



THÈME : LA DYNAMIQUE INTERNE DE LA TERRE
Chapitre : La structure interne de la Terre

4

1ère spé

La chaleur de la Terre

➤ **Objectifs** : Déterminer l'évolution de la température à l'intérieur de la Terre.

➤ Compétences et capacités travaillées	☹️ Fragile	😐 Intermédiaire	😊 Avancé	😄 Expert
PRATIQUER DES LANGAGES	1 critère sur 3	2 critères sur 3	3 critères sur 3 (avec aide)	3 critères sur 3 (sans aide)
6. Communiquer sur ses démarches, ses résultats et ses choix à l'écrit en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents	- La production écrite ne répond pas à la demande : elle ne présente ni démarche et / ou résultats et / ou choix.	- La production écrite répond à la demande : les informations et / ou les connaissances scientifiques sont présentes, le vocabulaire scientifique est correct. - Le langage n'est pas suffisamment rigoureux.	- La production écrite répond à la demande : les informations et / ou les connaissances scientifiques sont présentes, le vocabulaire scientifique est correct. - Le langage est suffisamment rigoureux.	- La production écrite répond à la demande : les informations et / ou les connaissances scientifiques sont présentes, le vocabulaire scientifique est correct. - Le langage est suffisamment rigoureux.

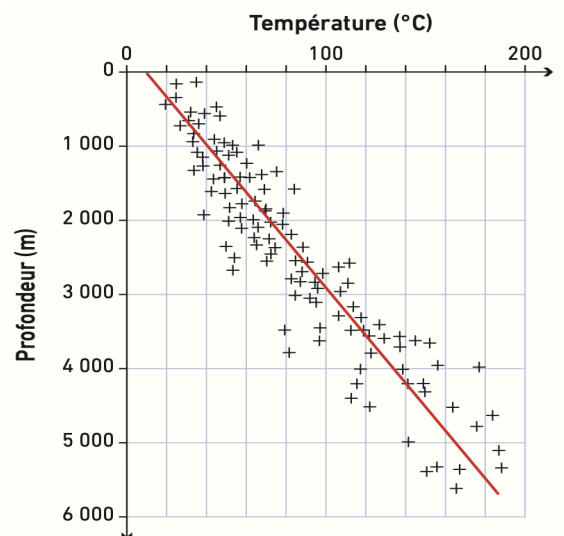
Mise en situation : Les manifestations de la chaleur interne sont nombreuses à la surface de la Terre (volcanisme, sources chaudes, geysers...). Il est possible de déterminer la température de la Terre et ses éventuelles variations à différentes profondeurs.

Question scientifique : En quoi l'étude de la température interne du globe complète-elle le modèle de la structure du globe ?

PARTIE 1 : LE GRADIENT GÉOTHERMIQUE DE LA TERRE

Depuis longtemps, les mineurs savent que la température au fond de la mine est plus élevée qu'en surface. L'augmentation de température avec la profondeur peut être estimée par le gradient géothermique, rapport entre l'augmentation de température et l'augmentation de profondeur (en °C/km).

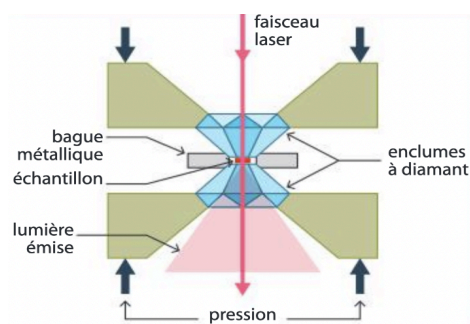
Document 1 : Données issues de forages miniers dans le bassin de Provence.



1) Déterminer le gradient géothermique de la Terre.

Le gradient géothermique qui correspond à l'augmentation de la température avec la profondeur est de 30°C / km.

La température est mesurable par un thermomètre jusqu'à quelques mètres en profondeur. Ainsi, pour déterminer la température dans les couches profondes de la Terre, on utilise des techniques de laboratoire comme la presse à l'enclume de diamant. Elle permet de reproduire les conditions de pression régnant jusqu'au noyau pour connaître la température à la limite de la graine. L'analyse de la lumière émise par l'échantillon chauffé permet de déduire que l'échantillon de fer matérialisant le noyau fond à 5000°C.



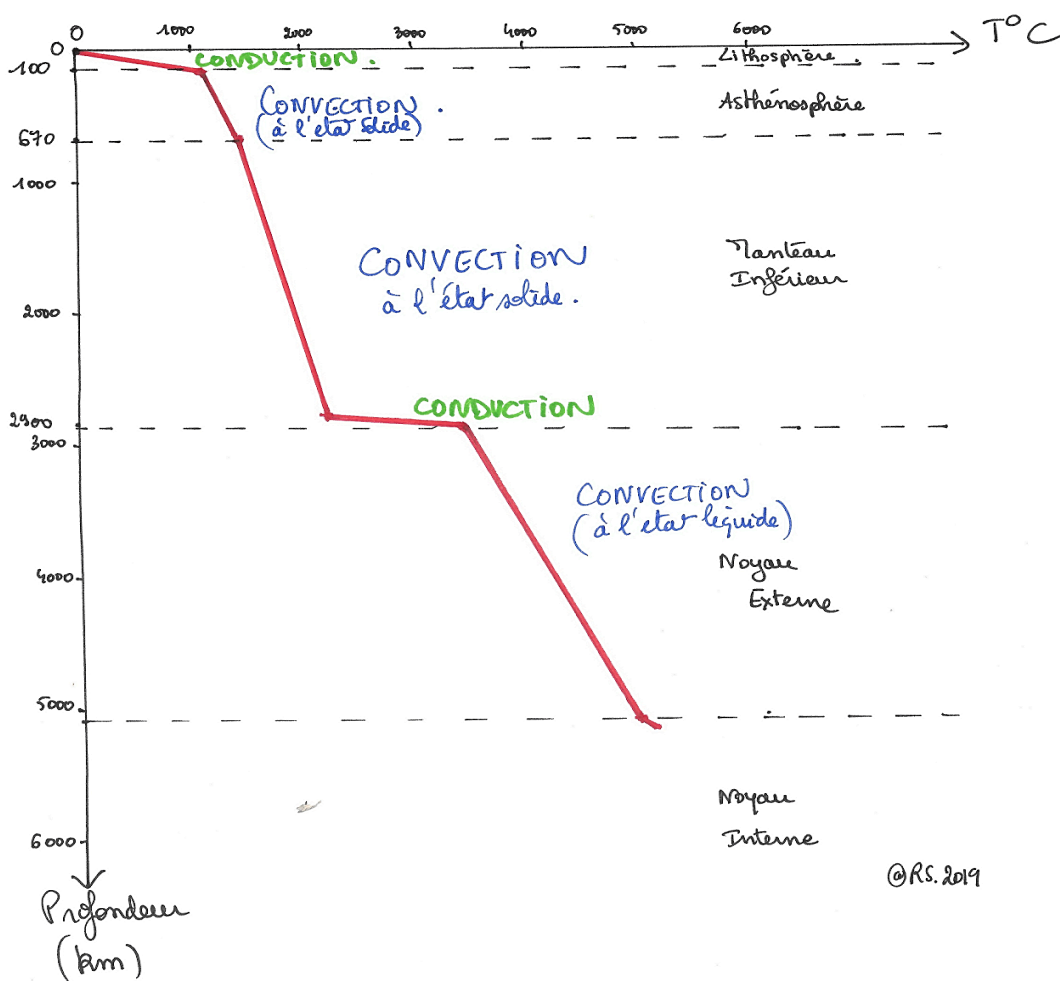
Document 2 : Presse à enclume de diamant.

On peut modéliser la variation de température en fonction de la profondeur sous la forme d'une courbe appelée « géotherme ».

Profondeur (en km)	0	100	670	2700	2900	5000
Température (en °C)	0	1000	1300	2000	3400	5000

Document 3 : Données expérimentales issues d'une presse à enclume de diamant.

- 2) Construire le géotherme de la Terre. Repasser en bleu les parties de la courbe avec un gradient faible et en rouge les parties avec à un gradient fort.
- 3) Identifier les zones du globe où le gradient est faible et où le gradient est fort.



Titre : Graphique de l'augmentation de la température avec la profondeur de la Terre (géotherme).

PARTIE 2 : LES DIFFÉRENTS MÉCANISMES DE TRANSFERT DE CHALEUR

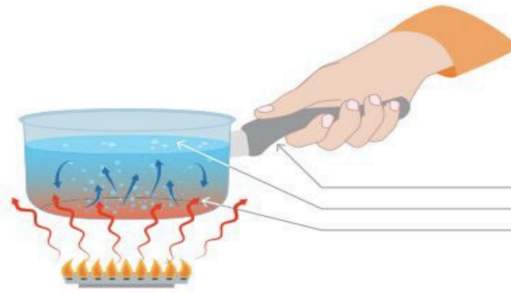
Convection :

transfert de chaleur impliquant des mouvements de matière.

Exemple : dans l'eau de la casserole

Rayonnement thermique :
émission d'ondes électromagnétiques.

Exemple : rougeolement des flammes



Conduction :

transfert de chaleur de proche en proche sans mouvement de matière.

Exemples :

- le long de la poignée de la casserole
- entre l'eau et l'air à la surface de la casserole
- entre le fond de la casserole et l'eau

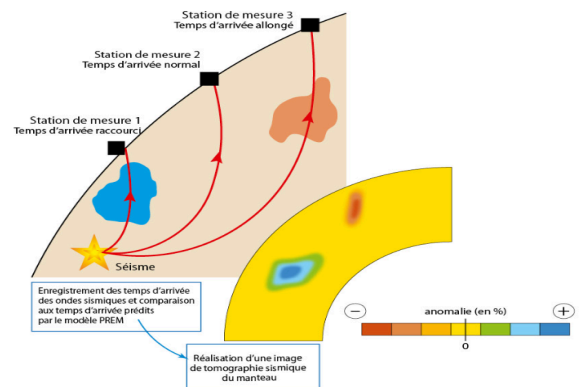
Document 4 : Les modes de transfert de chaleur.

4) Réaliser le protocole permettant de visualiser la convection.



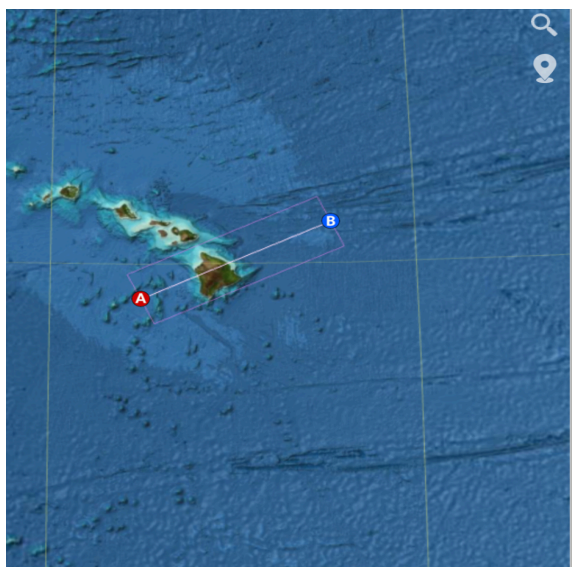
Simulation d'un mouvement de convection

La tomographie sismique est une technique basée sur l'étude des ondes sismiques. Elle a pour but de visualiser les régions internes du globe présentant des températures anormalement élevées ou faibles. En effet, dans les zones plus chaudes que prévoit le modèle PREM, les roches sont plus ductiles donc ralentissent la propagation des ondes. Par contre, dans les zones plus froides que prévu par le modèle, les roches rigides accélèrent la propagation des ondes.

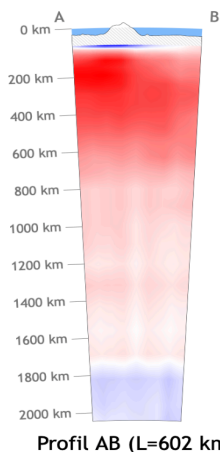


Document 5 : La tomographie sismique.

5) Réaliser le protocole sur Tectoglob 3D pour visualiser les hétérogénéités de manteau. Déterminer les causes possibles des anomalies positives et négatives.



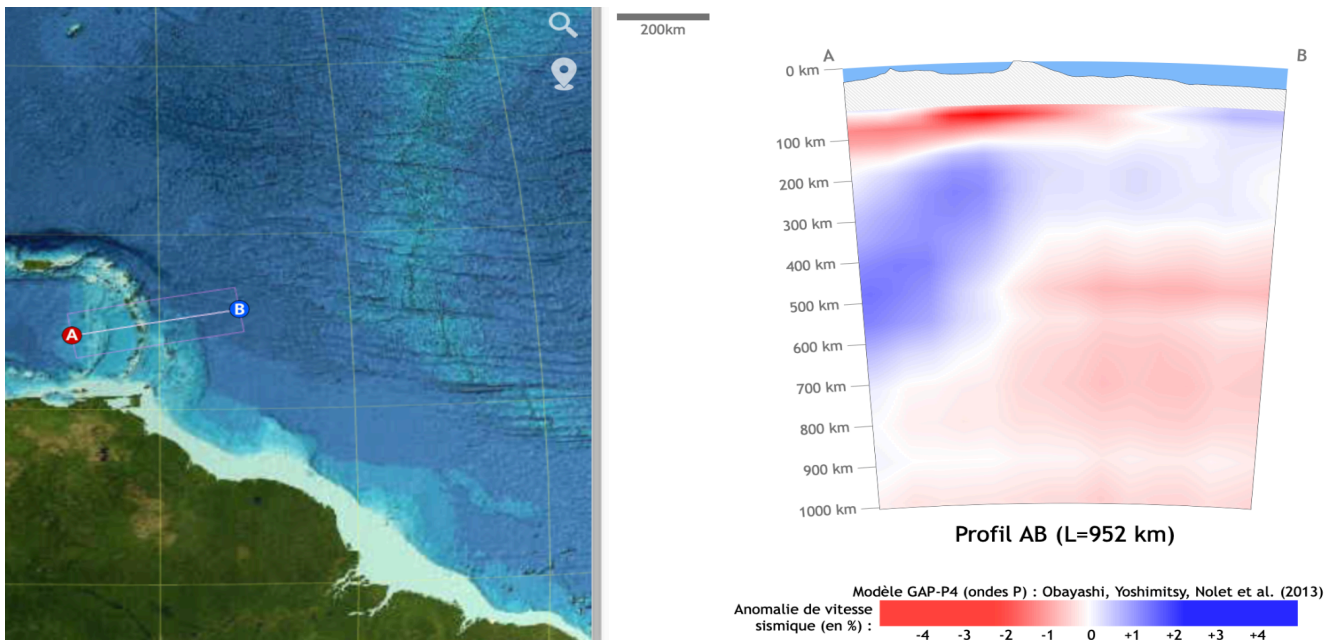
500km



Profil AB (L=602 km)

Modèle GAP-P4 (ondes P) : Obayashi, Yoshimitsu, Nolet et al. (2013)
Anomalie de vitesse sismique (en %) : -4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4

Capture d'écran du logiciel Tectoglob 3D mettant en évidence une anomalie thermique au niveau d'Hawaï par tomographie sismique



Capture d'écran du logiciel Tectoglob 3D mettant en évidence une anomalie thermique au niveau des Antilles par tomographie sismique

Au niveau du Pacifique, la coupe tomographique montre la présence d'une anomalie négative sous Hawaï (essentiellement entre 0 et 500 km de profondeur). On observe également quelques anomalies positives, notamment entre 2 000 et 2 500 km de profondeur (tâche bleue proche de la limite manteau/noyau).

Au niveau des Antilles, on observe une anomalie positive qui s'enfonce en profondeur jusqu'à 670 km de profondeur.

Les zones d'anomalies sismiques négatives dans le manteau peuvent correspondre à des remontées de matériaux chauds et moins denses. Les zones d'anomalies positives à des matériaux froids et plus denses qui s'enfoncent en profondeur. Ainsi, on observe des mouvements de matière dans le manteau correspondant à un transfert de chaleur par convection.