

L'équilibre isostatique

I. Définition

- Le terme « *isostasie* » (du grec *isos*, égal, et *stasis*, arrêt) traduit l'état d'équilibre des roches de la croûte terrestre par rapport au manteau sous-jacent. Ce phénomène implique que, au-dessus d'une certaine profondeur, appelée niveau de compensation, la masse des roches crustales superficielles est partout la même quelle que soit l'altitude des reliefs. En dessous du niveau de compensation, il n'y a pas de variations significatives de densité (**Cazenave, 2020**).

- En géologie, l'*isostasie*, appelée aussi *équilibre isostatique*, est un phénomène par lequel les éléments de la croûte terrestre ou, plus généralement, de la lithosphère qui se trouvent enfouis à de faibles profondeurs sont soumis à la même pression indépendamment des irrégularités topographiques en surface (**Wikipédia**).

- La lithosphère rigide, découpée en plaques, repose en équilibre sur l'asthénosphère plus dense, moins rigide donc plus déformable (=ductile). Cet état d'équilibre des masses de la lithosphère / asthénosphère est appelé isostasie.

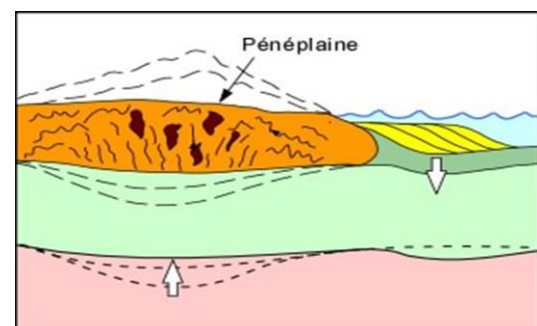
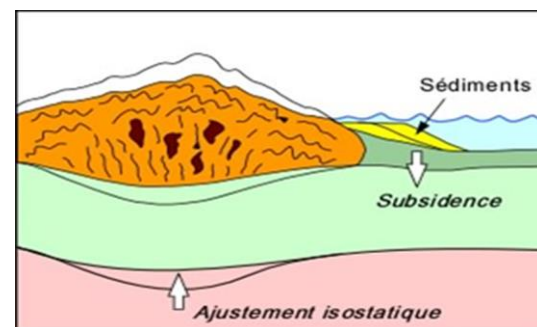
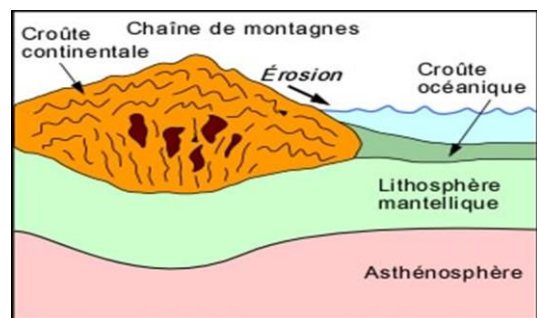
Animation : <http://www.geo.cornell.edu/hawaii/220/PRI/isostasy.html>

II. Érosion et isostasie

A l'échelle continentale, l'érosion par les eaux de ruissellement, la glace et le vent tend à aplanir les reliefs vers un profil de base qui est le niveau des mers.

Selon le principe d'isostasie (rappelons que la lithosphère "flotte" sur l'asthénosphère), l'ablation d'une tranche de matériaux à la surface d'un continent entraîne un rééquilibrage des masses; il y a remontée de l'ensemble de la lithosphère continentale.

De cette manière, la croûte continentale s'amincit progressivement; on tend vers la pénéplaine et vers une épaisseur de croûte continentale qui soit compatible avec l'épaisseur de la croûte océanique, en conformité avec les densités respectives des deux croûtes.



En contrepartie, la surcharge due à l'addition de sédiments sur la lithosphère océanique crée un enfoncement qu'on appelle de la subsidence.

Il y a deux paramètres antagonistes à considérer: l'érosion qui abaisse la chaîne et le rééquilibrage isostatique qui la soulève.

III. Le principe de l'isostasie : La poussée d'Archimède appliquée aux enveloppes terrestres.

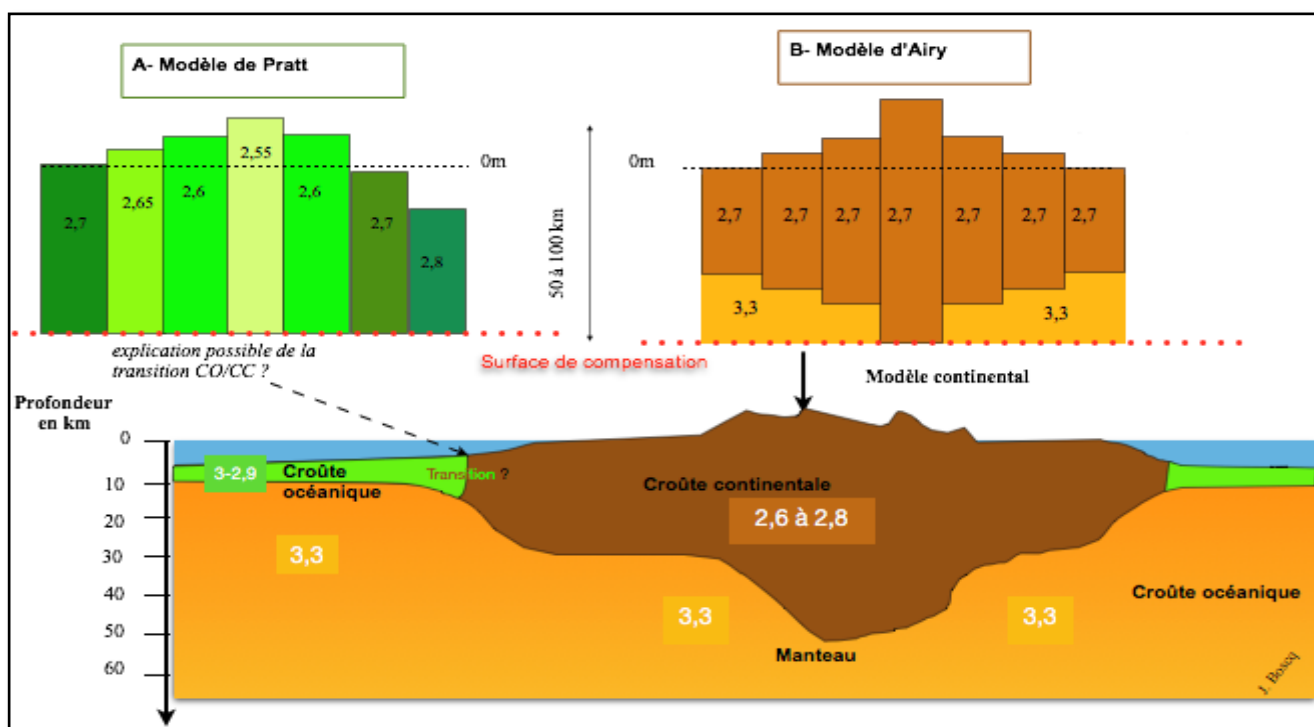
En physique, le principe d'Archimède pose que tout corps solide plongé dans un fluide subira une force dirigée de bas en haut : la **poussée d'Archimède** qui ne suffit pas à faire flotter un objet : il faut aussi que cet objet soit moins dense que le fluide. Dans le cas contraire, le solide coule, ce qui se produit dans certaines zones de subduction où la plaque subductée, plus dense que le manteau, coule spontanément.

Mais dans tous les autres cas, le manteau supérieur est nettement plus dense que la croûte, tout comme la lithosphère est plus dense que l'asthénosphère. Dans ces conditions, la poussée d'Archimède s'oppose au poids de la lithosphère de telle sorte qu'elle « flotte » sur le manteau asthénosphérique.

D'après les lois de l'hydrostatique, la poussée d'Archimède a une intensité proportionnelle au volume immergé.

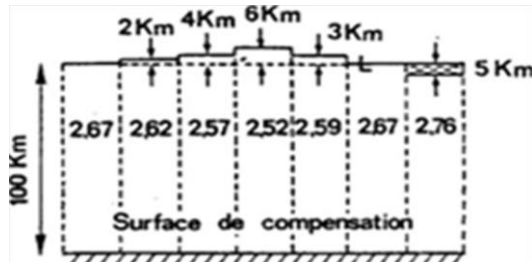
IV. Les modèles de l'isostasie

L'isostasie est un concept permettant d'expliquer le phénomène par lequel les éléments enfouis de la lithosphère sont soumis à une même pression souterraine, quelque soient les reliefs visibles en surface. Les forces de compensation isostatique contrecarrent l'érosion de surface et font apparaître de nouveaux reliefs. Parmi les nombreux modèles de l'isostasie, on distingue deux modèles :



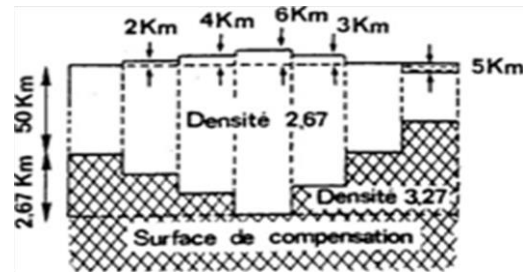
* *Modèle de Pratt*

Ce modèle est basé sur l'hypothèse que les densités varient latéralement dans des colonnes en fonction de leur élévation par rapport au géoïde. Plus la colonne est élevée, moins elle est dense et inversement, de telle sorte qu'à une certaine profondeur, appelée "*la profondeur de compensation*", les pressions seront égales.



* *Modèle d'Airy*

Airy suggère que des morceaux de croûte terrestre plus ou moins épaisse flottent sur une substance de forte densité selon le principe d'Archimède.



Plus les montagnes sont élevées, plus leur racine est importante. Dans ce modèle et à une certaine profondeur, il existe une surface dite de compensation, où les pressions hydrostatiques égales. Les reliefs seront donc compensés par une racine crustale et les dépressions par une anti-racine.

Références bibliographiques

Anny CAZENAVE, « ISOSTASIE, géologie », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 21 novembre 2020. URL : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/isostasie-geologie/>

Animation : <http://www.geo.cornell.edu/hawaii/220/PRI/isostasy.html>

Boscq ,J. 2017 LA CARACTERISATION DU DOMAINE CONTINENTAL : Lithosphère continentale, reliefs et épaisseur crustale – COURS

Bourque P.A., 2004- Planète Terre par Pierre. Département de géologie et de génie géologique. Université Laval Québec, Canada.