

Guide de révision

Le métamorphisme, marqueur de la géodynamique interne

Mots clés :

métamorphisme, transformations minérales, paragenèse, transformations géométriques, schistosités, foliation, protolithe, roches orthodérivées, roches paradérivées, séquence, variance, réaction, Clapeyron, géothermomètre, géobaromètre, isograde, faciès métamorphique, schistes bleus, schistes verts, amphibolites, granulites, éclogites, cornéennes, gradient métamorphique, métamorphisme prograde, métamorphisme rétrograde, chemin P,T,t, cinétique, diffusion, marqueur géodynamique des mouvements verticaux, coesite, subduction, collision, anatexie, métamorphisme régional, métamorphisme de contact...

Savoirs visés

Les associations minéralogiques indicatrices de pression et de température

Changements de température et/ou de pression : transformations minéralogiques.

Transformations régies par les lois de la thermodynamique et de la cinétique.

Les associations minéralogiques des roches métamorphiques sont métastables.

Les faciès métamorphiques sont des domaines de l'espace pression - température .

Définition d'une paragenèse et effet du protolithe.

Les différents types de géothermomètres et de géobaromètres : réactions univariantes du métamorphisme, minéraux index, distribution des éléments chimiques.

Métamorphisme et anatexie crustale.

Métamorphisme océanique - hydratation et faciès schistes verts.

La distribution spatiale des roches métamorphiques et les variations temporelles des associations minéralogiques

Distribution spatiale des roches métamorphiques et séries métamorphiques.

Le métamorphisme de contact.

La reconstitution des chemins P,T,t.

Reconstitution des étapes progrades et rétrogrades.

Métamorphisme et histoire géodynamique.

Les capacités exigibles

- Analyser et exploiter les représentations cartographiques du métamorphisme.
- Exploiter les données des lames minces.
- Faire le lien entre déformations des roches et recristallisations.
- Identification des roches métamorphiques : micaschistes, gneiss, métagabbros, amphibolites, éclogites, migmatites, marbres.
- Situer les limites des principaux faciès métamorphiques.
- Discuter la pertinence du choix d'un géobaromètre et d'un géothermomètre.
- Utiliser une grille pétrogénétique.
- Identifier les différentes parties du coeur et leurs relations avec leurs fonctions.
- Étudier les relations métamorphisme - anatexie crustale.
- Exploiter des documents montrant les échanges chimiques avec l'eau de mer.

- Exploiter une carte géologique permettant l'étude d'une série métamorphique.
- Exploiter la juxtaposition d'assemblages typomorphes.
- Déterminer un gradient métamorphique.
- Relier les gradients métamorphiques à des contextes géodynamiques.
- Exploiter des données sur le métamorphisme de contact.
- Exploiter des données pour construire un chemin P,T,t.
- Exploiter des chemins P,T,t dans le cadre d'une histoire régionale.
- Étudier l'évolution des associations minéralogiques dans l'exemple d'une chaîne de montagnes.

Les supports (en relation avec les TP)

- Les roches métamorphiques : observations macroscopiques et microscopiques ; caractères structuraux, minéralogiques, géochimiques ; identification du protolithe.
- Les minéraux du métamorphisme.
- Les structures de déformation
- Les grilles pétrogénétiques : silicates d'alumine ; solidus granitique.
- Le diagramme P,T des faciès métamorphiques.
- Les cartes géologiques du métamorphisme : étude et signification des isogrades, datation relative, auréoles de métamorphisme, ...

...

Des schémas essentiels

- Grille pétrogénétique : domaines de stabilité des silicates d'alumine.
- Grille pétrogénétique : domaines de stabilité des minéraux de la séquence basique.
- Diagramme des faciès métamorphiques.
- Chemins P, T, t dans une évolution subduction - collision.
- Schématisation des évolutions métamorphiques dans les différents environnements géodynamiques : subduction, collision, ...
- ...

Les principaux points développés

I - Les transformations du métamorphisme et les gisements des roches métamorphiques

A - Les transformations du métamorphisme

- exemples : - série de la Rochelle ; - dispositif expérimental ; - les transformations à l'échelle de la roche et du minéral : exemple d'un métagabbro.
- définition et limites du métamorphisme (altération - anatexie)

B - Les gisements des roches métamorphiques

- métamorphisme régional et métamorphisme de contact

II - Les effets de la composition chimique

A - Diversité des protolithes et séquences métamorphiques

- roches para- et orthodérivées
- les différentes séquences

B - Métamorphisme isochimique et métasomatisme

III - Les réactions minérales du métamorphisme

A - Les différents types de réactions

B - La thermodynamique des réactions

- 1 - Les états d'équilibre et les courbes univariantes
- 2 - Grilles pétrogénétiques et composition chimique
- 3 - Définition des faciès métamorphiques

C - La cinétique des réactions

- 1 - La métastabilité des phases minérales
- 2 - Les étapes d'une réaction
- 3 - Les facteurs influant sur la cinétique

IV - La reconstitution des conditions de pression et de température

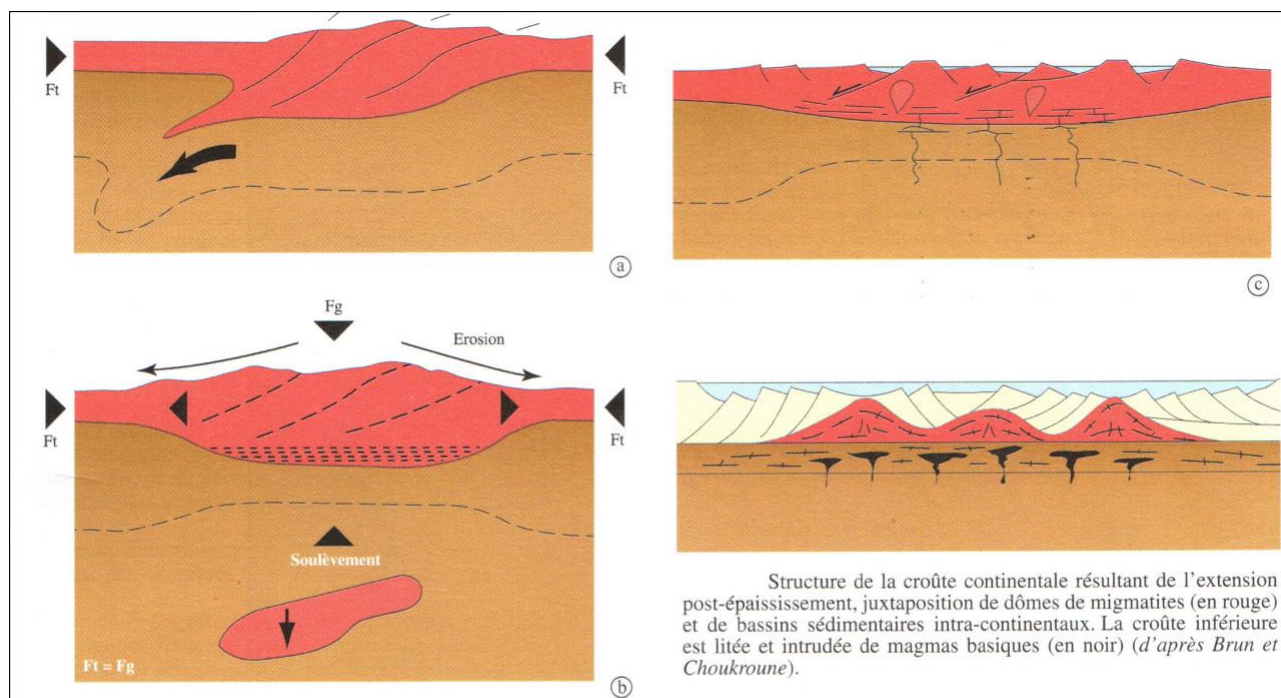
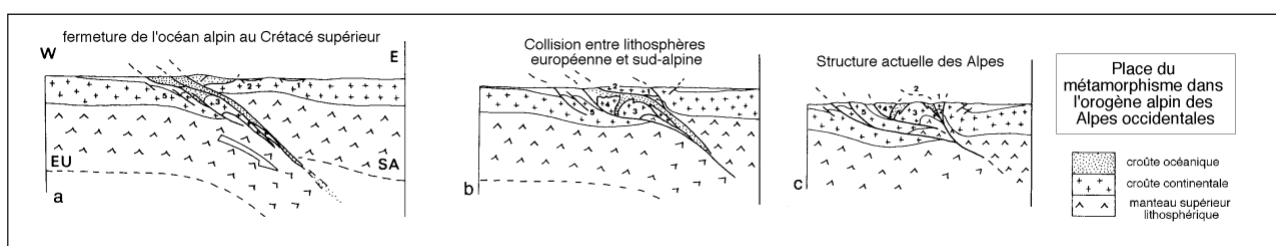
- A - Utilisation des grilles pétrogénétiques et définition de minéraux index
- B - Distribution des éléments chimiques entre phases minérales à l'équilibre

V - Gradients métamorphiques et environnements géodynamiques

- A - Tracé d'un gradient métamorphique
- B - Les différents types de gradients dans leur cadre géodynamique
 - 1 - Gradient HP - BT et subduction
 - 2 - Gradient MP-MT et collision
 - 3 - Gradients BP - HT et leurs significations

VI - Analyse chronologique des phases minérales et interprétation

- A - Relations entre cristallisations et déformations
- B - Tracés des chemins $P, T = f(t)$ et reconstitution des mouvements verticaux



Le retour à l'équilibre d'une chaîne de collision par extension tardi-orogénique (d'après Malavieille et al.).

- a. Épaississement crustal.
 - b. Forte anomalie thermique (---) à la racine crustale avec éventuellement détachement d'un panneau lithosphérique. Début de l'effondrement gravitaire.
 - c. Etalement de la chaîne et extension fragile dans la partie supérieure de la croûte.
- Ft : Forces tectoniques ; Fg : Forces de gravité.