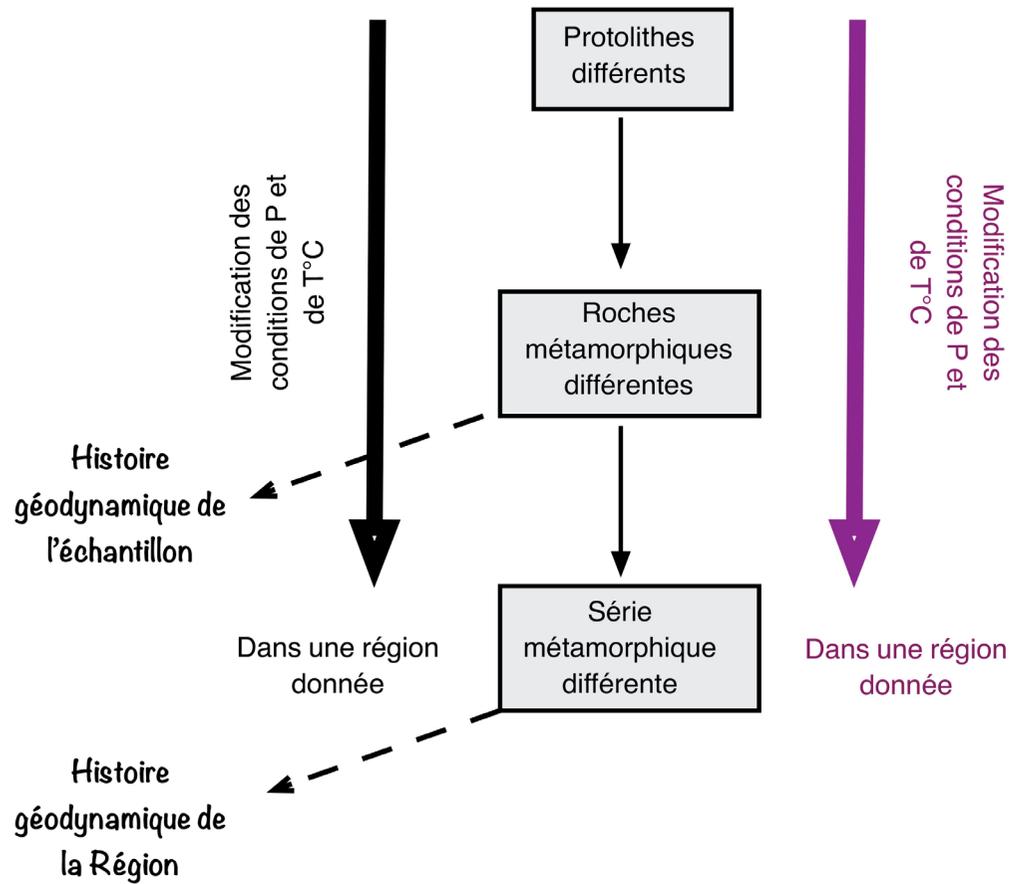


THEME-ST-SCIENCES DE LA TERRE

ST-G. LE METAMORPHISME, MARQUEUR DE LA GEODYNAMIQUE INTERNE

ST-G-2. DISTRIBUTION SPATIALE DES ROCHES METAMORPHIQUES ET LES VARIATIONS TEMPORELLES DES ASSOCIATIONS MINERALOGIQUES

*Photo C. Vilbert
Anse de Scioto*

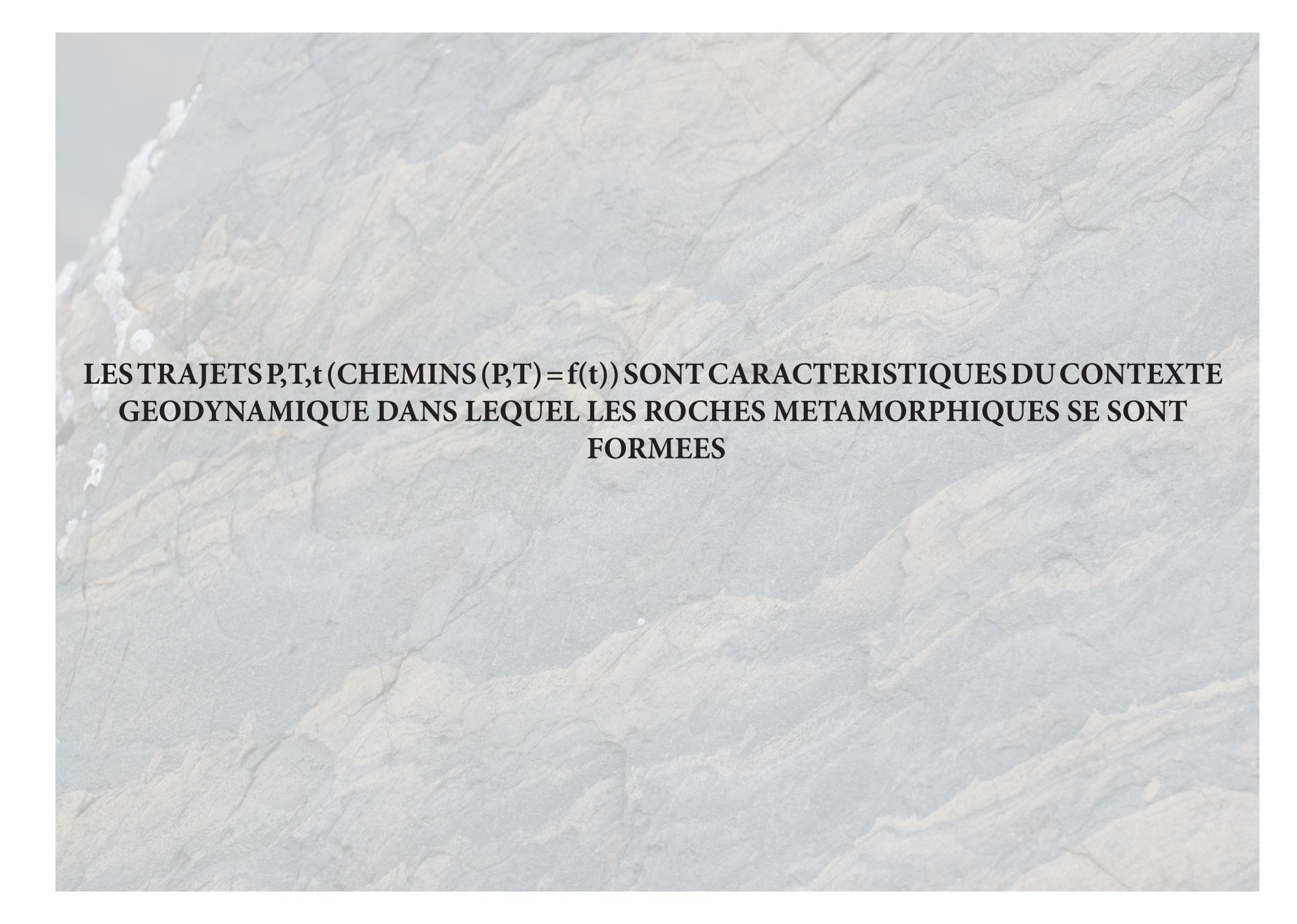


Utiliser les informations enregistrées et recueillies pour :

Reconstituer la chronologie des transformations métamorphiques

Identifier le type de métamorphisme

Déterminer le contexte géodynamique



**LES TRAJETS P, T, t (CHEMINS $(P, T) = f(t)$) SONT CARACTERISTIQUES DU CONTEXTE
GEODYNAMIQUE DANS LEQUEL LES ROCHES METAMORPHIQUES SE SONT
FORMEES**

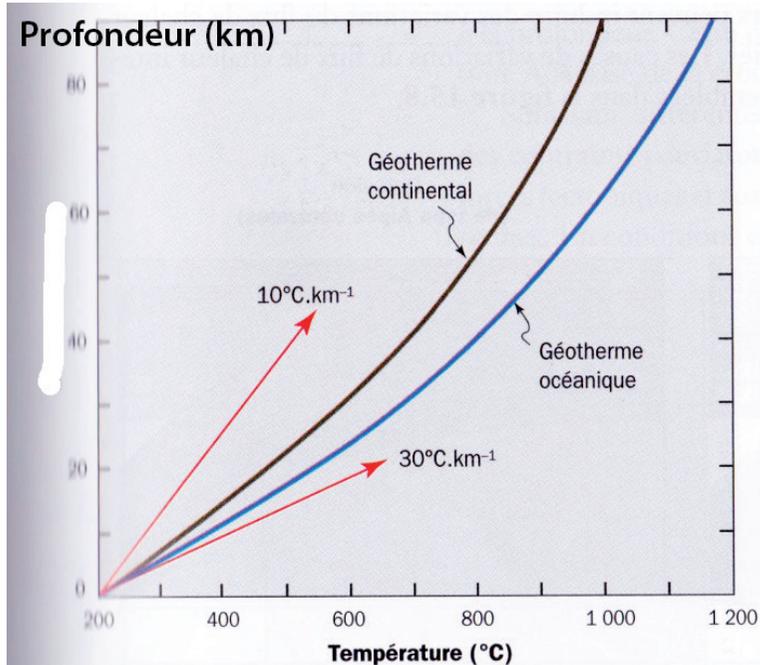
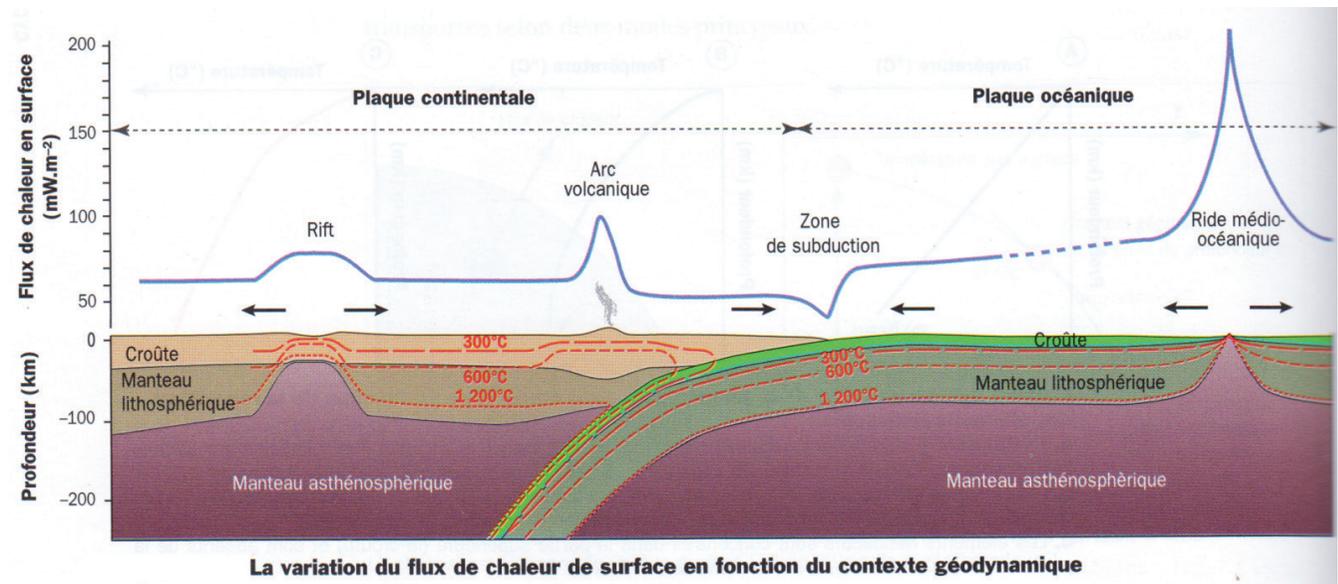


Figure 1 : Géothermes des domaines continental et océanique

Figure 2 : variation du flux de chaleur, répartition des isothermes en fonction des contextes géodynamiques



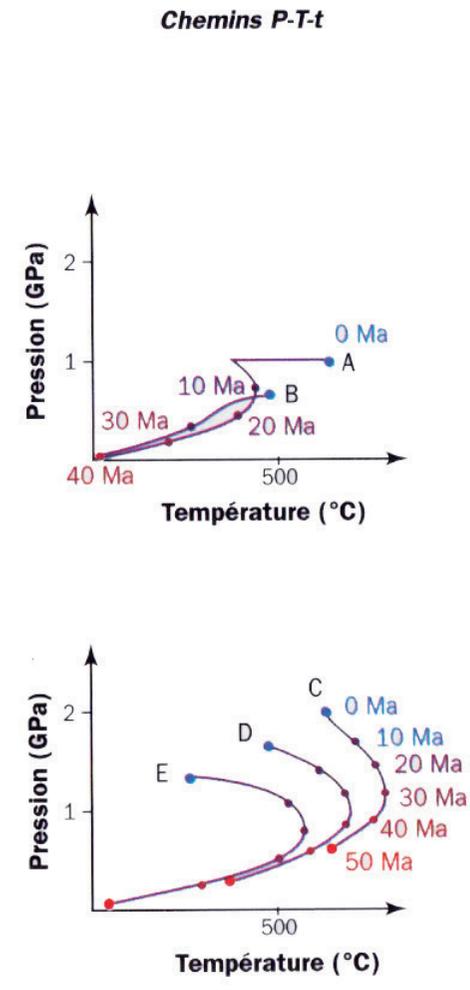
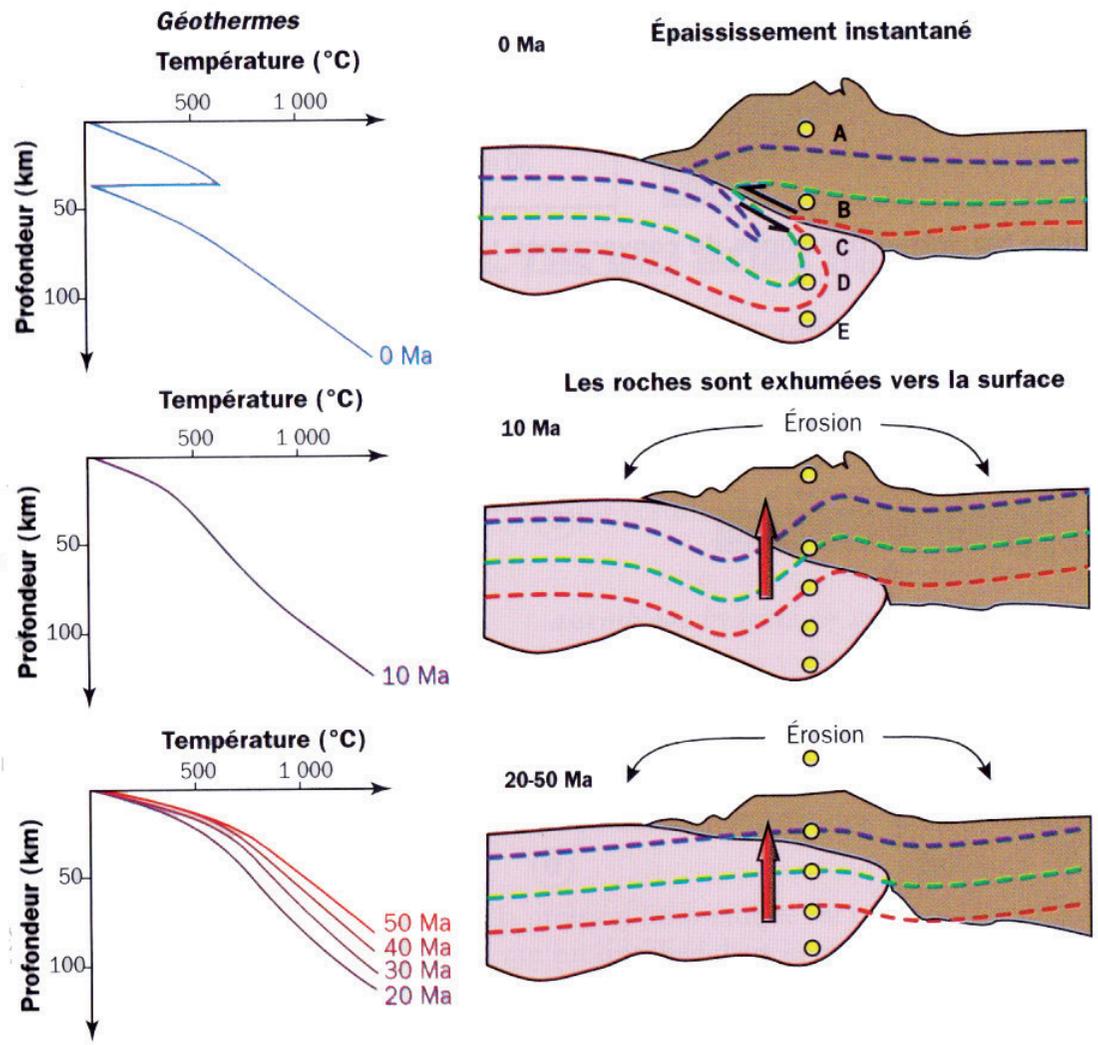


Figure 3 : Variations du géotherme au cours du temps en contexte de collision

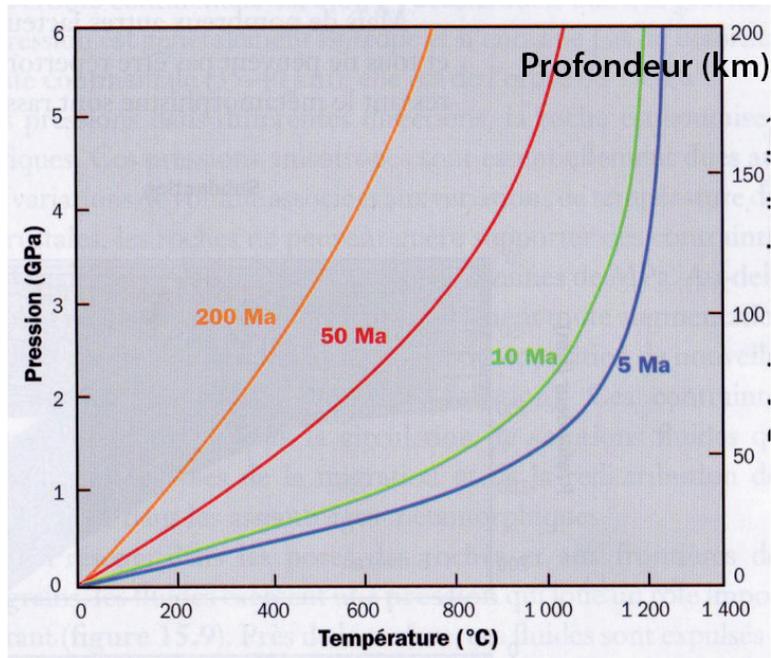


Figure 4 : Géotherme d'une lithosphère océanique subduite en fonction de son âge

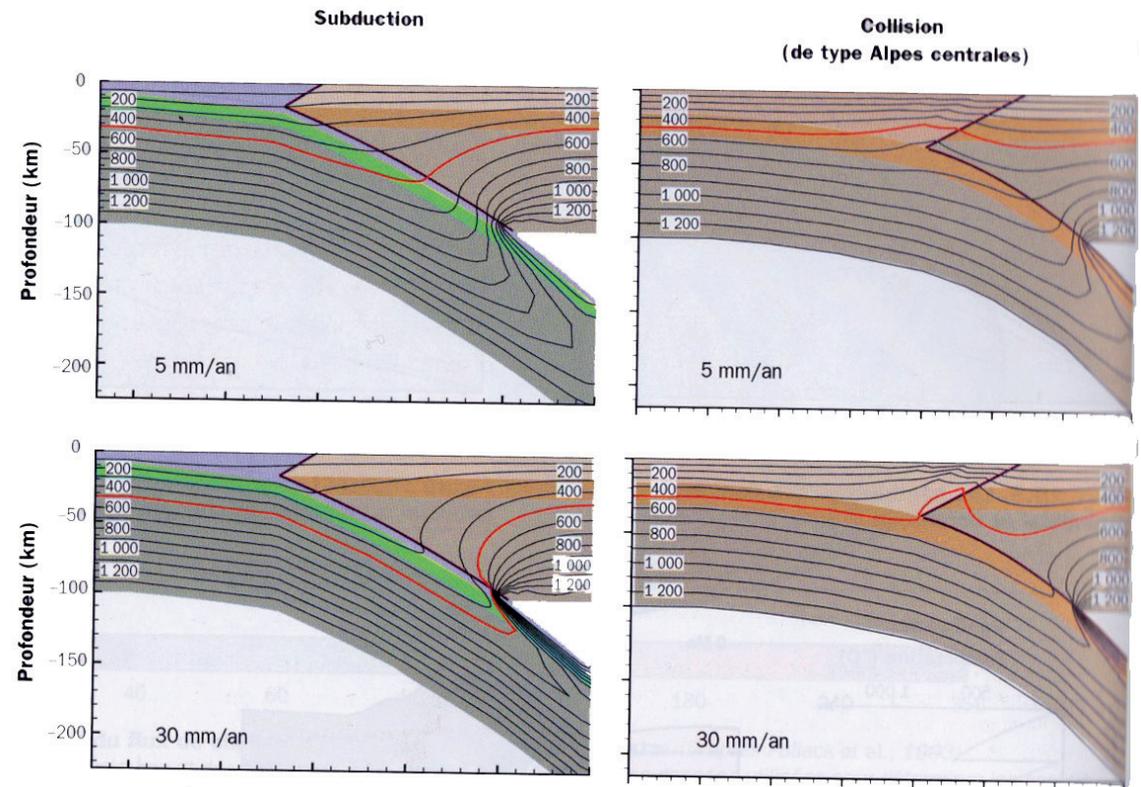


Figure 5 : Le régime thermique des zones de convergence : subduction et collision.

L'allure des géothermes d'une zone de subduction dépend de l'âge de la plaque océanique subduite et de la vitesse de convergence.

Dans le cas d'une collision, cette allure dépend de la vitesse de convergence également.

Figure 6 : Les variations du flux de chaleur à la surface de la terre

A : la radioactivité de la croûte continentale entraîne une augmentation du flux (effet nul dans la croûte océanique)

B : une intrusion magmatique entraîne une augmentation localisée

C : l'exhumation rapide et l'érosion de roches chaudes entraînent une variation du géotherme

D : réduction du flux par absorption de chaleur par les sédiments froids et gorgés d'eau

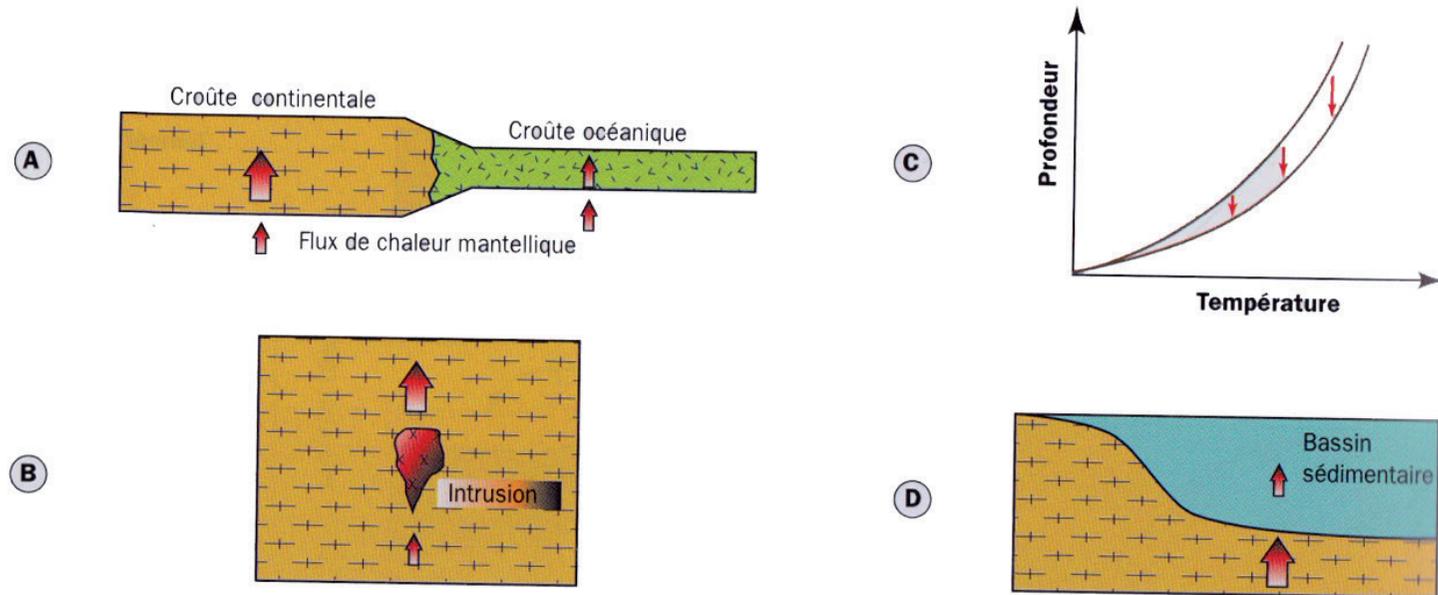


Figure 7 et 9 : Relations géothermes et trajets P,T,t

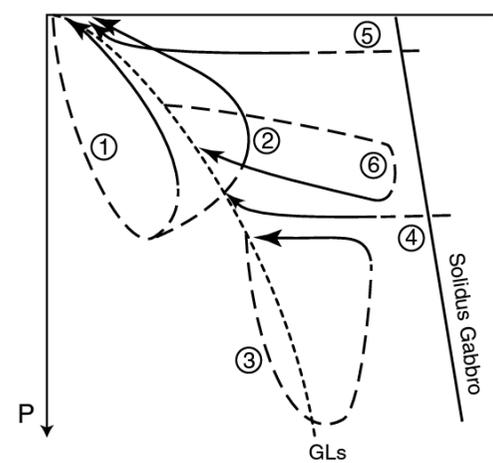
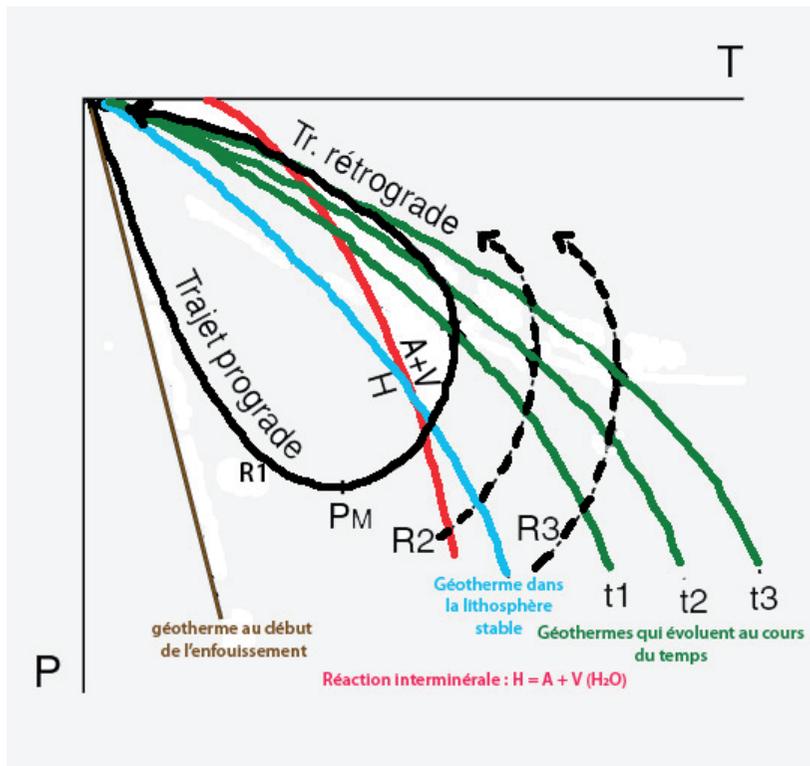


Figure 8 : Allure des trajets P, T, t

La position des roches 1, 2, 3 et 6 sur la coupe correspond au pic en pression de leurs trajets respectifs dans le diagramme P/T. GLs est le géotherme moyen de la lithosphère stable.

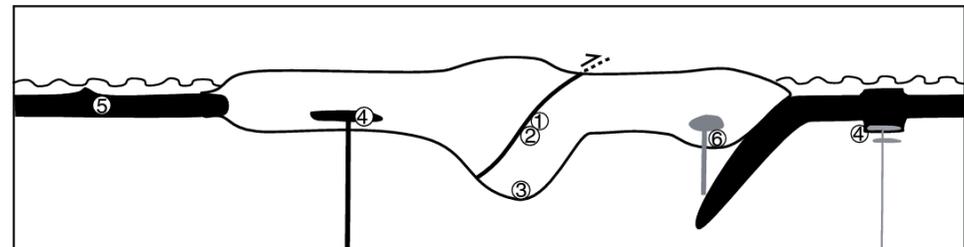
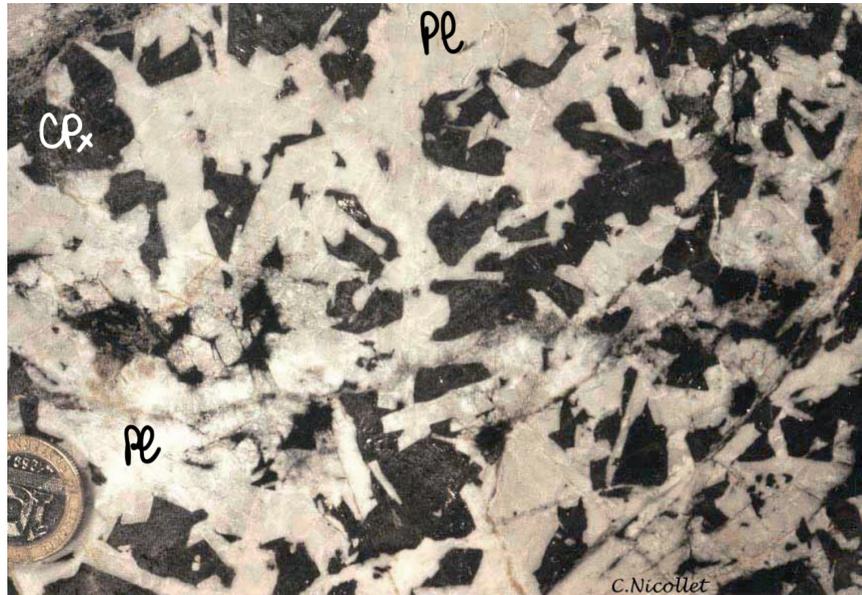
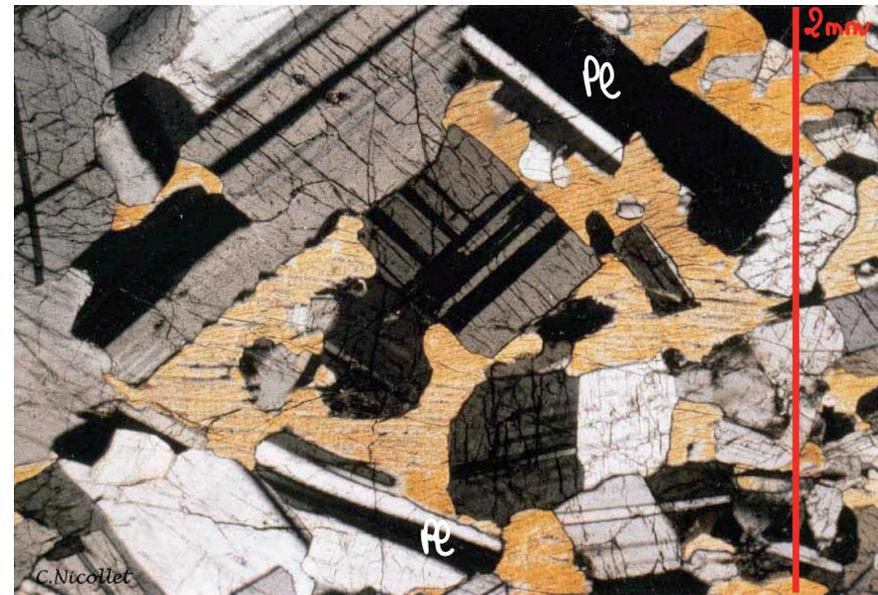


Figure 10 : Étude d'un exemple : trajectoire d'un gabbro généré dans la croûte océanique et impliqué dans un mouvement de convergence.

Section du gabbro



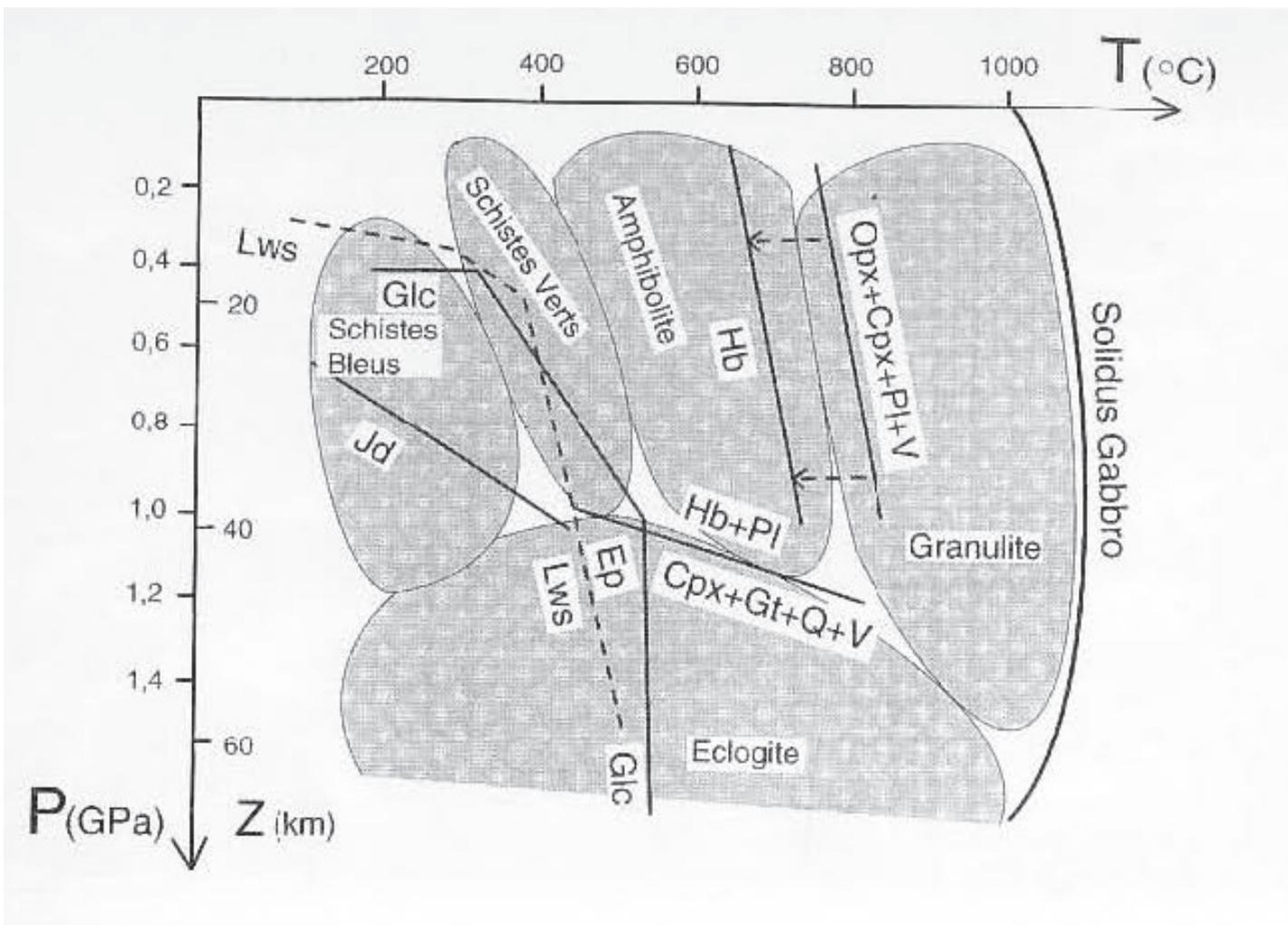
Gabbro - lame mince - LPA



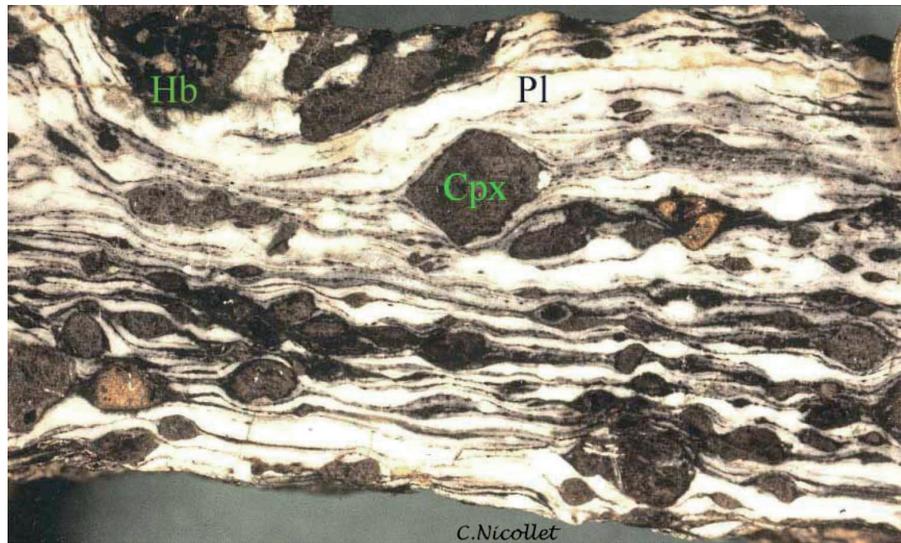
Paragenèse :

Relations physiques entre minéraux :

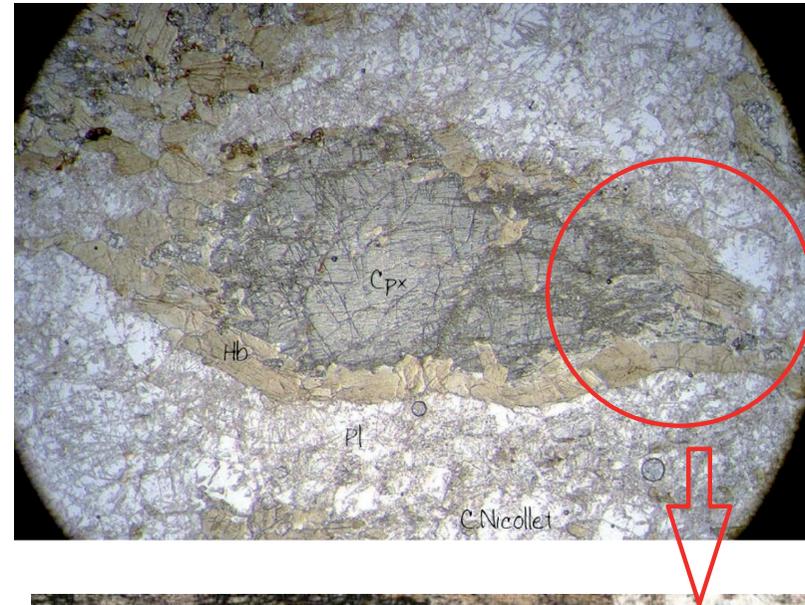
Relations cristallisation - déformation :



Section de Gabbro déformé



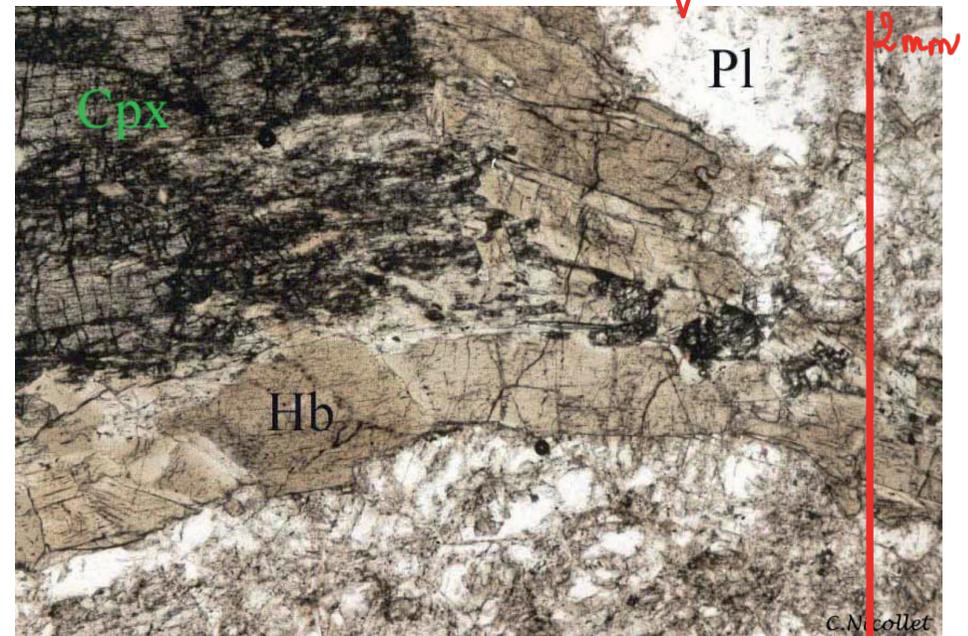
En lame mince - LP



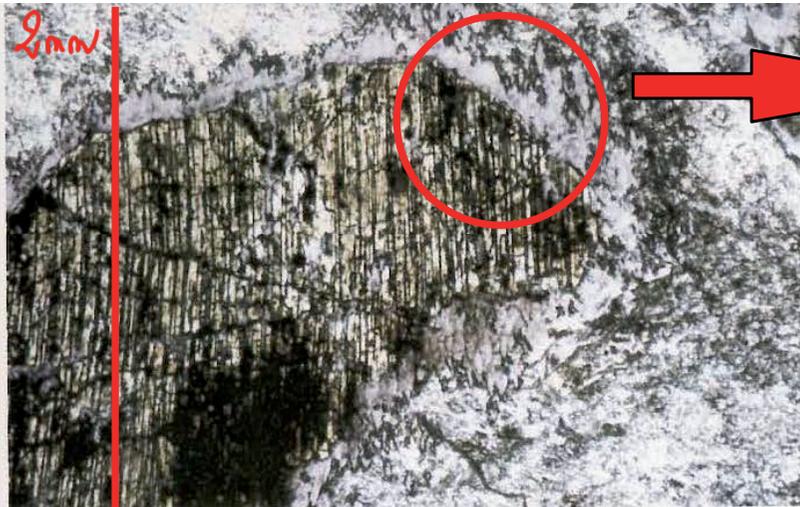
Paragenèse :

Relations physiques entre minéraux :

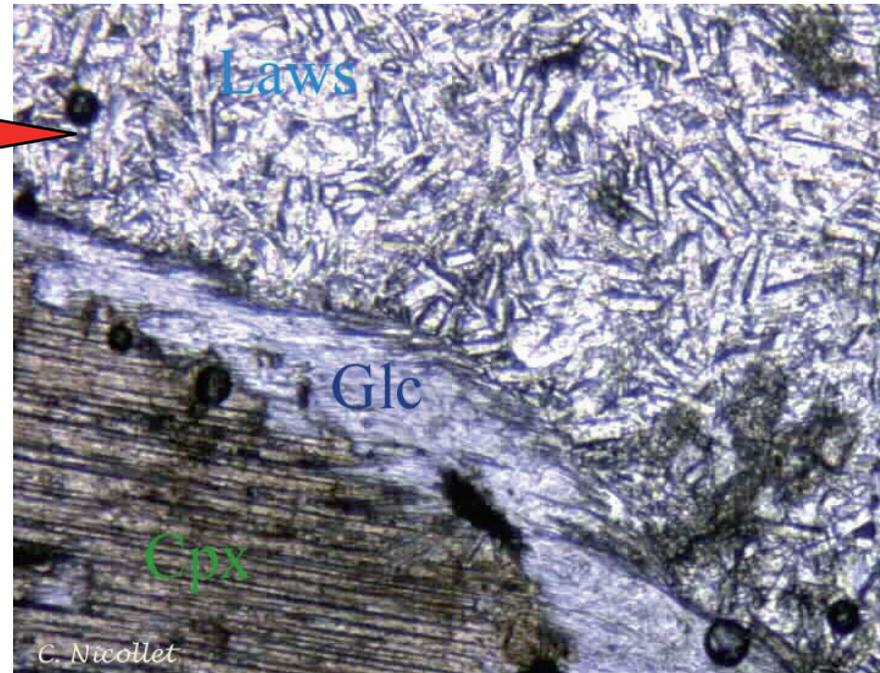
Relations cristallisation - déformation :



Métagabbro - Lame Mince - LP



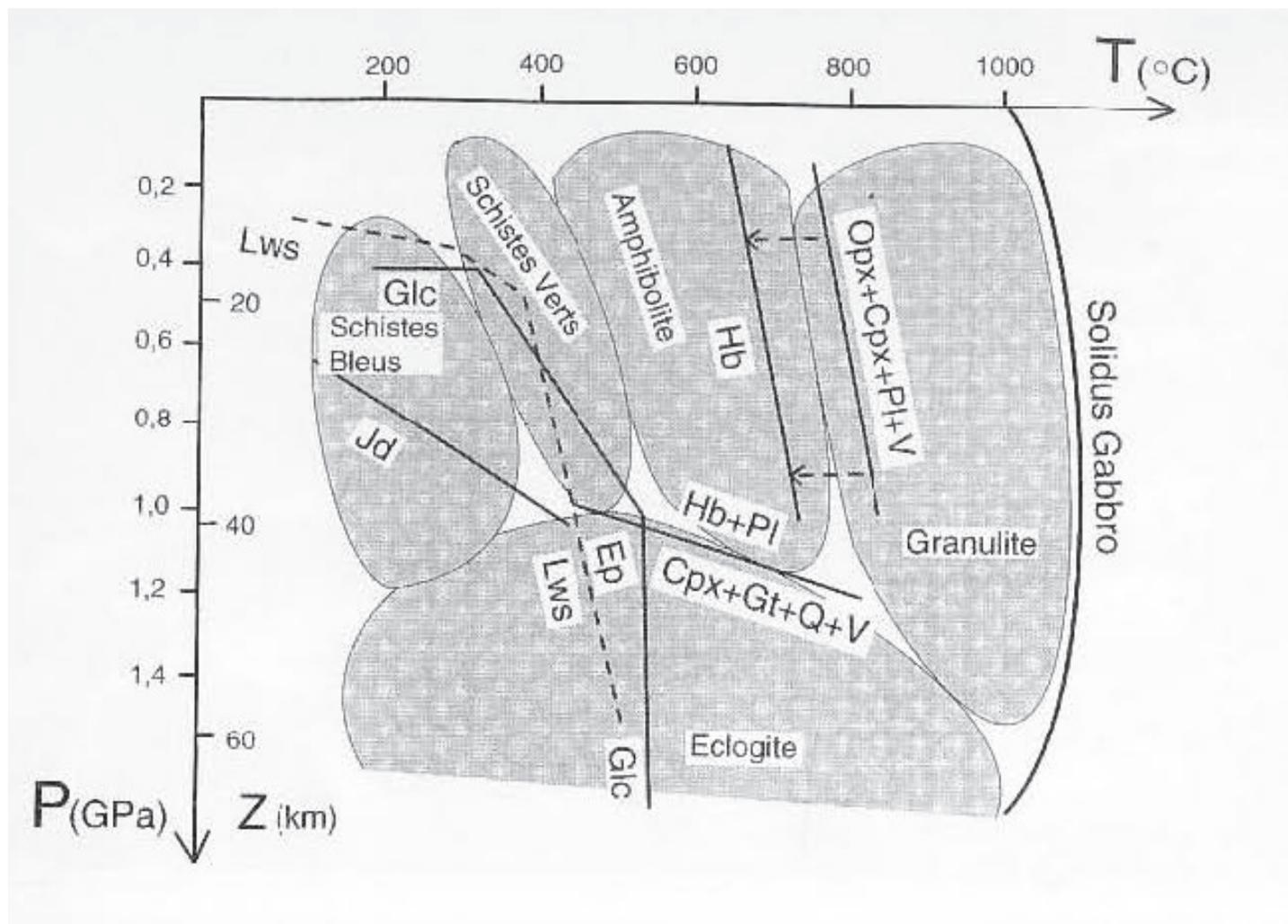
Métagabbro - Lame mince - LP



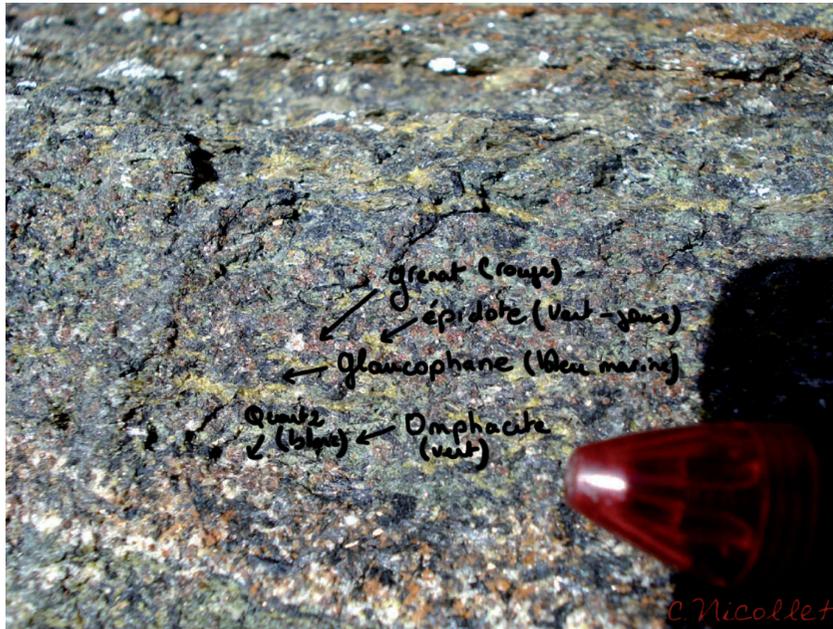
Paragenèse :

Relations physiques entre minéraux :

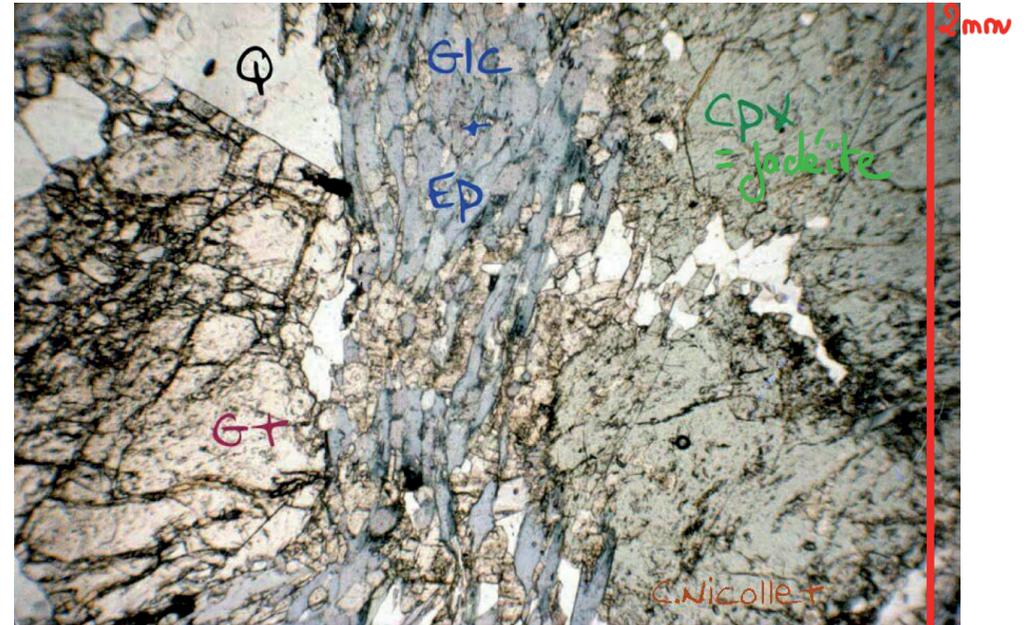
Relations cristallisation -



échantillon



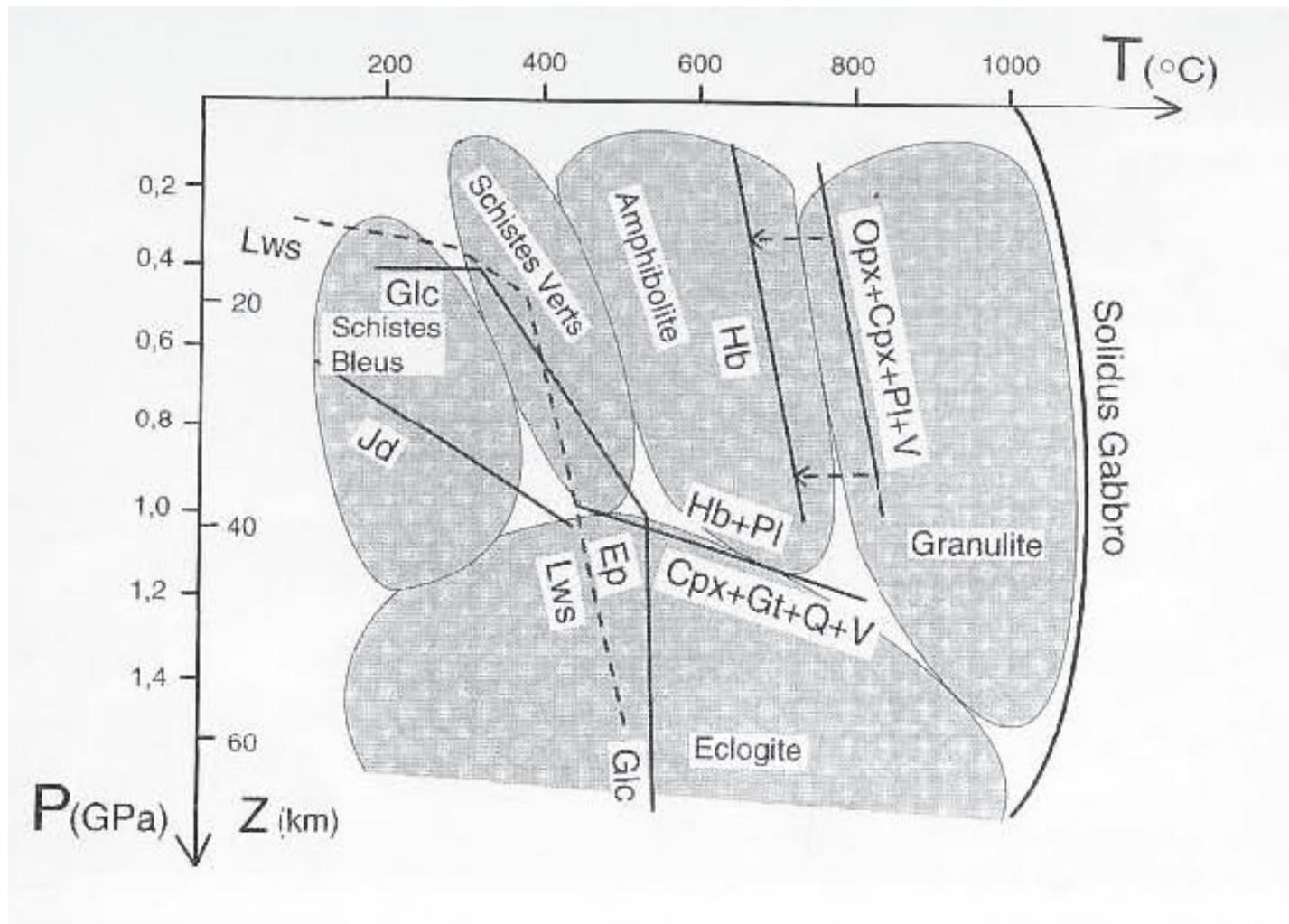
En lame mince - LP



Paragenèse :

Relations physiques entre minéraux :

Relations cristallisation - déformation :



échantillon



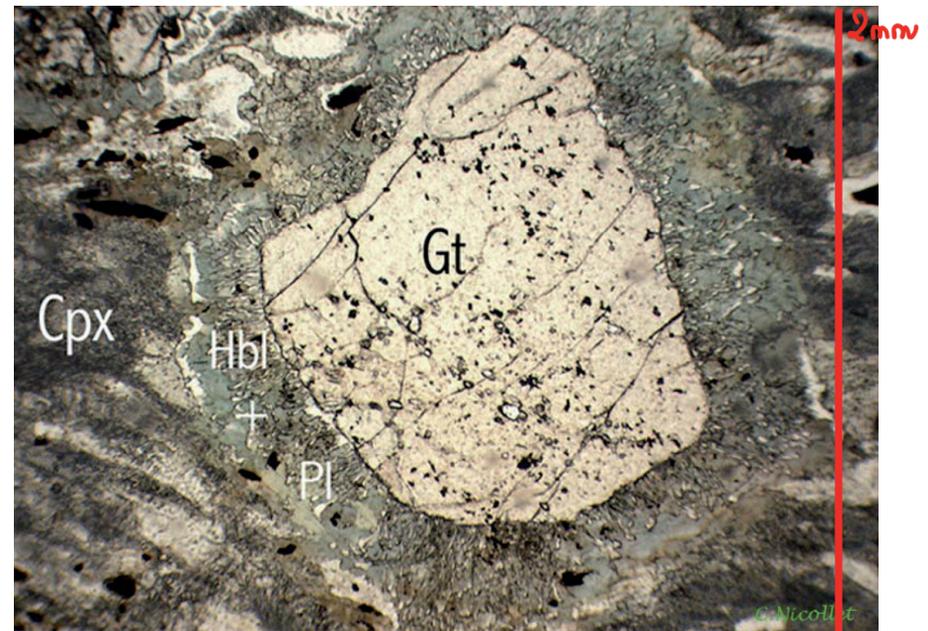
Zo = Zoïsite = Epidote

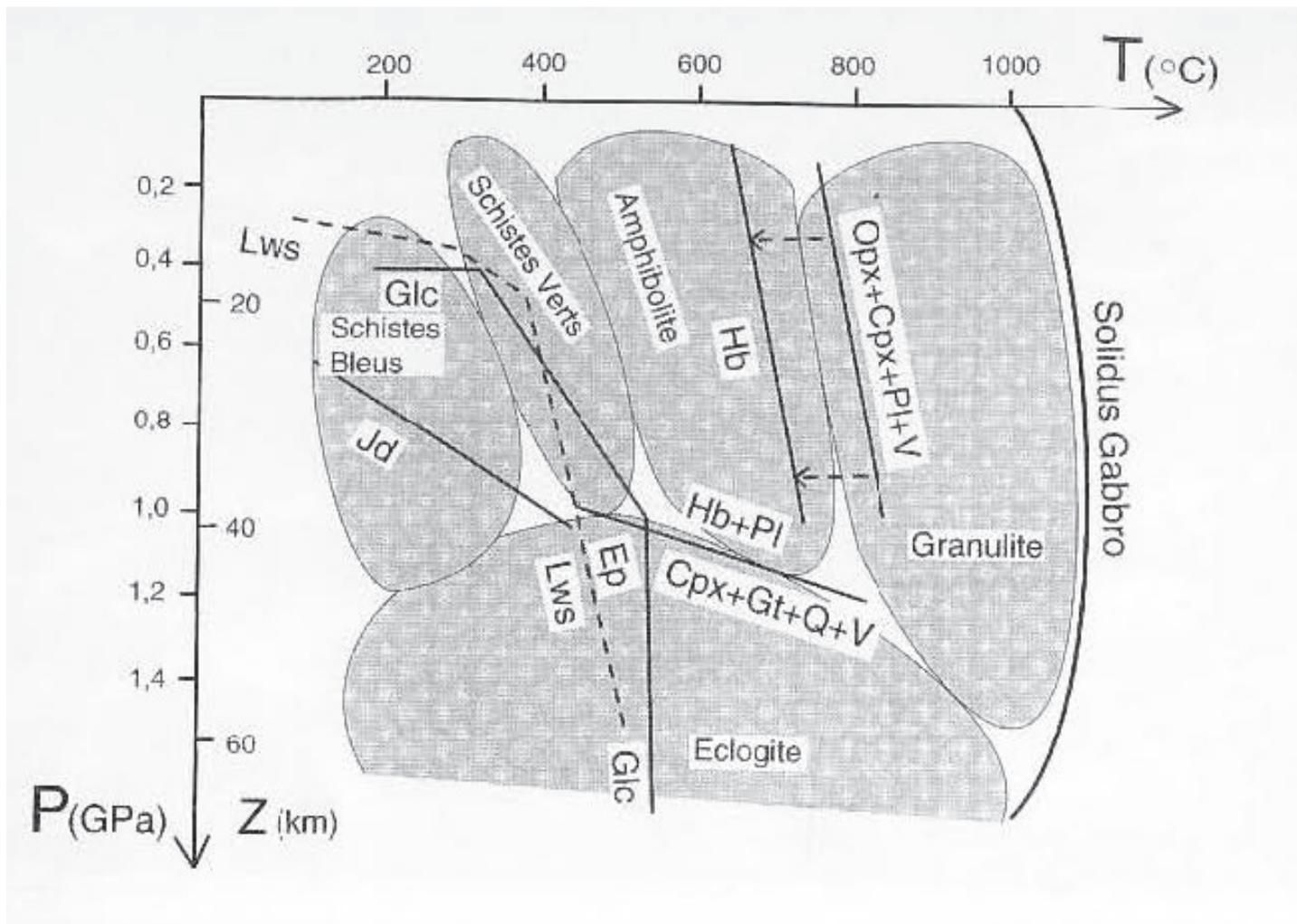
Paragenèse :

Relations physiques entre minéraux :

Relations cristallisation - déformation :

Lame mince - LP





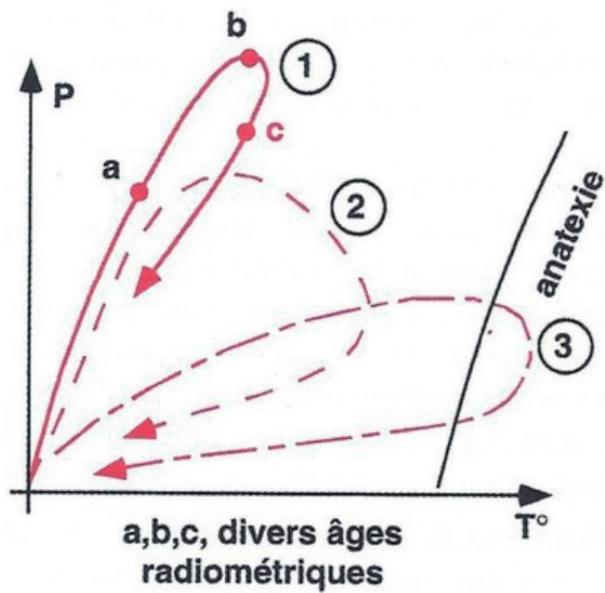


Figure 11 : Trajets P, T, t
(où le temps est absolu)

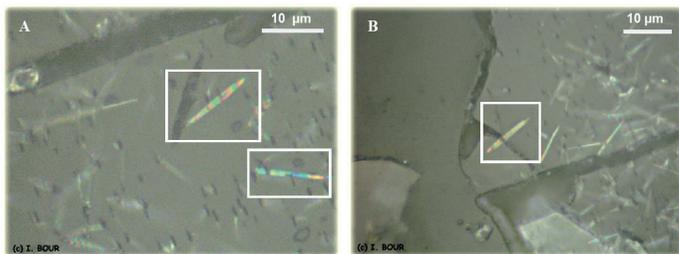


Fig. 12: Traces confinées observées en lumière réfléchie dans une section prismatique polie d'un cristal d'apatite (échantillon CZ05, granite Ouest bohémien). (A) traces confinées recoupées par des traces de surface (Track in Track : TINT), (B) trace confinée recoupée par une fracture (Track in CLEave : TINCLE).

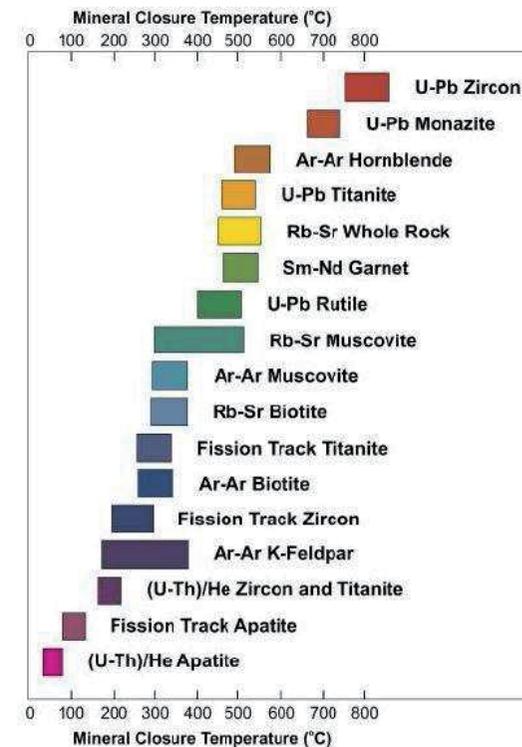
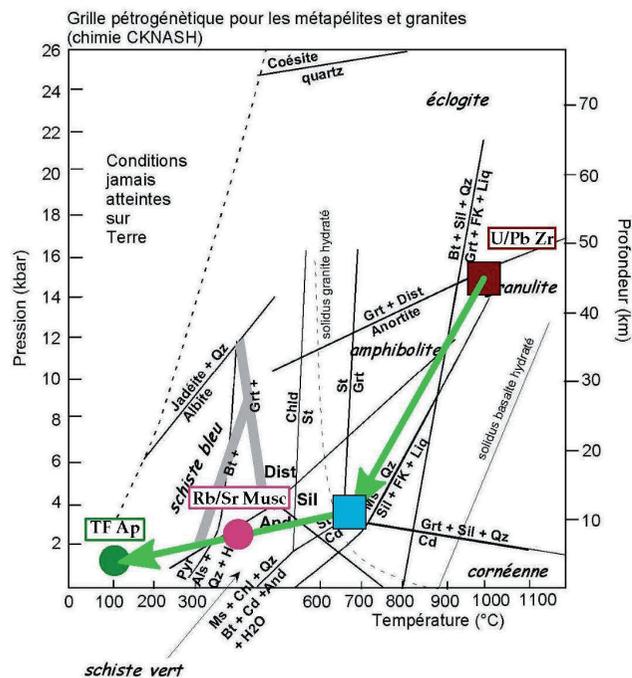
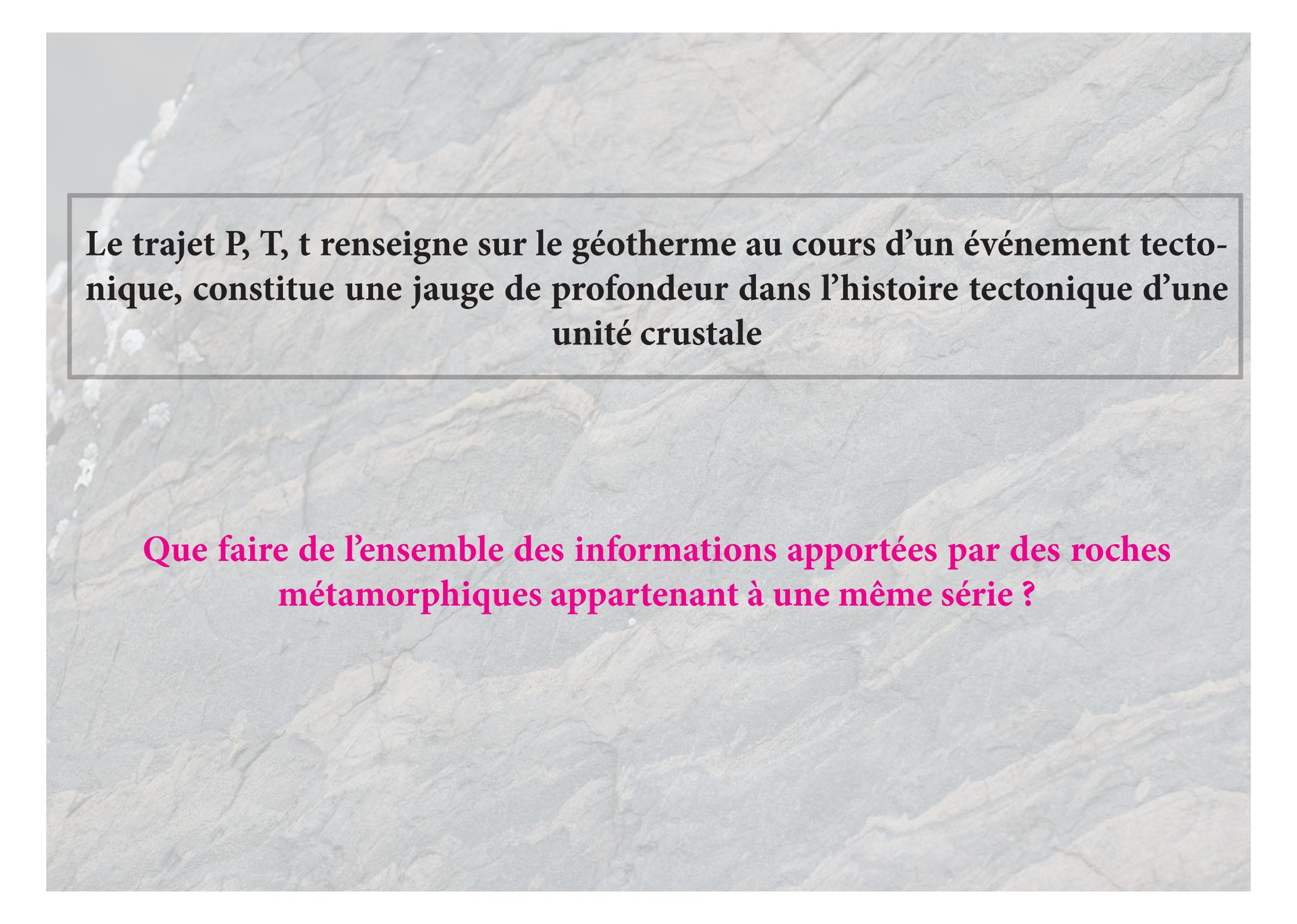
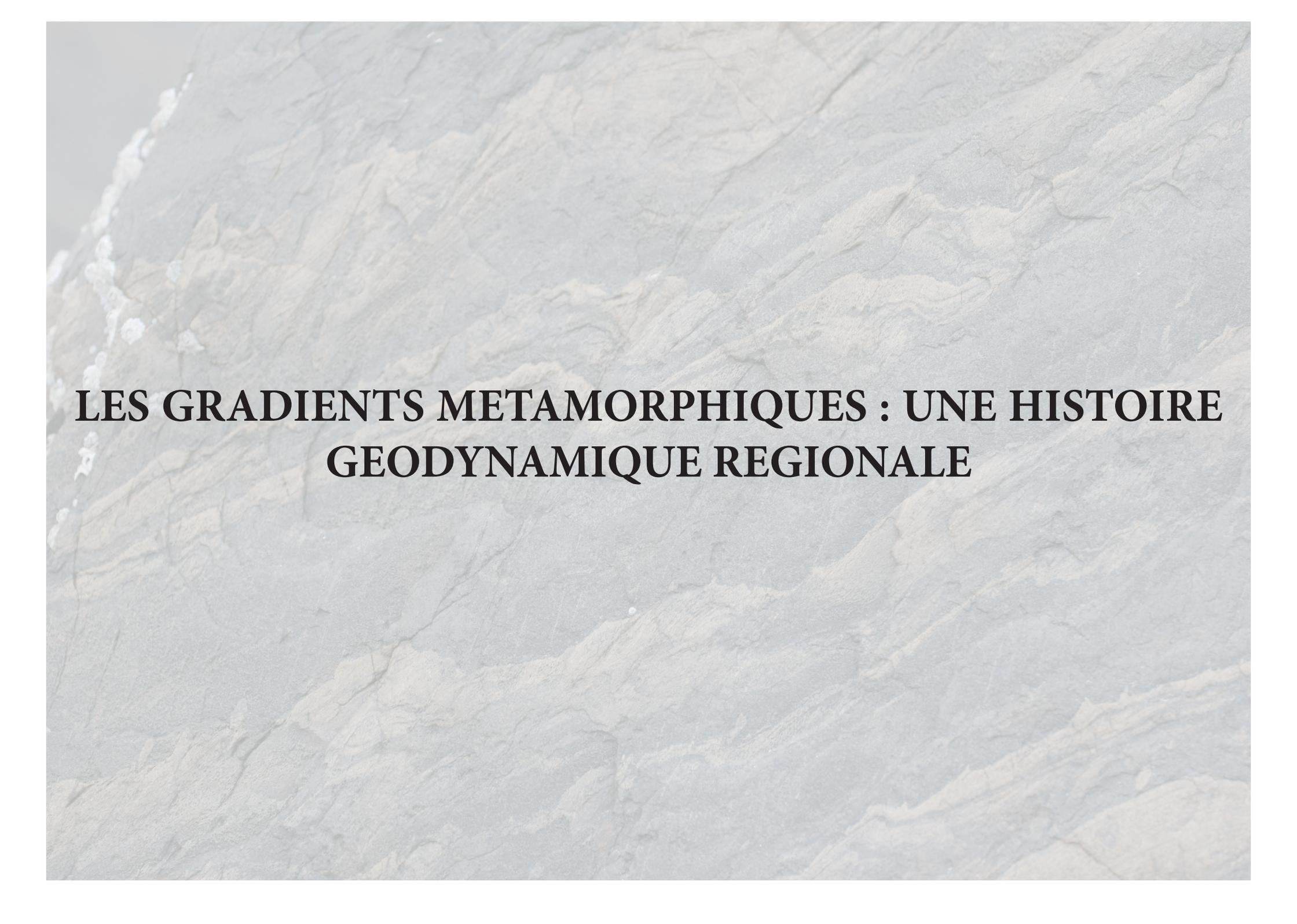


Figure 12 : un exemple de chemin P, T, t construit à partir de données de datation absolue



Le trajet P, T, t renseigne sur le géotherme au cours d'un événement tectonique, constitue une jauge de profondeur dans l'histoire tectonique d'une unité crustale

Que faire de l'ensemble des informations apportées par des roches métamorphiques appartenant à une même série ?



**LES GRADIENTS METAMORPHIQUES : UNE HISTOIRE
GEODYNAMIQUE REGIONALE**

Figure 13 : Représentation des isogrades dans le cas d'un métamorphisme de contact (Cf infra et rappel cours magmatisme 1ère année et sortie)

Les transformations minéralogiques varient en fonction de la lithologie. (protolithe différent / roche métamorphique différente !)

Au sein de l'auréole, les isogrades sont très serrées.

Elles sont difficiles à cartographier.

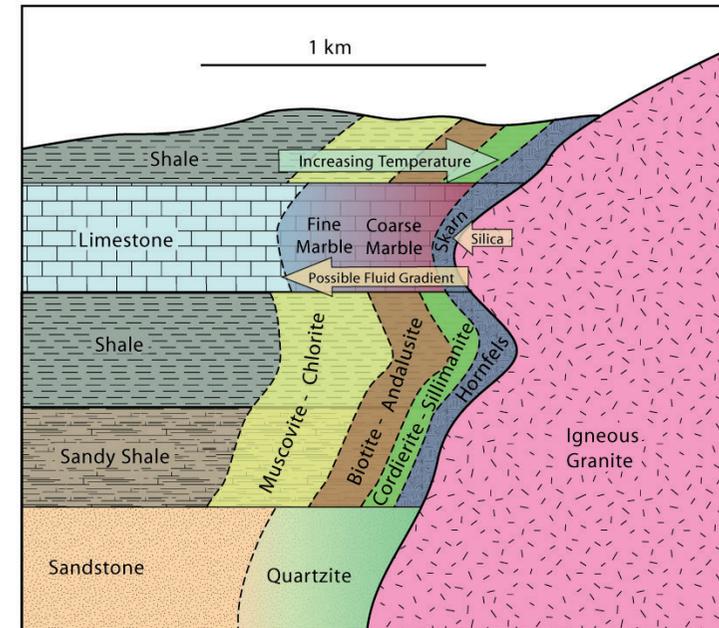
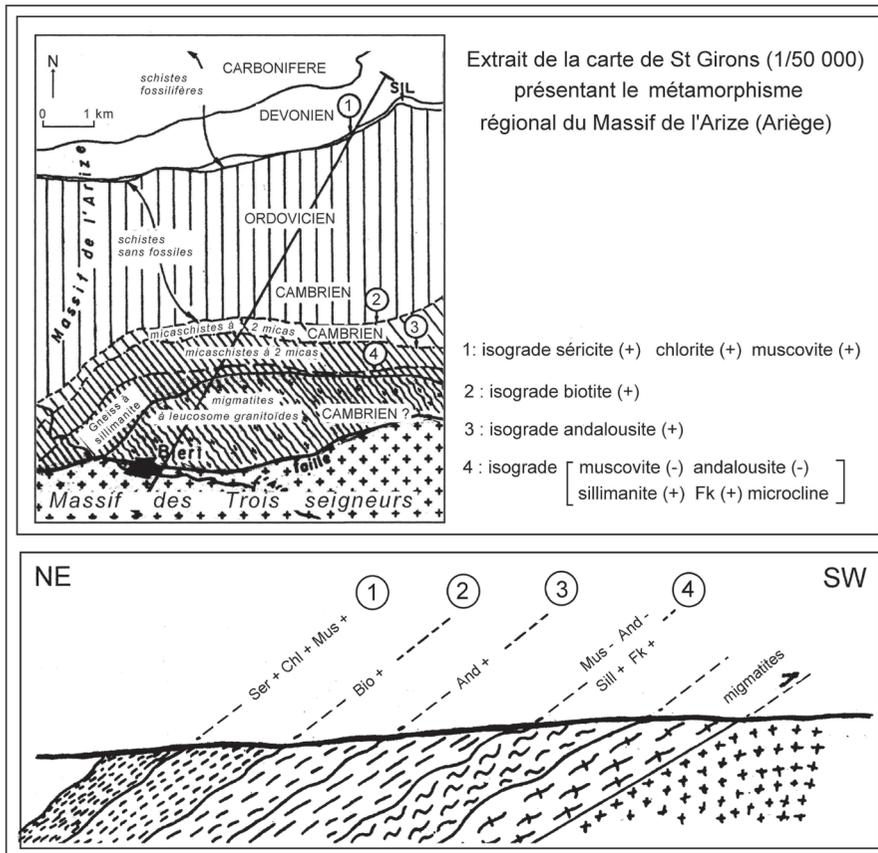
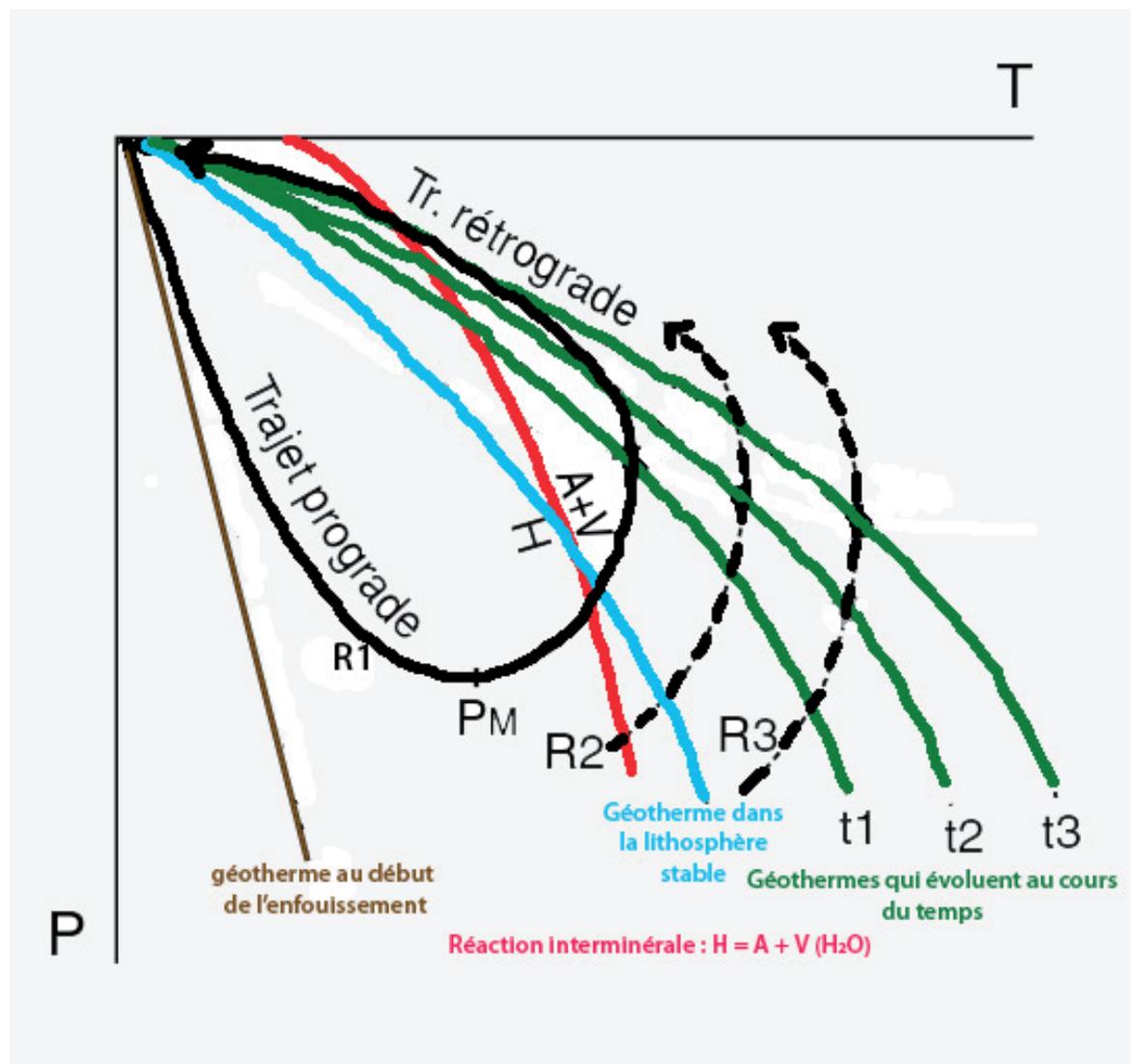
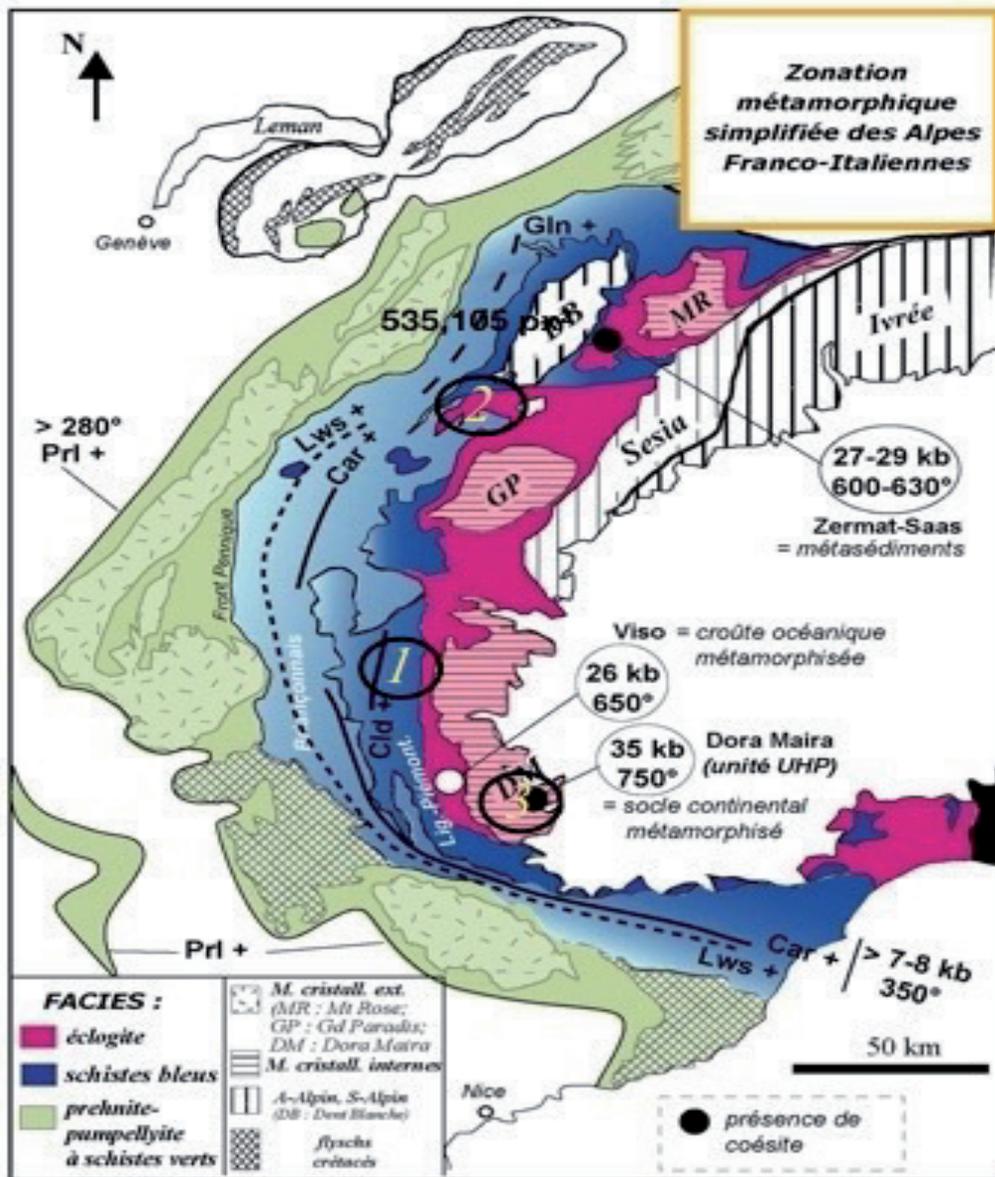


Figure 14 : Intensité du métamorphisme du Massif de l'Arize (à compléter avec le TP)

Figure 15 : Notion de gradient métamorphique





Echantillon 1 :

Le pyroxène = clinopyroxène appartenant aux omphacites dont la proportion de jadéite sup à 50% a été analysée à la microsonde



Échantillon 2 :

Val d'Aoste
Baguettes d'omphacite verte et grenat rouge plurimillimétriques. S'ajoute aux grenat et omphacite, de la phengite en quantité variable (non visibles sur la photo ci-dessous).

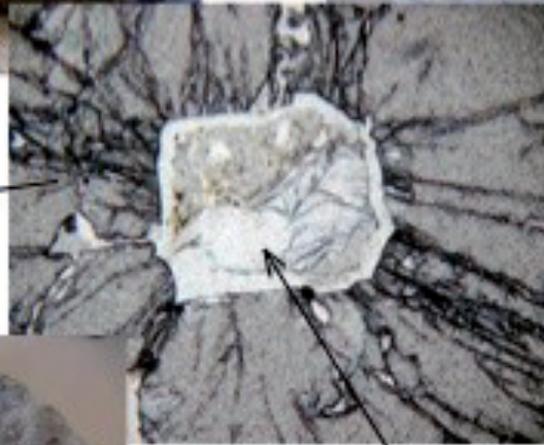
Figure 16 :

Échantillon 3 :
Dora-Maira

Grenats géants de la nappe de Dora-Maira. Présence au niveau de cet affleurement de cristaux d'une forme de HP du quartz, la coésite, témoins d'un enfouissement avant un retour en surface



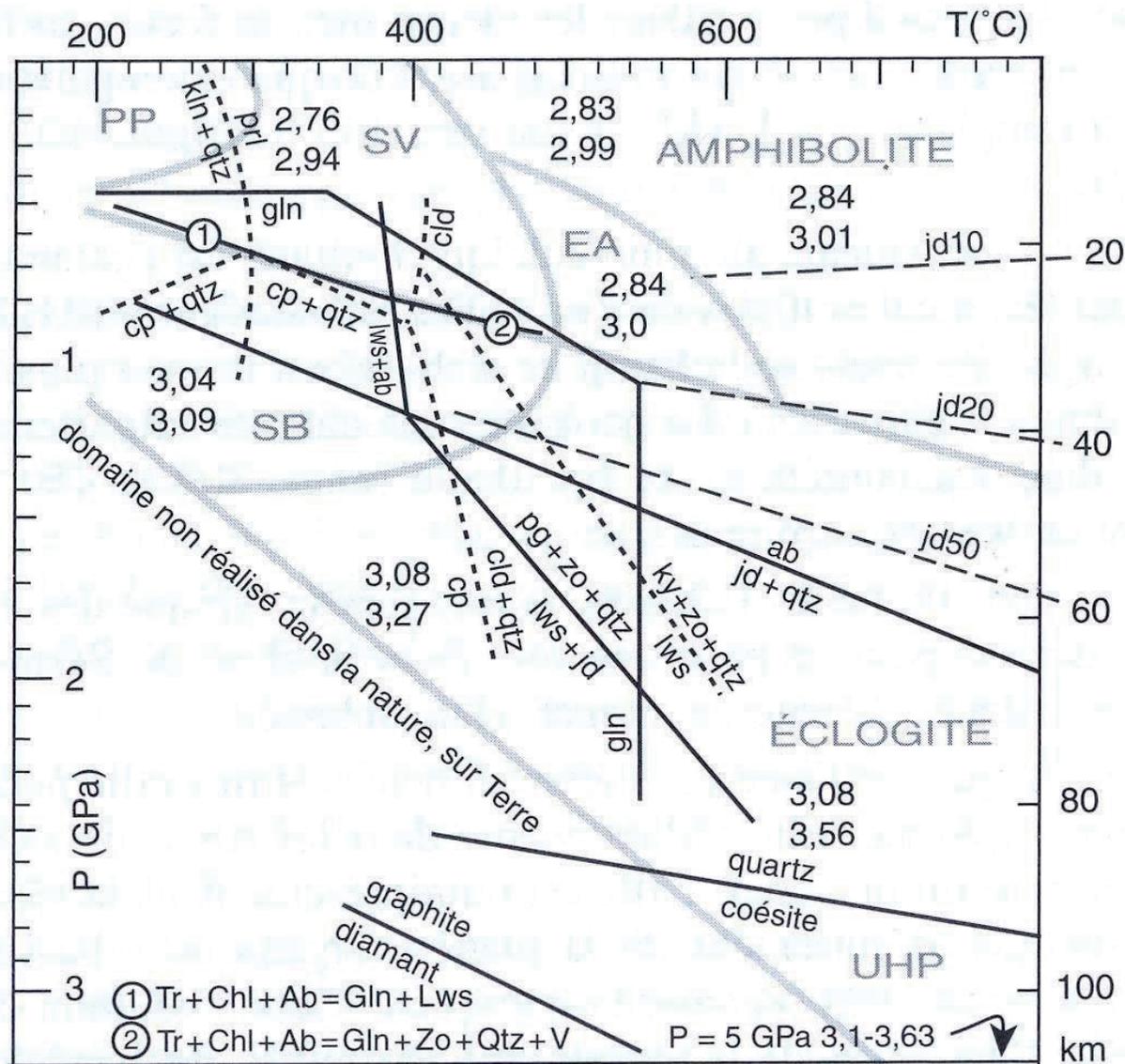
Micas blanc : phengite



Quartz à cœur de coésite

Grenat





Grille pétrogénétique des roches basiques (traits pleins) et acides (traits pointillé)

Figure 17 : les trois types de métamorphisme et place du métamorphisme en relation avec le géotherme.

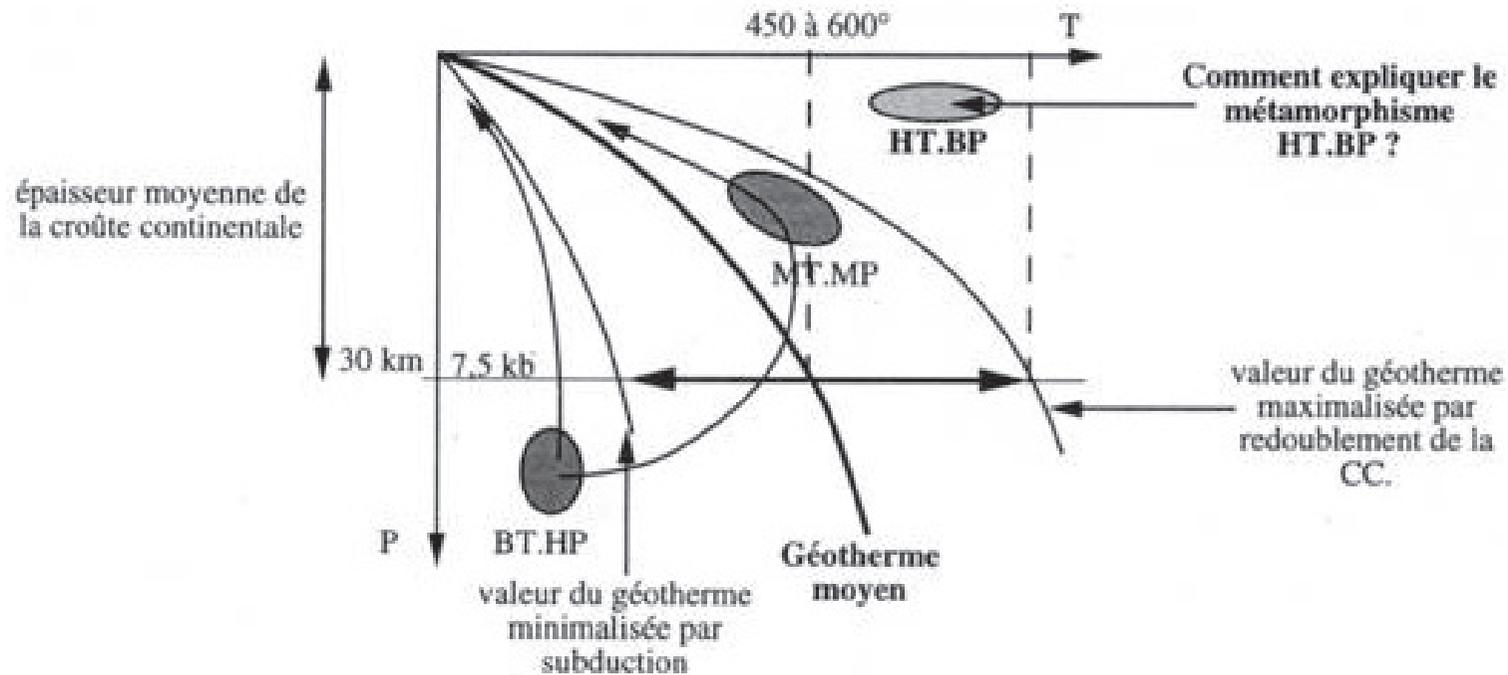
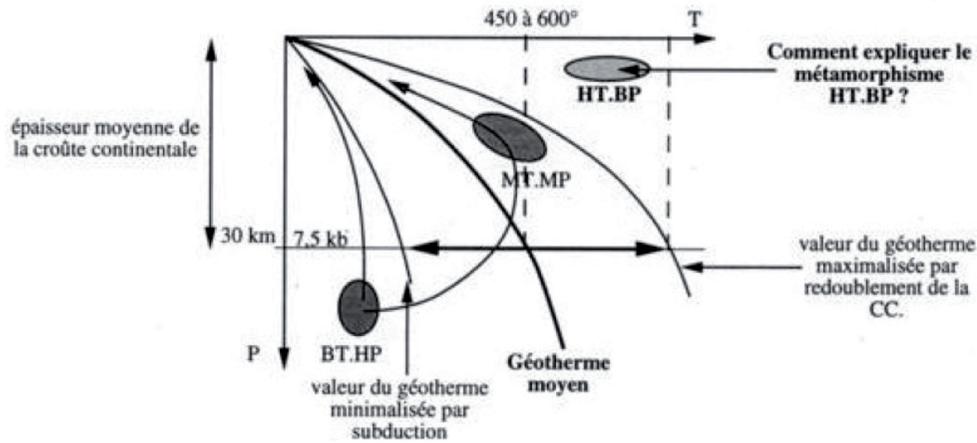
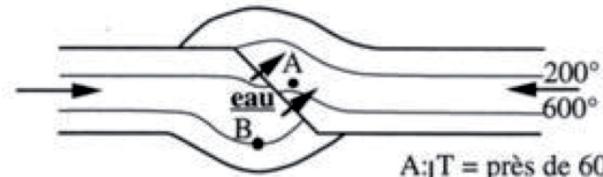


Figure 18 : Caractéristiques du gradient métamorphique HP-BP et son contexte géodynamique

Figure 19 : Caractéristiques du gradient métamorphique MP-MT et son contexte géodynamique



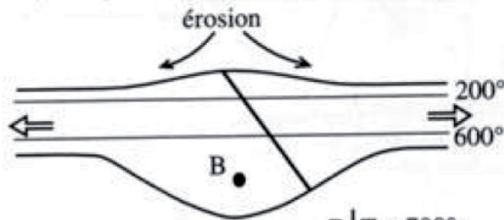
1^{er} temps : Collision : déshydratation de la CC inf.



A: T = près de 600°
P = de 5 à 10 kb

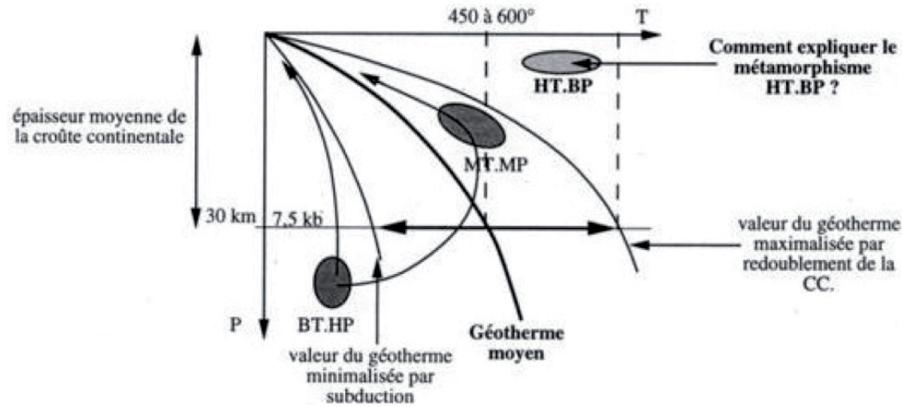
B: T = 600°
P = 13,5 kb (50 km):
métam. faciès éclogite

2^e temps : Détente post-collisionnelle : P diminue
rééquilibrage thermique plus rapide que l'érosion et le rééquilibrage isostatique

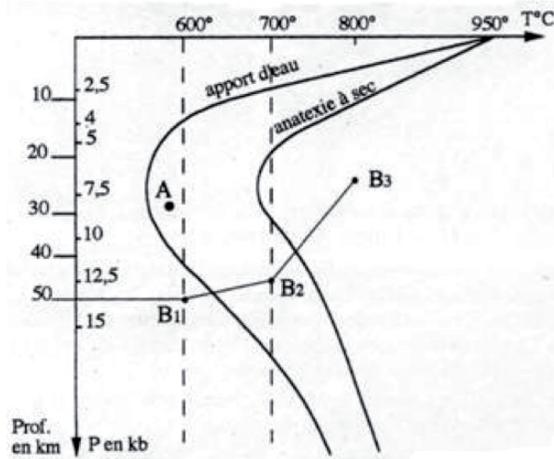
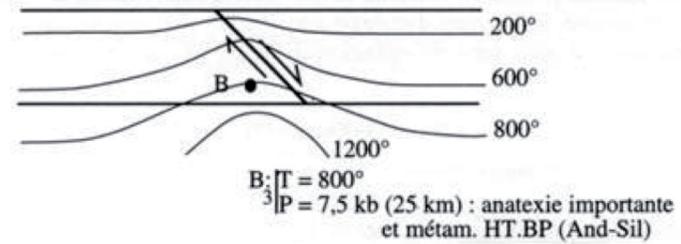


B: T = 700°
P = 12,5 kb (45 km): anatexie faible
car CC déshydratée
métam. MT.MP (disthène)

Figure 20 : Caractéristiques du gradient métamorphique BP-HT et contextes géodynamiques



3^e temps : Rééquilibrage isostatique : remontée des isothermes : métamorphisme HT-BP



Franciscain

HP-BT

Subduction

Barrovien

MP-MT

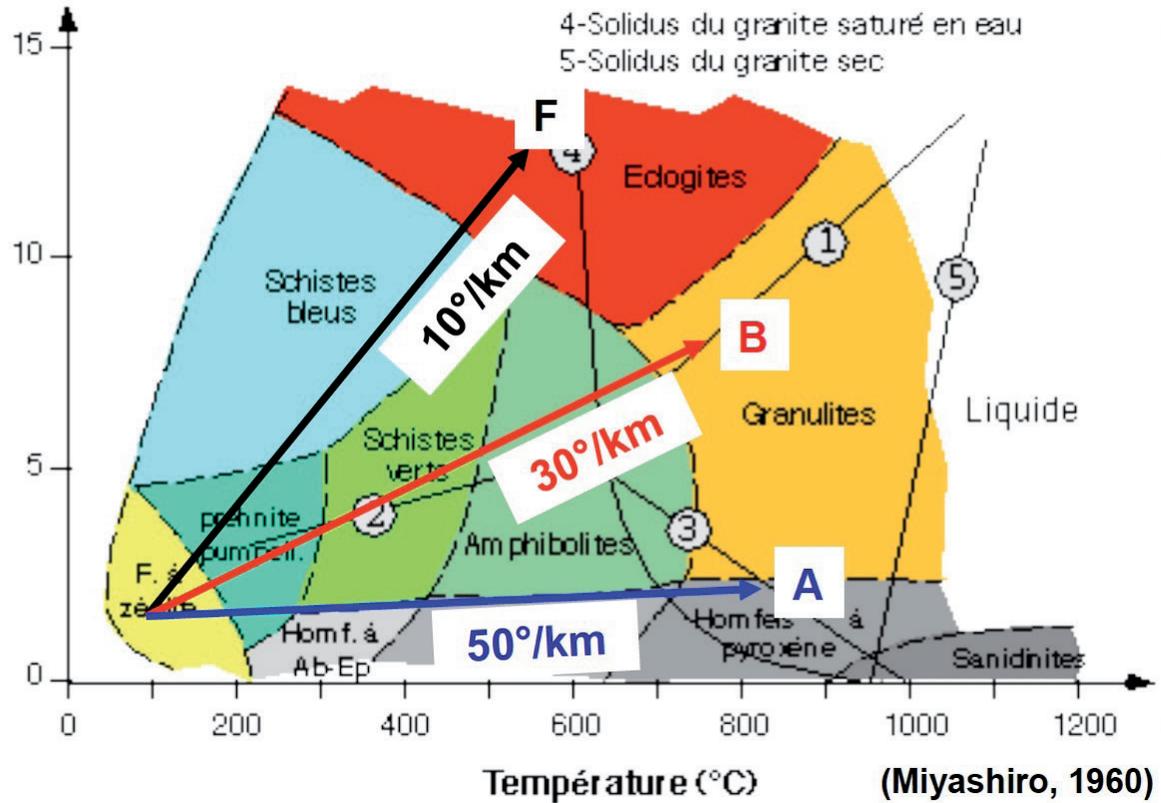
Chaîne orogénique

Abukuma

BP-HT

Dorsale/Intrusion

Pression (kbar)



The background of the slide is a photograph of a rock face. On the left side, there is a prominent, irregular white vein of mineral deposits, possibly calcification or a specific type of metamorphic rock. The rest of the rock surface is a mix of light brown and tan colors, showing various textures and fractures. The overall appearance is that of a natural geological formation.

**LE METAMORPHISME PEUT CONDUIRE A
L'ANATEXIE CRUSTALE**

**Comment savoir si les conditions ont été réunies ?
quels sont les marqueurs de l'anatexie ?**

Figure 22 : cliché d'une migmatite



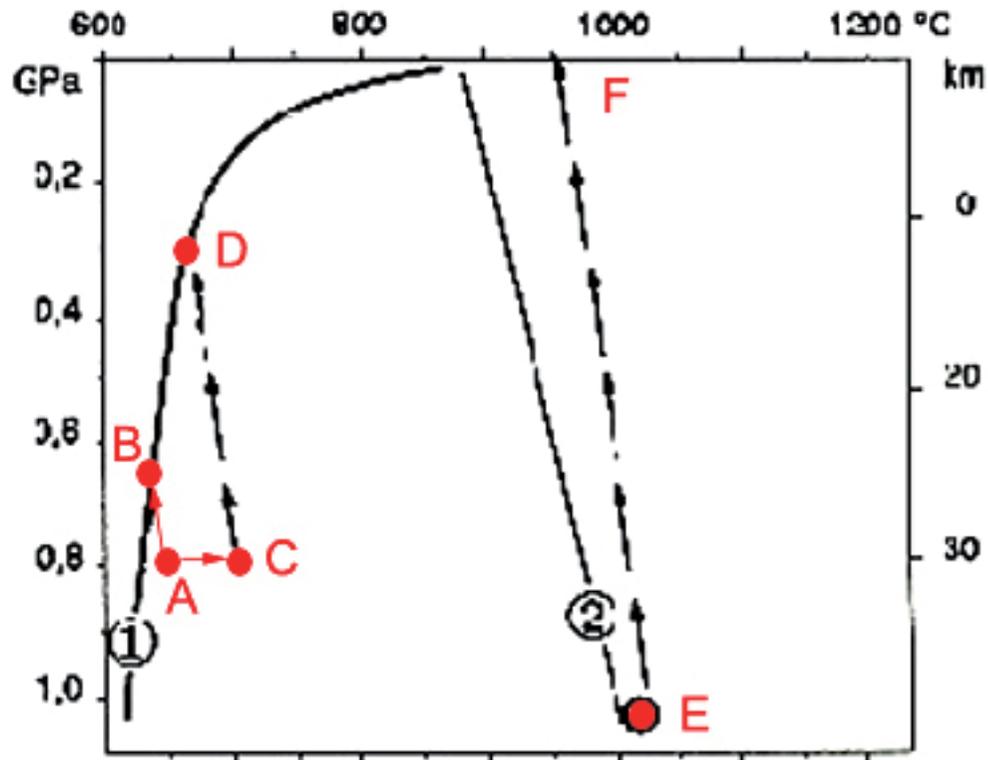
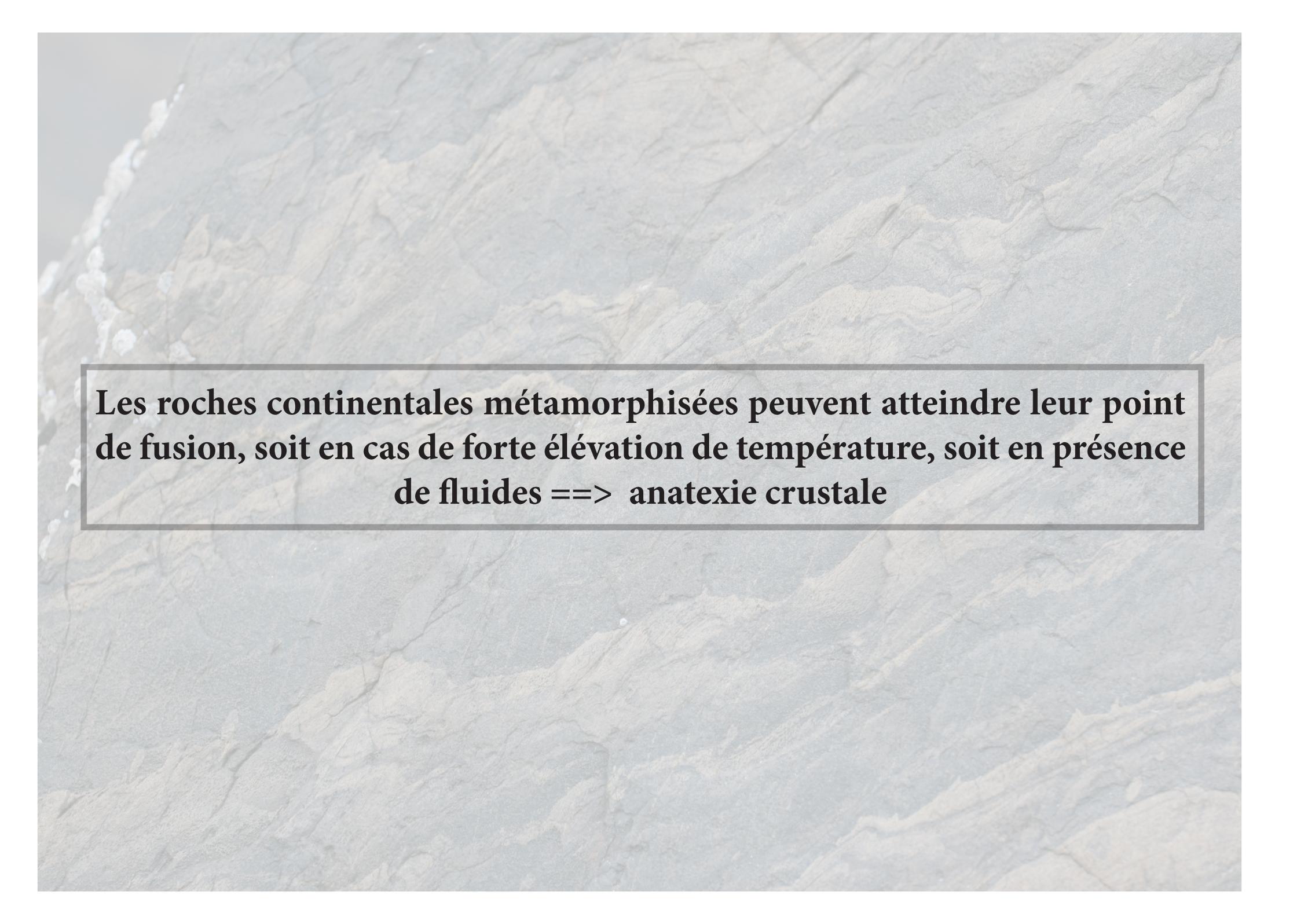


Figure 23 : Que deviennent ces magmas ?

Un magma granitique d'anatexie crustale (A) rencontre très rapidement les conditions de solidification en (B) sur la courbe du solidus en présence d'eau et forme donc un massif de migmatites ou d'anatexites en profondeur.

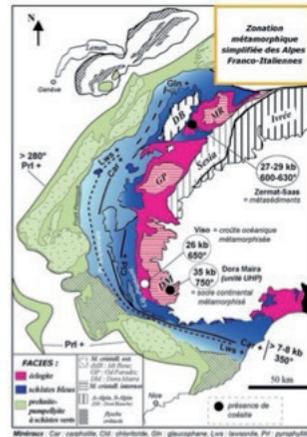
S'il y a une surchauffe (C) dans un contexte tectonique de collision, sa migration peut se poursuivre vers la surface et donner naissance à un massif granitique à bords circonscrits ou pluton, en (D), intrusif dans les roches qu'il traverse.

Pour donner des roches extrusives (épanchements de rhyolites en surface en (F)), le magma (E) issu de la fusion d'une croûte continentale anhydre (solidus 2) doit être très chaud donc d'origine infra-crustale.

The background of the slide is a photograph of a geological rock face. The rock shows distinct horizontal layering or bedding. The colors range from light tan to dark grey, with some darker, more crystalline areas. The texture appears rough and weathered. A semi-transparent grey rectangular box is centered on the image, containing text in a bold, black, serif font.

Les roches continentales métamorphisées peuvent atteindre leur point de fusion, soit en cas de forte élévation de température, soit en présence de fluides ==> anatexie crustale

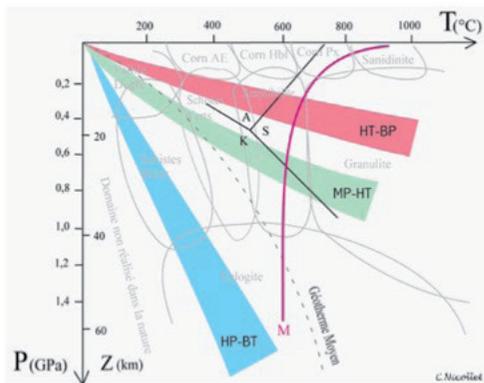
Métamorphisme à l'échelle régionale



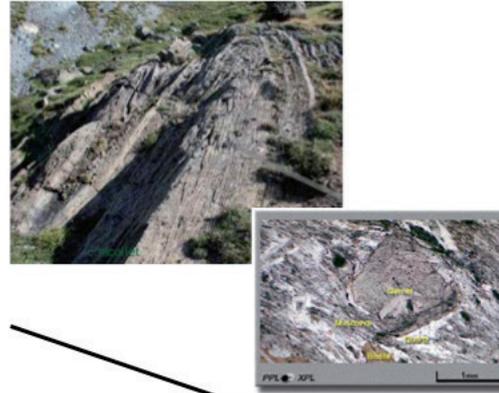
La distribution spatiale des roches permet d'identifier des séries métamorphiques

Les séries métamorphiques, indicatrices d'un gradient géothermique

Suivi d'une série métamorphique

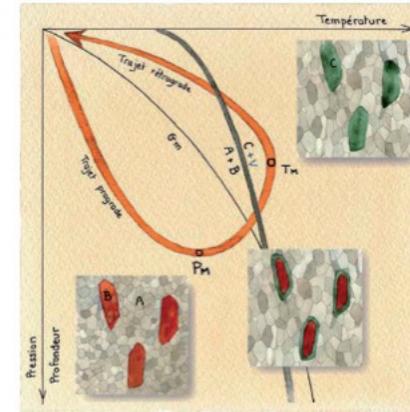


Structure des roches métamorphique



Suivi d'un échantillon

Les roches enregistrent le trajet P T t



Le chemin P T t : une jauge de profondeur dans l'Histoire tectonique d'une unité crustale

L'anatexis : la limite entre le magmatisme et le métamorphisme

