

## Programme de colles n°7

### Semaines du 13 au 24 janvier 2025

#### ST- B : La structure de la planète Terre

La Terre est une planète tellurique dont l'organisation des enveloppes concentriques dépend des propriétés physico-chimiques des éléments les composant. Cette structure est mise en évidence grâce à des données de géologie historique, de géophysique et de géochimie. Cette partie met l'accent sur l'analyse de multiples sources de données (géophysiques, géologiques et géochimiques) dans l'établissement d'un modèle radial de la planète Terre de premier ordre.

Savoirs visés	Capacités exigibles
<p>La Terre est constituée d'enveloppes concentriques solides, liquides et gazeuses qui se distinguent par leur nature et leurs propriétés physico-chimiques. Croûtes, manteau et noyau sont définis sur la base de leur nature chimique et minéralogique ; lithosphère et asthénosphère sur la base de leurs propriétés rhéologiques et thermiques. La nature minéralogique du manteau varie avec la profondeur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer la construction d'un modèle radial de la Terre solide (modèle PREM).</li> <li>- Exploiter et relier des données géophysiques permettant d'établir des discontinuités physiques ou chimiques dans le globe.</li> <li>- Exploiter des données permettant la construction du géotherme.</li> <li>- Exploiter des données géophysiques et expérimentales montrant les transitions de phase dans le manteau.</li> </ul>
<p><b>Précisions et limites :</b> L'histoire des travaux ayant permis d'établir cette structure n'est pas exigible, même si des documents historiques peuvent être utilisés en enseignement. Pour la minéralogie du manteau, on attend seulement péridotite à plagioclase, à spinelle, à grenat, à bridgmanite. La diversité des structures silicatées sera présentée dans la suite du programme lorsqu'elle se révèle nécessaire. Pour l'atmosphère, on se limite à la troposphère et la stratosphère. Pour l'hydrosphère, on se limite aux 3 couches : couche de mélange, thermocline, océan profond. VU EN BIOGEOSCIENCES</p>	

#### ST- C : La dynamique des enveloppes internes

La dynamique des enveloppes internes permet de présenter le globe terrestre comme une machine thermique libérant de l'énergie vers l'extérieur. Le bilan thermique de la Terre fait apparaître le rôle de la convection dans le transfert de l'énergie interne vers la surface. Les observations géologiques, géophysiques et géochimiques permettent de mettre en évidence les causes et les conséquences de cette dynamique. L'analyse des mouvements verticaux à différentes échelles de temps et d'espace montre l'importance des variations de densité, de température et de chimie interne. Les mécanismes conduisant à l'expansion océanique et à la dynamique de la lithosphère océanique sont à relier à l'efficacité du transfert énergétique dans le globe.

Savoirs visés	Capacités exigibles
<p><b>Le bilan thermique et ses conséquences</b></p> <p>La dynamique des enveloppes terrestres correspond à la dynamique thermique du globe (transferts de chaleur interne et externe par conduction et convection).</p> <p>La convection mantellique, moteur des mouvements de plaques lithosphériques, est associée à la production de chaleur interne du globe. La lithosphère est définie notamment comme une couche limite à la convection. Les mouvements horizontaux de la lithosphère ont des conséquences tectoniques (rifts, dorsales, marges passives...).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploiter des données de tomographie sismique et les relier au contexte géodynamique.</li> <li>- Identifier les principales sources de chaleur interne du globe.</li> <li>- Discuter les possibilités de convection du manteau à partir de différentes données (tomographie sismique, géotherme du manteau, modèles analogiques et numériques).</li> </ul>

### La lithosphère en équilibre sur l'asthénosphère

L'isostasie correspond à l'équilibre vertical de la lithosphère sur l'asthénosphère selon le principe d'Archimède. Cet équilibre dynamique peut être source de mouvements verticaux.

La modélisation des états d'équilibre permet de proposer des interprétations des reliefs, que les données gravimétriques valident ou questionnent. La notion d'anomalie gravimétrique est construite à partir des anomalies à l'air libre et de Bouguer. L'anomalie de Bouguer témoigne de la présence d'excès ou de déficit de masse en profondeur.

Les anomalies gravimétriques permettent de discuter des variations altitudinales inaccessibles à l'observation directe ou à travers d'autres instrumentations.

Les variations spatiales de petite longueur d'onde du géoïde marin permettent de repérer les reliefs sous-marins.

- Réaliser des calculs simples d'équilibre vertical archimédien dans des contextes géologiques (ex : chaîne de montagne, rift continental, plaine abyssale océanique...).

- Exploiter des données géologiques diverses permettant d'estimer une vitesse de remontée isostatique et l'ordre de grandeur de la durée d'un rééquilibrage isostatique.

- Exploiter des données gravimétriques (air libre, Bouguer) obtenues par altimétrie satellitaire.

- Relier des anomalies du géoïde à petite longueur d'onde avec la topographie sous-marine.

### La géodynamique de la lithosphère

Les mouvements lithosphériques sont modélisés par le déplacement de plaques (coquilles rigides) à la surface de la Terre. Une marge active montre des signatures géomorphologiques, géophysiques et pétrologiques. Les dorsales sont l'expression en surface des remontées du système convectif et permettent la création de croûte océanique.

La subduction de la lithosphère océanique est liée à son évolution thermomécanique et participe à la dynamique interne au sein du système convectif. Le volcanisme actuel ou récent s'observe dans des environnements géodynamiques variés, principalement aux frontières de plaques convergentes (zones de subduction) et divergentes (zones d'accrétion) mais aussi en domaine intraplaque.

Les anomalies magnétiques résultent de la fossilisation du champ magnétique par les basaltes lors de la mise en place de la croûte océanique.

- Exploiter des données GPS pour caractériser le mouvement des plaques à la surface de la Terre.

- Identifier les indices de structure et de fonctionnement d'une marge active.- Relier le magmatisme de dorsale et les anomalies magnétiques.

- Démontrer les causes thermo-gravitaires de la subduction.

- Relier diverses données permettant de discuter de la diversité des subductions : pendage du panneau plongeant, états des contraintes (compression ou extension), vitesse, âge de la lithosphère, volcanisme, ...

- Relier les conditions d'apparition des magmas aux confrontations géotherme/solidus.

- Exploiter les cartes de fonds océaniques pour estimer les taux d'accrétion.

**Précisions et limites** : Lors de la mise en évidence de la convection mantellique, le nombre de Rayleigh est présenté ; la formule n'est pas à mémoriser. L'étude de la dynamique du noyau n'est pas au programme. On signale simplement que cette dynamique est à l'origine du champ magnétique terrestre.

L'anomalie de Bouguer est définie comme l'écart entre le champ de pesanteur terrestre mesuré, corrigé de paramètres locaux, et le champ de pesanteur théorique. Le géoïde est volontairement défini comme la surface équipotentielle de pesanteur passant par le niveau moyen des océans. Sa forme reflète l'hétérogénéité latérale au sein des différentes enveloppes de la Terre, mais seules les anomalies de variations à petites longueurs d'onde du géoïde sont exploitées.

Cette partie décrit les conditions potentielles de fusion partielle des roches du manteau (comparaison géotherme vs. solidus, hydratation et décompression). La connaissance de la diversité des subductions n'est pas au programme. Le fonctionnement d'une chambre magmatique n'est pas détaillé en 1<sup>ère</sup> année.

## ST- H : La mesure du temps : outils et méthodes

On ne peut comprendre l'histoire de la Terre, des paysages et des ressources qui nous entourent qu'à condition de situer les différents éléments qui composent cette histoire dans le temps. En particulier, une des spécificités des sciences de la Terre est l'appréhension du temps long. La prise en compte de cette dimension temporelle se fait par différentes méthodes complémentaires dont la synthèse intégrative correspond à l'échelle chronostratigraphique. Cette partie remobilise fortement les savoirs et les capacités développés en terminale.

Savoirs visés	Capacités exigibles
<p><b>L'échelle stratigraphique</b></p> <p>La définition d'une unité stratigraphique se traduit par le choix d'une référence appelée stratotype. Les crises biologiques correspondent à des repères dans l'histoire de la Terre, permettant de définir des coupures à l'échelle mondiale.</p> <p>Elles affectent la diversité du monde vivant à l'échelle globale et sont toujours suivies de radiations évolutives. Les causes de ces extinctions sont souvent multiples et peuvent résulter d'un couplage entre l'activité interne de la Terre et de la surface.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Exploiter les principes de la stratigraphie pour réaliser une datation relative de deux événements géologiques.</li><li>- Exploiter les informations qu'apportent les fossiles pour dater (fossiles stratigraphiques) ou reconstituer un paléoenvironnement (fossiles de faciès).</li><li>- Exploiter les données d'une crise biologique pour justifier le découpage stratigraphique.</li></ul>
<p><b>Précision et limites :</b> La connaissance des fossiles se limite à la détermination des caractéristiques principales des Trilobites, Ammonoïdés, Bivalves, Gastéropodes, Foraminifères benthiques (Nummulitidés) et planctoniques (Globotruncanidés, Globigérinidés). Aucune étude systématique détaillée n'est exigible. La connaissance des différents types de stratotype est hors programme.</p> <p>Les différentes coupures de l'échelle stratigraphique sont définies et exploitées, mais la connaissance de leur nom se limite à celle des périodes.</p>	
<p><b>La datation absolue</b></p> <p>La datation absolue, fondée essentiellement sur la radiochronologie, donne accès à l'âge absolu et étalonne l'échelle stratigraphique.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Expliquer le principe de la datation radiochronologique à partir des méthodes : U/Pb, K/Ar et <math>^{14}\text{C}</math>.</li><li>- Justifier l'utilisation de différentes méthodes de radiochronologie en s'appuyant sur la comparaison des méthodes et de leurs domaines d'application.</li></ul>
<p><b>Précisions et limites :</b> On insiste sur les mécanismes de remise à zéro par diffusion ou dissolution-précipitation, traités uniquement de façon qualitative. On se limite à la datation à partir de minéraux isolés. Les datations s'appuient sur ce qui a été vu en lycée (enseignement scientifique en première et spécialité SVT en terminale). Seuls les âges des limites d'ères du Phanérozoïque doivent être connus. Pour U/Pb, on se limite à la Concordia dans le diagramme de Wetherhill et les significations possibles de la discordance.</p>	
<p><b>Synthèse stratigraphique</b></p> <p>L'échelle chrono-stratigraphique résulte de la mise en cohérence entre les données issues de la chronologie relative et de la chronologie absolue. On associe des âges absolus à des successions d'intervalles de temps.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Appliquer les différentes techniques de datation relative et absolue sur des exemples divers.</li></ul>