

Activité 1: Les différences d'altitudes entre les océans et continents – Correction

Étape 1: Concevoir une stratégie pour résoudre une situation problème:

1. Vérifier les hypothèses de chaque modèle

En estimant la densité de la croûte océanique pour la comparer à celle de la croûte continentale

En estimant la masse et / ou la pression exercée par la croûte océanique pour la comparer à celle de la croûte continentale

Résultats attendus:

Le modèle de Pratt serra conforté si:	Le modèle de Airy serra conforté si:
<ul style="list-style-type: none"> • épaisseur de la croûte continentale > épaisseur de la croûte océanique • densité manteau > densité croûte océanique > densité croûte continentale • Masse croûte océanique = masse croûte continentale donc pression exercée par croûte océanique = pression exercée par croûte continentale (même surface de compensation - profondeur du Moho, par rapport à un repère fixe, identique sous croûtes océanique et continentale) 	<ul style="list-style-type: none"> • épaisseur de la croûte continentale > épaisseur de la croûte océanique • densité manteau > densité croûte océanique = densité croûte continentale • Masse croûte océanique < masse croûte continentale donc pression exercée par croûte océanique < pression exercée par croûte continentale (surface de compensation différentes - profondeur du Moho, par rapport à un repère fixe, plus faible sous la croûte océanique que sous la croûte continentale.

2. Confronter la différence d'altitude déduite de l'exploitation des modèles à la différence d'altitude réelle

Résultats attendus: Un modèle serra conforté si la différence d'altitude déduite de son exploitation est cohérente avec la différence d'altitude réelle.

Étape 3: Présenter les résultats pour les communiquer

Calcul de la densité de la croûte continentale:

La croûte continentale est composée de différents types de roches: des roches sédimentaires, magmatiques, métamorphiques. La densité moyenne de la croûte continentale dépend de la densité des roches qui la constituent, et de l'abondance relative des différents types de roches.

Familles de roches	Roches caractéristiques	Abondance relative dans la croûte continentale	Masse volumique	Masse volumique croûte continentale
Sédimentaire	Calcaire	11%	2,29	$[(2,29 \times 11) + (2,47 \times 44,5) + (2,58 \times 44,5)]/100 =$ $2,5 \text{ g/cm}^3$
Magmatique	Granite	44,5%	2,47	
Métamorphique	Gneiss	44,5%	2,58	

Tableau comparatif croûte continentale / croûte océanique:

	Masse volumique: ρ	Épaisseur: h	Masse: $m = \rho \cdot h$ (colonne de 1m.1m)	Pression: $P = \rho \cdot h \cdot g$
Croûte continentale	2700 kg/m ³	35 000 m	94,5.10 ⁶ kg	92,7.10 ⁷ Pa
Croûte océanique	2900 kg/m ³	7000 m	20,3.10 ⁶ kg	19,9.10 ⁷ Pa

Différence d'altitude déduite de l'exploitation des modèles, et différence d'altitude réelle :

Différence d'altitude d'après le modèle combiné Pratt/Airy		Différence d'altitude réelle
<p>Selon le principe de l'hydrostatique de Pascal, à l'équilibre, la pression exercée par la croûte continentale est égale à la pression exercée par l'ensemble croûte océanique-manteau ($P_{cc} = P_{co-m}$) sur la surface de compensation SC.</p> <p>Alors: $\rho_{cc} \cdot h_{cc} = \rho_{co} \cdot h_{co} + \rho_m \cdot (h_{cc} - h_{co} - x)$</p> <p>Donc la différence d'altitude $x = [h_{cc} \cdot (\rho_m - \rho_{cc}) - h_{co} \cdot (\rho_m - \rho_{co})] / \rho_m$</p> <p style="text-align: center;">$x = 5,50 \text{ km}$</p>		<p>L'altitude moyenne en milieu continental est de l'ordre de 840 m, en milieu océanique la profondeur moyenne est de l'ordre de 3800 m. La différence d'altitude x est donc de 3800 + 840 soit 4640 m</p> <p style="text-align: center;">$x = 4,64 \text{ km}$</p>

Étape 4: Exploiter les résultats obtenus pour répondre au problème

L'épaisseur de la croûte continentale est supérieure à celle de la croûte océanique comme le prévoyaient les deux modèles.

La masse volumique de la croûte océanique est supérieure à celle de la croûte continentale. Ceci est en accord avec le modèle de Pratt mais contredit celui de Airy.

La masse et la pression de la croûte océanique sont inférieures à celles de la croûte continentale; les deux types de croûtes ne reposent pas sur la même surface de compensation: le moho est plus profond sous la croûte continentale que sous la croûte océanique. Ceci est en accord avec le modèle de Airy, mais contredit celui de Pratt.

Le modèle combiné Pratt-Airy est en accord avec les observations précédentes: masse volumique de la croûte océanique supérieure à celle de la croûte continentale; masse et pression de la croûte océanique inférieures à celles de la croûte continentale. De plus, la différence d'altitude déduite du modèle combiné (5,50 km) est cohérente avec la différence d'altitude réelle (4,64 km) compte tenu des approximations faites lors de nos mesures et calculs.

La différence d'altitude entre milieu océanique et milieu continental peut donc s'expliquer par:

- Une différence de densité: la croûte océanique (masse volumique 2,9 g/cm³) est plus dense que la croûte continentale (masse volumique 2,7 g/cm³)
- Une différence d'épaisseur: la croûte océanique (7 km) est moins épaisse que la croûte continentale (35 km)

La différence de densité n'étant pas suffisante pour compenser la différence d'épaisseur, les deux croûtes n'ont pas la même masse et n'exercent donc pas la même pression. Cependant, à une certaine profondeur dite profondeur de compensation, l'excès de masse de la croûte continentale résultant de la différence d'altitude (x) est compensé par un déficit de masse: $\rho_{cc} \cdot (h_{cc} - h_{co} - x) < \rho_m \cdot (h_{cc} - h_{co} - x)$. Le long de cette surface, la masse est constante. La différence d'altitude ne s'accompagne pas d'une différence de masse, la gravité est donc constante.