

G2. Les modes de transfert thermique dans la Terre

Document 1 page 130 : des gaz brûlants (160°C) émanent du volcan Solfatara en Italie.

La Terre produit donc de l'énergie thermique qui s'échappe vers la surface.

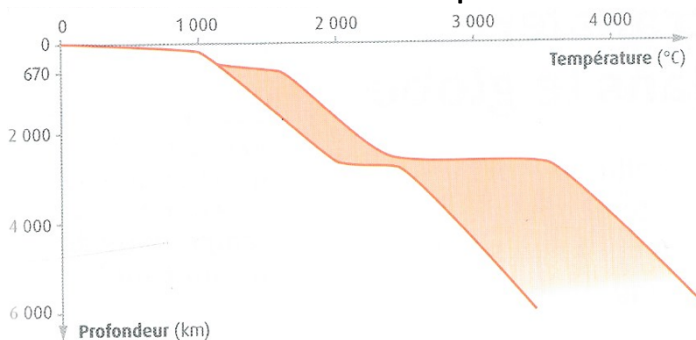
Comment se dissipe cette énergie thermique dans le globe terrestre ?

Pour répondre à la problématique, on vous demande :

- de **décrire** le modèle thermique de la Terre (document 1) ;
- d'**élaborer** une stratégie expérimentale avec le matériel présent devant vous ;
- d'**effectuer** la modélisation pour **déterminer** quel mode de transfert énergétique est le plus efficace ;
- de **rédiger** un bilan écrit expliquant les modes de transfert énergétique dans la lithosphère et le manteau.

Ressources complémentaires

Document 1. Le modèle thermique de la Terre.



Le **géotherme** est un tracé présentant l'évolution de la température en fonction de la profondeur dans la Terre. Il est relativement facile à établir en surface. En revanche, pour évaluer la température à partir d'une certaine profondeur, les géophysiciens utilisent des données expérimentales et le profil moyen de vitesse des ondes sismiques dans le manteau (modèle PREM). Ils aboutissent à un **gradient géothermique moyen** qui est une valeur comprise entre les deux limites proposées sur ce graphique.

Document 2. Conduction, convection et gradient thermique.

Il existe deux modes de dissipation de l'énergie thermique :

- la **conduction** : transfert d'énergie thermique sans déplacement de matière (= propagation de proche en proche).
- la **convection** : transfert d'énergie thermique avec déplacement de matière.

Un mode de dissipation de l'énergie **efficace** est associé à un **faible gradient thermique** (= homogénéisation des températures quel que soit l'endroit) contrairement à un mode de dissipation de l'énergie **peu efficace** (**fort gradient thermique** = températures très différentes d'un endroit à un autre).

Le **gradient de température** correspond à l'évolution de la température entre deux points (ici deux profondeurs). On l'exprime par exemple en °C / km.

Document 3. Modélisation de la conduction et de la convection.

On veut déterminer le mode de dissipation de l'énergie le plus efficace entre la conduction et la convection.

Matériel à votre disposition :

- ExAO et logiciel de traitement des données Capstone, 2 thermosondes (sondes de température).
- Récipient de 1500 mL environ et thermoplongeur (résistance chauffante).
- Fiche technique Capstone (répertoire 1GTx).

Protocole :

- Remplissage des récipients (quantité d'eau identique pour tous les groupes, a priori proche de 1,5 L) ;
- Placement des thermosondes : à 2 cm au-dessus du fond et à 1,5 cm sous la surface. C'est la tête de sonde qui mesure les températures ;
- Placement du thermoplongeur en profondeur ou juste sous la surface de l'eau (il ne doit pas émerger de l'eau et ne pas toucher les parois) ;
- **M'appeler impérativement pour vérification du montage et respect des conditions de sécurité** ;
- Démarrage de Capstone. Durée de l'expérience (10 min) - mode d'emploi oral.

Aide à la communication des résultats :

Pour cela, vous devez échanger les informations avec le groupe qui a fait l'expérience symétrique.

- Schématisation des deux montages ;
- Détermination du mode de transfert d'énergie / protocoles effectués : convection ou conduction ;
- Copier-coller du graphique ExAO légendé et titré sur une page texte ;
- Analyse des résultats des deux montages ;
- Calcul des gradients thermiques entre la surface et le fond à la fin de l'expérience (exprimé en °C.cm⁻¹) pour les deux montages ;
- Conclusion : mode de dissipation de l'énergie le plus efficace ;
- Critiques du modèle (sachant qu'en réalité la Terre est constitué de roches et d'un noyau métallique).

G2. Les hétérogénéités thermiques dans le manteau

La température du globe croît avec la profondeur.
L'énergie thermique terrestre se dissipe suivant deux modalités : la conduction et la convection.

Comment montrer la présence d'hétérogénéités thermiques au sein du manteau ?

Pour répondre à la problématique, on vous demande :

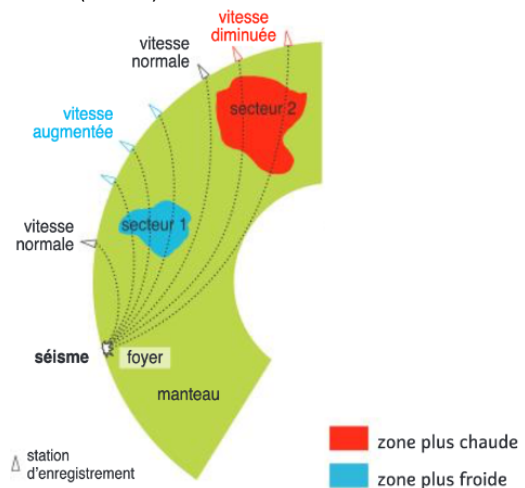
- de **comprendre** le principe de la tomographie sismique (sans écrit demandé) ;
- d'**effectuer** plusieurs coupes légendées et en **présenter** les résultats.

Ressources complémentaires

Document 1. La tomographie sismique et la modélisation de la température du manteau.

D'après Spécialité SVT Première Bordas 2019 (modifié)

La tomographie sismique est une technique fondée sur l'étude des ondes sismiques. Elle a pour objectif de visualiser les régions internes du globe présentant des températures anormalement élevées ou faibles. En effet, dans les zones plus chaudes que le prévoient les modèles (ou alors avec des états physiques différents par exemple), les roches sont plus ductiles et ralentissent la propagation des ondes par rapport au modèle moyen de la Terre (PREM par exemple). A l'inverse, dans les zones plus froides que prévu, les roches plus rigides accélèrent la propagation des ondes.



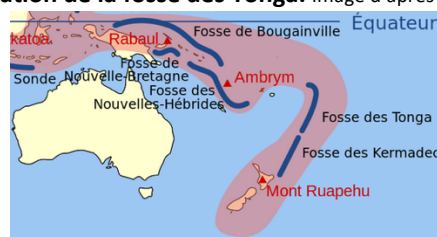
Document 2. La visualisation des hétérogénéités thermiques.

Matériel à votre disposition : PC avec connexion internet, logiciel Tectoglob3D en ligne <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/tectoglob3d>, fiche technique de Tectoglob3D dans votre répertoire 1Gn°).

Aide à l'utilisation de Tectoglob3D :

- **Ouvrir** le logiciel Tectoglob3D.
- **Exploiter** de nouveau la zone au niveau de la fosse du Pérou-Chili. **Afficher** les séismes (bien sélectionner toutes les magnitudes $CAD \geq 2$) et le volcanisme au niveau de la carte.
- **Définir** et **tracer** la coupe au niveau du Pérou – Chili en suivant le même protocole que la semaine précédente.
- Afficher ensuite la tomographie sismique correspondante (privilégier le modèle GAP-P4). Vous pouvez faire ensuite des coupes en 2D ou en 3D (à votre convenance). Vous limiter aux 1200 premiers km du manteau (sur un total de 2900 km).
- Vous pouvez faire le même travail au niveau de la fosse des Tonga, pour un résultat encore plus spectaculaire (coupe assez longue, modèle limité à 1200 km de profondeur).

Localisation de la fosse des Tonga. Image d'après Wikipedia.



En fonction du temps, le même travail peut être fait sous l'axe Afrique du Sud – Madagascar.

Aide à la communication des résultats :

- copies d'écran de(s) (la) coupe(s) rognée(s), légendée(s) (zones étudiées, repérage des anomalies « chaudes » et « froides », repérage de la lithosphère plongeante dans les zones de subduction), bien orientée(s) et titrée(s) ;

En cas de temps supplémentaire seulement !

- Il est aussi possible d'éplucher le globe, c'est à dire d'observer les anomalies de température à différentes profondeurs dans le manteau. **Faire** ce travail sous l'Europe à différentes profondeurs pour illustrer la notion d'hétérogénéité thermique du manteau. La tomographie n'apparaît que sous les 40 km de profondeur environ, et au-dessus de 2900 km de profondeur (ensuite nous entrons dans le noyau).

- **Montrer** en quoi cela peut illustrer la convection dans le manteau.