

TP. 3 - Moteur de la subduction

Fiche documents 2 à 4

Document 2. Le refroidissement de la lithosphère océanique.

- Au cours de son éloignement de l'axe de la dorsale, la lithosphère océanique s'hydrate et se refroidit. Ce refroidissement se traduit par un abaissement de l'isotherme 1 300 °C qui représente la limite lithosphère-asthénosphère : il s'en suit un épaississement progressif de la lithosphère océanique par sa base, par adjonction d'une semelle de manteau froid et lourd.

- Une colonne de lithosphère, de hauteur H , est constituée d'une croûte océanique d'épaisseur constante $h_c = 5$ km et d'une semelle de manteau lithosphérique d'épaisseur $(H - h_c)$ variable suivant son âge. La masse M_L d'une colonne de lithosphère océanique, de surface égale à 1 m^2 est donc égale à :

$$M_L = \rho_C h_C + \rho_{ML} (H - h_C) \text{ avec :}$$

ρ_C = masse volumique de la croûte océanique = $2,85 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

ρ_{ML} = masse volumique du manteau lithosphérique = $3,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

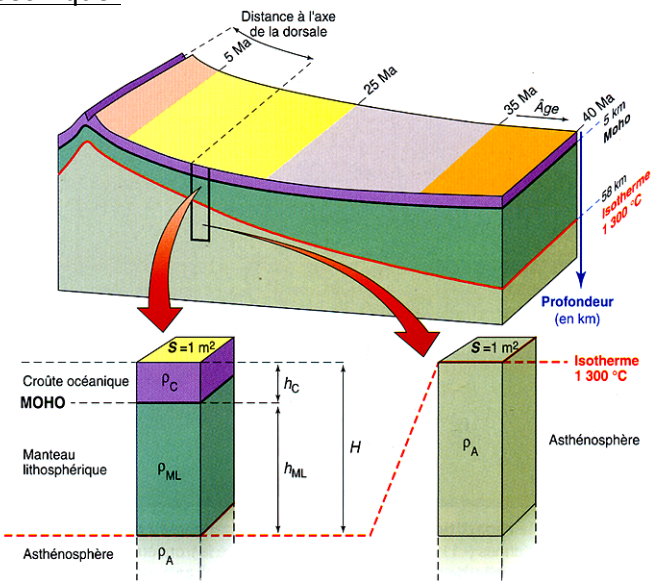
h_C = épaisseur de la croûte océanique = 5 000 m

H = épaisseur totale de la lithosphère océanique = $9,2 (\text{âge})^{1/2}$

(H est exprimée en mètres et l'âge en années)

- La masse M_A de la colonne d'asthénosphère sous-jacente, ayant la même surface et la même hauteur H que la colonne lithosphérique, est égale à : $M_A = \rho_A H$ avec

ρ_A = masse volumique de l'asthénosphère = $3,25 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.



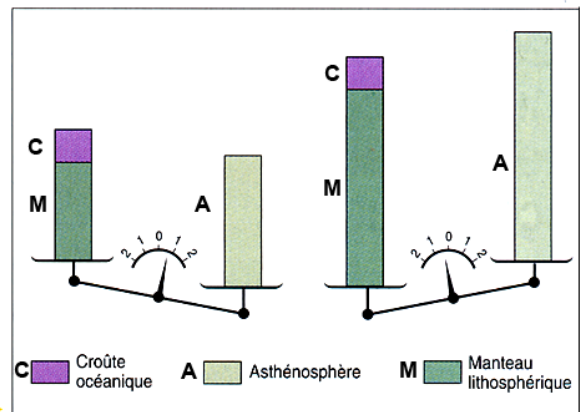
Calculer la masse d'une colonne de lithosphère océanique

1 Calculez l'âge et l'épaisseur d'une lithosphère océanique située à 800 km de l'axe d'une dorsale rapide (1/2 vitesse d'écartement de l'axe = 8 cm/an).

2 Calculez la masse d'une colonne de 1 m^2 de surface de cette lithosphère océanique et comparez-la à celle d'une colonne d'asthénosphère sous-jacente de même épaisseur et de même surface.

Document 3. Observations microscopique et macroscopique de roches et saisie de données.

La masse d'une colonne de lithosphère, de surface égale à 1 m^2 , dépend de son âge et, par conséquent, de son éloignement de l'axe de la dorsale. Des calculs, comparables à ceux effectués dans le document 1, donnent la variation de cette masse avec l'âge de la lithosphère océanique. Dans chaque cas, cette valeur peut être comparée à la masse d'une colonne d'asthénosphère de même surface et de même épaisseur.



a Plus lourde ou plus légère ? ▶

Âge la lithosphère océanique (en 10^6 ans)	2	10	15	25	30	40	60	80	100
Distance à l'axe de la dorsale (en km)	160	800	1 200	2 000	2 400	3 200	4 800	6 400	8 000
Épaisseur de la lithosphère océanique (en km)	Croûte	5	5	5	5	5	5	5	5
	Manteau	8	24	31	41	45	53	66	87
Masse d'une colonne de lithosphère océanique de surface égale à 1 m^2 (en 10^3 tonnes)	40,7	93,5	116,6	149,5	162,8	189,2	232,1	268,4	301,4
Masse d'une colonne d'asthénosphère de même surface et de même épaisseur (en 10^3 tonnes)	42,3	94,3	117,0	149,5	162,5	188,5	230,7	266,5	299,0

b Masses de la lithosphère océanique et de l'asthénosphère (pour une colonne de surface égale à 1 m^2).

La distance à l'axe de la dorsale, exprimée en kilomètre, est calculée pour une dorsale rapide avec une demi-vitesse d'écartement voisine de 8 cm/an.

Document 4. Un moteur et une résistance mécanique

Lors de la subduction de la lithosphère océanique, les basaltes et les gabbros de la croûte se transforment en éclogites sous l'effet de l'augmentation de pression ; ces nouvelles roches ont une masse volumique supérieure aux précédentes. La masse volumique moyenne d'une lithosphère océanique de 100 km d'épaisseur (dont 5 km de croûte) s'écrit :

$$\rho_{\text{moy}} = \frac{5\rho_{\text{CO}} + 95\rho_{\text{ML}}}{100}$$

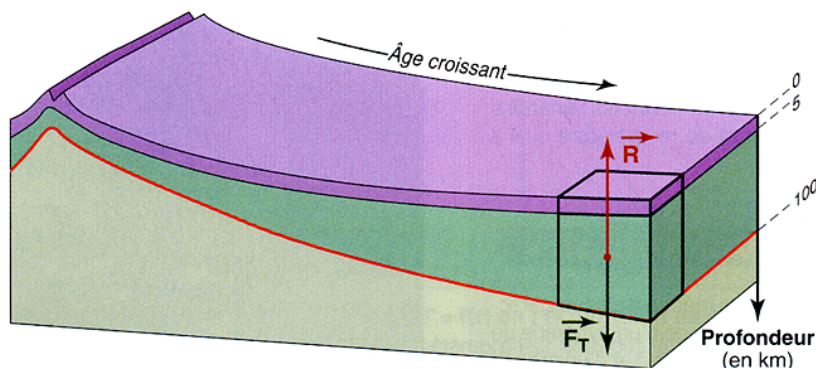
ρ_{moy} = masse volumique moyenne de la lithosphère

ρ_{CO} = masse volumique de la croûte

ρ_{ML} = masse volumique du manteau

	Masse volumique
Basaltes Gabbros	2,85
Éclogites	3,5
Péridotites de la lithosphère	3,3

a Masses volumiques comparées des roches de la lithosphère océanique (en 10^3 kg/m^3).



b La résistance mécanique à l'enfoncement.

La force de traction \vec{F}_T est due à l'excès de masse volumique de la lithosphère océanique en subduction. La résistance mécanique à l'enfoncement \vec{R} , qu'exerce l'asthénosphère, peut retarder la subduction de plusieurs dizaines de millions d'années.

Ne pas oublier de définir comment la lithosphère océanique ancienne est portée à ces deux extrémités, ce qui ralentit aussi son enfoncement.