

Fiche 1 – Le métamorphisme

sources : N. Pajon-Perrault – Eduterre
Manuel Hachette et sujets de bac

Les minéraux constituant des roches ne sont stables que dans des domaines définis de température (T) et de pression (P). Lors d'un cycle orogénique, les roches sont entraînées pour des raisons tectoniques vers la profondeur : il y a transformation des minéraux par réaction entre eux.

De nouveaux assemblages apparaissent, typiques des conditions (P – T) rencontrées durant ce parcours : c'est le **métamorphisme** qui peut se définir comme l'**ensemble des modifications intervenant à l'état solide dans la composition minérale et dans la structure d'une roche soumise à des conditions de température et de pression différentes de celles où elle s'est formée**.

I - LES FACTEURS DE MÉTAMORPHISME

Il existe 4 facteurs principaux : la **température**, la **pression**, le **temps** et la **composition chimique**.

♦ **La température** est fonction de la profondeur ou est en liaison avec la proximité d'une chambre magmatique. Le gradient géothermique est dit "normal" ($30^{\circ}\text{C} \cdot \text{km}^{-1}$) dans la croûte continentale.

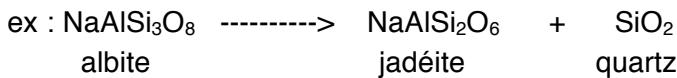
En général, le domaine de métamorphisme s'étend entre 100°C et 700°C .

♦ **La pression** – On peut distinguer 3 "types" de pression s'exerçant sur une roche :

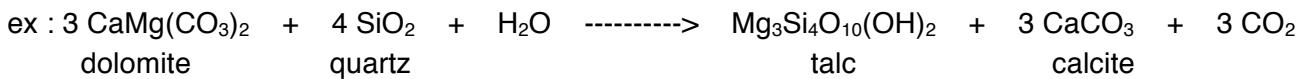
- **la pression lithostatique** (P_L) qui est la pression exercée sur une roche, par les roches qui la surmontent. Cette pression est fonction de la densité des roches et de la profondeur à laquelle elle s'exerce. Elle est isotrope, c'est à dire homogène dans toutes les directions et n'engendre donc pas de déformation.
- **les contraintes tectoniques** (C_T) : il s'agit de la pression exercée sur les roches par l'action des forces tectoniques : elle est anisotrope car elle n'est pas homogène dans toutes les directions de l'espace : elle est orientée et engendre des déformations et l'apparition de nouvelles structures à différentes échelles.
- **la pression des fluides** (P_f) : c'est la pression exercée au sein des pores des roches par les fluides. Elle dépend de la présence d' H_2O et de CO_2 qui peuvent être présents dans les interstices et libérés lors de réactions chimiques de déshydratation ou de décarboxylation. La P_f favorise la circulation de fluides, accélère les réactions de transformations minérales, les échanges de matière et abaisse la température de début de fusion des matériaux.

♦ **La composition chimique** – Au cours du métamorphisme, la composition chimique peut :

- rester inchangée (à l'exception des teneurs en H_2O et CO_2) : il s'agit donc de transformations isochimiques qui ont lieu en « système fermé » (métamorphisme isochimique)



- être sensiblement modifiées par apport d'éléments chimiques (Si, Al, Na, K, etc...) : ce sont donc des transformations allochimiques



Dans ce dernier cas, les fluides jouent un grand rôle : apport d'eau et départ de dioxyde de carbone. c'est souvent le cas dans le cadre de conditions de P et T peu élevées. Dans le métamorphisme prograde, l'eau est chassée des assemblages minéralogiques et des fluides minéralisés sont ainsi extraits des roches.

♦ **Le temps** : c'est un facteur important car il faut que les conditions physico-chimiques soient modifiées durablement pour que les transformations minéralogiques et structurales aient le temps de se produire.

La plupart des minéraux sont **métastables**, c'est à dire qu'ils se maintiennent sans modifications sensibles en dehors de leur domaine de formation : c'est cette propriété qui permet d'observer à l'affleurement des **paragenèses** (association de minéraux qui sont, ensemble, stables dans certaines conditions pression-température et qui caractérise la roche) d'origine profonde. Les réactions de formation des minéraux sont réversibles mais les réactions rétrogrades (= retour) ne se produisent pas ou à des vitesses extrêmement faibles. La vitesse de remontée d'une roche est donc un facteur essentiel de conservation des assemblages métamorphiques profonds.

II - LES FACIÈS DU MÉTAMORPHISME

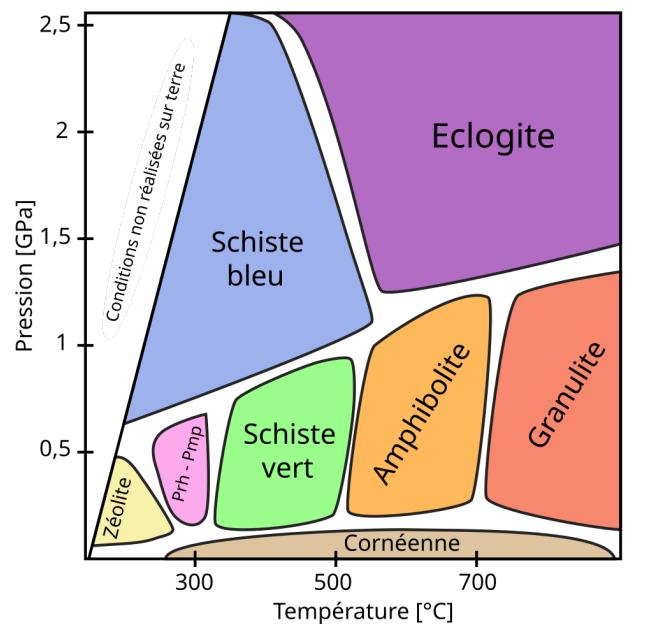
C'est une classification universelle, proposée au début du XX^e siècle par le géologue finlandais Eskola.

Elle a été établie à partir de basalte / gabbro (qui a donné le nom des faciès) mais est valable pour toutes les roches.

Un faciès métamorphique regroupe des roches qui ont subi un métamorphisme dans des conditions physiques voisines, quelle que soit leur composition. Un faciès correspond donc à un domaine défini de température et de pression. Cependant, l'appartenance d'une roche métamorphique à un faciès donné n'implique pas nécessairement qu'elle ait la composition de la référence basique.

Exemple : une basalte porté à 20 km de profondeur à 550°C devient une amphibolite, ce qui donne le nom au faciès, mais un gneiss à deux micas (plagioclases, quartz, feldspath potassique) appartient aussi faciès amphibolites bien qu'il ne contienne pas d'amphiboles.

Chaque faciès métamorphique est donc défini par une gamme de P et de T° et par la présence de minéraux index (minéraux ayant un champ de stabilité (P,T) restreint).



| Faciès métamorphiques | T (°C) | P (Kbar) | Minéraux index |
|------------------------|------------|----------|-------------------------------|
| Zéolite | 50 - 200 | < 4 | Zéolite |
| Préhnite - Pumpellyite | 100 - 300 | < 5 | Préhnite + Pumpellyite |
| Cornéenne | 200 - 1000 | < 2 | |
| Schistes verts | 300 - 500 | 2 - 8 | Chlorite + Epidote + Actinote |
| Schistes bleus | 100 - 500 | 4 - 14 | Glaucophane + Epidote |
| Amphibolites | 500 - 750 | 2 - 10 | Hornblende + Anorthite |
| Eclogite | 300 - 1000 | 8 < | Pyrope (grenat) + Omphacite |
| Granulite | 650 < | 2 - 14 | Hypersthène + Cordiérite |
| Sanidinites | 900 > | < 1 | Sanidine |

Les différents faciès métamorphiques