confinement, pour garder l'eau magmatique le plus longtemps possible : elle favorise la cristallisation des FK plumeux.

**Chacune de ces conditions a des grandes chances d'être réalisée dans un environnement magmatique. Mais il est rare qu'elles soient toutes réalisées en même temps, au même endroit. Les roches magmatiques orbiculaires ne sont donc pas fréquentes.**



# Les pegmatites associées au granite de la Clarté



# Les pegmatites graphiques dans le granite de la Clarté



# Les pegmatites graphiques dans le granite de la Clarté



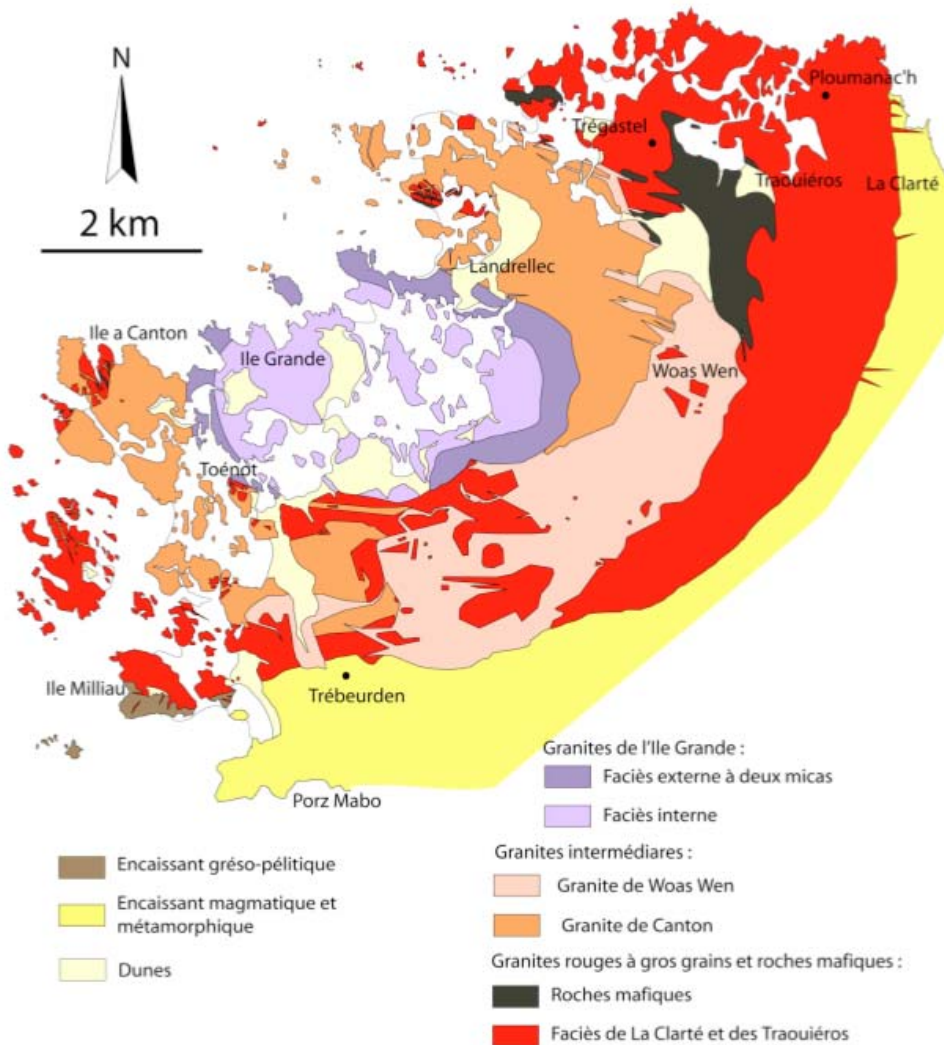
# Les pegmatites associées au granite de la Clarté



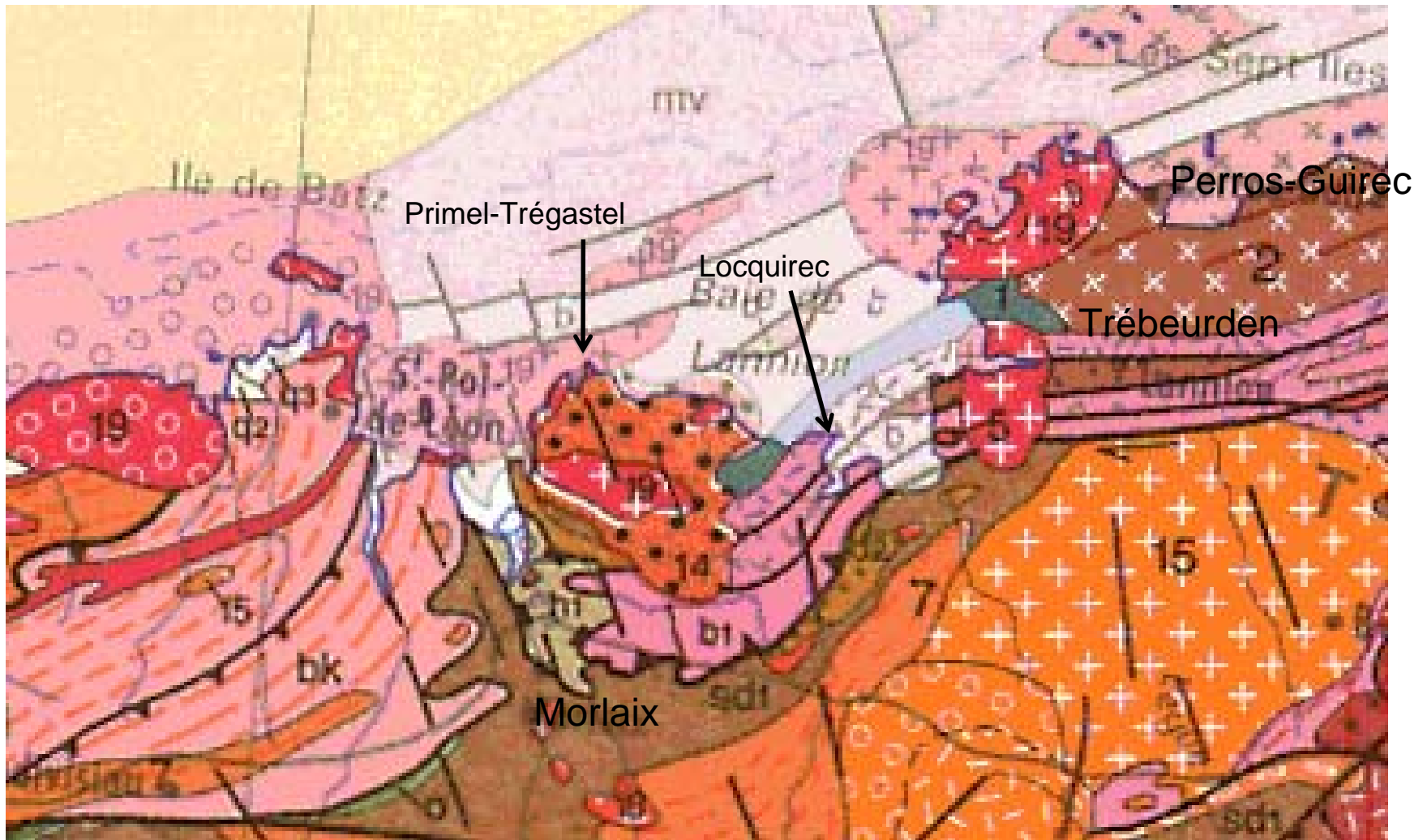
# Les pegmatites graphiques dans le granite de la Clarté



# Pétrologie des granites externes (La Clarté – Traouiéros)

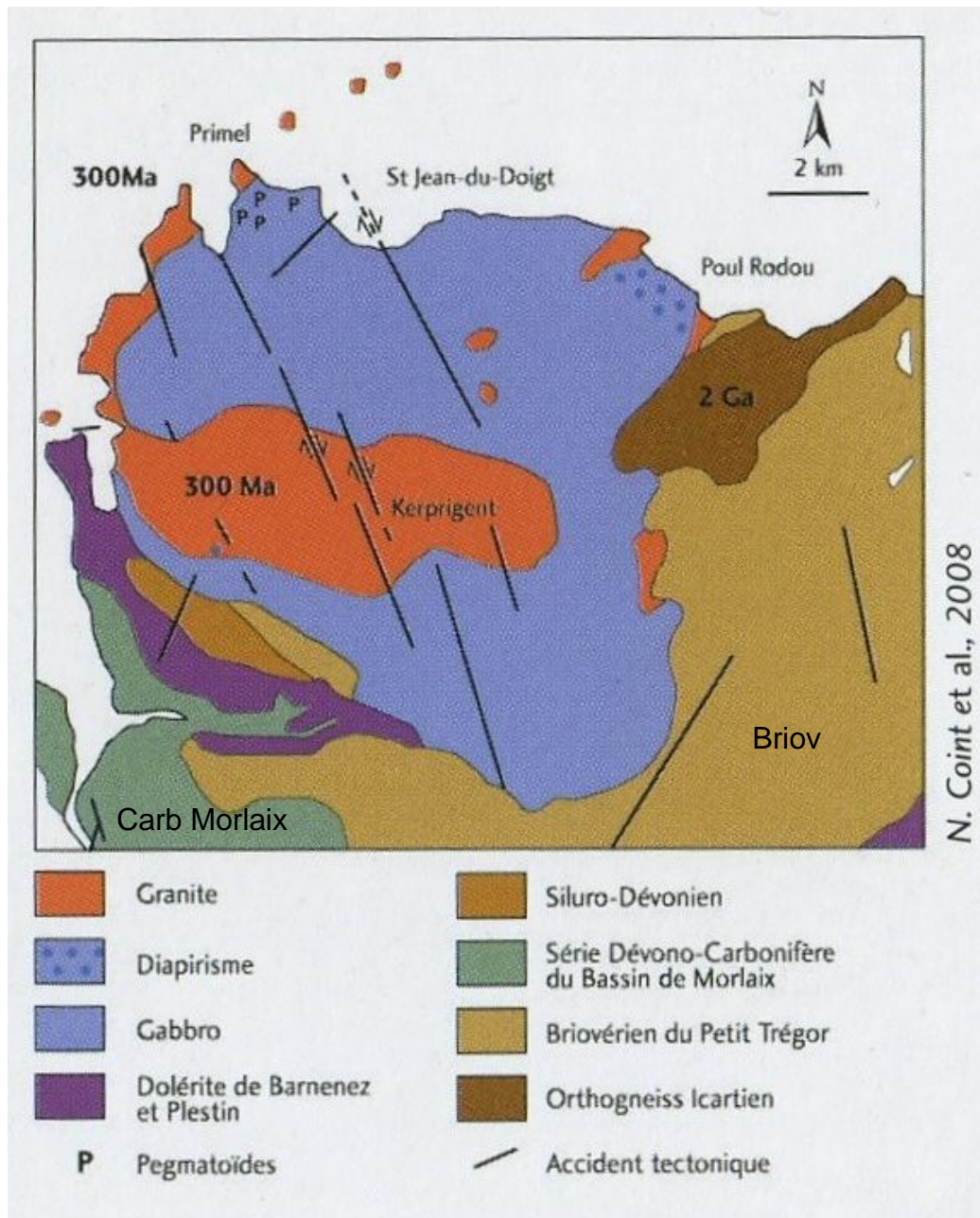


- Faciès de la Clarté : le plus externe.
- Faciès de Traouiéros : le plus interne
- Kersantites
- **Roches basiques**



Bretagne nord - Carte géologique au 1/10<sup>6</sup>  
 Les gabbros de Saint-Jean-du-Doigt

## Les gabbros de Saint-Jean-du-Doigt



Association de gabbros et de granites dans le massif de Saint-Jean-du-Doigt



## Plage de Plougasnou (St-Jean-du-Doigt)



# St-Jean-du-Doigt : le gabbro (norite)

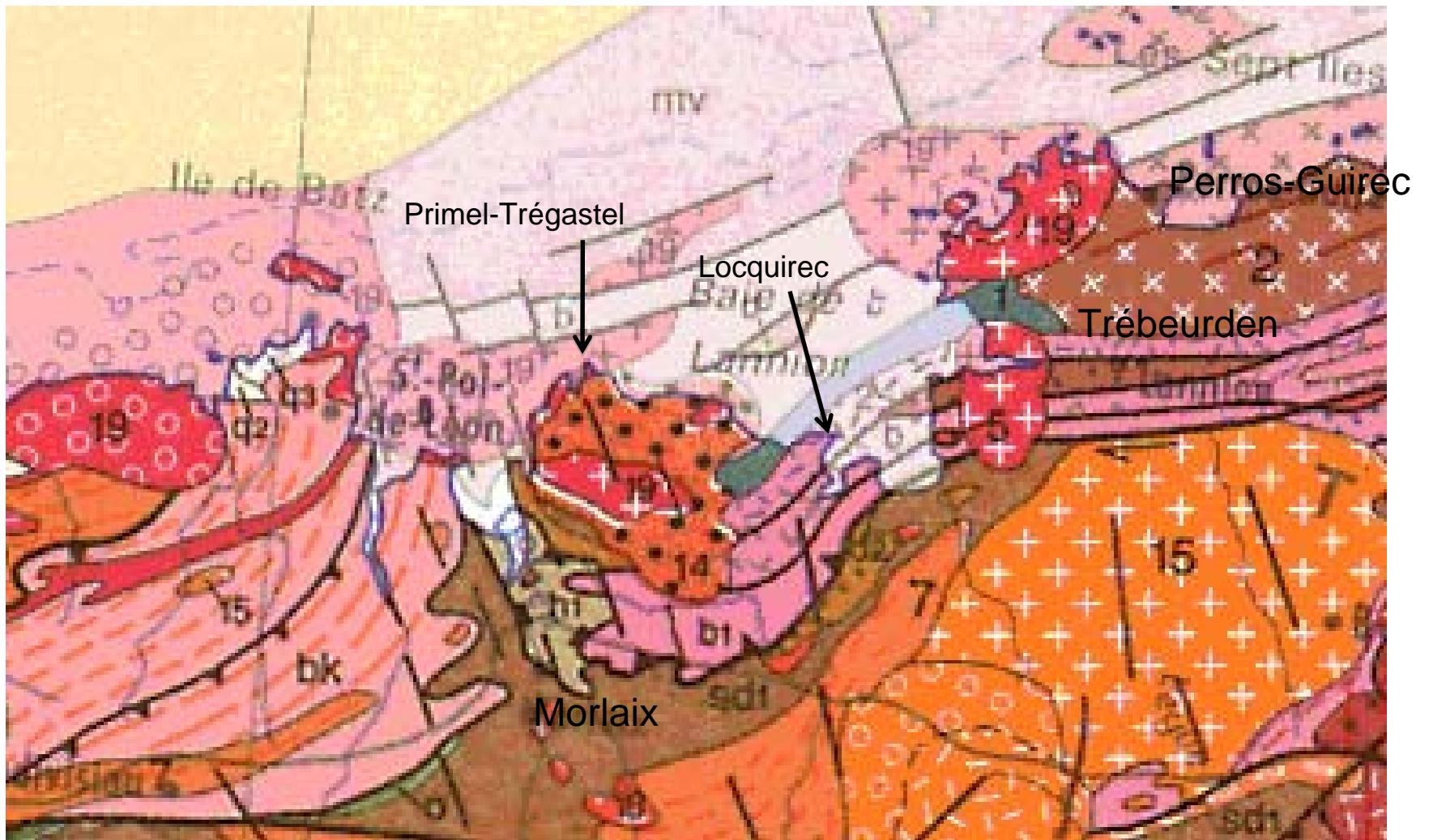
Pyroxène (brun) hydraté en amphibole (noire) à basse T



Plagioclase clair verdi  
(Labrador + eau (basse T)  
→ albite + épidote)

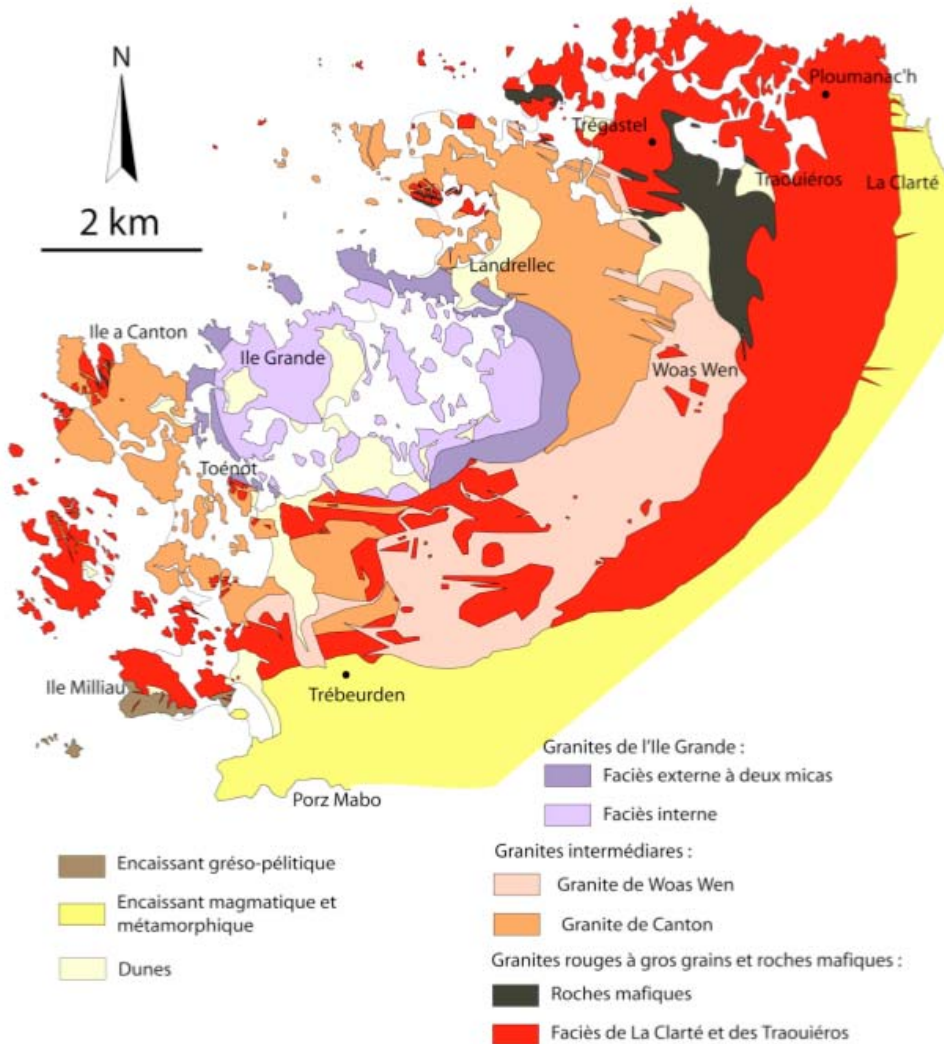
# Plage de Primel-Trégastel : le gabbro de St-Jean-du-Doigt





Bretagne nord - Carte géologique au 1/10<sup>6</sup>  
 Gabbros de Saint-Jean-du-Doigt & granite de Ploumanac'h

# Pétrologie des roches basiques (gabbros)

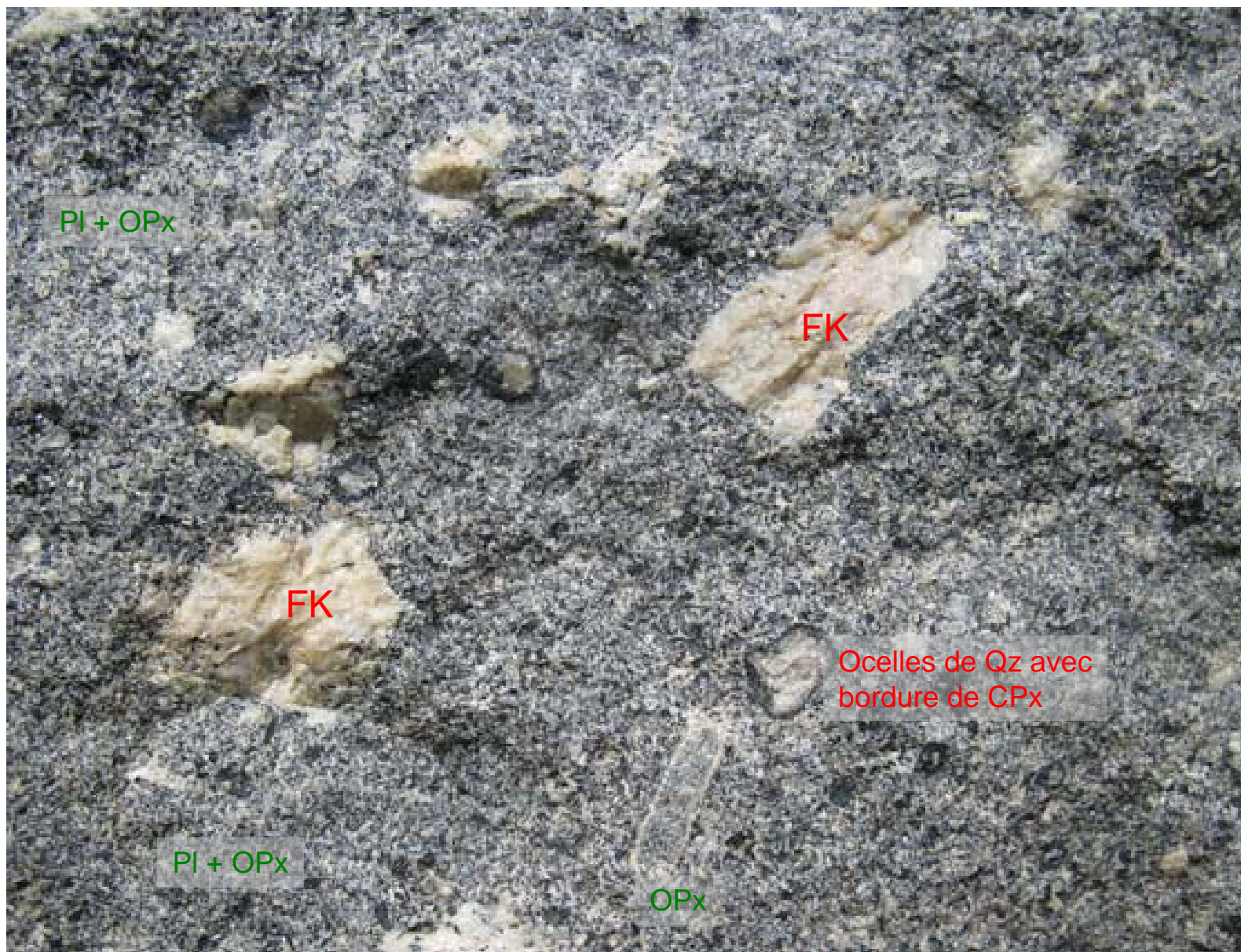


- Faciès de la Clarté : le plus externe.
- Faciès de Traouiéros : le plus interne
- Kersantites
- **Roches basiques**

# Roches basiques : les affleurements à Sainte-Anne



# Roches basiques (gabbros) : les minéraux



Qz et FK sont « empruntés » au granite voisin...

Les minéraux des roches basiques (gabbros) : les FK mantelés de plagioclase





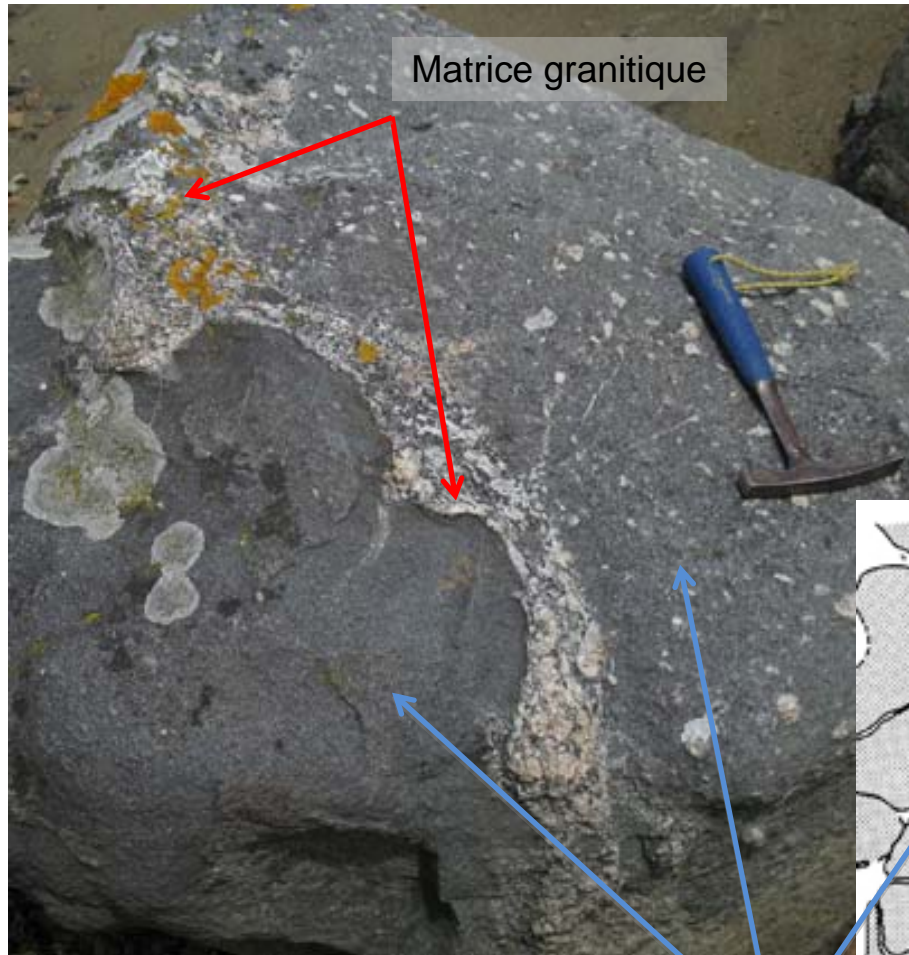
# Les ocelles de Qz et leur bordure réactionnelle de CPx



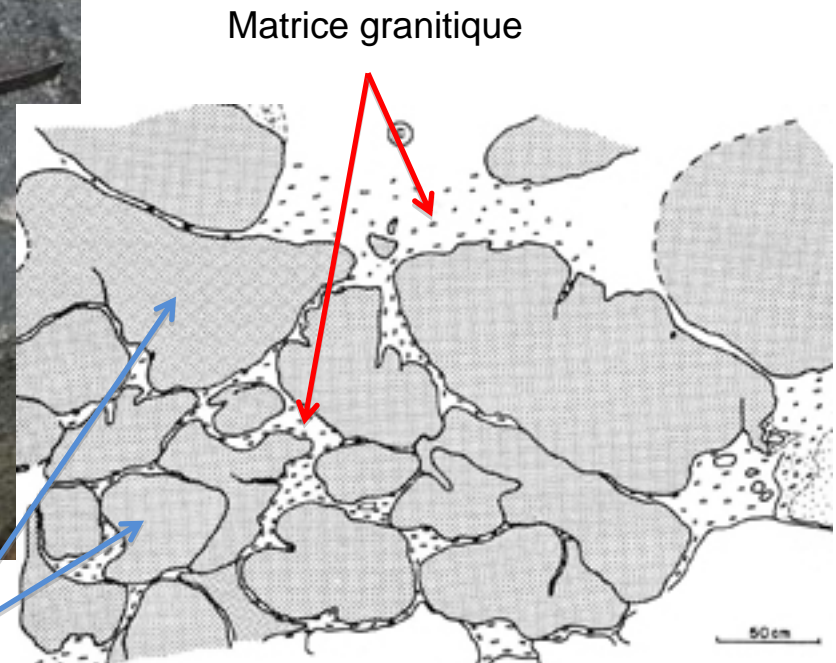
## Les minéraux des roches basiques (gabbros) : les oxydes ferro-titanés



# Roches basiques au contact avec le granite : figures d'immiscibilité magmatique



Mélange « mécanique » incomplet



Boules de gabbros et diorites

## Plage de Ste-Anne



Roches basiques au contact  
avec le granite :  
figures d'immiscibilité  
magmatique



## Estran de Poul-Rodou (St-Jean-du-Doigt)

Roches basiques au contact  
avec le granite :  
figures d'immiscibilité  
magmatique



## Plage de Plougasnou (St-Jean-du-Doigt)



Association de roches distinctes, intermédiaires entre gabbro et granite : figure d'immiscibilité magmatique

Mélange de magmas  
immiscibles : les FK du granite  
dans les enclaves basiques



Gabbro et granite :  
filons et enclaves à Haren  
(Trégastel)





# Roches basiques au contact avec le granite : figures d'immiscibilité magmatique



Feldspaths mantelés de plagioclase (faciès rapakivi) soulignent l'incompatibilité chimique des FK avec le magma basique et donc l'introduction « mécanique » de ces feldspaths dans les gabbros/diorites

# Roches basiques au contact avec le granite : figures d'immiscibilité magmatique

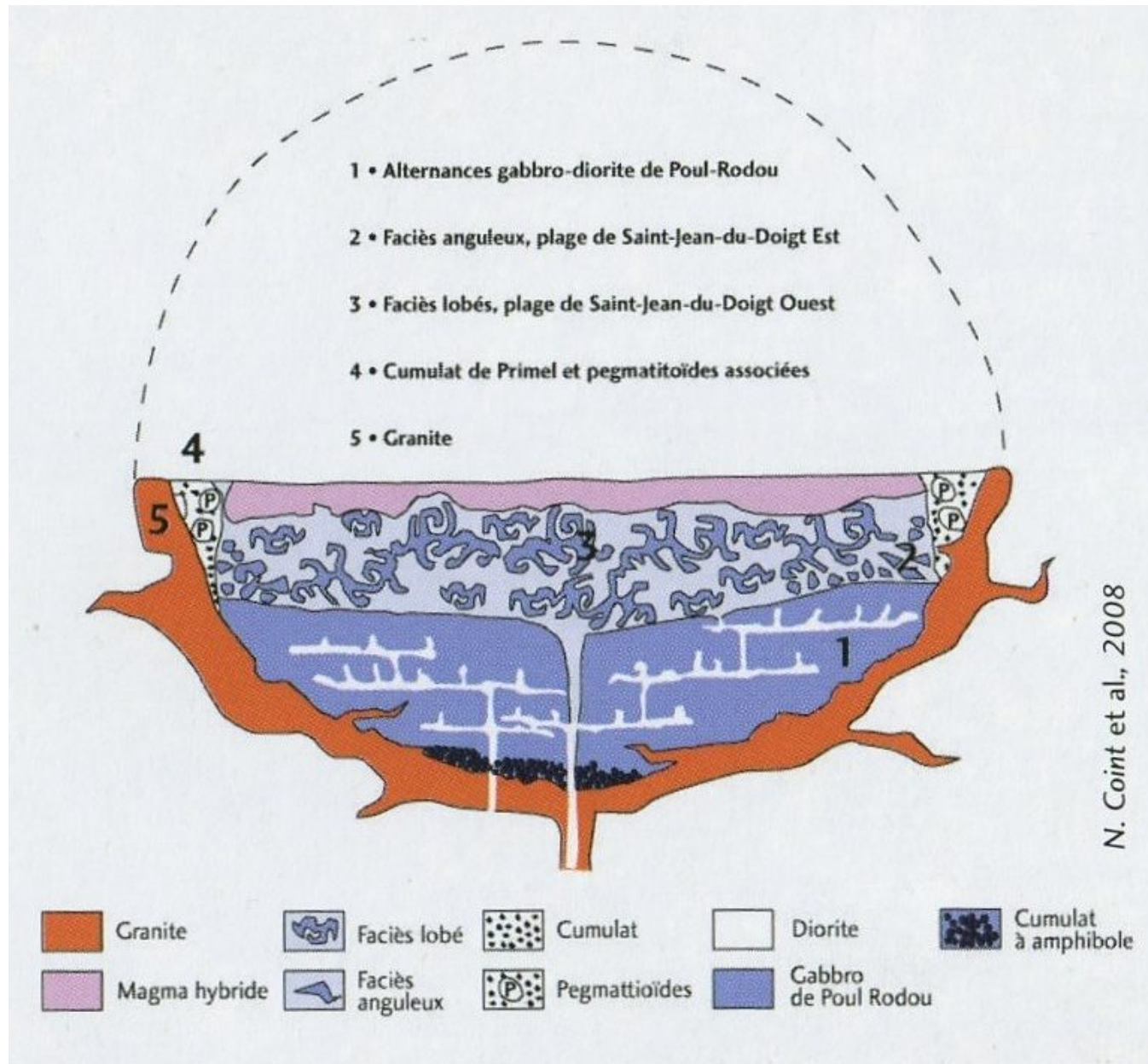
Figures particulières :



Figures interprétées comme contact entre 2 magmas immiscibles, en voie de cristallisation.

- Montrent la longévité des émulsions magmatiques
- Confirment la simultanée de la mise en place de ces 2 magmas. Roches « basiques » et granites roses grossiers sont contemporains.

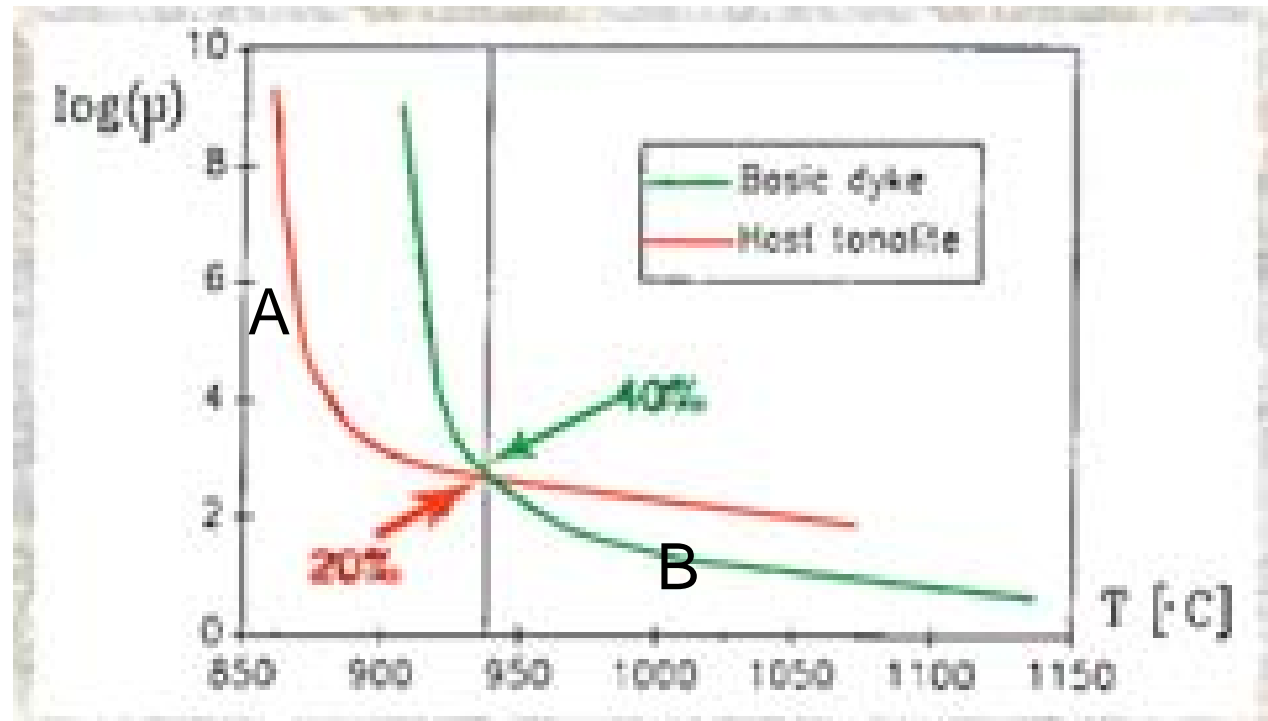
# Les gabbros de Saint-Jean-du-Doigt : Mélange mécanique de magmas (Géotourisme en Finistère 2010)



N. Coint et al., 2008

# Estimation des viscosités des magmas en fonction des températures

Plus visqueux

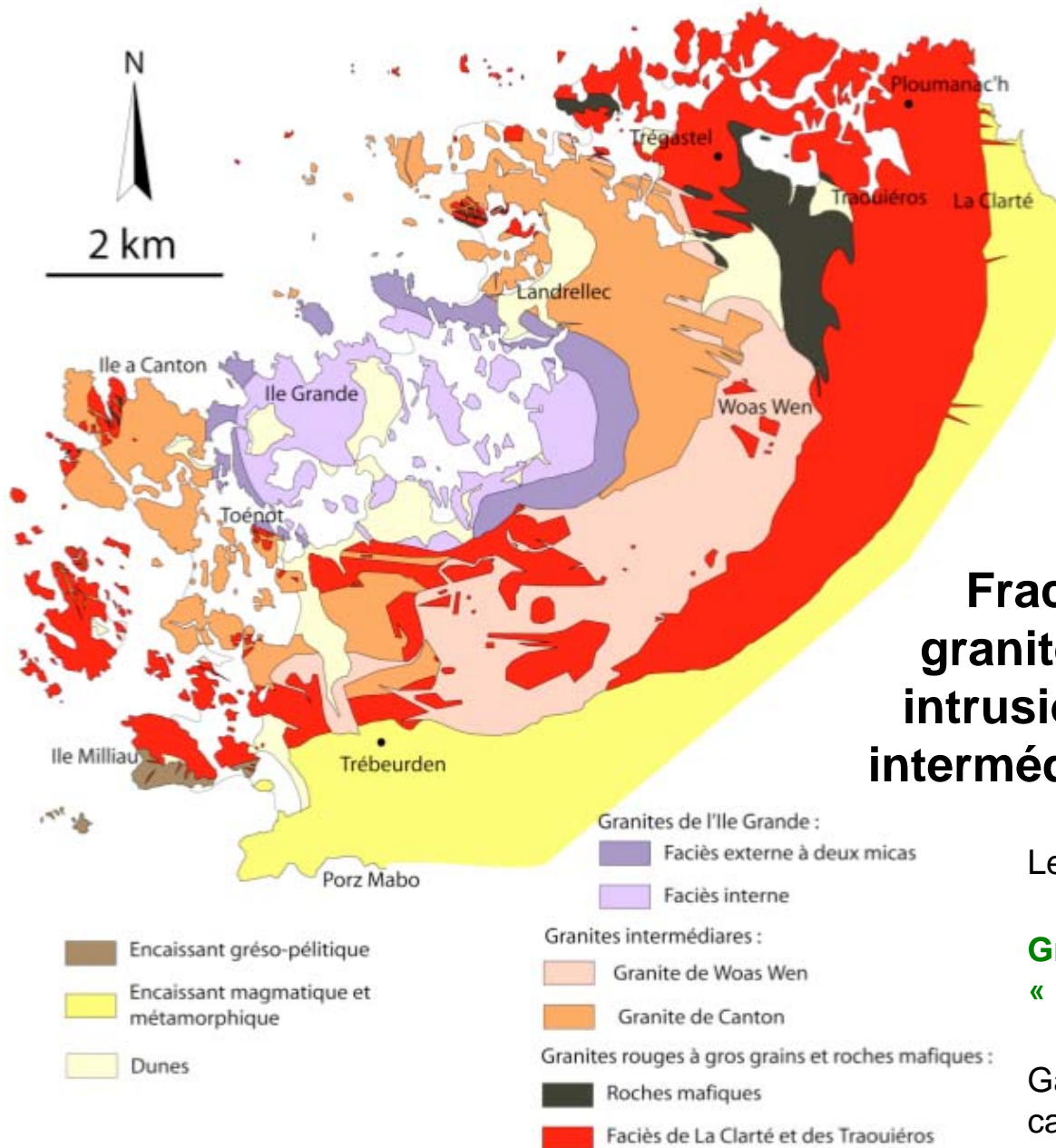


Plus fluide

En A, le magma basique est plus visqueux que le magma granitique

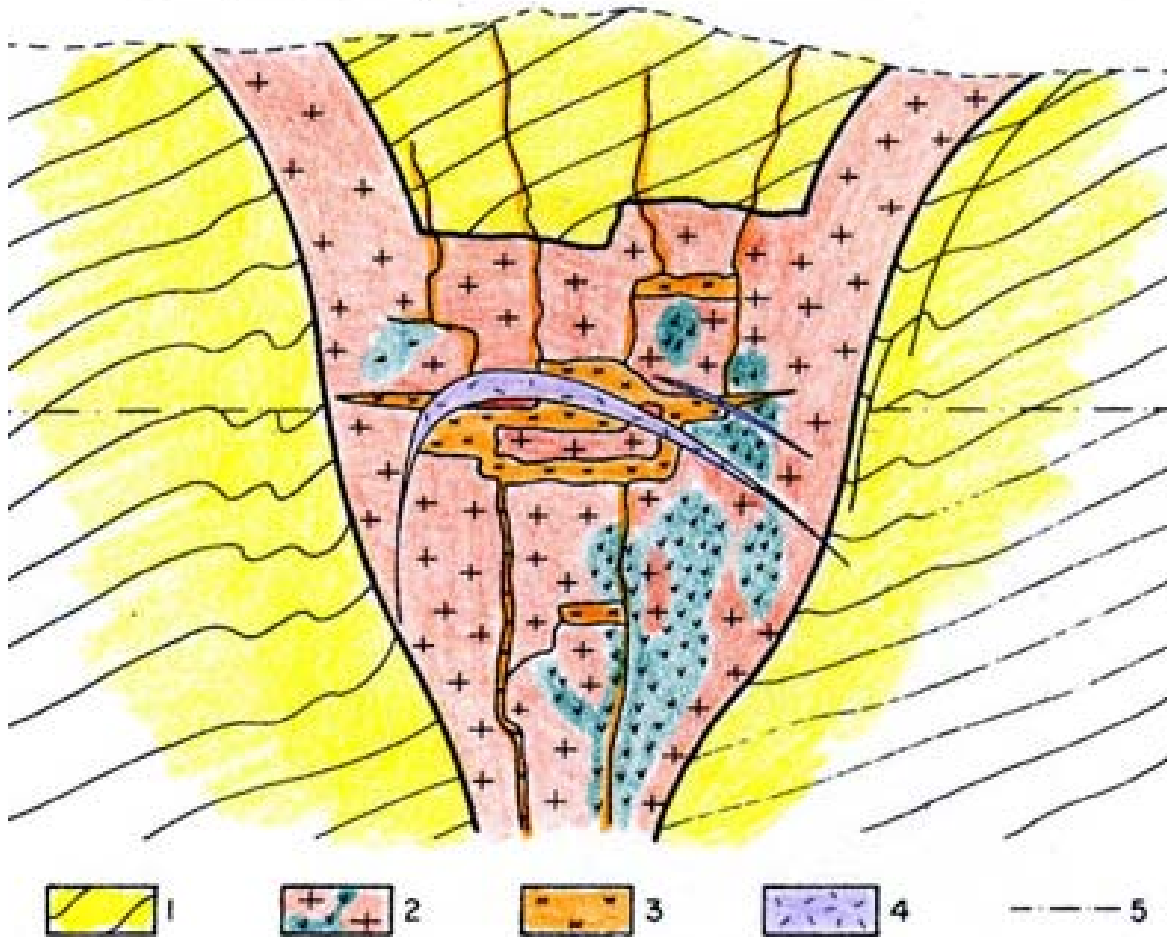
En B, le magma basique est plus fluide que le magma granitique

À l'intersection des courbes, les 2 magmas immiscibles ont la même viscosité et peuvent former un mélange mécanique (donc imparfait).  $T = \text{env } 950^\circ\text{C}$ .



Carte géologique de l'intrusion de Ploumanac'h modifiée d'après Barrière (1977)

# Intrusion des granites intermédiaires



Niveau actuel de l'érosion

3 = Granites intermédiaires

Schéma de M.Barrière (1976)

## Les granites intermédiaires à Toéno



# Relations granite La Clarté - granites intermédiaires à Toéno

Faciès rose grossier (La Clarté)

Granite intermédiaire (Canton)





# Relations granite La Clarté - granite intermédiaire à Toéno



Monzo-granite de Canton :  
Qz - microcline – oligoclase – rares micas (biot-musc)

Landrellec : la côte de granite intermédiaire (granite de Canton)



# Landrellec : Granite intermédiaire de Canton et ses carrières

Enclaves de granites faciès La Clarté



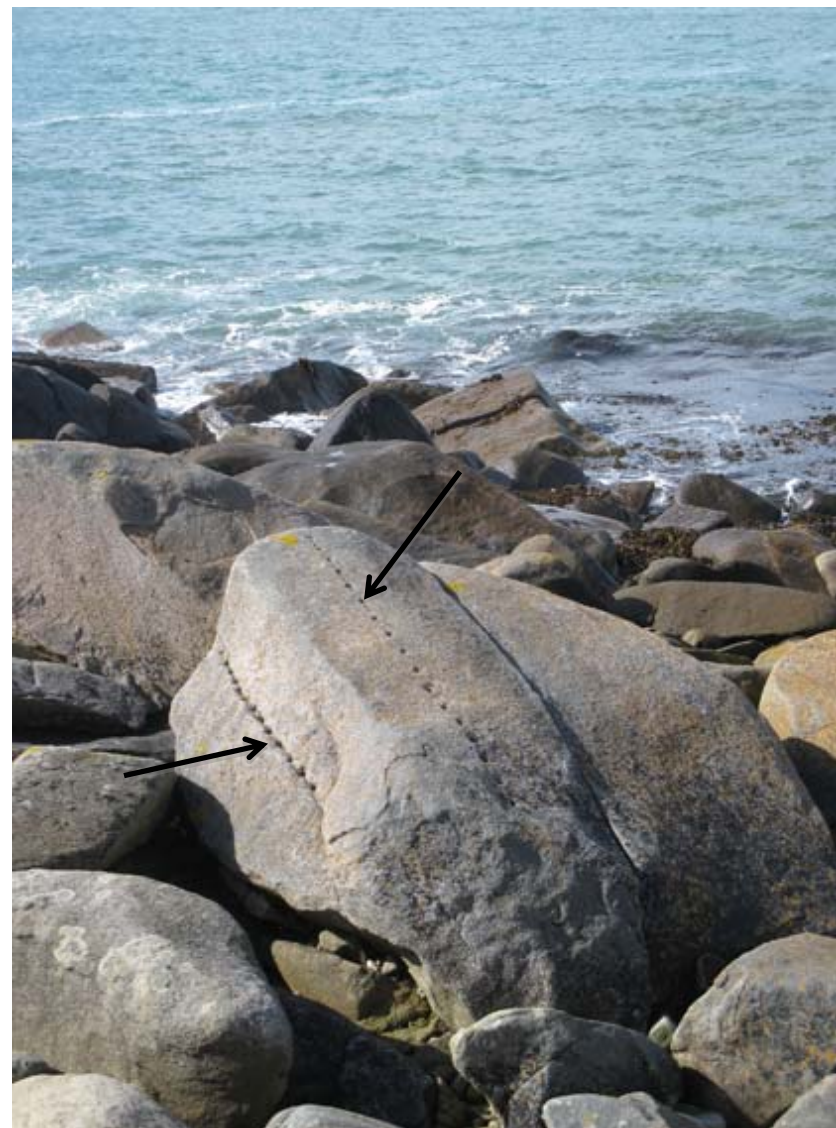
Enclave de roche basique

# Landrellec : le granite intermédiaire de Canton



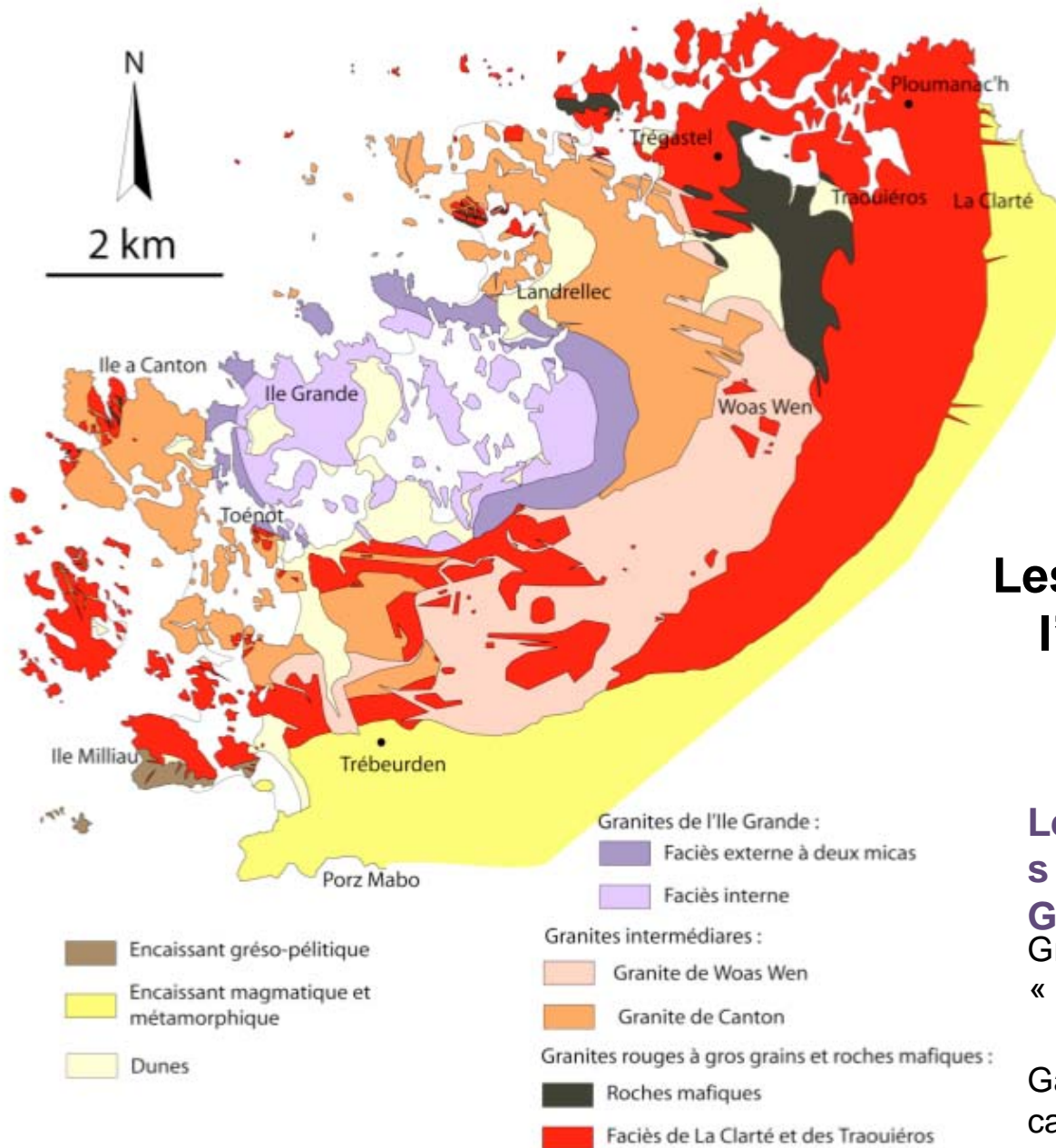
**Une enclave mixte : Granite la Clarté, gabbro et filonnets**

# Landrellec : les carrières de granite de Canton



Landrellec : Un mérou de granite (intermédiaire) de Canton





## Les granites de l'île Grande

**Leucogranites de l'île Grande**  
 Granites potassiques « intermédiaires »

Gabbros et granites calco-alcalins potassiques

Carte géologique de l'intrusion de Ploumanac'h modifiée d'après Barrière (1977)

Les granites de l'île Grande : granites clairs, à grain plutôt fin





## Les granites de l'île Grande : 2 types pétrographiques



**Monzogranite « interne » :**  
Qz, FK (microcline), plagiocl (alb-olig), biotite

# Les granites de l'île Grande : 2 types pétrographiques

## Granite « externe » :

Qz, FK (microcline), plagiocl (alb-olig), biotite

+ muscovite – cordiérite

## Granite hyperalumineux



# Mise en place des granites de l'île Grande

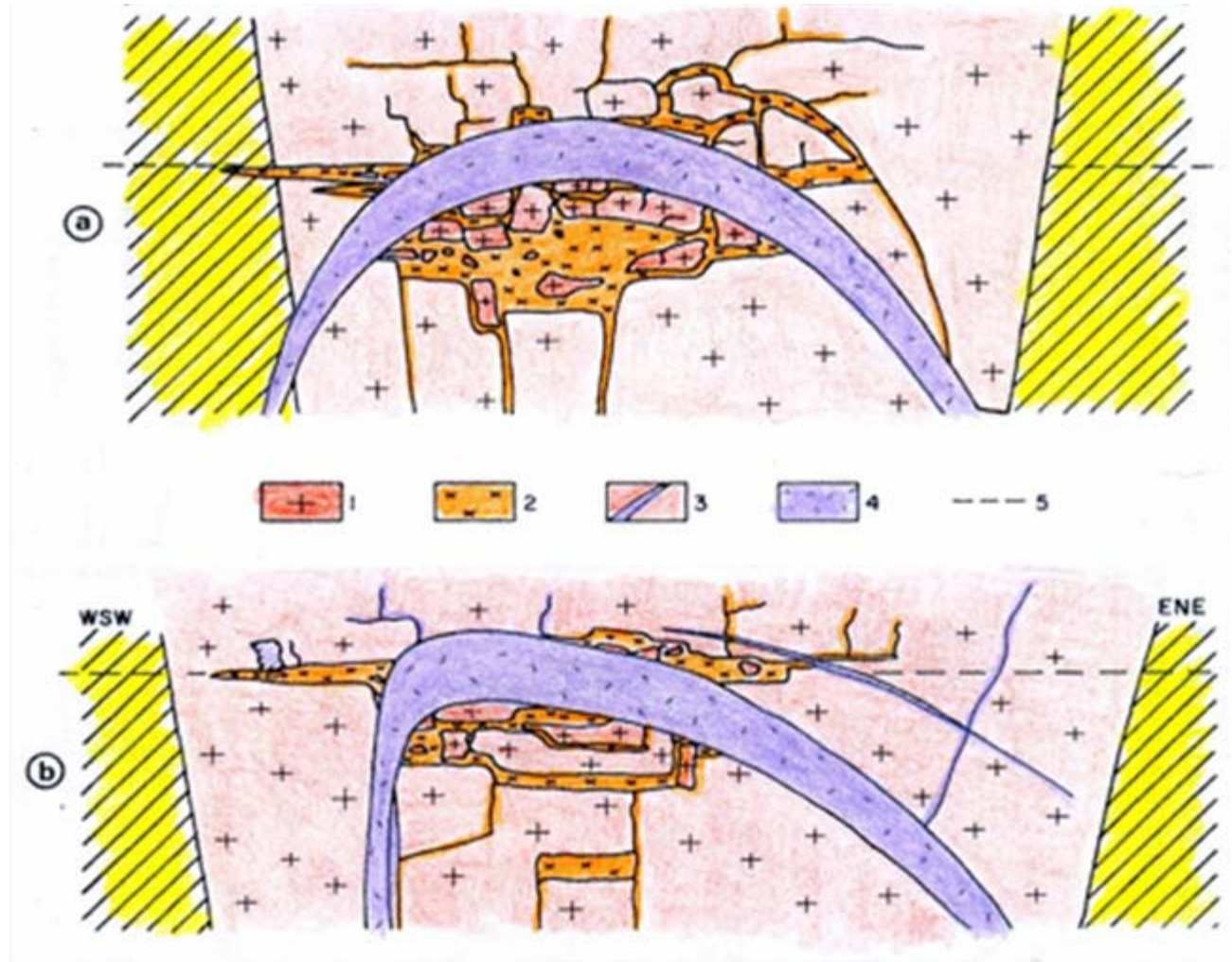
- 1-Granites à gros grains
- 2-Granites intermédiaires
- 3-Aplites de Trégastel
- 4-Granites de l'île Grande

Coupole en cloche

Texture planaire

Épaisseur reconnue :  
au moins 200 m à l'E  
au moins 400 m à l'W

Pendages forts à l'WSW

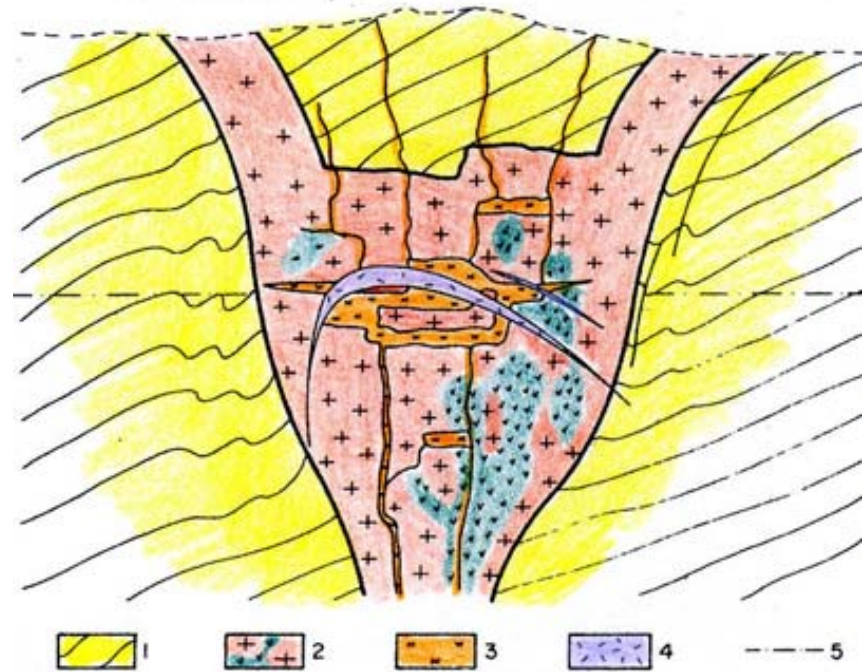


# Mise en place des granites de l'île Grande

Pas d'enclaves des granites précoces dans les granites de l'île Grande

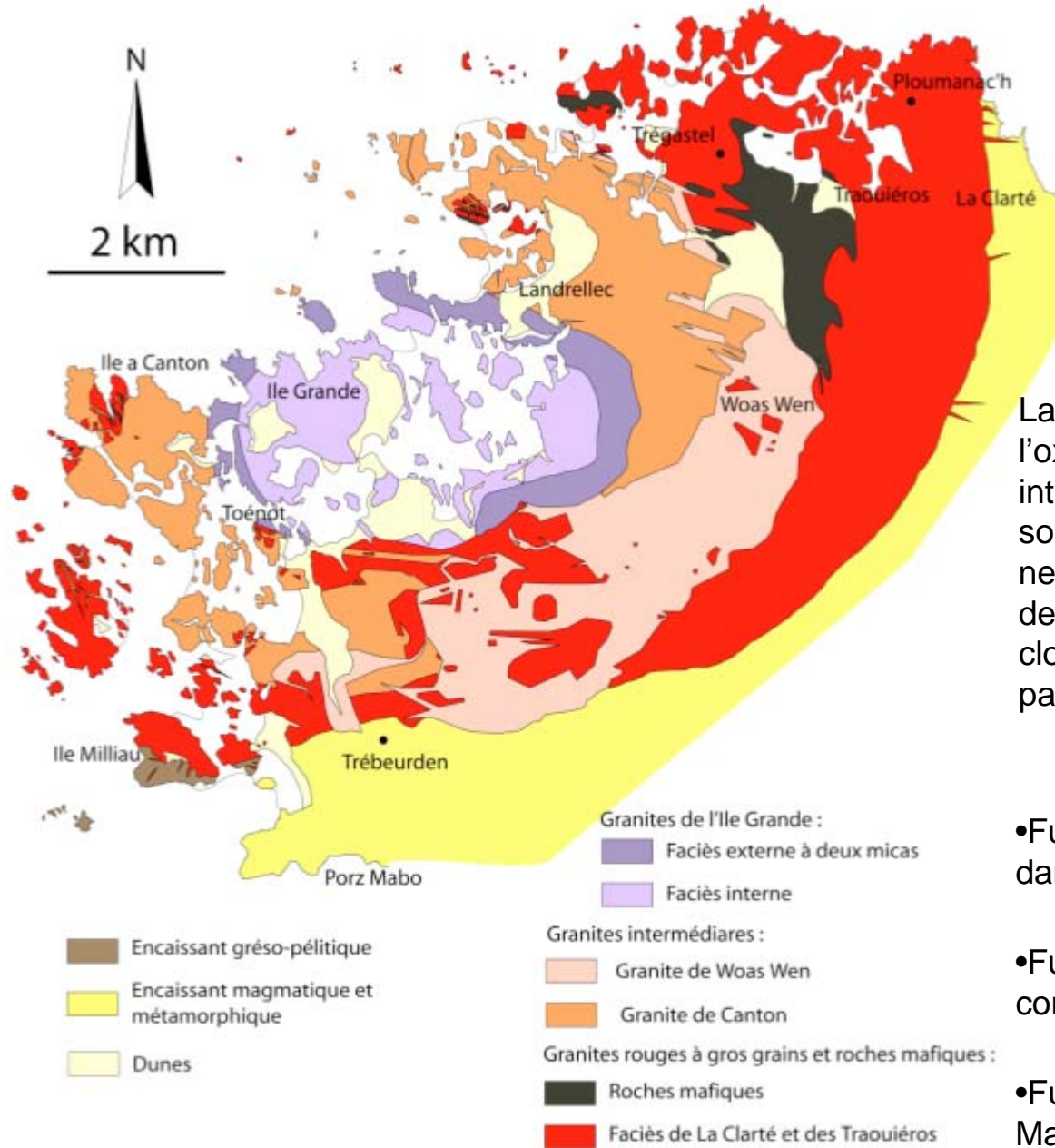
Ils n'ont donc pas été fracturés par une intrusion en force.

La mise en place ne se fait pas en compression mais plutôt en distension, dans l'espace en cloche ouvert par un effondrement annulaire (3D) qui recoupe le pluton.



Cet effondrement peut être lié au tassement des magmas profonds qui cristallisent et refroidissent, ou à une baisse de pression dans la chambre magmatique sous-jacente. Relaxation de la pression magmatique par fuite des fluides libérés par la cristallisation? Vidange de la chambre magmatique?...

# Origine du pluton de Ploumanac'h



La géochimie des isotopes de l'oxygène montre que ces 3 intrusions, géologiquement liées, ne sont pas vraiment cogénétiques : on ne peut pas leur appliquer le modèle de cristallisation fractionnée en vase clos de liquides issus d'un magma parental unique.

- Fusion partielle métaséd péliques dans croûte moy/superficielle: leucogr
- Fusion partielle à la base croûte cont : gr à biot
- Fusion partielle dans manteau sup : Magma basique et gr grossiers

Carte géologique de l'intrusion de Ploumanac'h modifiée d'après Barrière (1977)

# Mise en place du pluton de Flamanville (JP Cogné, JP Brun *et al*)

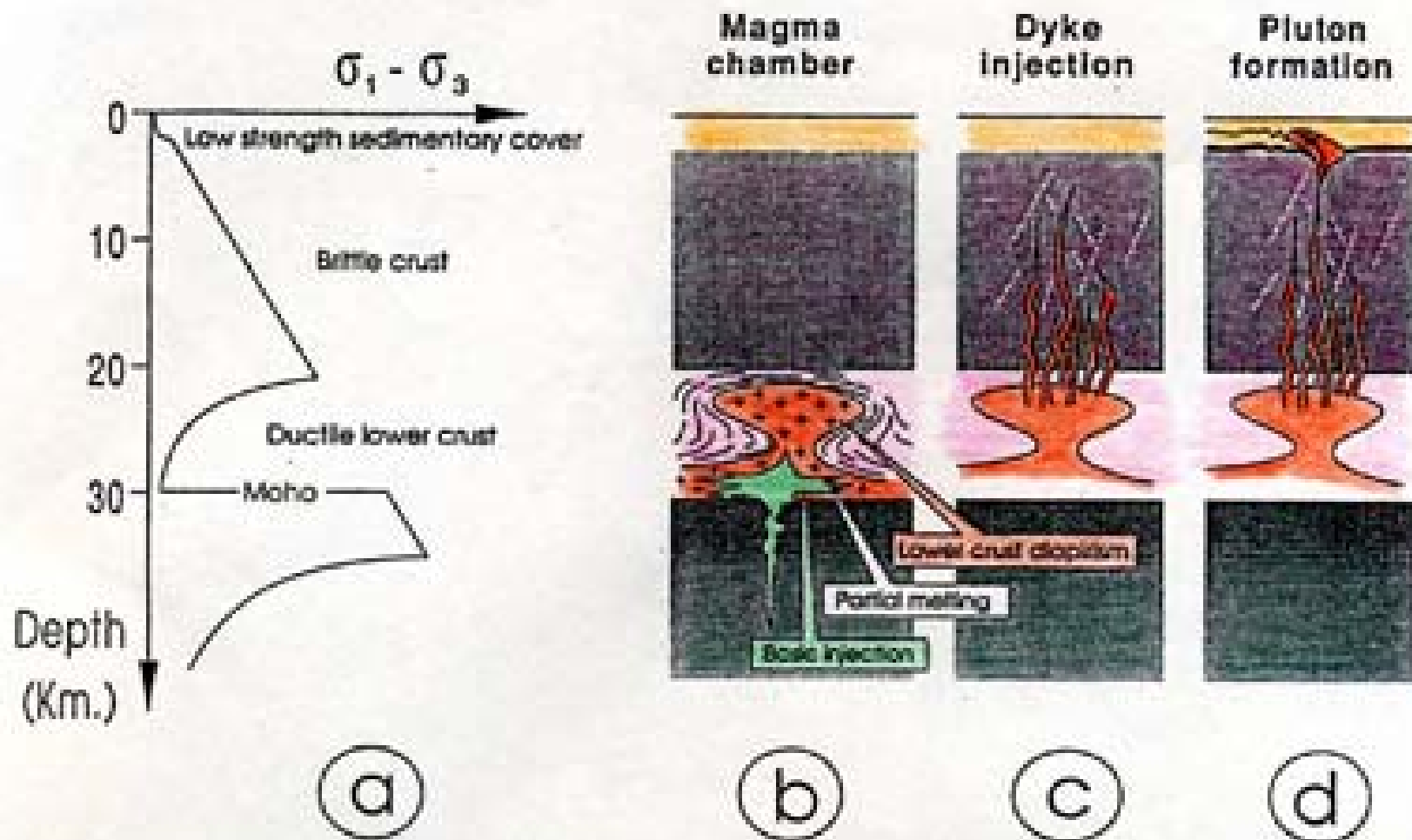
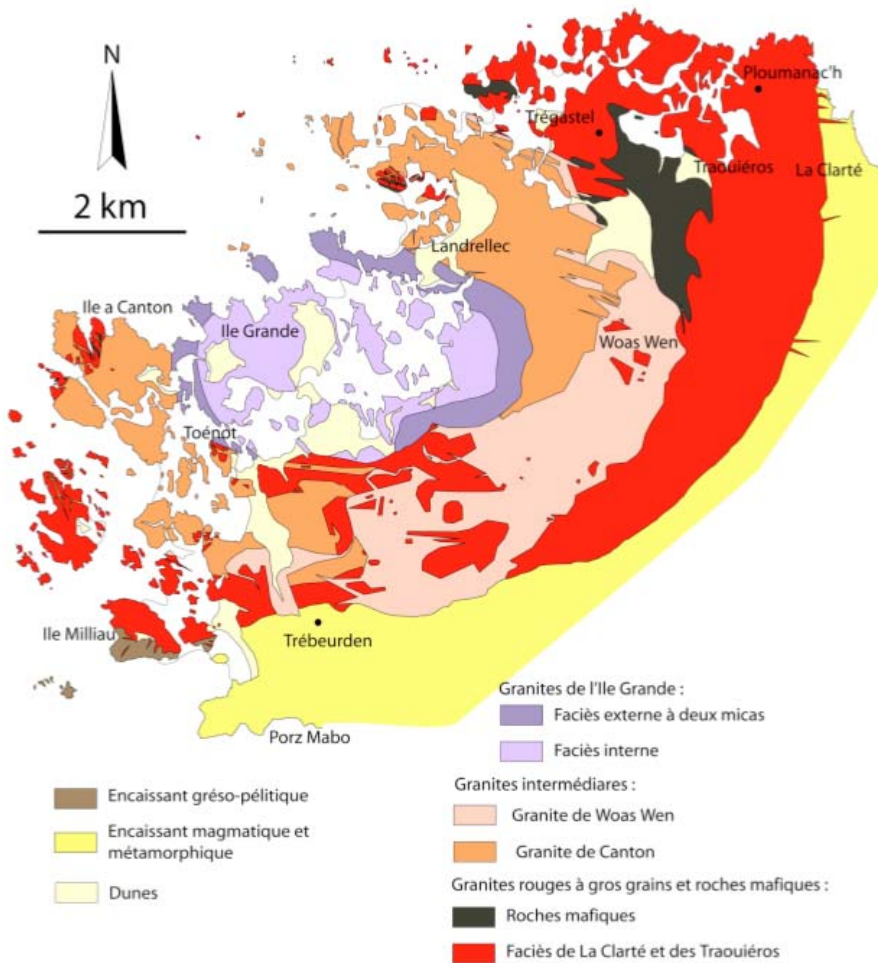


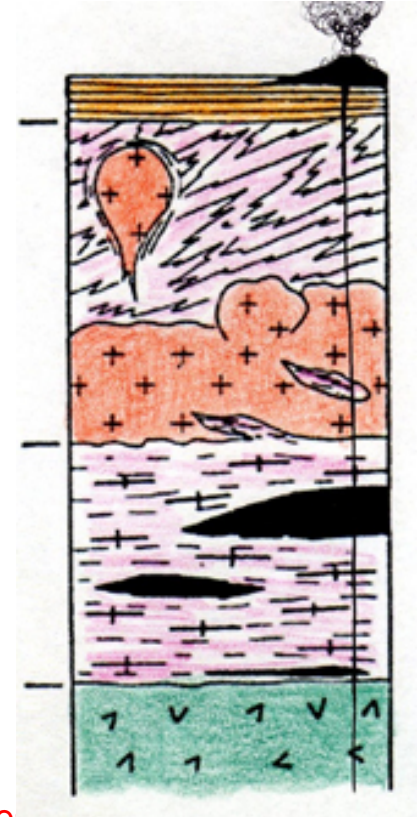
Figure 11. Model of ascent and emplacement of the Flamanville pluton. (a) Postulated type of strength profile. (b) Partial melting and magma chamber formation in the ductile lower crust. (c) Dyke injection into the brittle crust. (d) Pluton formation and expansion into the soft shallow sedimentary cover



Leucogranites  
de l'île Grande

Granites potassiques  
« intermédiaires »

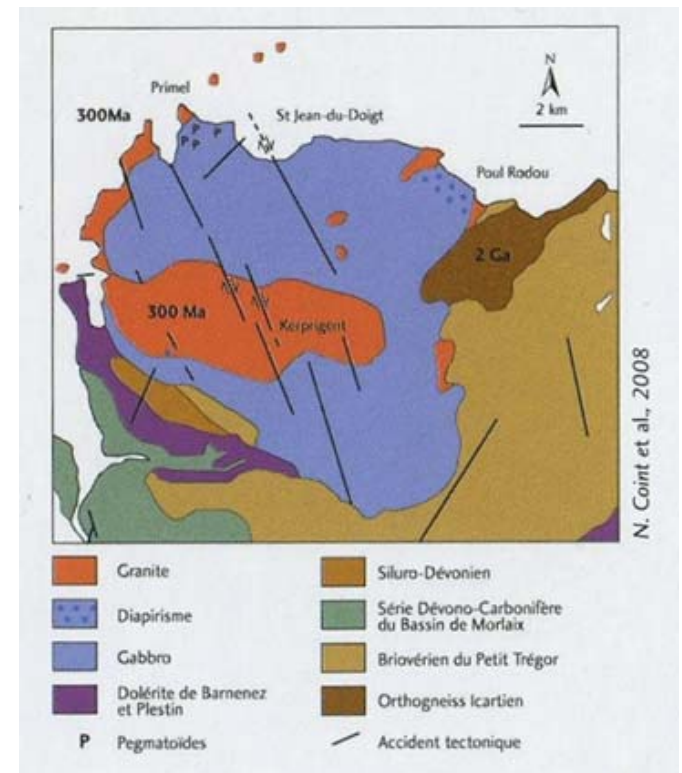
Gabbros et granites  
calco-alcalins potassiques



## Mise en place des granites de Ploumanac'h

# Genèse des magmas de Ploumanac'h : Proposition d'un processus (M. Barrière)

Dans quel contexte peut-on imaginer la fusion partielle mantellique et la montée d'une intrusion basique en base de croûte?

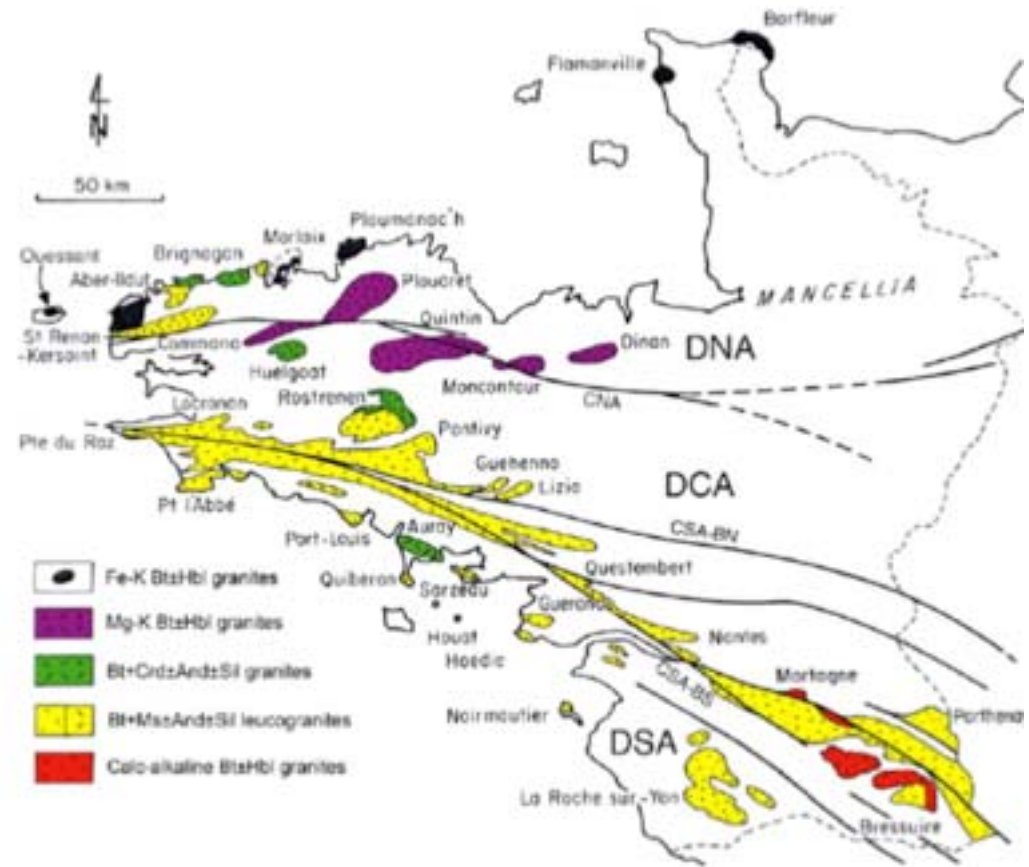




# Comment expliquer cette fusion partielle mantellique?

- **Panache?** Plutôt surprenant dans le contexte local.

- Baisse de P associée à la propagation d'une **fracture crustale profonde en transtension** marquée par l'alignement des granites rouges nord-armoricains (?)



FIN



# Bibliographie

- Albarède F. et al (1980) 18O/16O évidence for non-cogenetic magmas associated in a 300 Ma old concentric pluton at Ploumanac'h (Brittany, France) J. géol. Soc. London, vol 137, 1980, p 641-647.
- Barrière M. (1976) Architecture et dynamisme du complexe éruptif centré de Ploumanac'h (Bretagne) Bull BRGM (2) section I, n° 3 p 247-295
- Decitre S., Gasquet D., Marignac C. (2002) Genesis of orbicular granitic rocks from the Ploumanac'h plutonic complex (Brittany, France) : petrographical, mineralogical and geochemical constraints. European Journal of Mineralogy 14 (4) p 715-731.
- Graviou P. et Noblet C. (2009) Curiosités géologiques du Trégor et du Goëlo – Co-édition : Éd BRGM – Espace des Sciences – Éd. Apogée
- Jonin M. 2010 Géotourisme en Finistère. SGMB Ed Biotope
- Jonin M. 2008 Géodiversité en Bretagne un patrimoine remarquable éd. Biotope (Société géologique et minéralogique de Bretagne).
- Lardeux H. (2002) Guide géologique de la Bretagne 3e édition. Coll Guides géologiques régionaux – Éd. Masson
  
- Carte géologique de la France à 1/1 000 000e éd. BRGM
- Carte Lannion à 1/50 000e . 1999 éd. BRGM
- Carte Plestin-les-Grèves à 1/50 000e . 1986 éd. BRGM
  
- <http://sgmb.univ-rennes1.fr/DOSSIERS/activites/ACTIVITESfeuille.htm>
- <http://lithotheque-svt.ac-rennes.fr/lithotheque.htm>
- <http://granite-ploumanach.univ-rennes1.fr/>