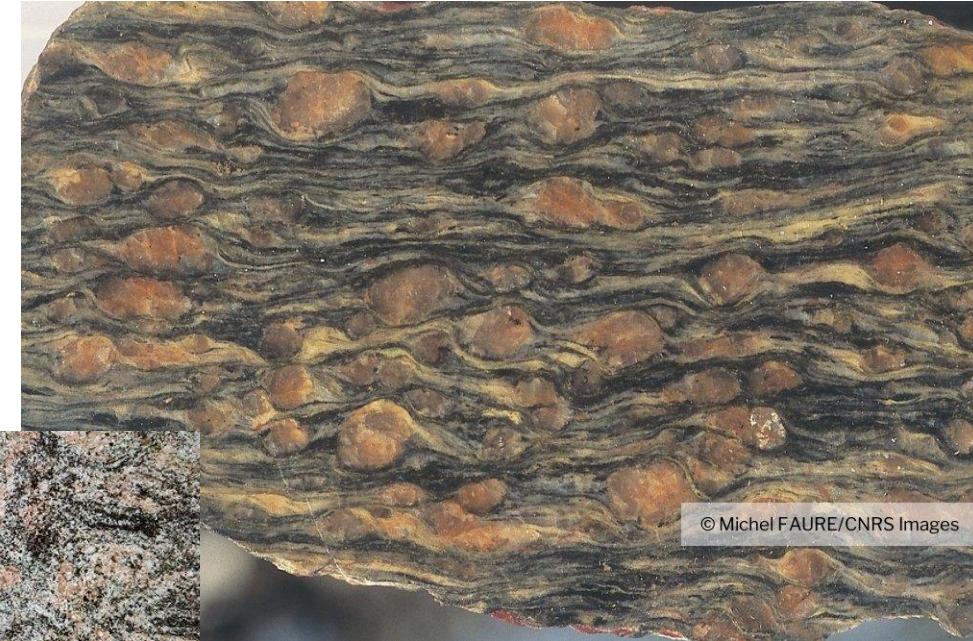


TP 4 – Les roches métamorphiques



© Michel FAURE/CNRS Images

Objectifs du TP

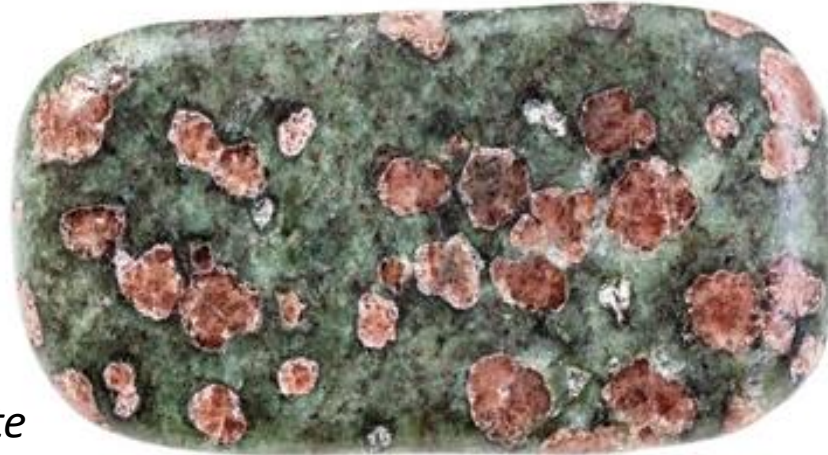
- Faire le lien entre les roches métamorphiques et leurs protolithes
- Faire le lien entre les minéraux du métamorphisme, les conditions P-T et les contextes géodynamiques

1. Rappels et définitions

Qu'est-ce que le métamorphisme ?



Basalte



Eclogite



Argilites



Gneiss

Métamorphisme :
Transformation d'**une roche à l'état solide** du fait de variations de température, de pression et/ou de chimie, avec **cristallisation de nouveau minéraux.**

1. Rappels et définitions

Quelques définitions

Paragénèse : assemblage de minéraux formés au cours d'un même épisode

- Paragénèse métamorphique
- Paragénèse initiale (pré-métamorphique)

Protolithe : Roche initiale ayant donné une roche métamorphique

Les limites du métamorphisme :

- Limite inférieure : la diagénèse (limite floue)
- Limite supérieure : fusion des roches

1. Rappels et définitions

Métamorphisme : Transformation d'une roche à l'état solide du fait de variations de **température**, de **pression** et/ou de **chimie**, avec cristallisation de nouveau minéraux et l'acquisition de textures et de structures particulières.

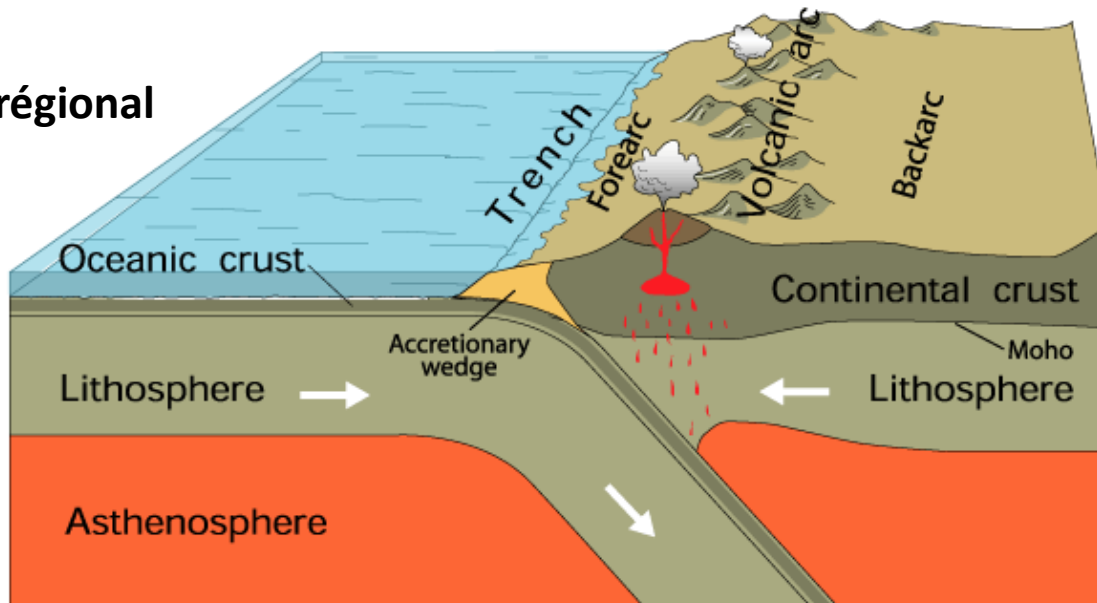
Les 3 paramètres principaux sont donc :

La température

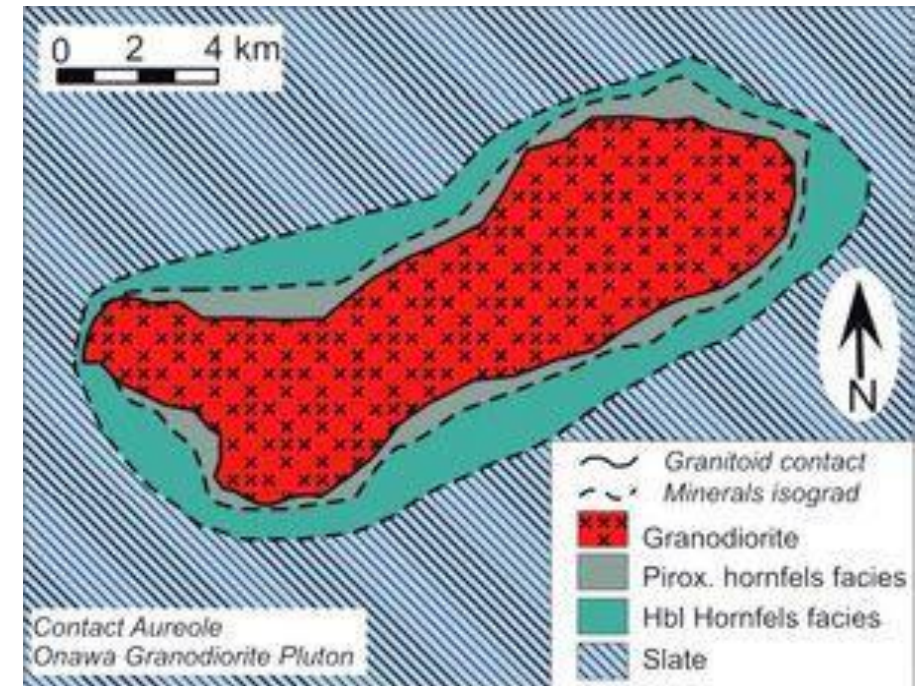
La pression

Les changements de composition chimique

Métamorphisme régional

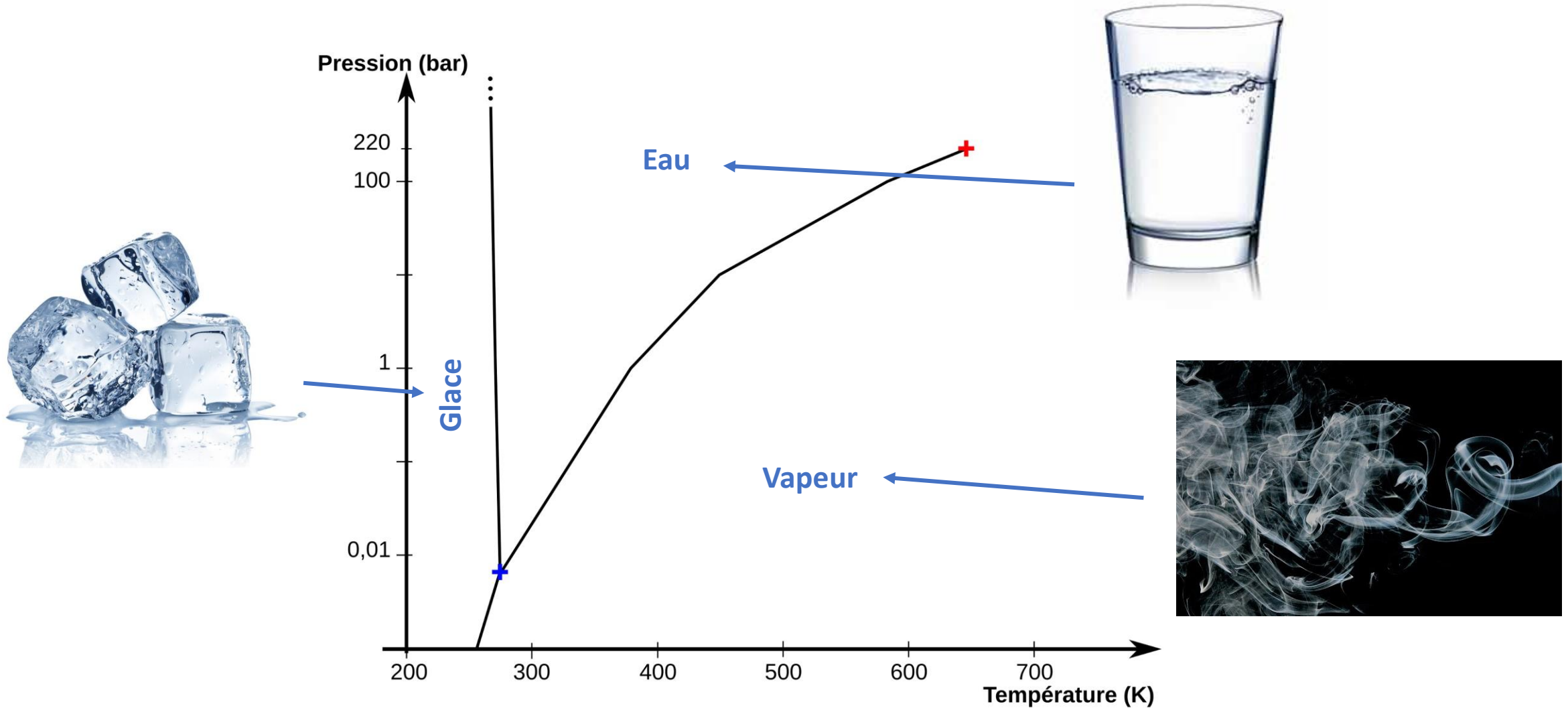


Métamorphisme de contact



1. Rappels et définitions

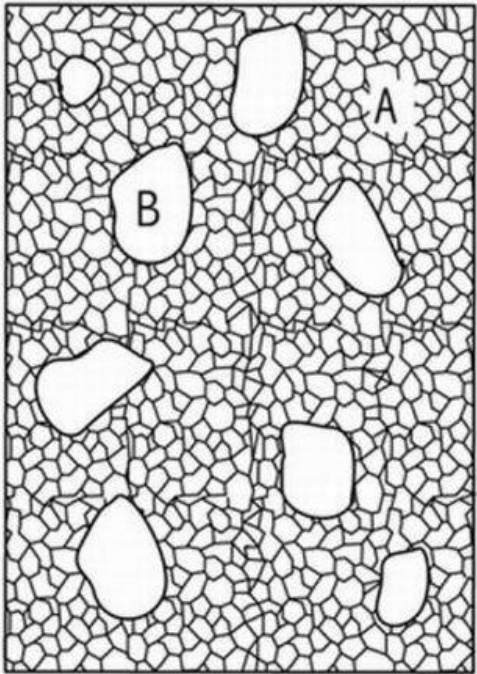
Les changements de température et de pression induisent des réactions métamorphiques.



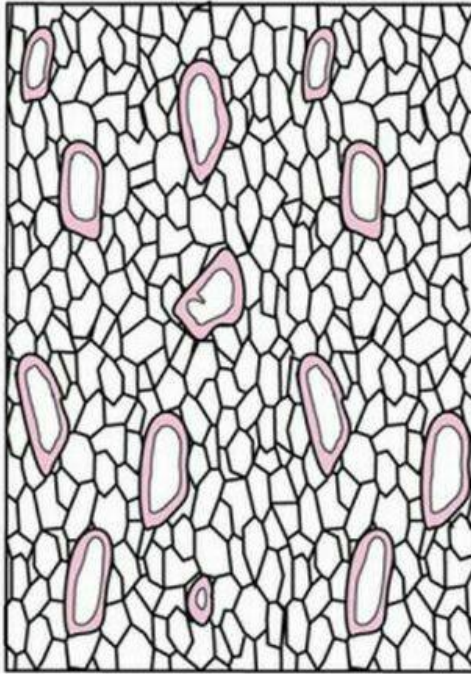
1. Rappels et définitions

Les changements de température et de pression induisent des réactions métamorphiques.

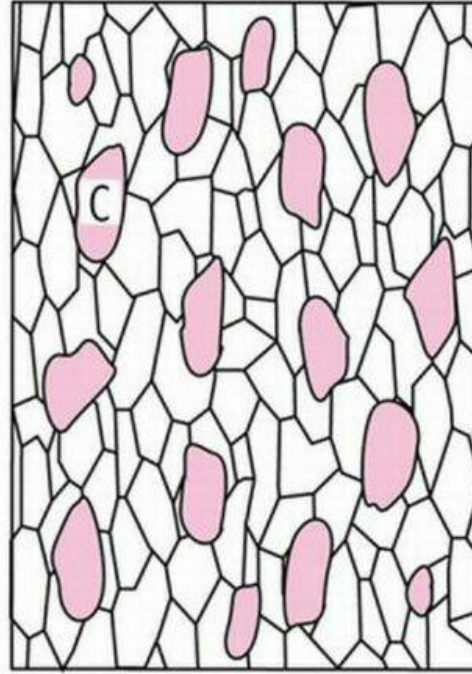
A P0-T0 la roche
contient les minéraux A+B



A P1-T1, la réaction
 $A+B=C$ intervient ...



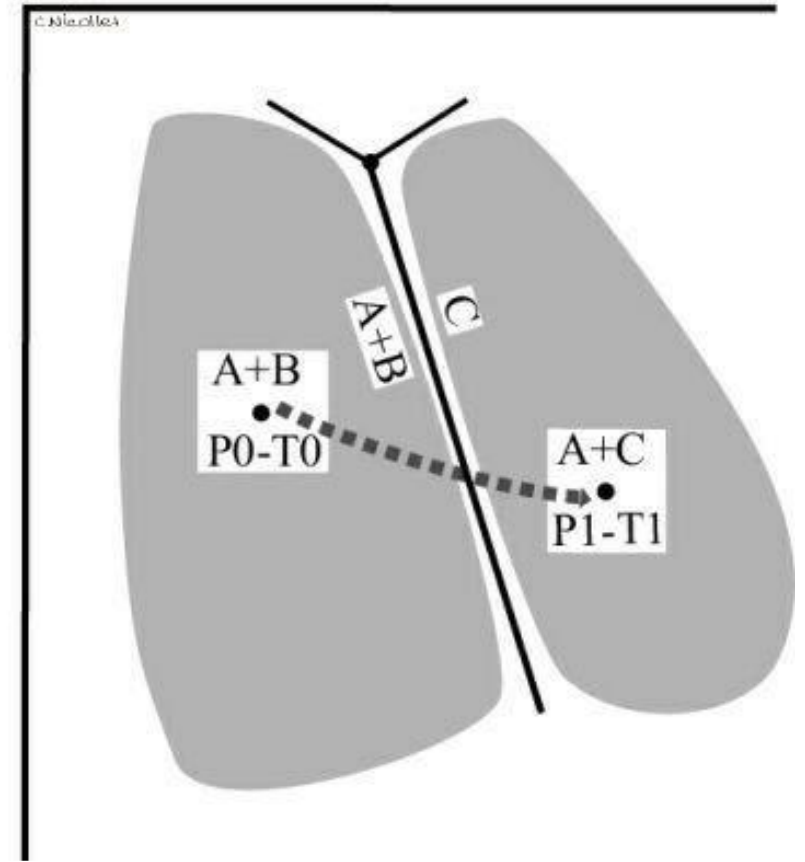
... jusqu'à disparition
de B.



c. Nicolle+

P

T

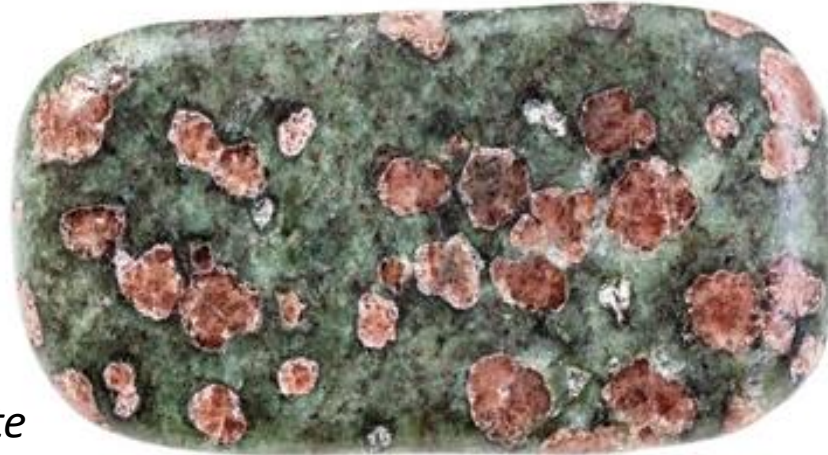


2. Relations entre roches métamorphiques et protolithes

Dans la majorité des cas, la composition chimique du système reste la même au cours du métamorphisme.



Basalte



Eclogite



Argilites



Gneiss

Donc on peut déduire la composition du protolithe à partir de la composition de la roche métamorphique.

2. Relations entre roches métamorphiques et protolithes

Dans la majorité des cas, la composition chimique du système reste la même au cours du métamorphisme.

Protolithes

Roche magmatique mafique
(riche en Mg, Fe et Ca)

Roche magmatique felsique
(riche en Si, Al, K et Na)

Roche détritique
(riche en Si, Al, K, ...)

Roche carbonatée
(riche en CaCO₃)



Roches métamorphiques

Roche métamorphique à minéraux ferro-magnésien
*(Grenat, **Pyroxène**, **Amphibole**, Epidote, ...)*

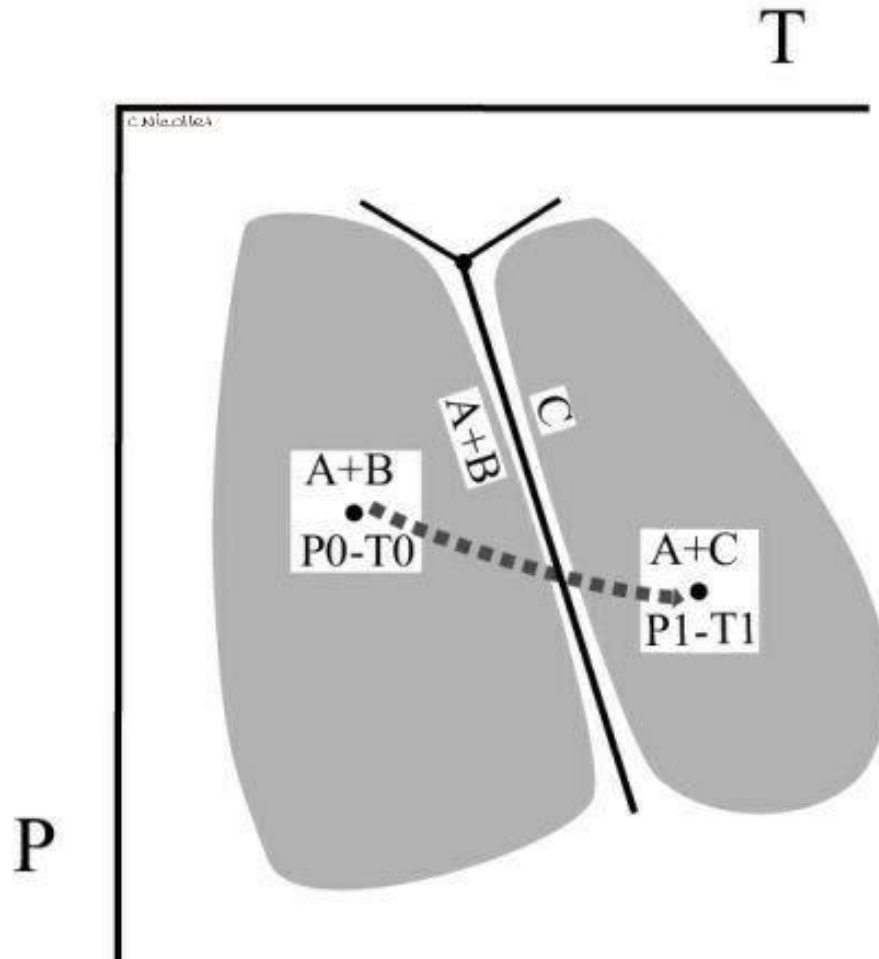
Roche métamorphique à minéraux siliceux
*(**Quartz**, Plagioclase, K-feldspath, ...)*

Roche métamorphique à minéraux siliceux
*(**Biotite**, **Muscovite**, Quartz, Silicates d'alumine, ...)*

Roche métamorphique à minéraux calcique
*(**Calcite**, Dolomie, Epidote, ...)*

3. Relations entre roches métamorphiques et conditions P-T

Puisque les roches recristallisent des nouveaux minéraux en fonction des conditions P-T, **on peut utiliser les minéraux présents dans les roches métamorphiques pour estimer les conditions de P-T.**

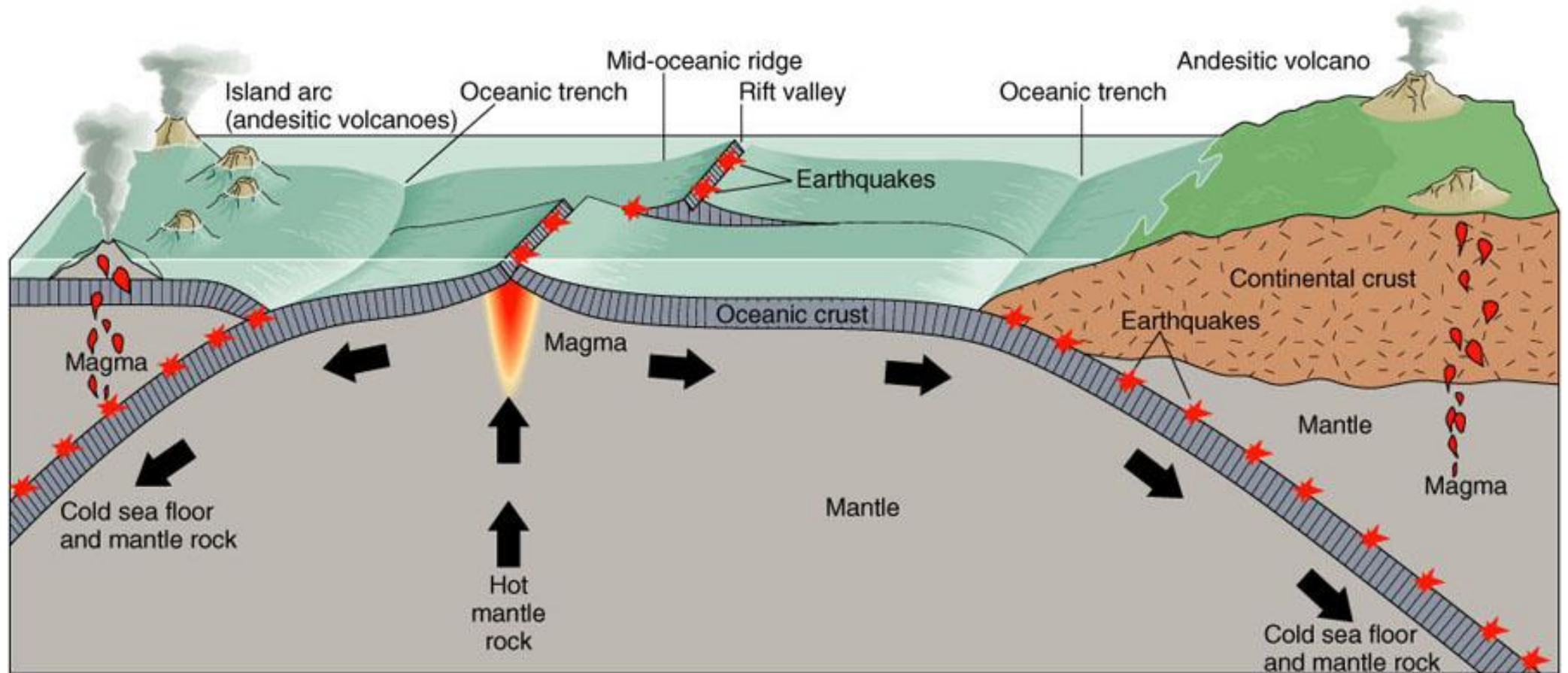


Pour le faire, on utilise principalement des **roches méta-mafiques ou méta-pélitiques** car elles contiennent une grande diversité minéralogique (bcp de minéraux métamorphiques différents).

3. Relations entre roches métamorphiques et conditions P-T

Les roches métamafiques

Elles sont principalement issues de la croûte océanique.

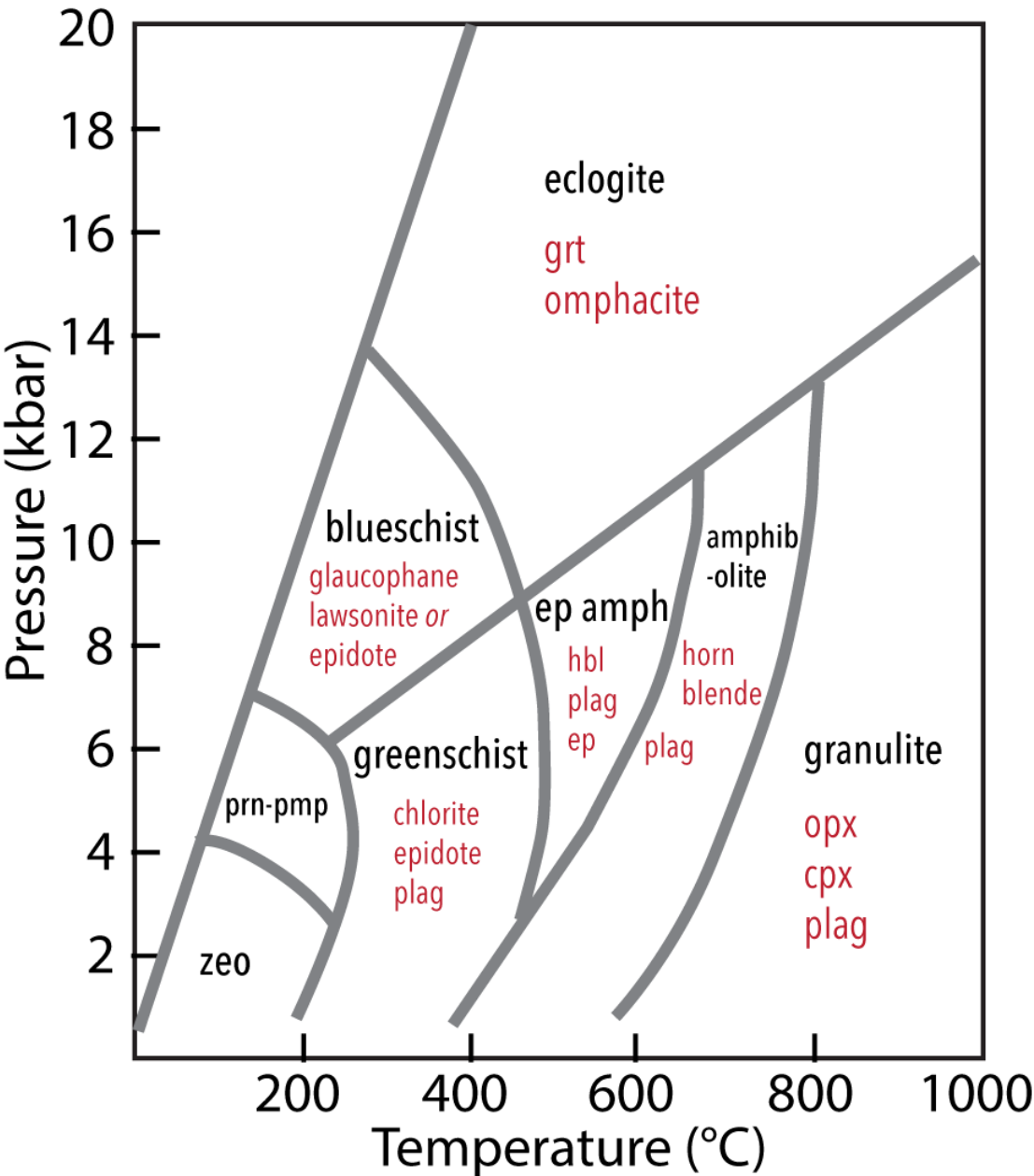


3. Relations entre roches métamorphiques et conditions P-T

Les roches métamafiques

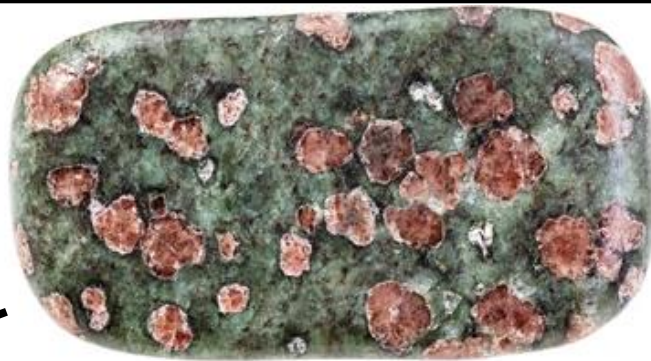
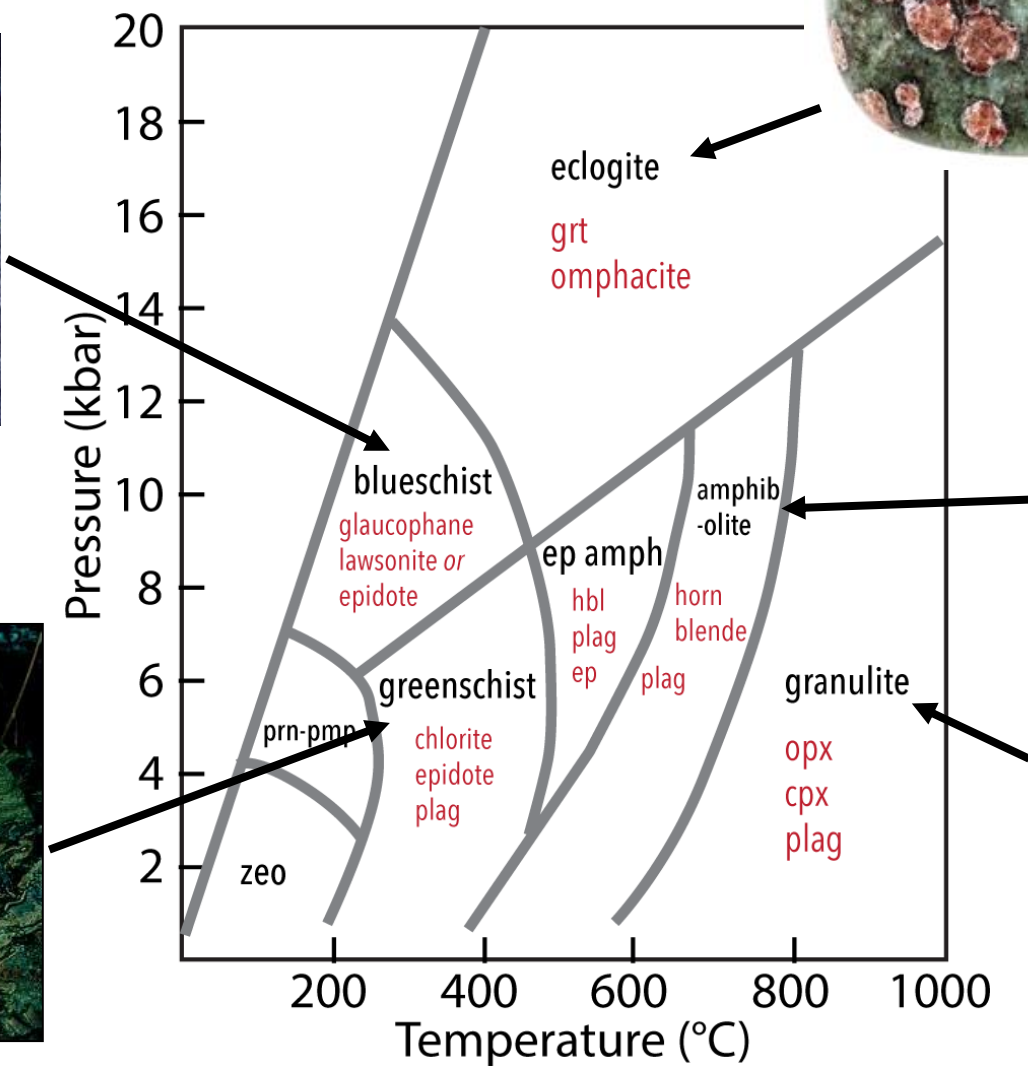
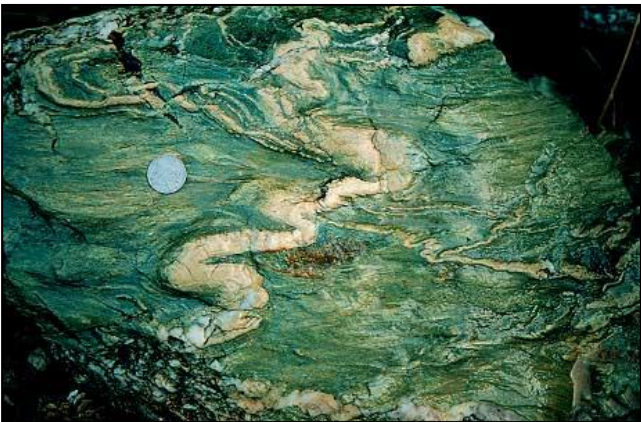
Elles définissent des '*faciès métamorphiques*'.

Facies	Defining mineral assemblage in meta-basaltic rocks
Zeolite	various zeolites
Prehnite-Pumpellyite	prehnite + pumpellyite
Greenschist	chlorite + epidote + plagioclase (Na) ± actinolite (Ca-Fe-Mg amphibole)
Epidote-Amphibolite	plagioclase (albite-oligoclase) + hornblende + epidote
Amphibolite	plagioclase (intermediate Na-Ca) + hornblende ± garnet
Granulite	opx + cpx + plagioclase (Ca) ± garnet ± hornblende
Blueschist	glauco-phane + lawsonite or epidote
Eclogite	omphacite (Na-Ca cpx) + garnet



3. Relations entre roches métamorphiques et conditions P-T

Les roches métamafiques



3. Relations entre roches métamorphiques et conditions P-T

Les roches métapélitiques

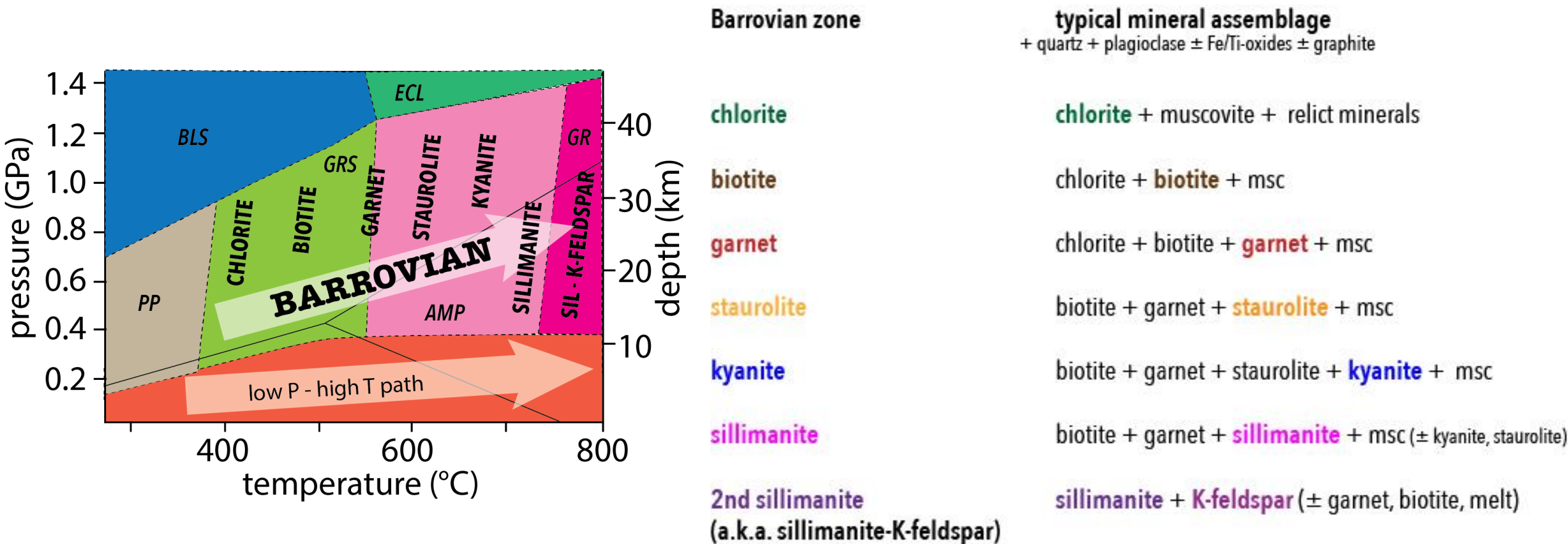
Elles proviennent de roches détritiques riches en argiles constituant généralement la croûte continentale.



3. Relations entre roches métamorphiques et conditions P-T

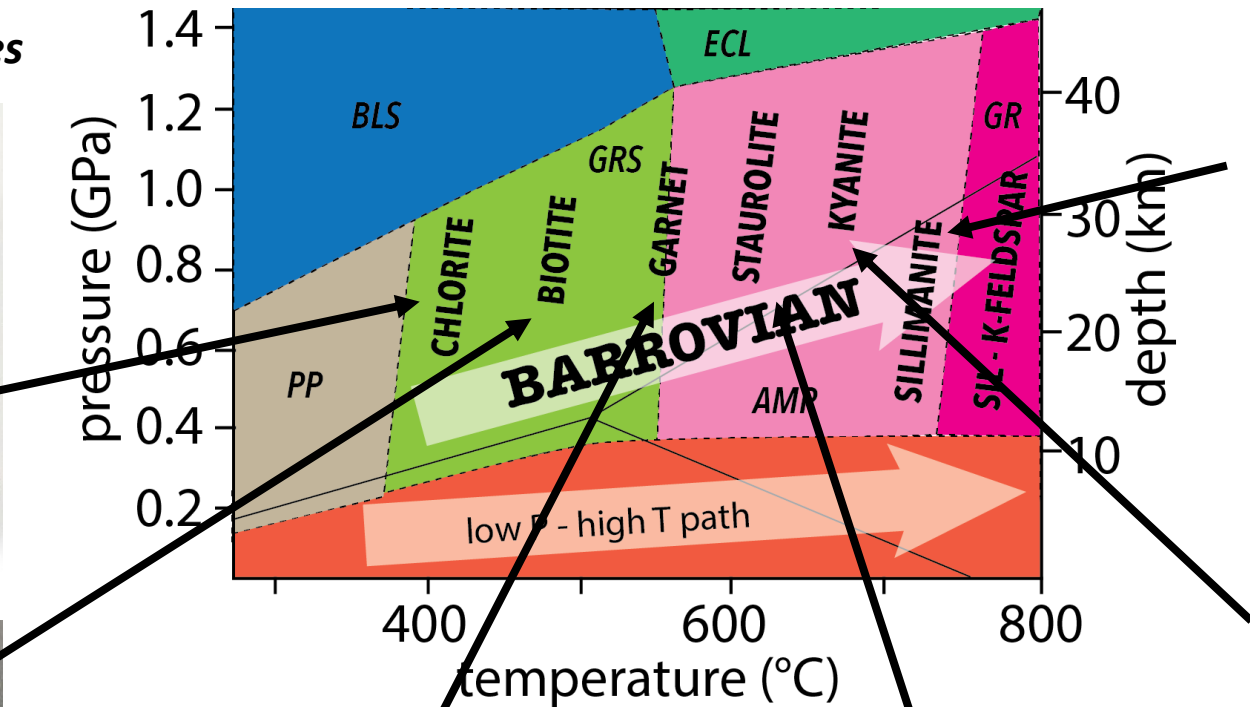
Les roches métapélitiques

Elles sont très sensibles à la température. A moyenne pression, elles définissent la séquence Barrovienne.



3. Relations entre roches métamorphiques et conditions P-T

Les roches métapélitiques



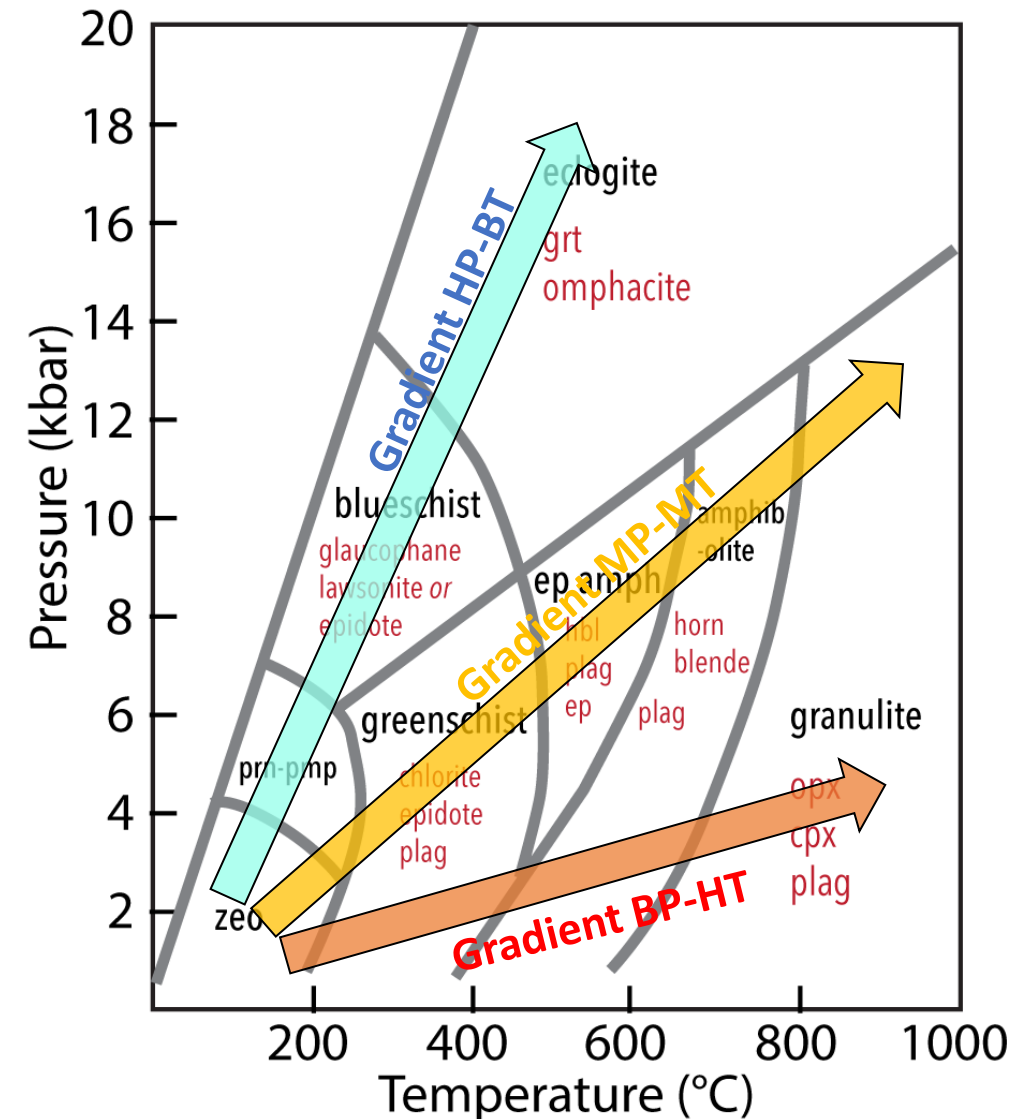
4. Relations entre les conditions métamorphiques et les contextes géodynamiques

Le métamorphisme est généralement induit par l'évolution des conditions de pression et de températures

Les trois gradients métamorphiques principaux

(Evolution de la température en fonction de la pression)

- Le gradient de Haute-Pression – Basse-Température (HP-BT)
- Le gradient de Moyenne-Pression – Moyenne-Température (MP-MT) ou gradient Barrovien
- Le gradient de Basse-Pression – Haute-Température (BP-HT)



4. Relations entre les conditions métamorphiques et les contextes géodynamiques

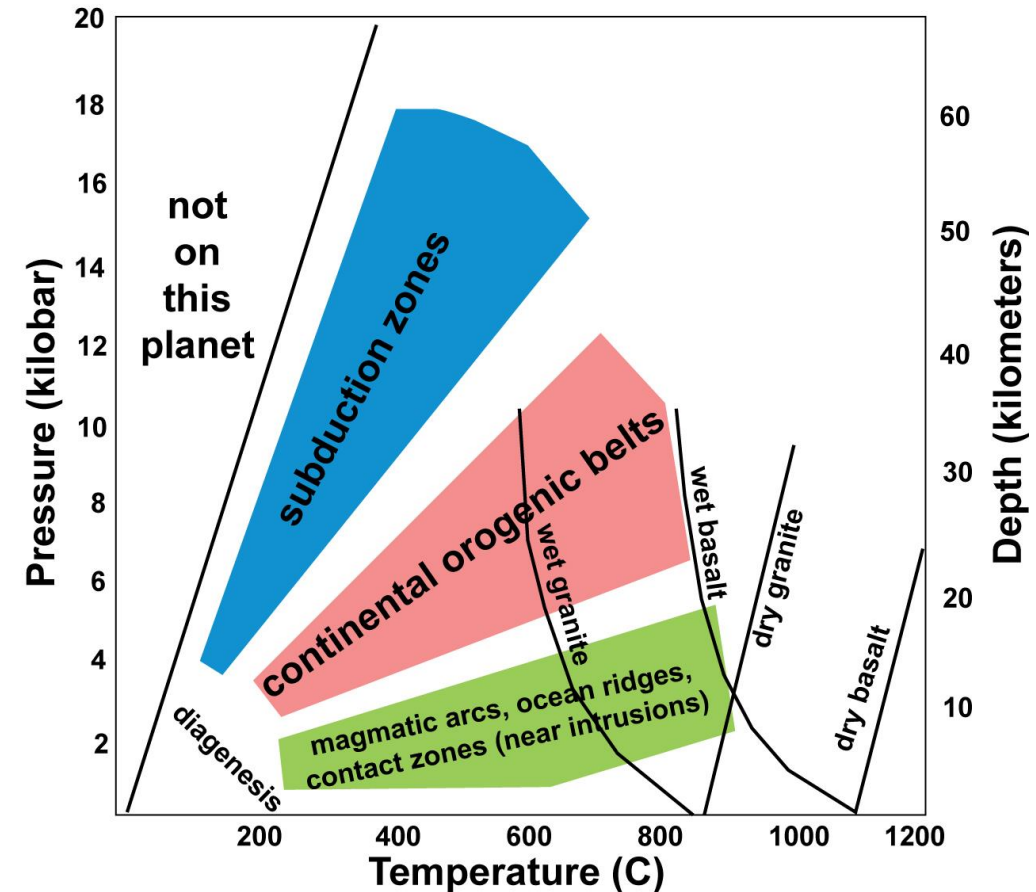
Le métamorphisme est généralement induit par **l'évolution des conditions de pression et de températures**

Les trois gradients métamorphiques principaux

(Evolution de la température en fonction de la pression)

- **Le gradient de Haute-Pression – Basse-Température (HP-BT)**
- **Le gradient de Moyenne-Pression – Moyenne-Température (MP-MT)** ou gradient Barrovien
- **Le gradient de Basse-Pression – Haute-Température (BP-HT)**

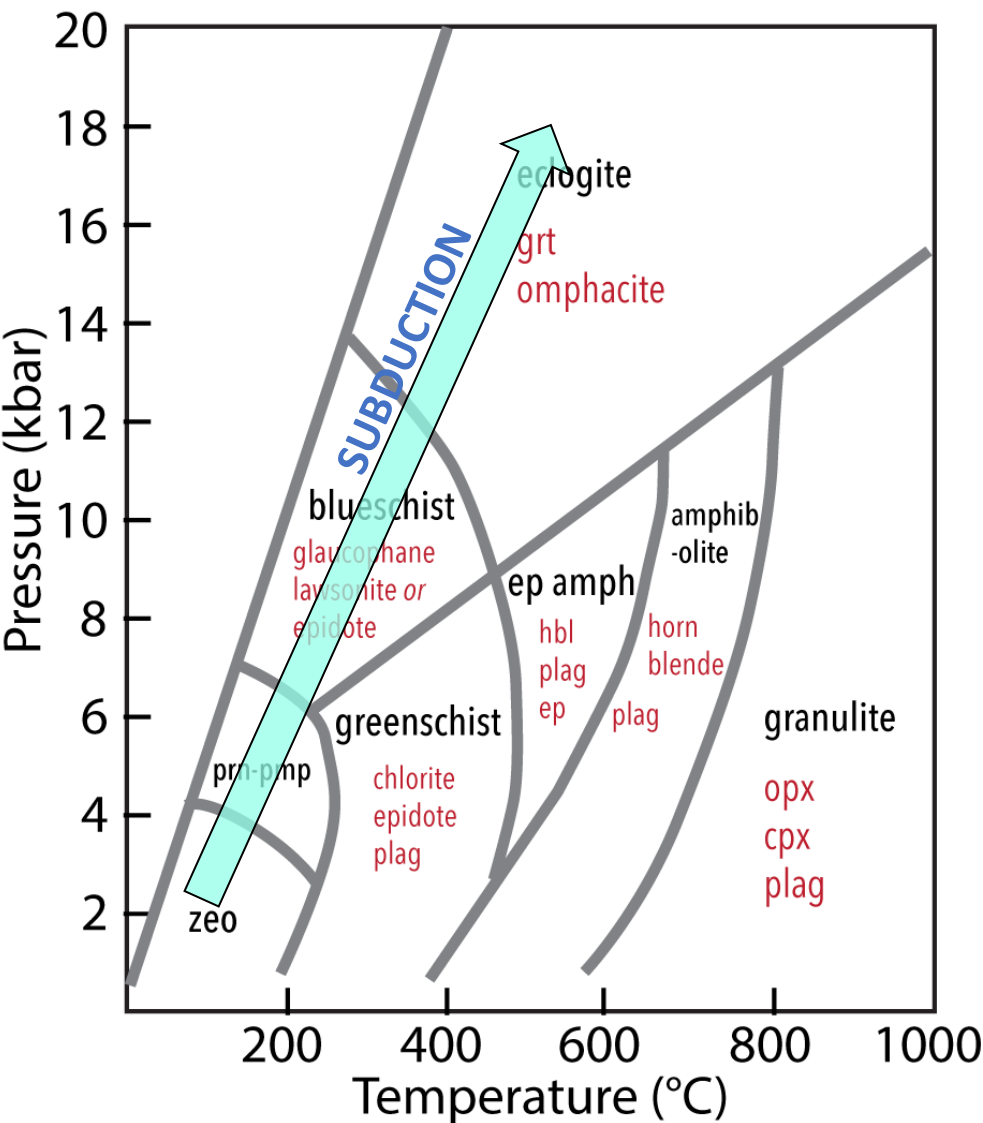
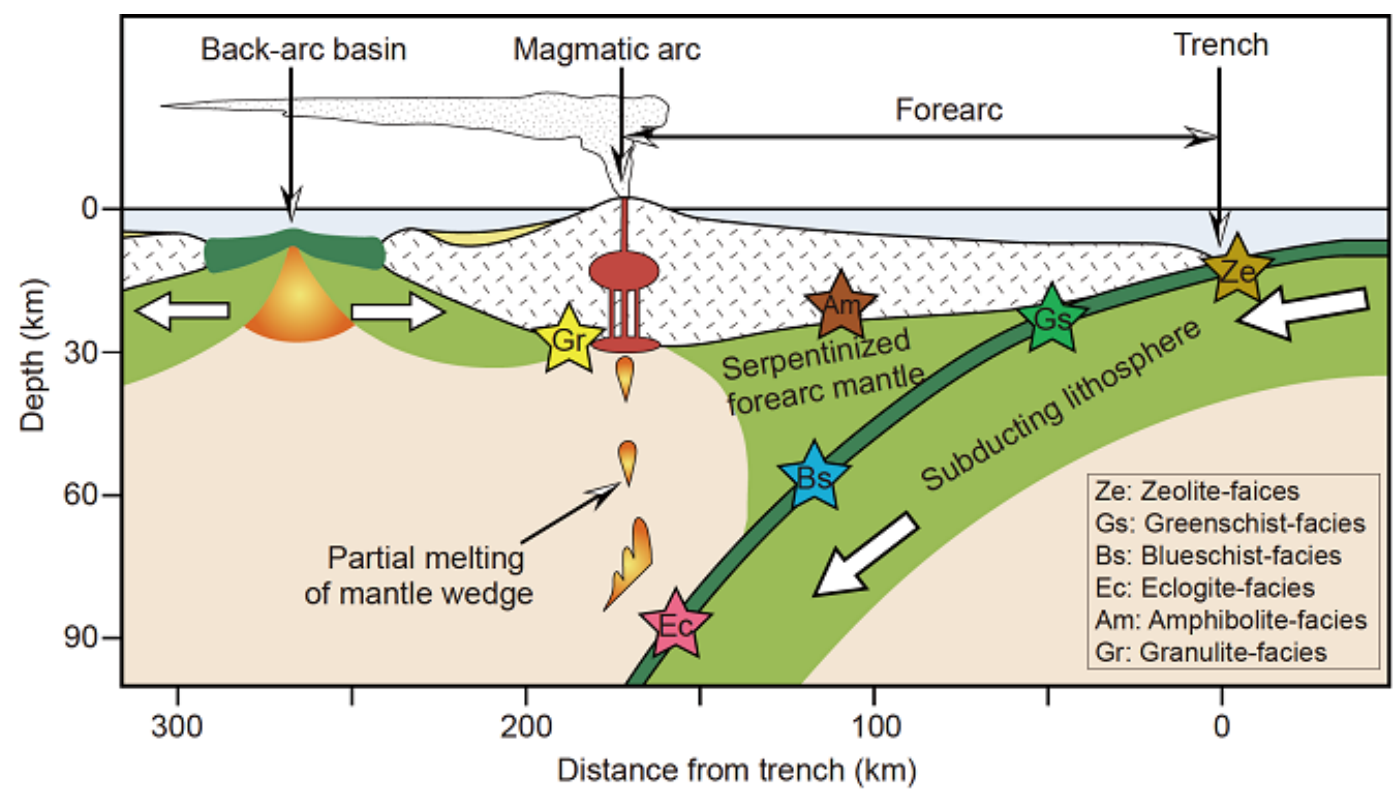
Ces trois gradients sont associés à des contextes géodynamiques particuliers (subduction, collision continentale, zones extensives et magmatiques)



4. Relations entre les conditions métamorphiques et les contextes géodynamiques

Gradient HP-BT

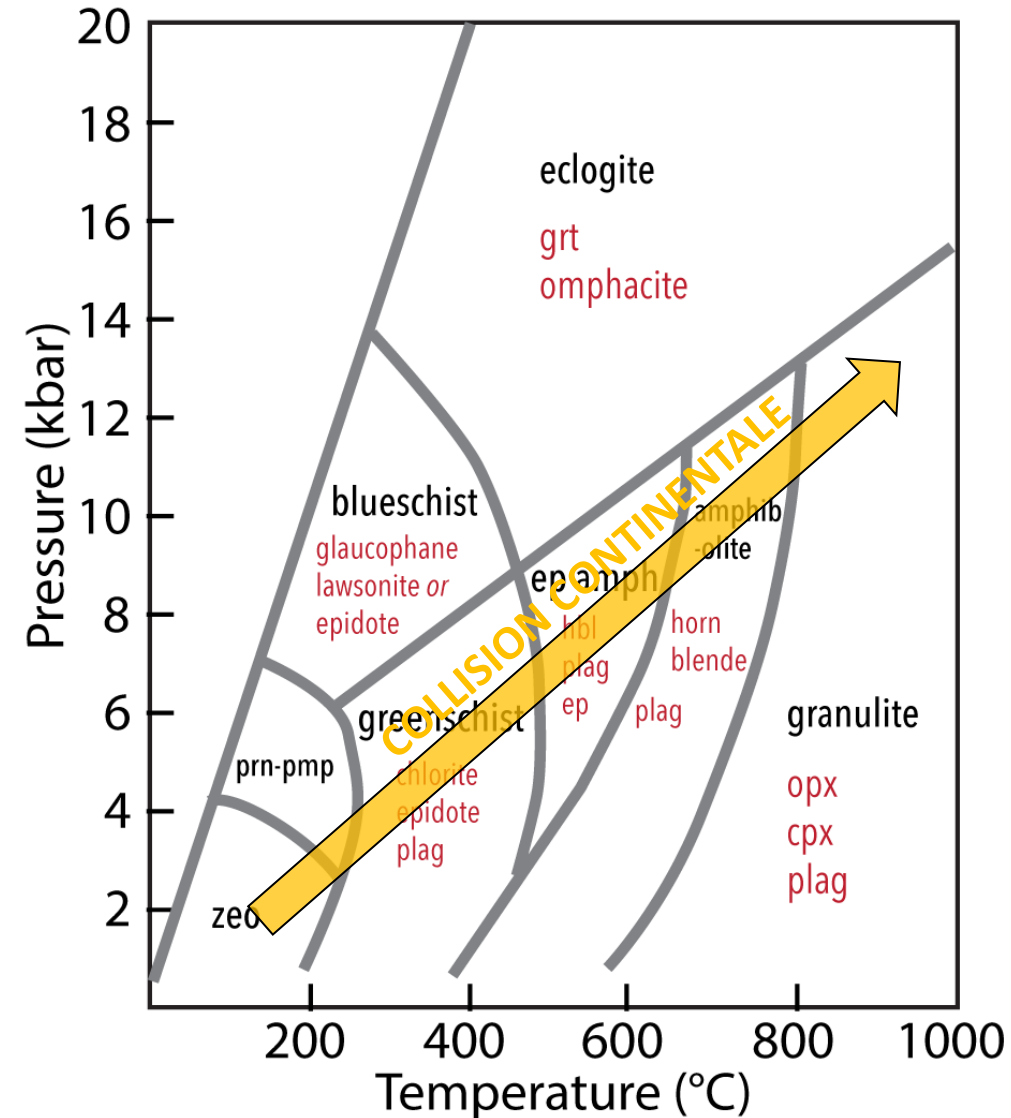
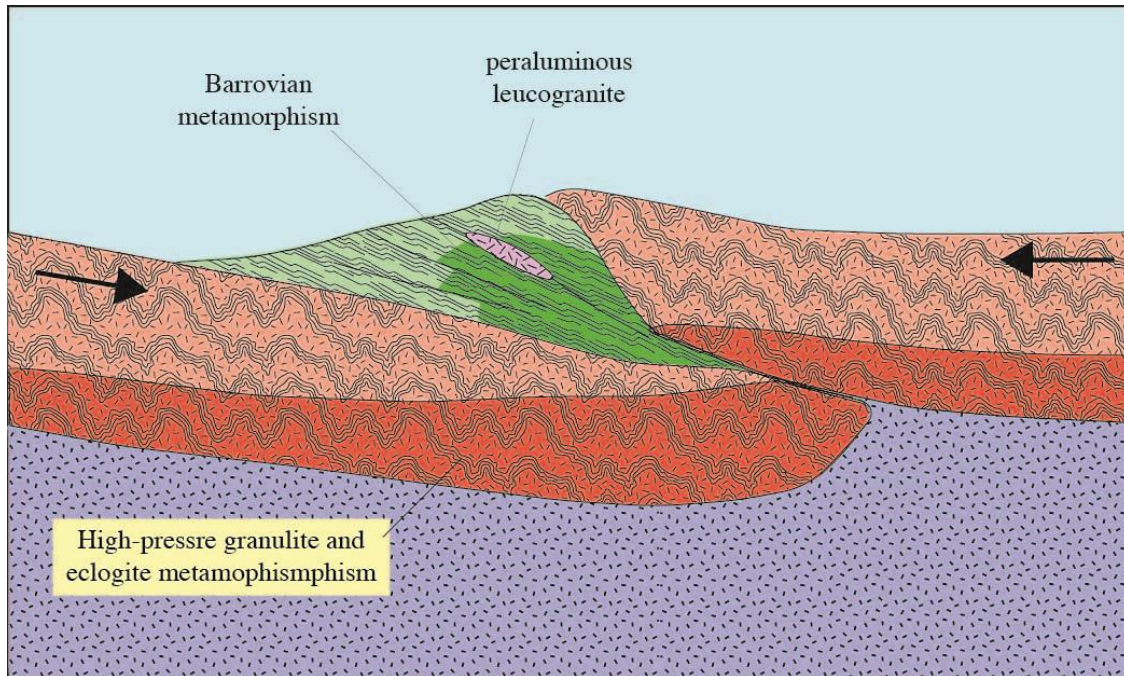
Correspond à un contexte de subduction.



4. Relations entre les conditions métamorphiques et les contextes géodynamiques

Gradient MP-MT (Barrovien)

Correspond à un contexte de collision entre deux plaques continentales.

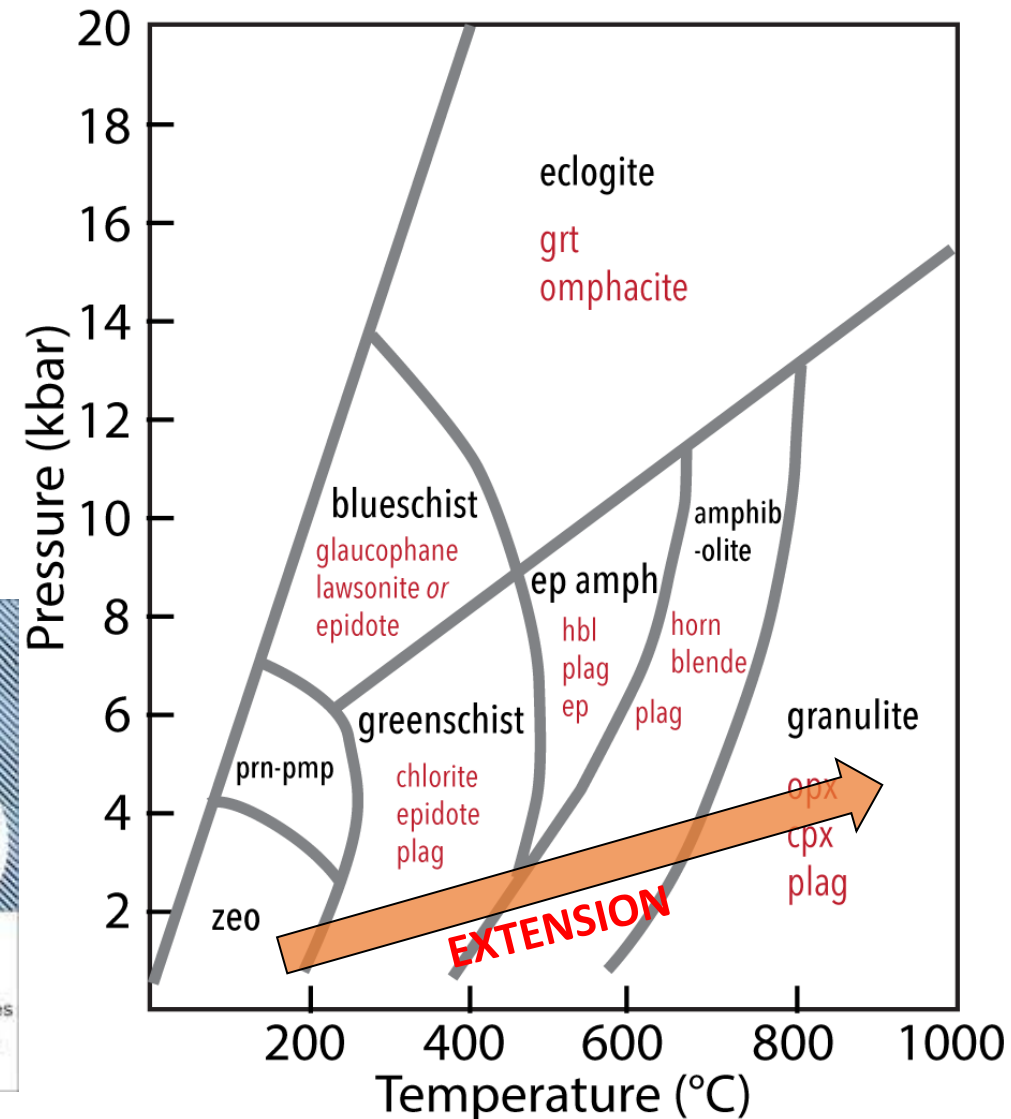
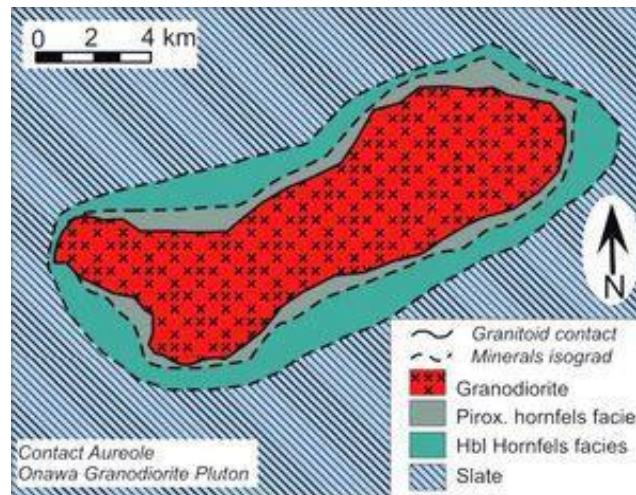
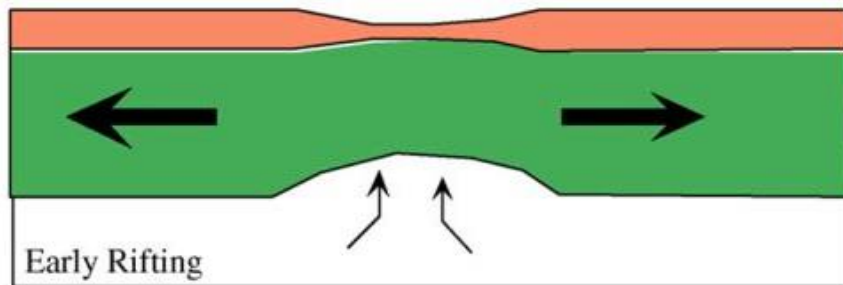


4. Relations entre les conditions métamorphiques et les contextes géodynamiques

Gradient BP-HT

Pour qu'un gradient de BP-HT se forme, il faut un apport de chaleur important sans augmentation de la pression (sans enfouissement).

Ce sont donc généralement des **contextes extensifs** ou du **métamorphisme de contact**.



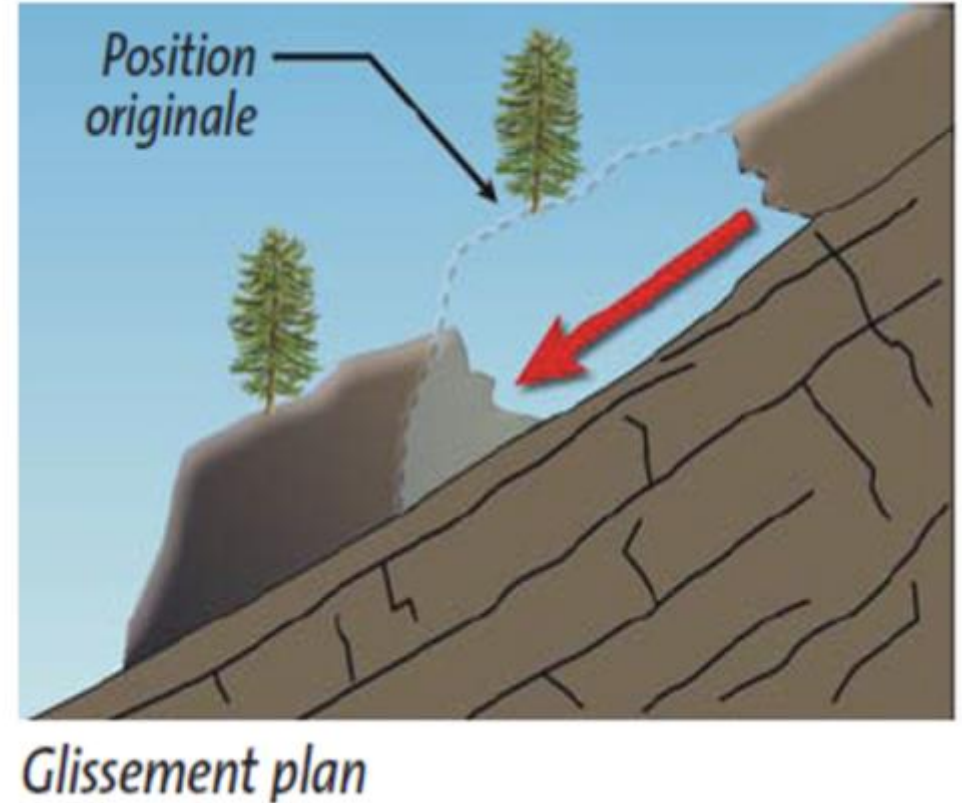
5. Relations avec le génie civil

Les roches métamorphiques sont
généralement sensibles à l'altération
→ chutes de blocs



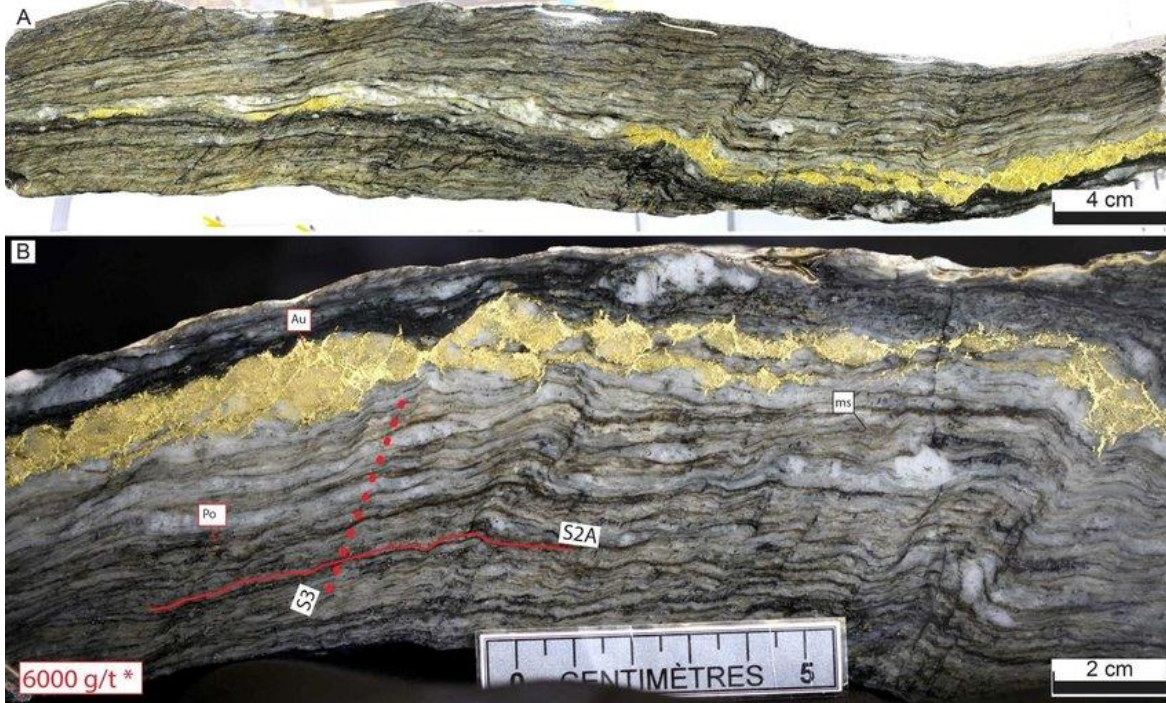
5. Relations avec le génie civil

Les roches métamorphiques sont généralement associées à des structures planaires (foliations)
→ Plans de glissement préférentiels



5. Relations avec le génie civil

Processus métamorphiques à l'origine
de beaucoup de gisement



Activité

- 1) Observer les 9 roches et déterminer leurs noms à partir de la liste. Décrire leurs composants

n°	Nom	Composants (Clasts, minéraux, fossiles, ...)	Type de roche (magmatique, sédimentaire, métamorphique) et pourquoi ?
	Calcaire bioclastique		
	Eclogite		
	Marbre		
	Micaschistes à grenat		
	Pélite		
	Gabbro		
	Orthogneiss		
	Granite		
	Amphibolite à épidote		

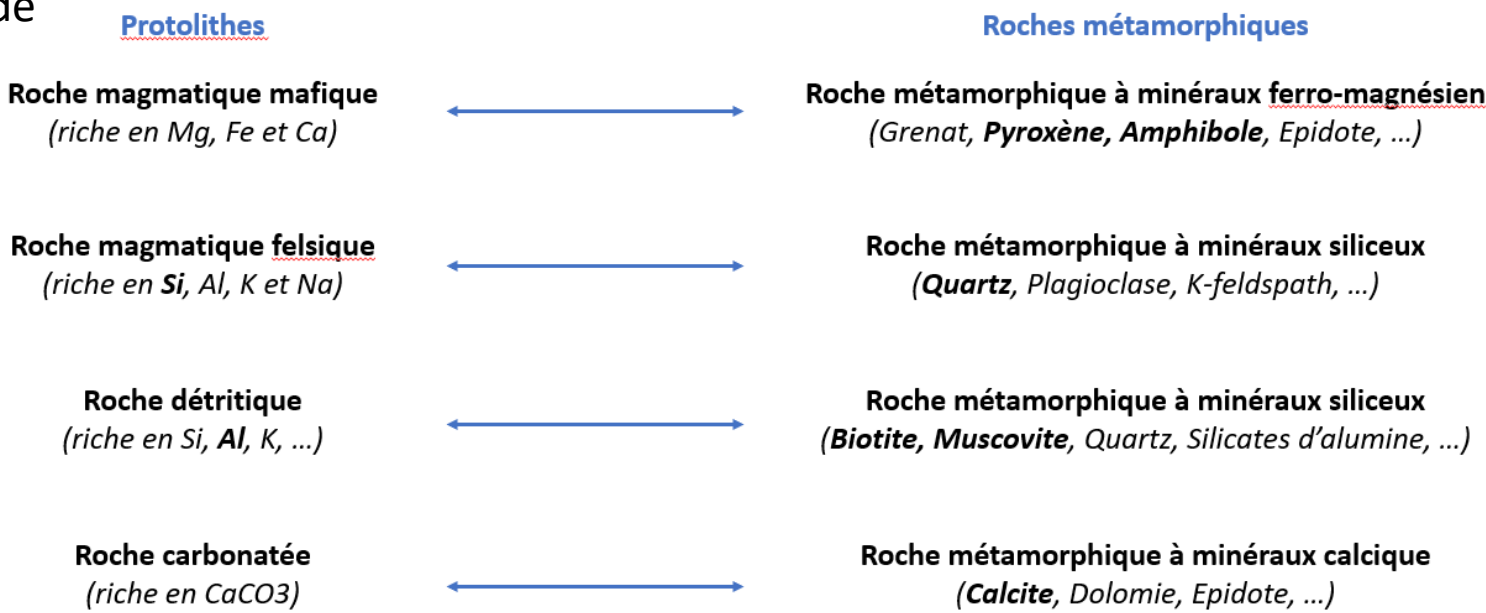
Activité

- 1) Observer les 9 roches et déterminer leurs noms à partir de la liste. Décrire leurs composants
- 2) En déduire à quelle famille ces roches appartiennent (magmatique, métamorphique ou sédimentaire). Donner des arguments.

n°	Nom	Composants (Clasts, minéraux, fossiles, ...)	Type de roche (magmatique, sédimentaire, métamorphique) et pourquoi ?
	Calcaire bioclastique		
	Eclogite		
	Marbre		
	Micaschistes à grenat		
	Pélite		
	Gabbro		
	Orthogneiss		
	Granite		
	Amphibolite à épidote		

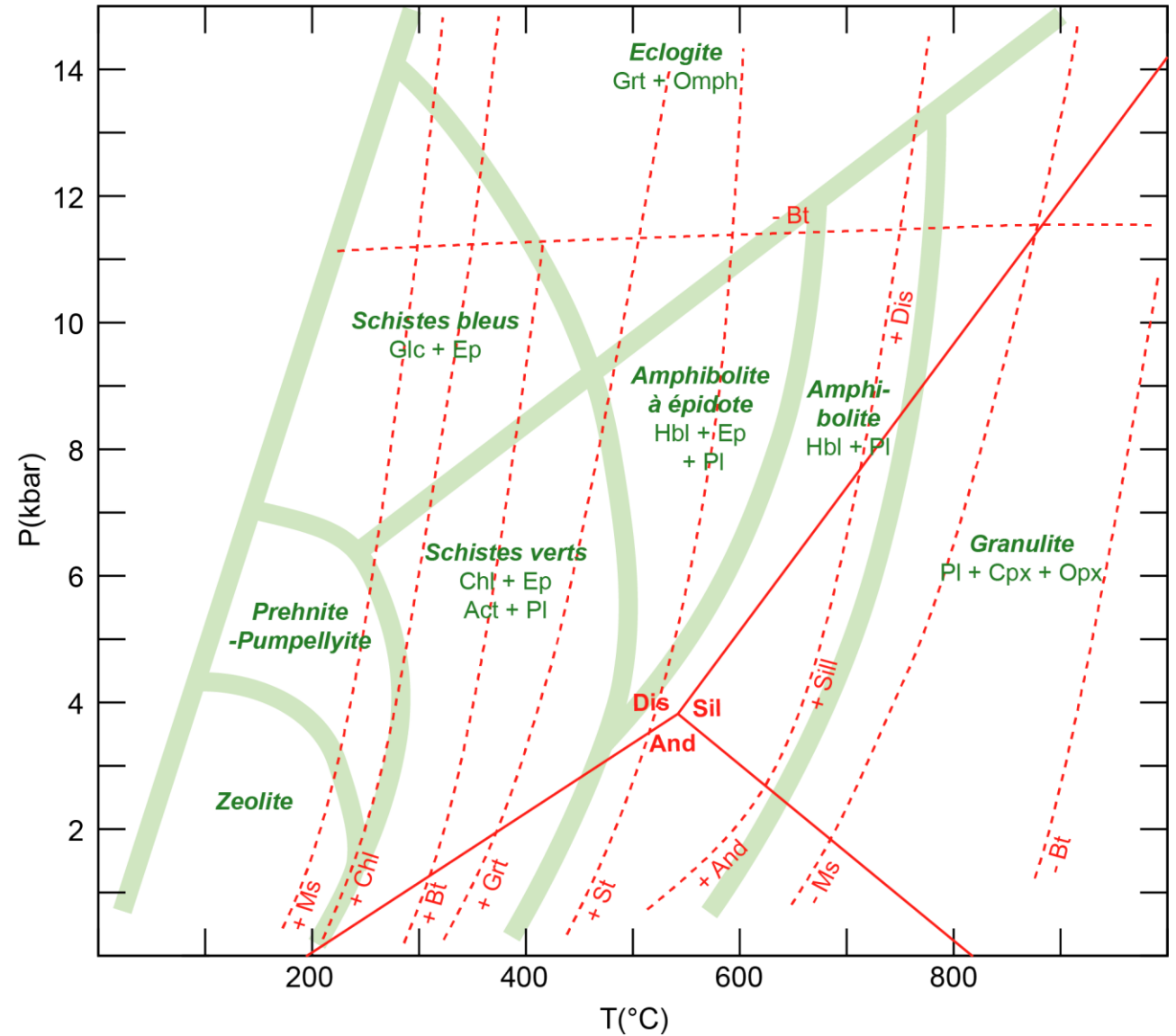
Activité

- 1) Observer les 9 roches et déterminer leurs noms à partir de la liste. Décrire leurs composants
- 2) En déduire à quelle famille ces roches appartiennent (magmatique, métamorphique ou sédimentaire). Donner des arguments.
- 3) Attribuer aux roches métamorphiques un protolithe. Le protolithe de chaque roche métamorphique se trouve dans les roches de la liste. Justifier.



Activité

- 1) Observer les 9 roches et déterminer leurs noms à partir de la liste. Décrire leurs composants
- 2) En déduire à quelle famille ces roches appartiennent (magmatique, métamorphique ou sédimentaire). Donner des arguments.
- 3) Attribuer aux roches métamorphiques un protolithe. Le protolithe de chaque roche métamorphique se trouve dans les roches de la liste. Justifier.
- 4) Pour les échantillons métapélitiques et métamafiques, à partir de leurs assemblages minéralogiques et du diagramme de phase, déterminer les conditions de P-T pour chaque échantillon.



Activité

- 1) Observer les 9 roches et déterminer leurs noms à partir de la liste. Décrire leurs composants
- 2) En déduire à quelle famille ces roches appartiennent (magmatique, métamorphique ou sédimentaire). Donner des arguments.
- 3) Attribuer aux roches métamorphiques un protolithe. Le protolithe de chaque roche métamorphique se trouve dans les roches de la liste. Justifier.
- 4) Pour les échantillons métapélitiques et métamafiques, à partir de leurs assemblages minéralogiques et du diagramme de phase, déterminer les conditions de P-T pour chaque échantillon.
- 5) A partir de ces conditions P-T, proposer un context géodynamique.

