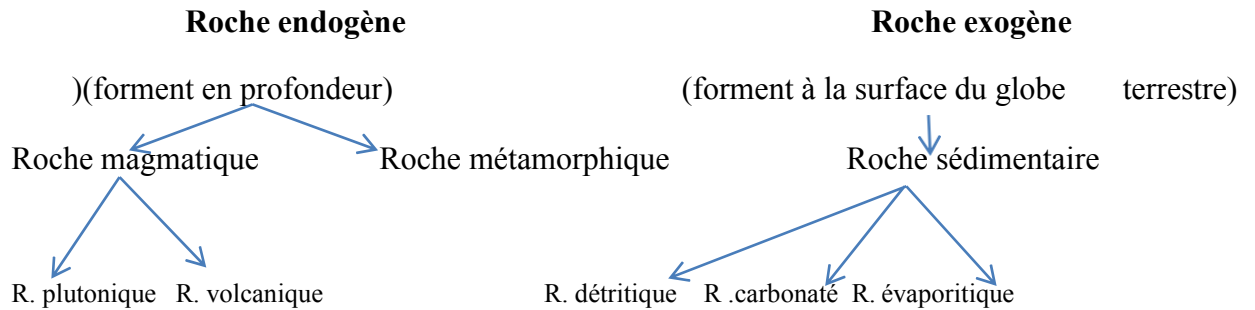


# LE METAMORPHISME ET LES ROCHES METAMORPHIQUES

**ROCHE:** matériau formé par un assemblage de minéraux stables pour des conditions physico-chimique déterminées et caractérisé par une structure.



**I.1-Roches métamorphiques:** qui résultent-elles de la recristallisation s de roche préexistantes dans des conditions de température et de pression croissants. (forment par la métamorphisme d'une roche initiale; Protolithe).

**Protolithe:** est la roche mère avant métamorphisme

**I.2-Métamorphisme** : ensembles des modifications intervenant à l'état solide dans la composition minérale, et dans la structure d'une roche sous l'effet de variation des conditions physico-chimique.

Le métamorphisme affecte les roches sédimentaires; on dit alors roche paradérivées. Lorsque le protolithe est magmatique, on obtient les roches orthodérivées. Les roches polydérivées désignent les roches métamorphiques ayant subit plusieurs phases de métamorphisme.

**Mécanisme de métamorphique:**

R. préexistante portée dans des conditions différentes de celles de son milieu de formation.



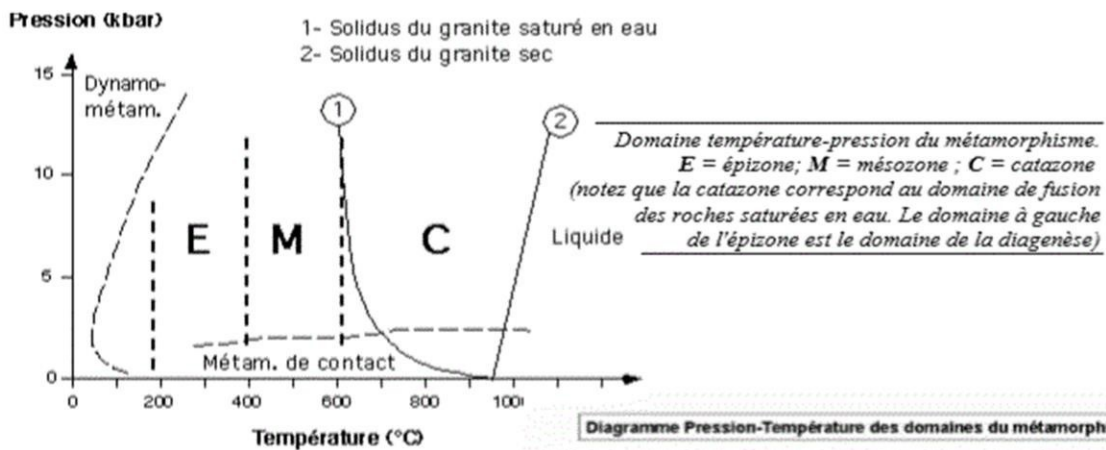
Ensemble des modifications de la:

**-Composition minéralogique**

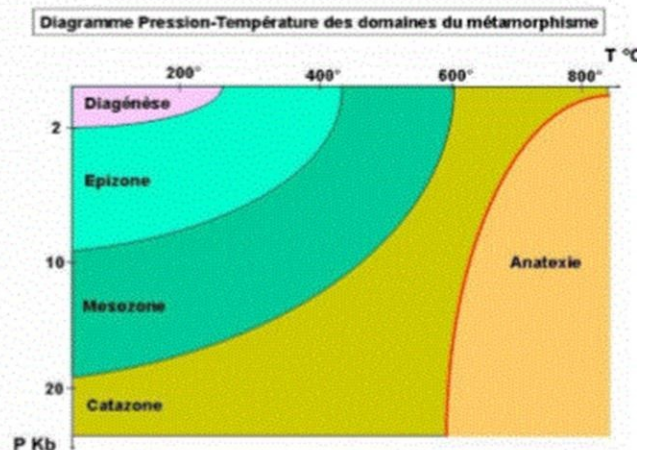
**-Texture (ou micro structure)**

Opérées à l'état solide

**Les zones de métamorphisme**



Un diagramme pressions/température des domaines du métamorphisme



### **I.3- Les facteurs de métamorphisme :**

Les mécanismes de subduction et l'épaississement crustal, ont pour l'effet d'enfouir les roches, la pression et la température vont donc progressivement varier au cours de l'enfouissement et être responsables des modifications minéralogiques et structurales

Le métamorphisme est d'abord une simple conséquence de l'enfouissement par augmentation de la température et de la contrainte isotrope. Cependant lors des raccourcissements crustaux. Les contraintes anisotropes qui seules conduisent aux déformations jouent aussi un rôle important dans la mesure où les fluides circulent préférentiellement le long des cisaillements ductiles à toutes les échelles. On les fluides, en tant que vecteurs d'éléments chimiques, sont des facteurs essentiels du métamorphisme.

**I.3.1-la température:** l'énergie thermique provient pour l'essentiel du flux de chaleur de la planète. La température augmente avec la profondeur. Les variations de température sont décrites par le gradient géothermique; celui-ci dépend pour une grande part de l'histoire tectonique de la région, le gradient moyen est de 30°C/Km mais il peut varier d'environ 50°C/Km dans les zones orogéniques jusqu'à seulement 60°C/Km sous les boucliers anciens. La croûte continentale est le siège d'une radioactivité importante cause principale de la température relativement élevée à la base de cette enveloppe, il peut exister localement des effets de "surchauffe"

D'origine tectonique, hydrothermale ou magmatique liés par exemple aux frottements au niveau des grands décrochements ou chevauchement à des circulations de fluides ou à la présence de plutons de même l'époque d'une partie crustale. Profond est amenée à chevaucher une zone plus superficielle, elle réchauffe cette dernière en provoquant un métamorphisme inverse décroissant avec la profondeur. Un apport local de chaleur supplémentaire exceptionnel, provoqué par la montée d'un corps magmatique est à l'origine du métamorphisme de contact.

**I.3.2-la pression lithostatique et les contraintes orientées:** en tout point de l'écorce terrestre la pression lithostatique est due le poids de roche surincombantes; en prenant 2.5 comme densité moyennes des roches de l'écorce on arrive à une pression de 1000 atmosphères à une profondeur de 400 m de 5Kb à environ 15Km et de 10Kb à 30Km. Il s'agit d'une pression isotrope. Les roches soumises, à ces pressions ne présentent donc pas nécessairement d'orientation préférentielle par déformation synmétamorphe

On connaît ainsi des **gabbros** alpins présentant de magnifiques textures magmatiques non déformées mais seulement transformées minéralogiquement dans les faciès **schistes bleus** ou éclogitiques. D'une manière générale, les roches ne peuvent pas supporter des contraintes déviatoriques élevées elles se déforment sous l'effet de contraintes orientées de quelque centaine de bars seulement "ces pressions qui constituent la partie anisotrope de tenseur des contraintes sont ridiculement faibles par rapport à la pression lithostatique. Elles n'ont que peu d'effet sur le métamorphisme". Sauf en facilitant la déformation, et en activant la circulation de fluides et donc les échanges entre les minéraux, condition nécessaire pour que les réactions aboutissent, c'est donc beaucoup plus par ces phénomènes de circulation induits que par l'augmentation des contraintes qu'on explique de relation classique observée entre orogénèse et métamorphisme.

L'augmentation de pression favorise à partir des mêmes composants l'apparition de minéraux plus denses. C'est un cas particulier de la loi de Le Chatelier" Un système chimique comprimé à

température constante déplace son équilibre du côté où la réaction se fait avec diminution de volume".

Ainsi l'olivine réagit avec l'anorthite pour donner des grenats avec une contraction de 17%. (par exemple)

L'albite, seule, fortement comprimée, perd de la silice et donne un pyroxène, la jadeite soit également:



Becke avait noté dès 1903 cette influence de la loi des volumes. amenant en profondeur, la genèse de certains minéraux. Il avait d'autre part remarqué que la température joue en sens inverse de la pression pour bien des réactions résultant des métamorphismes.

**I.3.3-composition chimique:** au cours du métamorphisme, la composition chimique peut:

**-reste inchangée :**

- Transformation topochimique ou isochimique génère des roches appelées **ectinites**.
- Transformation minéralogiques transformations structurales.

**-être sensiblement modifiée:**

- Transformation allochimique génère des roches appelées **métasomatites**
- Transformation minéralogiques, structurales et chimiques. Les minéraux qui recristallisent au cours du métamorphisme sont appelés **minéraux index**.

**Nb:**

Si les transformations sont isochimiques, il sera plus facile de retrouver le protolithe.

**I.3.4-le temps:** le facteur de temps est important car il faut que:

- les conditions physico-chimiques changent durablement pour que les transformations minéralogiques et structurales aient le temps d'avoir lieu.

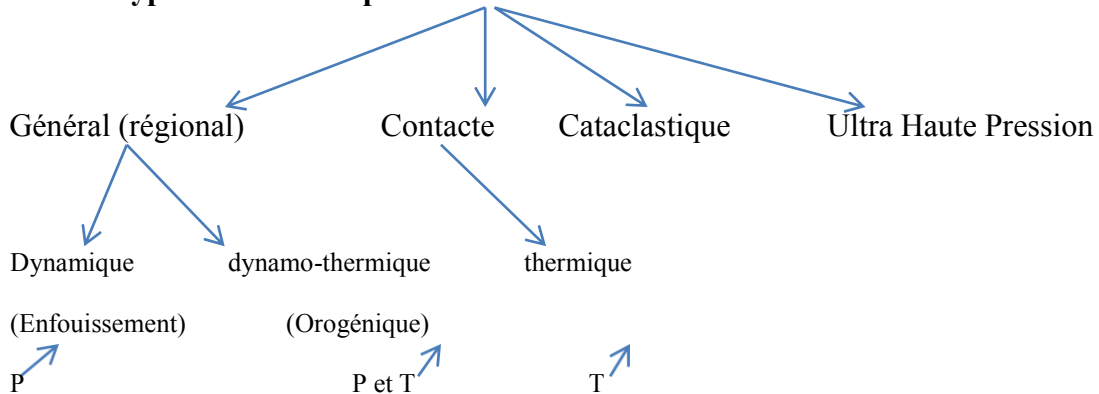
- les vitesses d'exhumation soient rapides pour que les transformations minéralogiques et structurales soient conservées.

**Nb:**

Lorsque profondeur, pression et température augmentent ; le métamorphisme est prograde.

Lorsque profondeur, pression et température diminuent ; le métamorphisme est rétrograde.

#### I.4- Les types de métamorphisme:



**I.4.1-Métamorphisme de contact:** c'est un métamorphisme essentiellement thermique, les transformations liées aux intrusions magmatiques, la nature de transformation et leur intensités dépendent de : la nature du pluton, la distance par rapport au magma et la nature des roches originelles.

Il est caractérisé par une auréole métamorphique; zonation des transformations autour de l'intrusion magmatique. Les roches sont appelées **cornéennes** et ne présentent généralement pas de modifications texturales.

**I.4.2- Métamorphisme régional:** est lié à des facteurs géodynamiques. Il se fait sous l'action de la température et de la pression et montre une extension régionale. Les roches obtenues montrent des modifications minéralogiques et texturales. Ce sont les ectinites ou les métasomatites.

**I.4.3- Métamorphisme cataclastique:** aux endroits des accidents tectoniques, on observe des pressions mécaniques particulièrement intenses, elles entraînent des déformations de la roche qui conduisent à sa transformation à basse température, donc à relativement faible profondeur.

Il en résulte un broyage, la **cataclase** de la roche d'origine qui acquiert un grain très fin, on obtient soit des débris en faible aggrégation.

**I.4.4- Métamorphisme d'Ultra Haute Pression:** Ce métamorphisme est caractérisé par la présence de coésite, silice de très haute pression supérieure à 27 K bars découverte d'une part dans des roches de grande profondeur éclogites et d'autre part dans les météorites ou astéroïdes ( métamorphisme d'impact ou de choc).

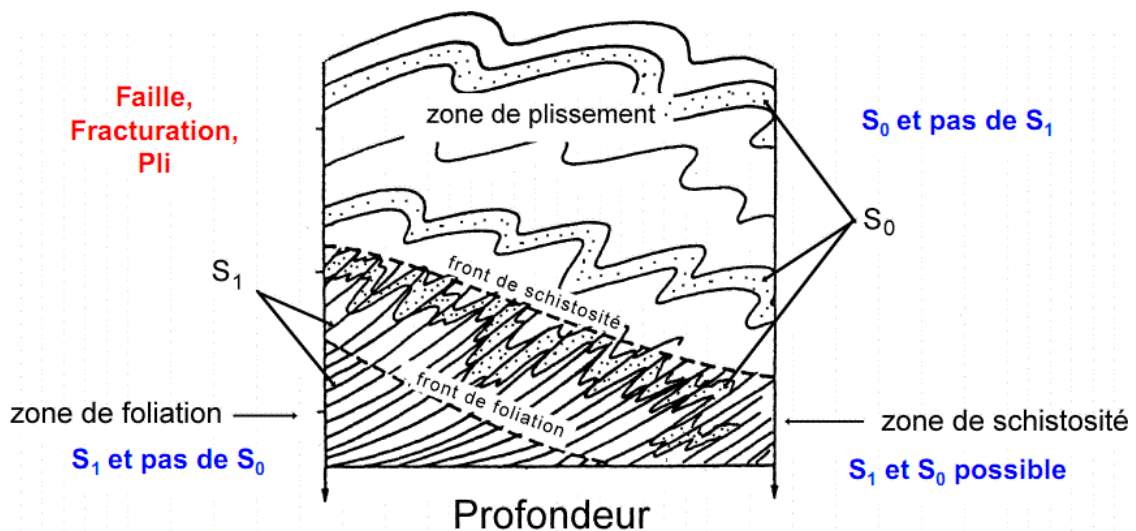
## ILLES STRUCTURE DES ROCHES METAMORPHIQUE:

### II.1- Introduction

L'étude structurale des roches métamorphiques a pour objet d'analyser son seulement la nature du litage et des déformations (aspect statistique ou géométrique) mais aussi le nombre et l'âge des épisodes successifs de déformation (aspect chronologique) ainsi que la cinématique de la déformation (irètère de sas cisaillement).

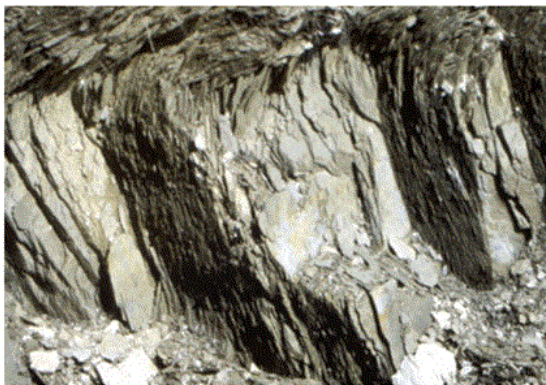
Trois grands types de litage peuvent exister dans les ensembles métamorphiques régionaux.

**II.2- la stratification ( $S_0$ ):** c'est le seul type qui caractéristique des roches sédimentaire. Produite par les variations de nature de sédimentation souvent renforcés par des processus diagenitique, elle aboutit au découpage en banc.



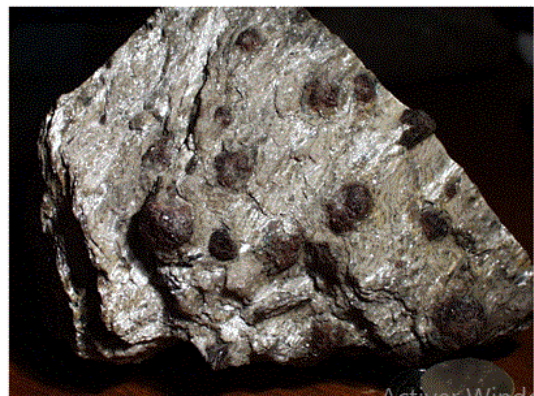
**II.3- schistosité (S):** orientation préférentielle des minéraux dans le plan perpendiculaire à la direction de pression.

Exemple: schiste et mica schiste.



Schistosité

Micaschistes à Grenats



**II.4- foliation:** recristallisation dans les directions de foliation et plan de schistosité

Alternance de bands sombre (ferromagnésienne) et les bands claires (quartz et feldspath).

Exemple: gneiss et amphibole.

