

## F2. 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 ?*

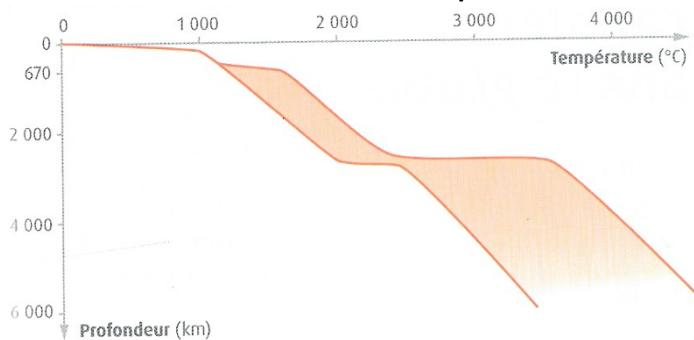
**Pour répondre à la problématique, on vous demande :**

- 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.

Compétences : C2, C3, C5, C6, C9

### 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 1 500 mL environ et thermoplongeur (résistance chauffante).
- Fiche technique Capstone (répertoire 1G).

##### 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 ;
- Décrire les résultats des deux montages ;
- Calcul des gradients thermiques entre la surface et le fond à la fin de l'expérience (exprimé en °C.cm<sup>-1</sup>) pour les deux montages ;
- Conclusion : mode de dissipation de l'énergie le plus efficace ;
- Critiques du modèle (sachant qu'en réalité la Terre est constituée de roches et d'un noyau métallique).

## F2. 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.

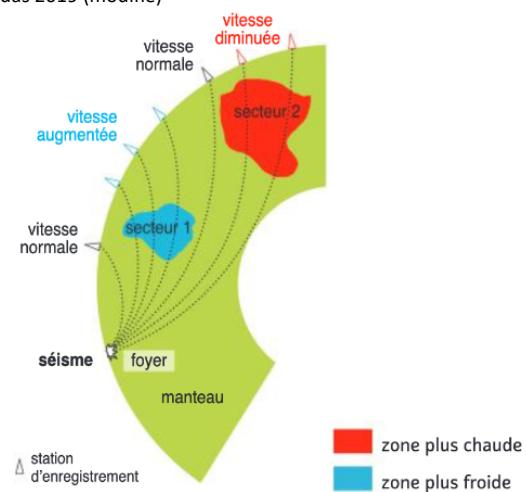
Compétences : C3, C5, C6, C9

### 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**.

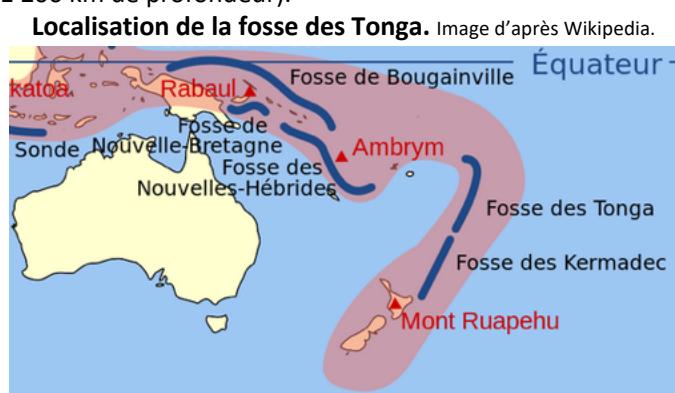


#### Document 2. La visualisation des hétérogénéités thermiques.

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 1G).

#### 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 1 200 premiers km du manteau (sur un total de 2 900 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 1 200 km de profondeur).



#### 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) ;