

LA TERRE DANS L'UNIVERS, LA VIE, L'ÉVOLUTION DU VIVANT

Les notions indispensables

LE DOMAINE CONTINENTAL ET SA DYNAMIQUE

■ Caractérisation du domaine continental

- Les points communs des lithosphères océanique et continentale

Chaque lithosphère :

- est constituée d'une croûte et de la partie supérieure du manteau supérieur ; ce manteau lithosphérique est constitué de péridotites de densité égale à 3,3 ;
- est rigide ;
- repose en équilibre isostatique sur le manteau asthénosphérique ductile.

- Les différences

- portant sur le **manteau lithosphérique** : peu de variation de l'épaisseur du manteau lithosphérique de la lithosphère continentale par rapport à celle du manteau de la lithosphère océanique qui varie de 0 km à 100 km environ ;
- portant sur les **croûtes** :

	Croûte continentale	Croûte océanique
Altitudes	Comprises entre 0 et 8800 m Les plus fréquentes : 300 m	Comprises entre 0 et – 11 000 m les plus fréquentes : – 4 800 m
	<i>La répartition bimodale des altitudes de la Terre est le témoin de différences de densités et d'épaisseurs des lithosphères en équilibre isostatique* sur l'asthénosphère.</i>	
Densité	2,7	2,9
	<i>Les différences de densités des roches des croûtes s'expliquent par les différences des minéraux des roches.</i>	
Roches essentielles	Magmatiques plutoniques : Granites, granodiorites. Métamorphiques : gneiss, micaschistes. (quelques roches sédimentaires et quelques roches magmatiques volcanique : rhyolite, andésite)	Magmatiques volcaniques : basaltes. Magmatiques plutoniques : gabbros. Roches sédimentaires : (calcaires, radiolarites etc.)

Minéraux	Riches en silice et en éléments alcalins donc globalement légers : quartz, feldspaths alcalins mais aussi plagioclases, micas.	Pauvres en silice et plus riches en éléments ferromagnésiens donc globalement lourds : feldspaths plagioclases, pyroxènes.
Épaisseur	+ 30 km en moyenne, localement amincie (rifting) ou épaissie (racine crustale sous une chaîne de montagnes) Témoins de l'épaississement : – figures tectoniques (chevauchements failles inverses, plis...) – pétrographiques : roches métamorphiques* continentales (gneiss, micaschistes puis migmatites)	6/8 km au maximum.
	<i>La lithosphère continentale moins dense, s'enfonce, suivant le principe d'Archimède, proportionnellement moins dans l'asthénosphère que ne le fait la lithosphère océanique. Les altitudes de la lithosphère continentale sont donc plus élevées.</i>	
Âge	Compris entre 0 et – 4 Ga	N'excède pas 200 Ma
	<i>La radiochronologie et plus précisément la méthode au rubidium /strontium permet de construire des droites isochrones dont le coefficient directeur permet de déterminer l'âge de la roche. Les différences d'âges témoignent des différences dans le recyclage des roches lié en partie à la différence de densité.</i>	
Dynamique : Accrétion	Continentale : magmatisme au niveau des zones de subduction.	Océanique : magmatisme au niveau des dorsales.
	Disparition/ recyclage	Du fait de sa faible densité, la lithosphère continentale entre moins en subduction que la lithosphère océanique. La subduction se bloquant, deux lithosphères continentales peuvent entrer en collision créant ainsi un épaississement de croûte et des reliefs. Ceux-ci s'atténuent par l'érosion concomitante de la remontée par isostasie : les produits de l'érosion forment des sédiments qui se transforment en roches sédimentaires.

- **Isostasie**

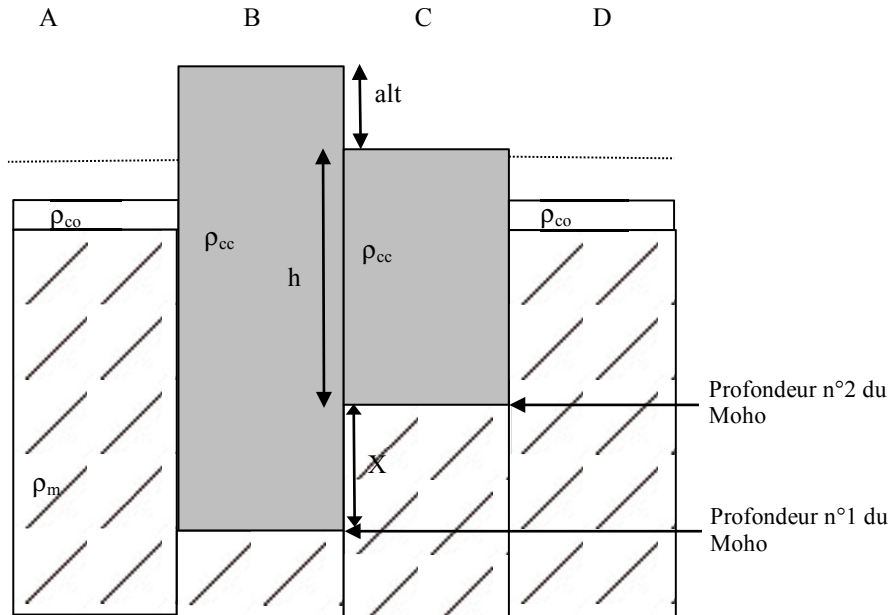
Le principe d'Archimède : tout corps plongé, en tout ou en partie, dans un fluide, reçoit au repos une poussée qui s'exerce de bas en haut égale au poids du volume de fluide déplacé.

Isostasie : état d'équilibre réalisé par application mathématique du principe d'Archimède à la Terre à une certaine profondeur dans le manteau supérieur, dite profondeur (ou niveau) de compensation pour laquelle les forces s'équilibrent au dessus et au dessous de celle-ci.

Les masses de toutes les colonnes de roches au dessus de cette surface sont identiques.

Une modification de cet équilibre entraîne des mouvements verticaux de réajustement isostatique. (Ex : glaciation, fonte des glaciers, érosion.)

Colonnes de roches de même surface S



ρ_{cc} : masse volumique de la croûte continentale ;
 ρ_{co} : masse volumique de la croûte océanique ;
 ρ_m : masse volumique du manteau lithosphérique.

Soit P_B le poids de la colonne B de masse m_B :

$$P_B = m_B \cdot g = \rho_{cc} \cdot \text{Volume}_B \cdot g = \rho_{cc} \cdot S \cdot (alt + h + X) \cdot g$$

Soit P_C le poids de la colonne C de masse m_C : $P_C = m_C \cdot g$

$$P_C = [(\rho_{cc} \cdot \text{Volume continental}) + (\rho_m \cdot \text{Volume mantellique})] \cdot g$$

$$P_C = [(\rho_{cc} \cdot S \cdot h) + (\rho_m \cdot S \cdot X)] \cdot g$$

À l'équilibre isostatique le poids P_B de la colonne B de masse m_B **est égal** au poids P_C de la colonne C de masse m_C :

$$\rho_{cc} \cdot (alt + h + X) = (\rho_{cc} \cdot h) + (\rho_m \cdot X)$$

- Métamorphisme

Définition : transformation des roches à l'état solide donc sans passage par l'état magmatique.

Mécanisme

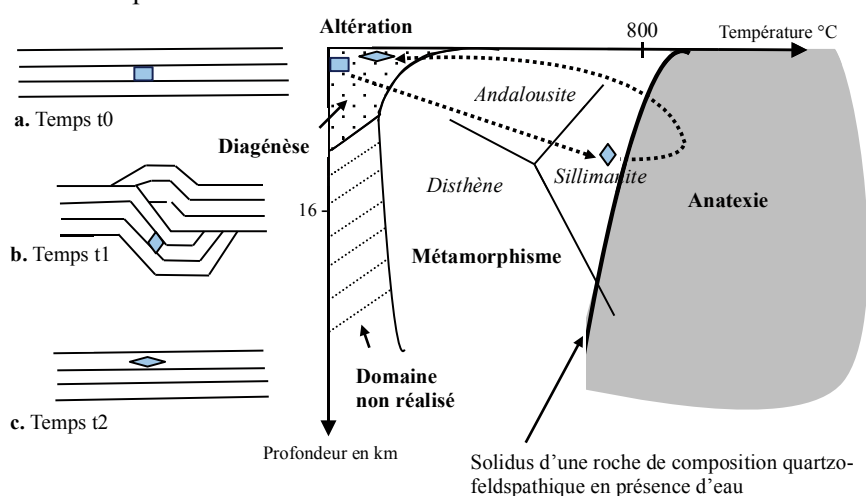
Les minéraux sont stables dans certains domaines de pression P et de température T . Si ces conditions changent, ils réagissent entre eux donnant naissance à d'autres minéraux sans que la composition chimique globale de la roche ne change. On nomme faciès métamorphiques, les associations de minéraux caractéristiques de tel ou tel domaine P/T . Sous l'effet des contraintes de compression, les minéraux s'orientent dans des plans préfé-

rentiels appelés plans de schistosité. Ceci est une caractéristique des roches métamorphiques.

Les transformations étant très lentes, des minéraux formés dans un domaine P/T donné peuvent être encore présents même si la roche n'est plus dans ce domaine (minéraux reliques).

Contextes généraux : les roches sont amenées à de nouvelles profondeurs où règnent de nouvelles températures.

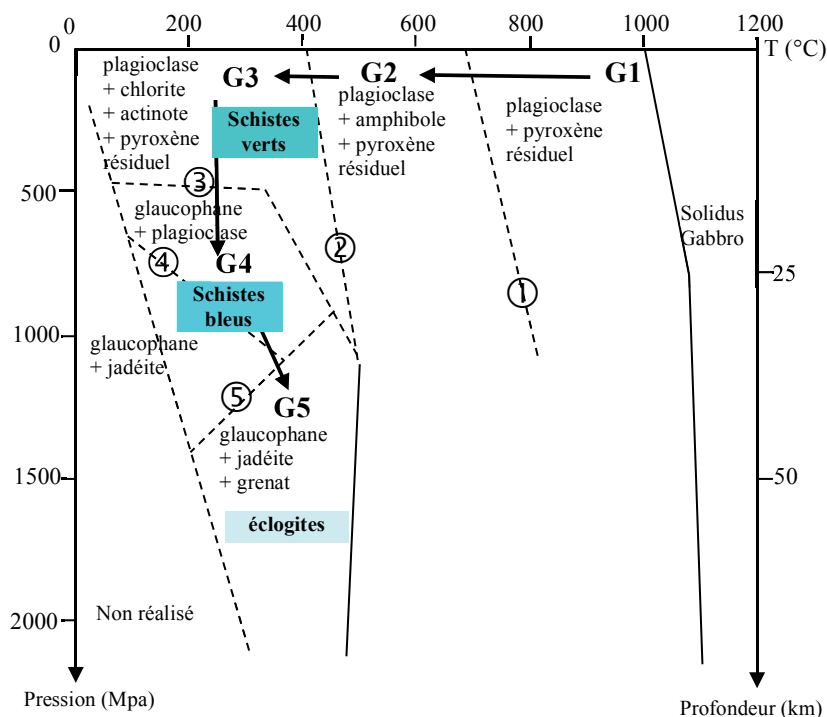
- par **enfouissement** de roches continentales sous l'effet de contraintes de compression :



Déplacements d'une roche sédimentaire continentale lors de la formation puis de l'érosion d'une chaîne de montagnes

- de t0 à t1 : déplacement vertical vers le bas du fait du raccourcissement et de l'épaississement crustal par empilements de roches. La roche subit une augmentation de pression et de température. Elle passe dans le domaine du métamorphisme voire de magmatisme.
- de t1 à t2 : déplacement vers le haut du fait de l'érosion concomitante de réajustements isostatiques.

– par **plongement** des roches principalement océaniques dans l'asthénosphère lors de la subduction.



Trajet d'un gabbro océanique depuis sa formation lors de l'accrétion océanique (G1), puis lors de l'expansion océanique (G1 à G3), enfin lors de la subduction océanique (G3 à G5)

Durant ces déplacements, un gabbro océanique subit tout d'abord une diminution de température à pression quasiment constante, puis augmentation de pression à température quasiment constante, puis une augmentation de pression et de température même si cette température reste faible pour ces profondeurs du fait de la plongée de la lithosphère froide. Des réactions de métamorphisme (①, ②, ③, ④ et ⑤) ont lieu entre les minéraux composant ce gabbro qui devient alors un métagabbro.

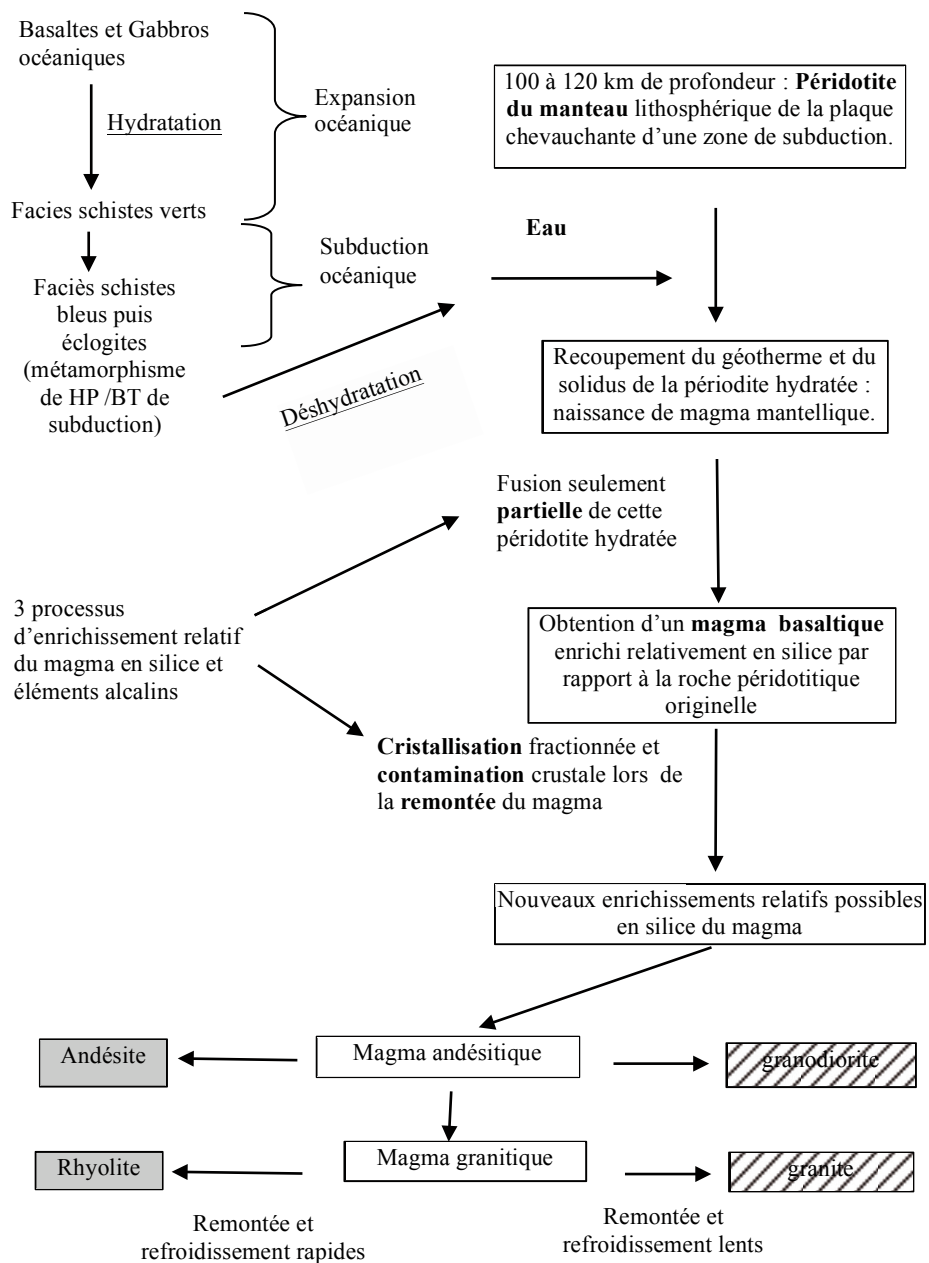
Schistes verts, bleus et écolites correspondent aux noms des différents *faciès* métamorphiques traversés par la roche (minéraux reliques).


Lors d'une collision, il arrive que des lambeaux de lithosphère océanique soient pris en sandwich entre les deux lithosphères continentales et se retrouvent émergés (ophiolites).


**LA CONVERGENCE LITHOSPHERIQUE :
CONTEXTE DE LA FABRICATION DES RELIEFS CONTINENTAUX
(CHAÎNES DE MONTAGNES DE COLLISION)**

		Dynamique	Témoins
Histoire océanique d'une chaîne de montagnes de collision	Naissance d'un océan par fracturation continentale	Étirement et amincissement de la croûte continentale en régime extensif formant un fossé d'effondrement. L'invasion marine submerge le fossé en formation.	Figures tectoniques : blocs basculés vestiges de marges passives parcourus de failles normales. Roches : roches sédimentaires de faible profondeur d'eau (évaporites).
	Expansion d'un océan par accrétion océanique	L'extension se poursuivant, l'invasion marine continue et parallèlement le plancher océanique se forme.	Roches sédimentaires avec fossiles marins et ophiolites non métamorphisées mises à l'affleurement lors de la collision (ex : Chenaillet dans les Alpes).
	Disparition d'un océan par subduction océanique	Dépassement du seuil d'équilibre isostatique à partir d'un certain âge de la lithosphère océanique qui subduit alors dans l'asthénosphère. Des associations minérales typiques du métamorphisme de subduction apparaissent dans les roches océaniques : faciès schistes verts (chlorite, hornblende), puis bleus (glaucofane) puis élogites (jadéite et grenat).	Ophiolites métamorphisées mises à l'affleurement lors de la collision (ex : Mont Viso).
Histoire continentale d'une chaîne de montagnes de collision	De la subduction à la collision	La subduction de la lithosphère océanique tracte la lithosphère continentale. Une amorce de subduction continentale s'installe mais est rapidement bloquée du fait de la faible densité de la lithosphère continentale. Les deux blocs continentaux s'affrontent.	Roches de croûte continentale métamorphisées par subduction puis remontées lors de la collision (ex : Dora Maira).
	Raccourcissement et épaisissement de la croûte continentale	Création de reliefs et de leur racine crustale par déformations des roches sous les contraintes de compression dues à la traction. Les empilements rocheux enfouissent profondément les roches continentales qui se transforment par métamorphisme général puis parfois par fusion partielle.	Figures tectoniques : plis, failles inverses, chevauchements (nappe de charriage, contact anormal) Roches de profondeur visibles à l'affleurement dans les anciennes chaînes de montagnes : micaschistes, gneiss, migmatites, granites d'anatexie.

LE MAGMATISME EN ZONE DE SUBDUCTION : FABRICATION DE NOUVEAUX MATÉRIAUX CONTINENTAUX



 : Roches magmatiques continentales volcaniques à structure microlithique. Arcs volcaniques explosifs des zones de subduction.

 : Roches magmatiques continentales plutoniques à structure grenue (granitoïdes).

