

LCTE.2U.11 Métamorphisme et Magmatisme : processus pétrologiques, géochimie et géochronologie et géodynamique

Travaux Pratiques Métamorphisme (A. Tarantola 02.2012)

à partir d'un exercice préparé par P. Barbey, A. Cheilletz, G. Libourel et K. Devineau (ENSG)

Le METAMORPHISME HT-BP dans les PYRENEES

Introduction

Ce travail a pour but de mettre en pratique les concepts exposés dans le cours sur la pétrologie métamorphique (P. Barbey). A partir de l'étude d'une série métamorphique des Pyrénées Centrales (nappe de Gavarnie, anticlinal de Frédançon), les notions de paragenèse, relation paragenèse/schistosité, métamorphisme régional/de contact, grilles pétrogénétiques, protolithes, réactions métamorphiques, isogrades, ... seront abordées.

Ce travail d'observation et d'interprétation se déroule sur 3 séances de TP de 2h. A l'issue de ces séances, il vous sera demandé de rendre un rapport en binôme présentant vos observations pétrologiques (échantillons macro- et microscopiques), vos interprétations ainsi que vos conclusions synthétiques.

La série métamorphique à étudier est constituée d'un ensemble de 4 roches (P10.5, P10.6, P10.3 et P10.11) et 5 lames minces (P10.5, Py04.06, P10.6, P10.3 et P10.11). Il est recommandé de faire des observations sur plusieurs lames minces d'un même échantillon.

Les 3 séances vont se dérouler comme suit. Du travail personnel en dehors des heures de TP sera nécessaire. Voyez pour la gestion de la clé avec Liliane Roussel.

Séance 1. Prise de contact avec les échantillons de roches et les lames minces

Echantillons macro : Quels minéraux observe-t-on à l'œil nu ? Description des textures (schistosités, foliations, structures isotropes/anisotropes, ...) ;

Echantillons lames minces : reconnaissance des minéraux, description de leur morphologie.

Séance 2. Textures et microstructures

Description et définition des paragenèses. Identification du protolithe ;

Relations minéraux / épisodes de déformation ;

Interprétation des structures macroscopiques.

Séance 3. Histoire régionale (Pyrénées) et locale (anticlinal de Frédançon), histoire métamorphique

Lecture du schéma structural de la région à partir de la carte géologique de Vielle-Aure (1/50000) ;

Reconnaissance des isogrades sur carte et sur échantillons ;

Position des échantillons étudiés dans le schéma structural.

Reconnaissance des faciès métamorphiques ;

Utilisation de grilles pétrogénétiques ;

Analyse géochimique ;

Reconstitution des chemins *PT* de nos échantillons ;

Identification des réactions métamorphiques ;

Interprétation générale.

Consignes générales pour le rapport final :

1. Le rapport pourra être écrit à la main ou dactylographié en incluant les originaux de vos dessins. Attention à l'orthographe et à la mise en forme de votre document. Une attention particulière sera portée sur la cohérence entre les observations et les interprétations de vos résultats.

2. Faire des **fiches échantillons** présentant :

- ⇒ Les dessins (avec échelle) et légendes des observations macroscopiques et microscopiques restituant au mieux la texture de la roche étudiée ;
- ⇒ La minéralogie détaillée et, si possible, une estimation des proportions modales des phases principales ;
- ⇒ Les différentes paragenèses observées dans l'échantillon, ainsi que les observations pétrologiques et structurales remarquables de la lame ou de l'échantillon (détail des réactions, isogrades, schistosité, foliation, ...) ;
- ⇒ Une interprétation succincte en termes de degré de métamorphisme.

3. Faire une **fiche de synthèse** avec :

- ⇒ Une présentation courte mais exhaustive du secteur étudié (schéma structural commenté) ;
- ⇒ Une discussion sur la nature du protolithe et le faciès métamorphique de la série étudiée avec ses caractéristiques propres (isogrades, paragenèses remarquables, ...) ;
- ⇒ Un diagramme *P-T* montrant les parcours précis suivis par les roches et de leurs paragenèses au cours du métamorphisme ;
- ⇒ Une discussion sur le contexte géodynamique responsable du métamorphisme ;
- ⇒ Une conclusion générale reflétant les points remarquables du type de métamorphisme étudié.

Comment dessiner les roches métamorphiques (cf cours P. Barbey 02.2012)

Pour la présentation de vos observations, quelques **règles de lisibilité** sont à suivre :

- ⇒ Toute observation doit comporter une **barre d'échelle** ;
- ⇒ Echelle : barre en **mm** ou **cm** (jamais de x10 ou x20 par exemple) ;
- ⇒ Les minéraux doivent être différenciés par des **traits d'épaisseur variable** en fonction de leur **relief** (trait plus épais pour les minéraux à fort relief : grenat par exemple) ;
- ⇒ Mettre des **couleurs** qui sont celles des minéraux (attention à ne pas confondre couleur et teinte de polarisation !) ;
- ⇒ Les dessins ne doivent pas être trop petits. Une **taille minimale** de 7x7 cm est recommandée (rectangulaire ou circulaire) ;
- ⇒ Ne jamais dessiner un minéral seul. Le minéral choisi doit être dessiné avec les **minéraux accompagnateurs** ;
- ⇒ Tout dessin doit avoir une **légende** et être **annoté** ;
- ⇒ **Pas d'appareil photo, pas de photocopie** ;
- ⇒ Utiliser de préférence un **critérium** (mine 0.5 mm).

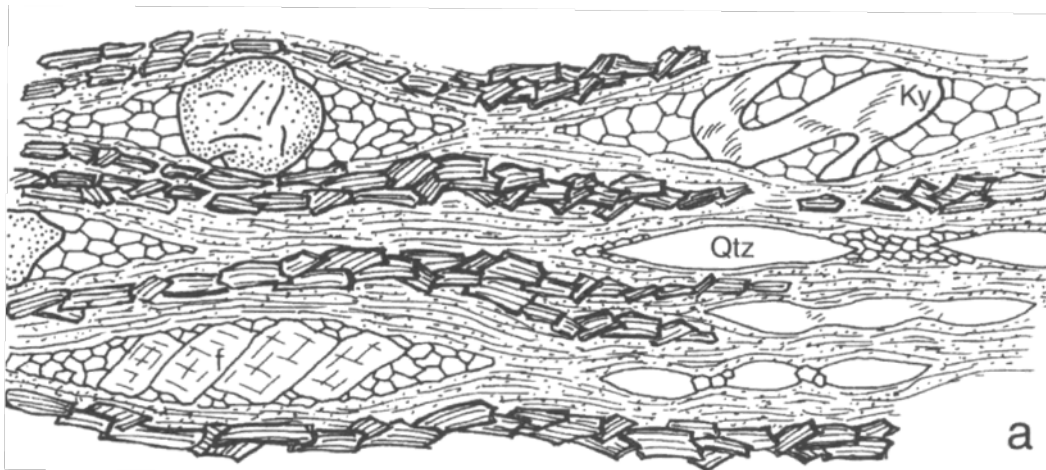


Figure 1. Minéraux antécinématiques (d'après Nicollet, 2010)

- Déformation des cristaux (Ky, Feld-K), fracturation, déformation ondulante ;
- Boudinage des amandes de Qz ;
- Ombres de pression avec recristallisation synclinématique.

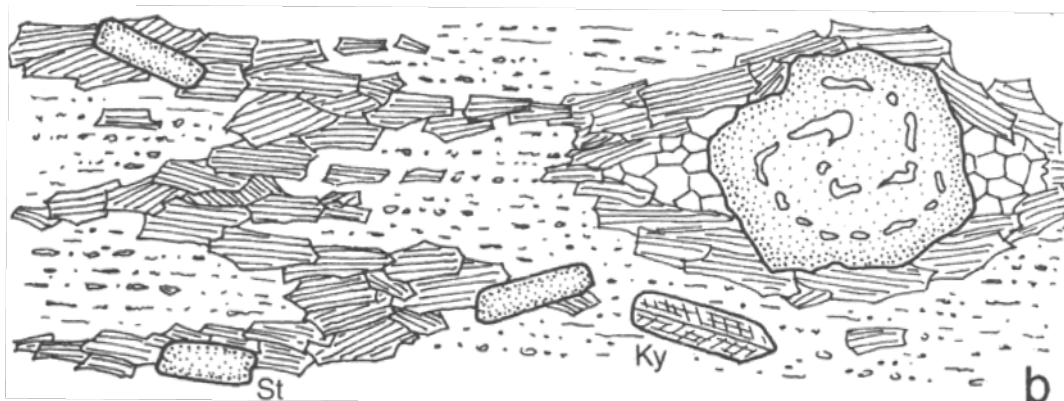


Figure 2. Minéraux syncinématiques (d'après Nicollet, 2010)

- Plans de clivage de biotite parallèles à la schistosité ;
- Contrôle par la schistosité de l'orientation de Ky et Std, sans ombre de pression ;
- Hélicité du grenat (inclusions dans le cristal).

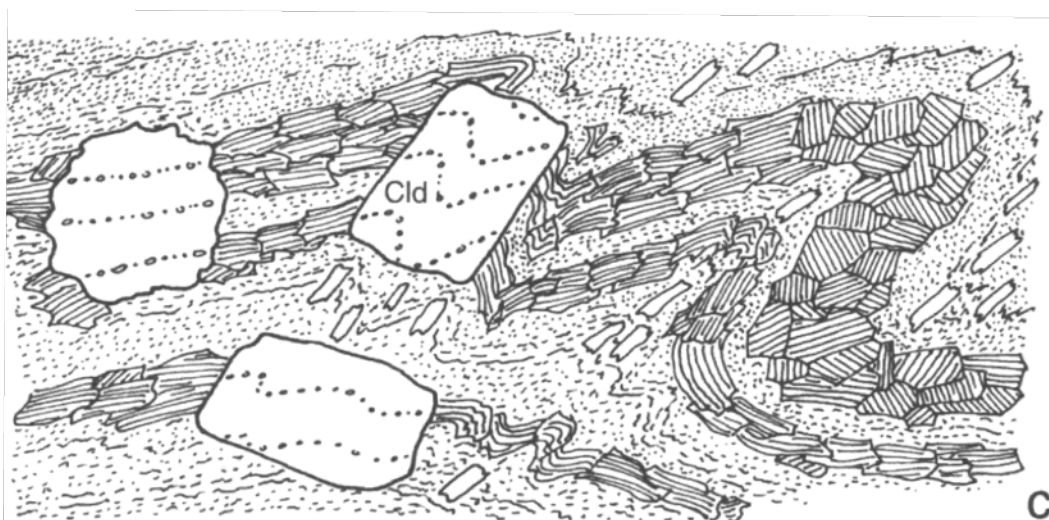
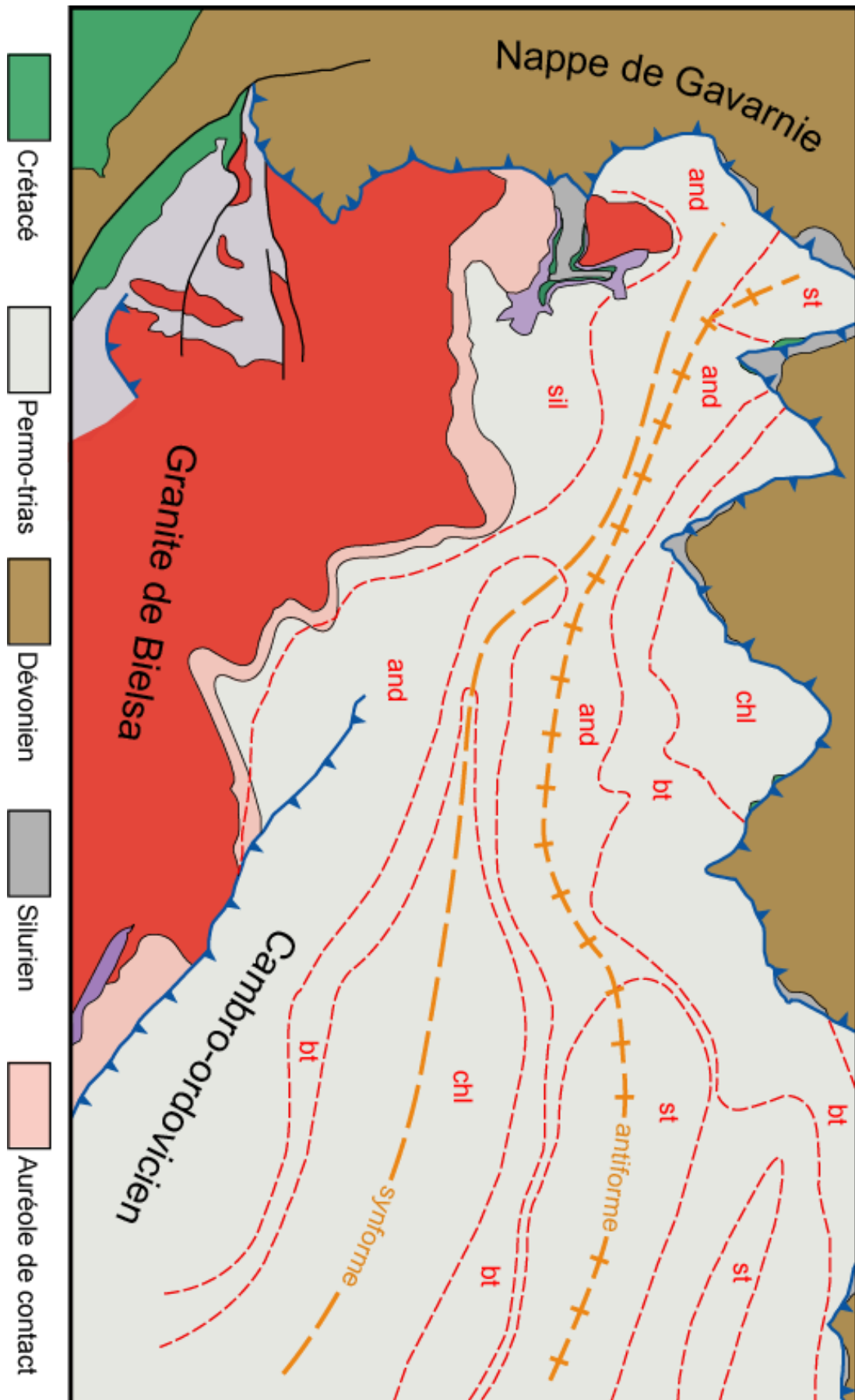


Figure 3. Minéraux postcinématiques (d'après Nicollet, 2010)

- Superposition des nouveaux cristaux sur les structures antérieures ;
- Inclusions minérales dans les porphyroblastes de Cld matérialisent une schistosité interne qui fossilise la schistosité précoce de la roche



P. Barbey (2010)

Tableau 1. Résultats en %poids d'oxydes en éléments majeurs des roches analysées au CRPG.

Échantillon	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	PF	Tot
P-10-3	61,23	19,67	7,22	0,05	2,15	0,65	1,77	3,17	0,96	0,20	2,45	99,52
P-10-6	59,30	20,43	7,10	0,08	2,25	0,31	0,92	4,09	1,03	0,19	4,22	99,92
P-10-5	69,89	14,18	6,24	0,04	1,53	0,42	0,70	3,38	1,02	0,11	2,61	100,12
P-10-11	63,57	17,79	7,50	0,04	2,56	0,22	0,74	3,70	0,89	0,14	2,89	100,04

PF : Perte au feu.

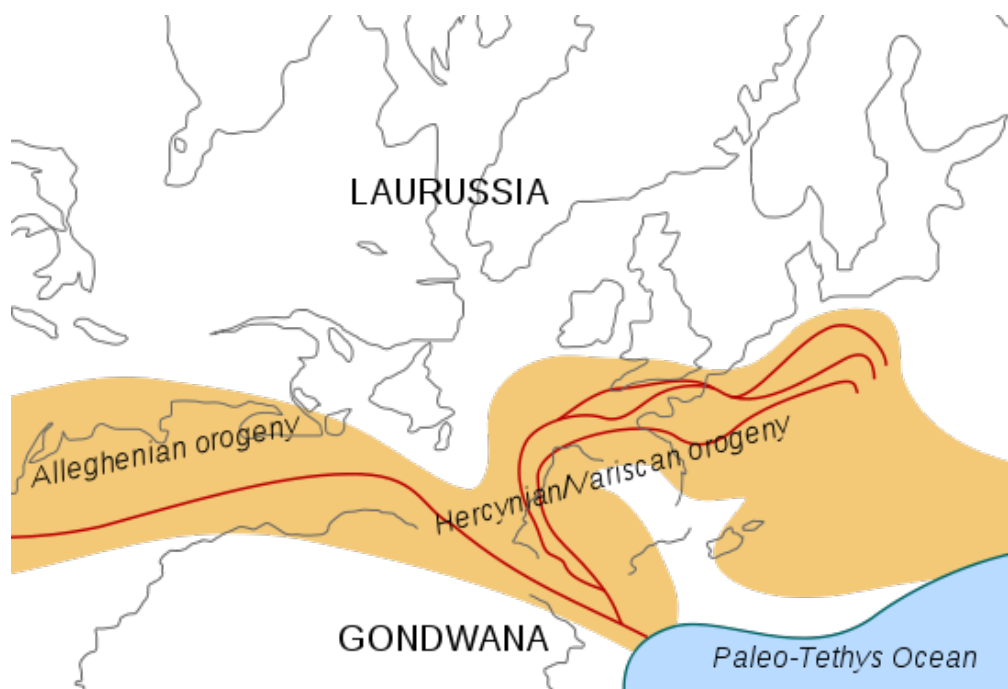


Figure 4. La chaîne hercynienne.

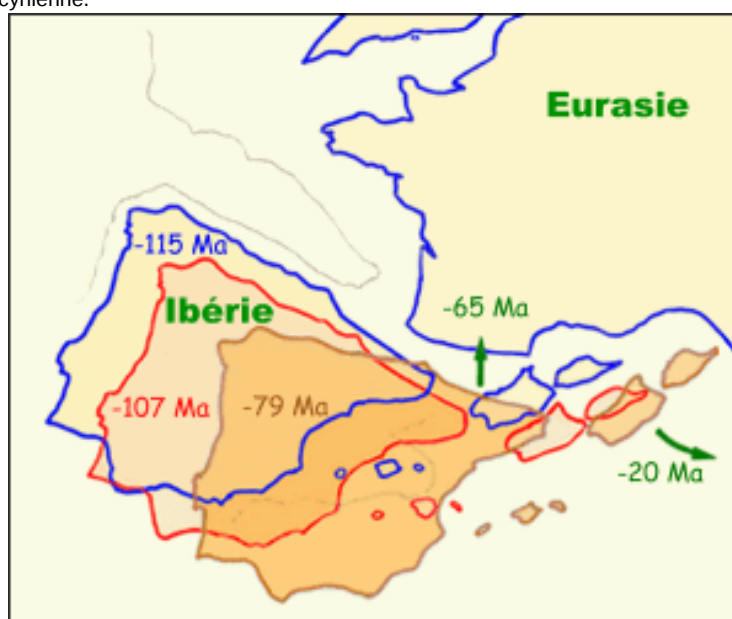


Figure 5. Rotation de l'Ibérie durant le Mésozoïque-Cénozoïque.

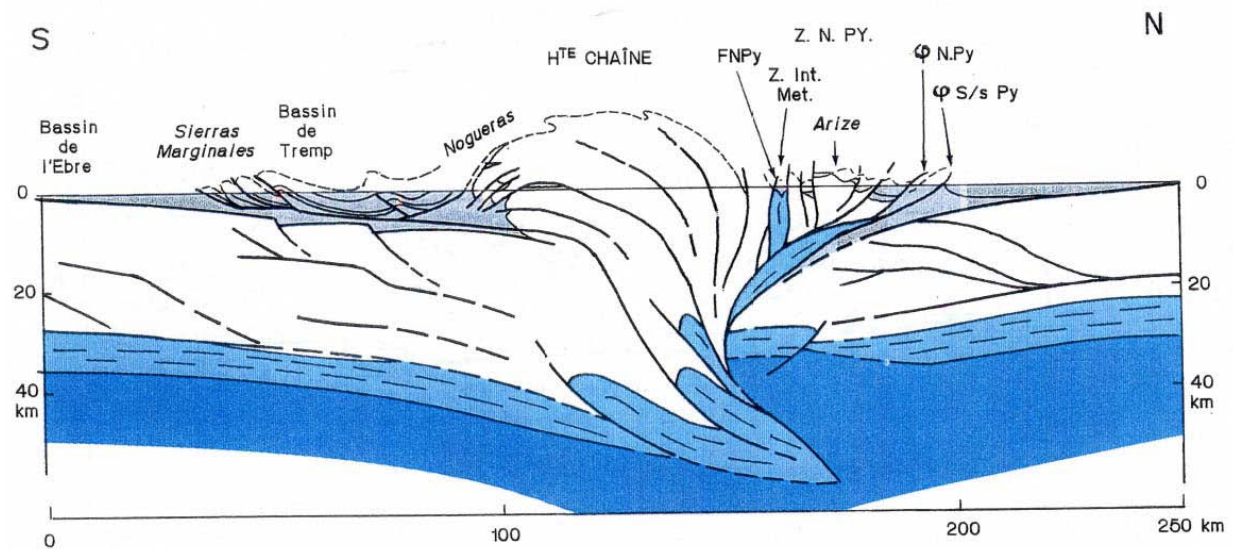


Figure 6. Coupe interprétée des Pyrénées (segment navarro-languedocien) à l'échelle de la croûte (Roure et Choukroune, 1992).

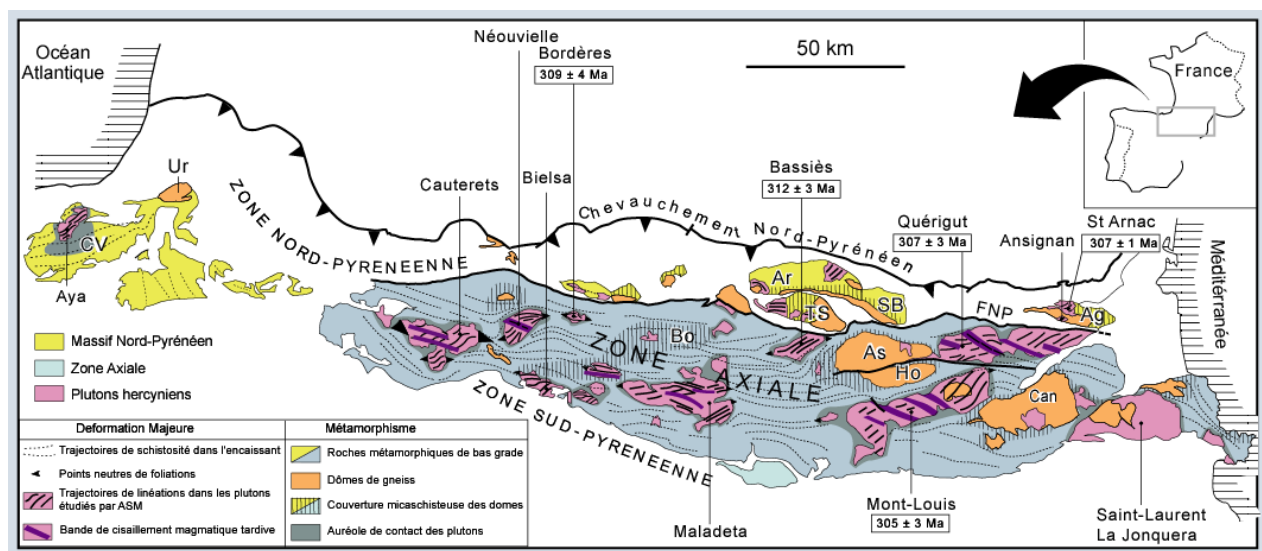
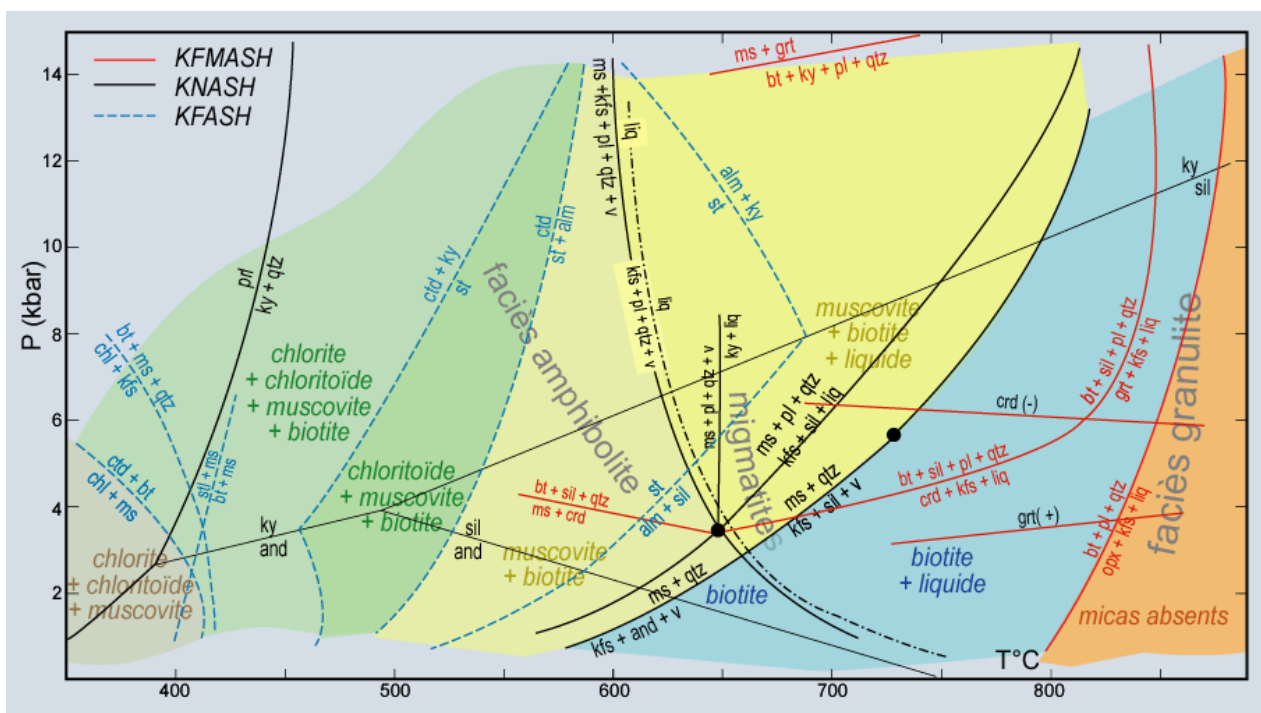
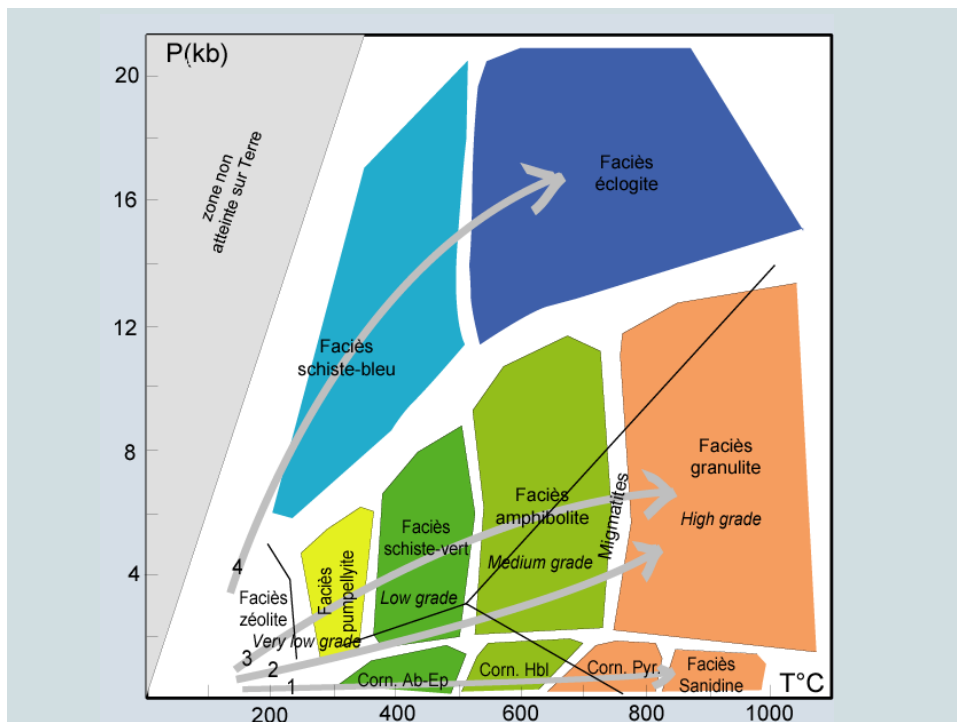
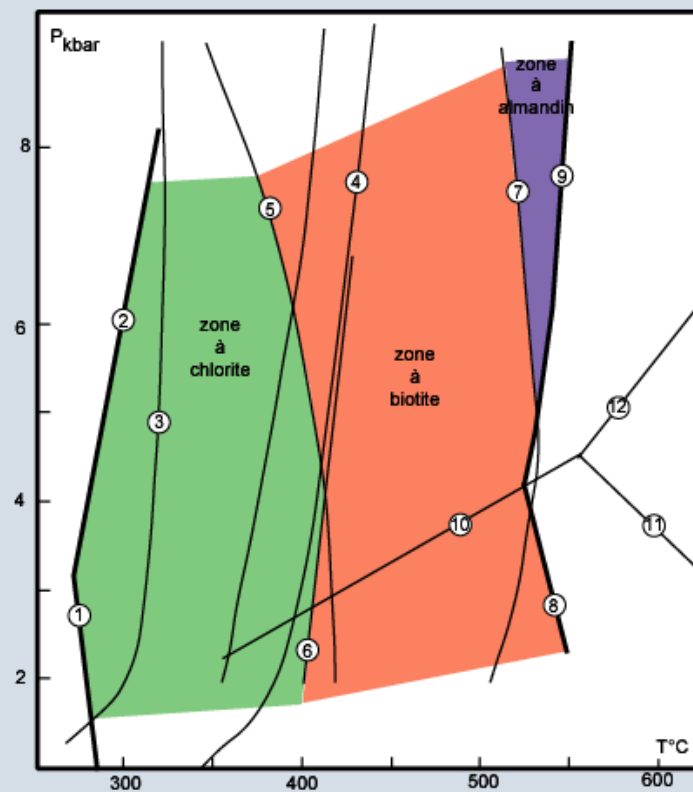


Figure 7. Les principales zones géologiques des Pyrénées (Denele et al., 2009).

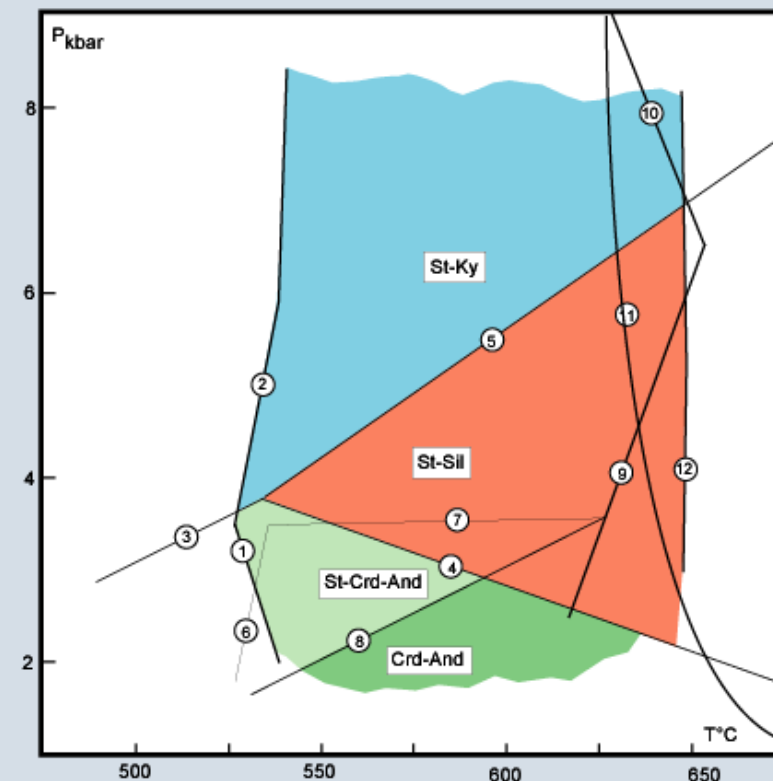


FACIES SCHISTE-VERT



- 1- $5\text{Prh} + \text{Chl} + 2\text{Qtz} = 4\text{Zo} + \text{Tr} + 6\text{H}_2\text{O}$
- 2- $25\text{Pump} + 2\text{Chl} + 29\text{Qtz} = 7\text{Tr} + 43\text{Zo} + 67\text{H}_2\text{O}$
- 3- $\text{Kln} + 2\text{Qtz} = \text{Prl} + \text{H}_2\text{O}$
- 4- $\text{Prl} = \text{Ky} + 3\text{Qtz} + \text{H}_2\text{O}$
- 5- $3\text{Chl} + 8\text{Kfs} = 5\text{Ann} + 3\text{Ms} + 9\text{Qtz} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 6- $\text{Stl} + \text{Ms} = \text{Bt} + \text{Ms}$
- 7- $\text{Ms} + 3\text{Chl} + 3\text{Qtz} = 4\text{Alm} + 1\text{Ann} + 12\text{H}_2\text{O}$
- 8- $8\text{Cld} + 10\text{And} = 2\text{St} + 3\text{Qtz} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 9- $8\text{Cld} + 10\text{Ky} = 2\text{St} + 3\text{Qtz} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 10- $\text{And} = \text{Ky}$
- 11- $\text{And} = \text{Sil}$
- 12- $\text{Sil} = \text{Ky}$

FACIES AMPHIBOLITE



- 1- $8\text{Cld} + 10\text{And} = 2\text{St} + 3\text{Qtz} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 2- $8\text{Cld} + 10\text{Ky} = 2\text{St} + 3\text{Qtz} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 3- $\text{And} = \text{Ky}$
- 4- $\text{And} = \text{Sil}$
- 5- $\text{Sil} = \text{Ky}$
- 6- $\text{Cld} + \text{Qtz} = \text{Crd}$
- 7- $\text{Crd} = \text{St} + \text{Alm} + \text{Qtz}$
- 8- $\text{Crd} + \text{And} = \text{St} + \text{Qtz} + \text{Mt}$
- 9- $\text{St} + \text{Qtz} = \text{Alm} + \text{Sil} + \text{H}_2\text{O}$
- 10- $\text{St} + \text{Qtz} = \text{Alm} + \text{Ky} + \text{H}_2\text{O}$
- 11- $\text{Ms} + \text{Kfs} + \text{Ab} + \text{Qtz} + \text{H}_2\text{O} = \text{Liq}$
- 12- $\text{Ms} + \text{Ab} + \text{Qtz} + \text{H}_2\text{O} = \text{Liq}$

LCTE.2U.11 Métamorphisme et Magmatisme : processus pétrologiques, géochimie et géochronologie et géodynamique

Travaux Pratiques Métamorphisme (A. Tarantola 02.2012)

à partir d'un exercice préparé par P. Barbey, A. Cheilletz, G. Libourel (ENSG) et M. Deschamps (UHP)

Le METAMORPHISME BT-HP dans les ALPES OCCIDENTALES

Introduction

Ce travail a pour but de mettre en pratique les concepts exposés dans le cours sur la pétrologie métamorphique et la répartition du métamorphisme dans les Alpes. A partir d'observations sur échantillons macroscopiques et microscopiques provenant du massif de la Vanoise, il conviendra de retracer une partie de l'histoire métamorphique de la région. Plusieurs paragenèses sont observables sur les roches présentées, il vous est demandé de retracer leur chronologie et de retracer le chemin *PT* suivi par les roches durant leur enfouissement dans la zone de subduction puis lors de leur exhumation.

Ce travail d'observation et d'interprétation se déroule sur 3 séances de TP de 2h. A l'issue de ces séances, il vous sera demandé de rendre un rapport en binôme présentant vos observations pétrologiques (échantillons macro- et microscopiques), vos interprétations ainsi que vos conclusions synthétiques.

La série métamorphique à étudier est constituée d'un ensemble de 4 roches avec les lames minces associées (P30, P31, P27 et P34). Il est recommandé de faire des observations sur plusieurs lames minces d'un même échantillon.

Les 3 séances vont se dérouler comme suit. Du travail personnel en dehors des heures de TP sera nécessaire. Voyez pour la gestion de la clé avec Liliane Roussel.

Séance 1. Prise de contact avec les échantillons de roches et les lames minces

Echantillons macro : Quels minéraux observe-t-on à l'œil nu ? Description des textures (schistosité, foliations, structures isotropes/anisotropes, ...) ;

Echantillons lames minces : reconnaissance des minéraux, description de leur morphologie.

Séance 2. Textures et microstructures

Description et définition des paragenèses. Identification du protolithe ;

Relations minéraux / épisodes de déformation ;

Interprétation des structures macroscopiques.

Séance 3. Histoire régionale (Alpes Occidentales), histoire métamorphique

Lecture de la carte du métamorphisme des Alpes ;

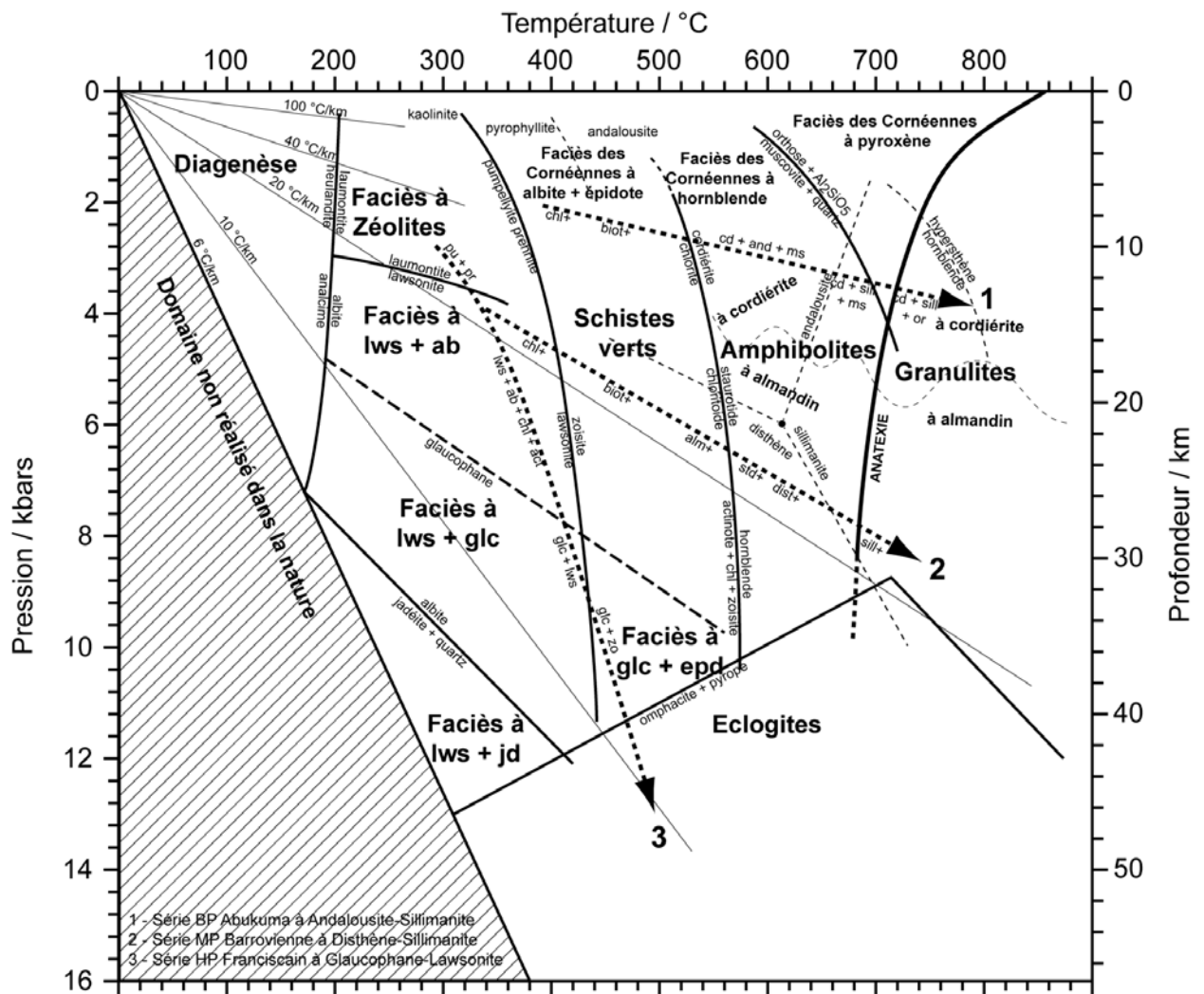
Identification des réactions métamorphiques ;

Utilisation de grilles pétrogénétiques ;

Analyse géochimique ;

Reconstitution des chemins *PT* de nos échantillons ;

Interprétation géodynamique.



Les différents faciès du métamorphisme (modifié d'après Winkler, 1970).