

### **Activité 1: Les différences d'altitudes entre les océans et continents**

En réalisant des mesures géodésiques, Pierre Bouguer (1698-1758) remarque que le champ de gravité ( $g = G.m/R^2$  avec  $G$  la constante de gravitation universelle,  $m$  la masse de la planète, et  $R^2$  le rayon au carré) est constant lorsqu'il est mesuré à une altitude constante, et ce au dessus des océans comme au dessus des continents et des chaînes de montagnes qu'ils portent. Les continents et les montagnes semblent avoir la même masse que les océans ! Deux modèles hypothétiques tentèrent d'expliquer cette anomalie ou "anomalie de Bouguer" (différence d'altitudes sans différence de masse): le modèle de Airy (1801-1892) et le modèle de Pratt (1809-1871).

Le même problème se reposera quelques décennies plus tard lorsque en observant la distribution bi-modale des altitudes (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), Wegener (1912) émet l'hypothèse que ce contraste d'altitude serait dû à un contraste géologique. Les continents formés de SIAL léger reposeraient (flotteraient) sur les fonds océaniques formés de SIMA dense.

Les études sismiques et pétrographiques réalisées au cours du XX<sup>e</sup> siècle confirmèrent partiellement le contraste géologique supposé par Wegener: les croûtes continentale et océanique, toutes deux de type SIAL, reposent sur un manteau de type SIMA plus dense.

### **Comment les propriétés de la lithosphère continentale expliquent elles les différences d'altitudes entre les océans et les continents ?**

Pour répondre à ce problème, on se propose d'éprouver la validité de deux modèles hypothétiques (le modèle de Pratt et le modèle de Airy) présentés dans la fiche document.

**Matériel :** Échantillons de 3 roches issues d'un affleurement de la croûte continentale: granite, calcaire, et gneiss - Loupe à main - Bec benzène - Balance - Règle graduée - Éprouvette graduée - Lampe - GPS

### **Les 3 familles de roches continentales - Critères d'identification et abondances relatives.**

	<b>Roches sédimentaires</b>	<b>Roches magmatiques</b>	<b>Roches métamorphiques</b>
<b>Origine:</b>	Roches provenant de l'accumulation d'éléments (fragments minéraux issus de l'altération de roches pré existantes, débris de coquilles, restes de matières organiques...) et/ou de la précipitation à partir de solutions	Roches issues de la cristallisation plus ou moins rapide d'un magma lors de son refroidissement	Roches provenant de la transformation d'une roche pré existante à l'état solide sous l'effet de variations de P et/ou T
<b>Caractéristiques:</b>	Stratification très nette  Présence de fossiles	Fossiles absents (ou rarissimes)  Pas d'orientation spatiale des gros minéraux (phénocristaux)  Pas de schistosité ni de foliation	Holocristallines : masse totalement cristallisée (sauf métamorphisme léger et inachevé)  Souvent cristaux de grande taille reconnaissables à l'œil nu  Structure parallèle, schistosités, foliation  Très compactes, sans cavité  Fossiles généralement absents
<b>Abondance relative</b>	11 % du volume de la croûte continentale	44,5 % du volume de la croûte continentale	44,5 % du volume de la croûte continentale

### **Données complémentaires.**

Champ de gravité: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ou $9,81 \text{ N/kg}$	Épaisseur moyenne de la croûte océanique: 7 km	Densité de la croûte océanique: 2,9	Densité du manteau: 3,3
--	--	-------------------------------------	-------------------------

La pression exercée par la croûte océanique est supérieure à la pression exercée par la croûte continentale

## Étape 2: Mettre en œuvre un protocole de résolution pour obtenir des résultats exploitables

On attend de l'élève qu'il mette en œuvre le protocole : maîtrise du matériel, respect des consignes et gestion correcte du poste de travail.

Un modèle hypothétique est une explication plausible qui repose sur un ensemble d'hypothèses.

Pour éprouver un modèle hypothétique il convient de :

### 1. Tester les hypothèses sur lesquelles le modèle repose:

Conséquences vérifiables du modèle de Pratt:	Conséquences vérifiables du modèle de Airy
<ul style="list-style-type: none"><li>épaisseur de la croûte continentale &gt; épaisseur de la croûte océanique</li><li>densité manteau &gt; densité croûte océanique &gt; densité croûte continentale</li><li>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)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>épaisseur de la croûte continentale &gt; épaisseur de la croûte océanique</li><li>densité manteau &gt; densité croûte océanique = densité croûte continentale</li><li>Masse croûte océanique &lt; masse croûte continentale donc pression exercée par croûte océanique &lt; 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).</li></ul>

**Observer** les échantillons des 3 roches issues d'un affleurement de la croûte continentale: granite, calcaire, et gneiss; en déduire la famille (magmatique, métamorphique ou sédimentaire) de chacune de ces roches.

**Calculer** la masse volumique d'une de ces 3 roches en suivant le protocole. Mettre en commun les résultats. **En déduire** la densité moyenne de la croûte continentale en tenant compte de l'abondance relative de chacune des 3 familles de roches au sein de la croûte continentale.

1 Balance, 1 Éprouvette graduée, 1 échantillon de roche	Matériel:
Protocole:	
<u>Mesure de la masse de chaque échantillon</u>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Peser chaque échantillon (choisir judicieusement le nombre de morceaux permettant une précision suffisante) à l'aide de la balance fournie.</li><li>Noter le résultat obtenu.</li></ul>	
<u>Mesure du volume de chaque échantillon</u>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Verser de l'eau dans l'éprouvette jusqu'à une graduation repère ;</li><li>Immerger l'échantillon dans l'eau de l'éprouvette ;</li><li>Lire le niveau atteint par l'eau, une fois l'échantillon totalement immergé au cm<sup>3</sup> près ;</li><li>Calculer le volume de l'échantillon correspondant au volume d'eau déplacé.</li></ul>	
La masse volumique sera exprimée en grammes par centimètre cube (1cm <sup>3</sup> correspond à 1 mL). Rappel: la masse volumique de l'eau est de 1g/cm <sup>3</sup>	

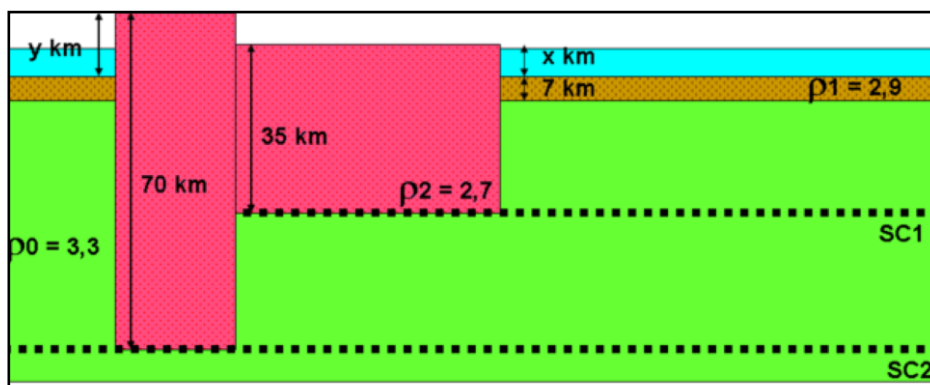
**Calculer** l'épaisseur de la croûte continentale (Documents 1 et 2 page 150 - station OG03)

**Calculer** la masse de la croûte océanique, et de la croûte continentale; et la pression exercée par chacune de ces deux croûtes.

### 2. Confronter les résultats de l'exploitation du modèle aux observations du réel.

**Calculer** la différence d'altitude (x) entre un océan et un continent d'après le modèle combiné Airy-Pratt afin de la comparer à la différence d'altitude réelle.

#### Combinaison des modèles de Pratt et Airy



Étape 3: Présenter les résultats pour les communiquer

On attend de l'élève qu'il présente une production techniquement correcte (soignée, lisible, approprié, ...), bien renseignée (informations complètes et exactes dans le cadre du moyen de communication choisi), et bien organisée (informations traduites dans le sens du problème à traiter)

Présentation des résultats bien organisée				Présentation maladroite des résultats				Présentation incohérente ou absence de présentation des résultats	
Contenu scientifique correct et suffisant		Contenu scientifique correct mais insuffisant		Contenu scientifique correct et suffisant		Contenu scientifique insuffisant		Contenu scientifique insuffisant ou absent	
Présentation soignée	Présentation non soignée	Présentation soignée	Présentation non soignée	Présentation soignée	Présentation non soignée	Présentation soignée	Présentation non soignée	Présentation soignée	Présentation non soignée
4	<-----	2,5		2	<-----	0,5		0,5	<----- 0

Étape 4: Exploiter les résultats obtenus pour répondre au problème

On attend de l'élève qu'il exploite l'ensemble des résultats (= je vois), intègre des notions issues des ressources (= je sais), construise une réponse au problème posé explicative et cohérente intégrant les résultats (= je conclus)

Synthèse cohérente				Synthèse maladroite				Synthèse incohérente ou absence de synthèse	
Contenu scientifique correct et suffisant		Contenu scientifique correct mais insuffisant		Contenu scientifique correct et suffisant		Contenu scientifique correct mais insuffisant		Contenu scientifique insuffisant ou absent	
Présentation soignée	Présentation non soignée	Présentation soignée	Présentation non soignée	Présentation soignée	Présentation non soignée	Présentation soignée	Présentation non soignée	Présentation soignée	Présentation non soignée
4	<-----	2,5		2	<-----	0,5		0,5	<----- 0