

## GEOLOGIE - STC-1&amp;2 bilan thermique &amp; isostasie – 15 min

- Quel est le gradient géothermique dans les premiers km sous la surface terrestre :  $+3^{\circ}\text{C}$  pour 100m

- Quelle est la principale source de chaleur à l'intérieur de la Terre ?

le **refroidissement séculaire** de la Terre depuis sa formation et la **désintégration des isotopes radioactifs** (principalement U, Th et K) du manteau sont les deux principales sources. Les ordres de grandeur sont comparables compte tenu des incertitudes de mesure actuelles (donc les 2 propositions sont acceptées). (la solidification du noyau liquide, l'énergie dissipée par les marées sont d'autres sources bien moins importantes)

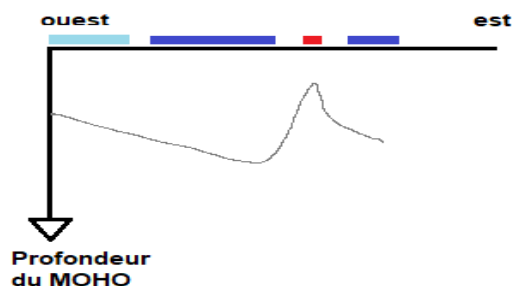
- pourquoi la terre est aplatie aux pôles ?

Du fait de la **rotation terrestre** génère une accélération axifuge maximale au niveau de l'équateur.

- comment interprète-t-on une anomalie isostatique négative ? Où sur terre peut on en mesurer ?

Par un état de déséquilibre associé à un déficit de masse sous le point de mesure par rapport à une situation où la croûte est en équilibre sur le manteau, ce qui signifie qu'une **remontée** la croûte est nécessaire pour atteindre l'équilibre. Cette remontée se produit actuellement en **scandinavie** (anomalie isostatique négative depuis la fonte d'un glacier). On mesure aussi ces anomalies négatives dans les zones de subduction mais la remontée est contrebalancée par la traction du slab plus dense en profondeur.

La carte ci-contre présente les anomalies gravitaires de Bouguer en France. Représenter qualitativement sur le graphique ci-dessous la profondeur du MOHO le long de la ligne noire au niveau des Alpes



rappel : une **anomalie négative** de Bouguer s'interprète comme un déficit de masse en profondeur, ce qui s'explique souvent par une croûte (légère) plus profonde, donc un **MOHO plus profond**. Inversement pour une anomalie positive.

Dans les Alpes, ces anomalies permettent de mettre en évidence la racine crustale sous le relief et la remontée du manteau à la frontière entre les 2 plaques.

Voici une modélisation de la surface terrestre. Dans ce modèle la croûte à une masse volumique constante  $\rho_c$

- S'agit-il du modèle d'Airy, ~~de Pratt ou de Vening-Meinesz~~ ? (rayer les options fausses)

- Placer la surface de compensation à l'aide d'une ligne verte (possible + bas mais calculs alors inutilement + complexes)

- Exprimer au choix la pression exercée par la première colonne de roche au niveau de la surface de compensation, ou sa masse.

On notera :

-  $\rho_c$  : masse volumique de la croûte

-  $\rho_m$  : masse volumique du manteau

-  $s$  la surface d'une colonne

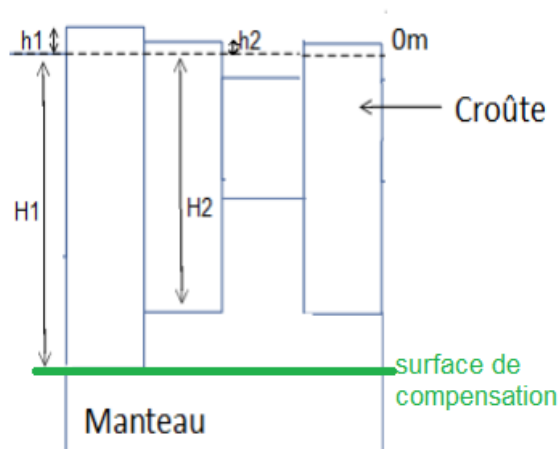
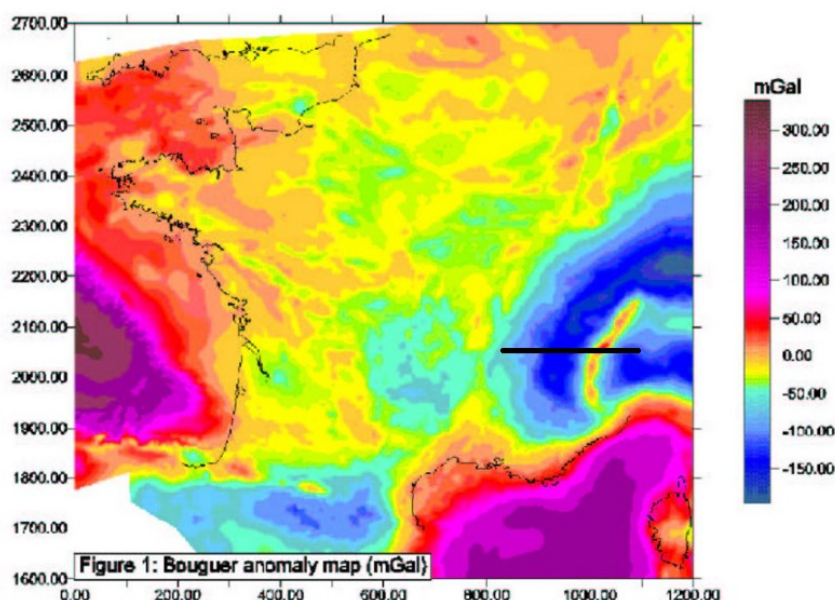
masse  $M = \rho V \Rightarrow M_1 = \rho_c (H_1 + h_1) s$

Pression  $P = P_0 + \rho gh$  donc  $P_1 = \rho_c (H_1 + h_1) g$  ( $P_{atm}$  étant négligeable)

attention ne pas confondre Poids et Pression : Poids =  $M g = \rho_c (H_1 + h_1) s g$

- Quelle relation existe à l'équilibre entre la pression exercée par la première colonne ( $P_1$ ) et celle exercée par la deuxième colonne ( $P_2$ ) sur la surface de compensation :  $P_1 = P_2$

(on pourrait aussi écrire l'égalité des masses ou des poids des colonnes de roche à l'équilibre)



-quelle contexte géologique est assez bien modélisé par le modèle présenté? **Rift continental**

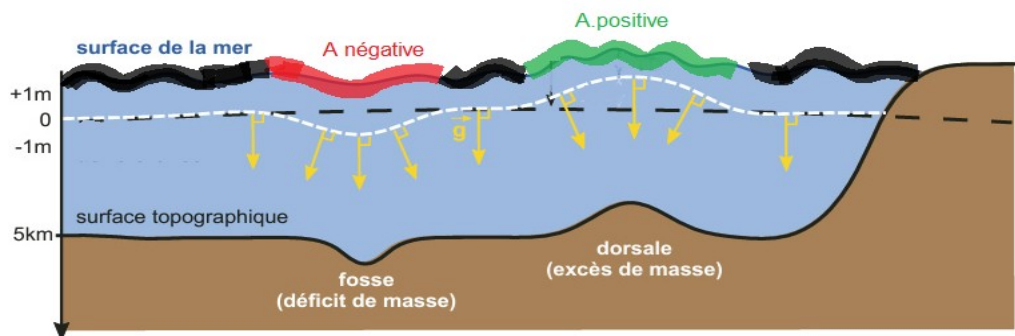
Sur le document suivant préciser ce que représentent :

-la ligne en pointillé noire : **ellipsoïde de référence**

-indiquer à la surface de la mer les régions où on peut mesurer

\* une anomalie gravitaire négative (en **rouge**)

\* une absence d'anomalie gravitaire (en noir)



-Définir

- Conduction

transfert thermique associé à une propagation de l'agitation thermique dans la matière.

- Ellipsoïde de référence :

équipotentielle de pesanteur théorique calculée à la surface de la terre en rotation, en supposant sa **composition homogène** (selon le modèle PREM)

= Surface théorique de la Terre **en rotation** en supposant sa **composition homogène**

- Pesanteur :

résultante de la gravité terrestre et l'accélération axifuge (due à la rotation terrestre)

= attraction exercée par la terre en rotation (sur tout corps possédant une masse)

attention la pesanteur, comme la gravité, est une accélération pas une force. Le poids est une force.

- Correction à l'air libre :

calcul qui estime l'effet de l'altitude sur la pesanteur locale.

- Anomalie à l'air libre : **écart** entre la **pesanteur mesurée** et corrigée avec la **correction à l'air libre**, et la pesanteur théorique au niveau de l'ellipsoïde de référence (= calculée à partir du modèle PREM)

## EXERCICES COMPLEMENTAIRES POUR LES PLUS MOTIVES

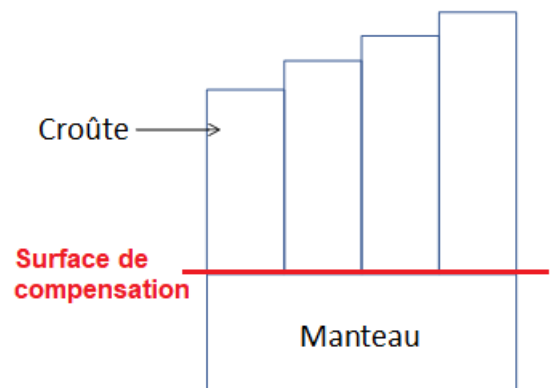
1-A partir du modèle d'Airy d'une chaîne de montagne (test A), exprimez h en fonction des autres variables

2- Un modèle de Pratt est présenté ci-contre.

Dans ce modèle la masse volumique de la croûte varie.

Comparez la masse volumique des différentes colonnes

2-ce modèle ne permet pas de modéliser un contexte géologique terrestre. Cependant en l'adaptant, il est possible de modéliser de façon assez satisfaisante une dorsale. Apporter les modifications nécessaires.



Réponses page suivante

1- A l'équilibre isostatique, le modèle de Airy postule que les pressions exercées par les colonnes de roches sur la surface de compensation sont égales, soit :  $P_2 = P_1$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow \rho_c (e + r + h) g &= (\rho_c e + \rho_m r) g \\ \Leftrightarrow \rho_c (e + r + h) &= (\rho_c e + \rho_m r) \\ \Leftrightarrow \rho_c h &= (\rho_c (-r) + \rho_m r) \\ \Leftrightarrow h &= r (\rho_m - \rho_c) / \rho_c \end{aligned}$$

Autre résolution équivalente :

A l'équilibre isostatique, le modèle de Airy postule que les masses des colonnes de roches au dessus de la surface de compensation sont égales, soit :  $M_2 = M_1$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow \rho_c (e + r + h) g &= (\rho_c e + \rho_m r) g \\ \Leftrightarrow \rho_c (e + r + h) &= (\rho_c e + \rho_m r) \\ \Leftrightarrow \rho_c h &= (\rho_c (-r) + \rho_m r) \\ \Leftrightarrow h &= r (\rho_m - \rho_c) / \rho_c \end{aligned}$$

2-  $\rho_{\text{colonne 1}} > \rho_{\text{colonne 2}} > \rho_{\text{colonne 3}} > \rho_{\text{colonne 4}}$

3- pour modéliser la dorsale on peut considérer que chaque colonne comporte une même épaisseur de croûte de masse volumique  $\rho_c$  et une épaisseur variable de manteau lithosphérique de masse volumique  $\rho_{mL}$ . Le reste de la colonne étant constituée de manteau asthénosphérique de masse volumique  $\rho_{mA}$   $\rho_{mA} > \rho_{mL} > \rho_c$

