

## TP 1 : Des notions de géothermie

*Situation initiale* : la température de la Terre augmente avec la profondeur, on parle de gradient géothermique.

*Problèmes* : Comment évolue cette température ? Quelles sont les valeurs de ce gradient ? Comment les transferts thermiques peuvent-ils s'effectuer à l'intérieur du globe ?

Matériel : Excel.

### I – Représentation du gradient géothermique moyen

- Déterminer l'équation mathématique de l'évolution de la température avec la profondeur pour un gradient géothermique de  $30^{\circ}\text{C}/\text{km}$ .

Note : Ce gradient est considéré comme étant constant dans les 200 premiers kilomètres

- Tracer la courbe correspondant à la formule mathématique trouvée ci-dessus. (La profondeur maximale sera 10 km)

Mise en garde : contrairement à la définition mathématique de la fonction, pour des raisons de présentation et de modélisation de l'intérieur du globe, l'axe vertical représente la profondeur et il est dirigé vers le bas.

### II – Le géotherme à différents endroits du globe

Vous disposez de données de températures relevées à différentes profondeurs pour plusieurs sites localisés en différents points du monde (document1).

Lieu	Profondeur (km)	Température (°C)	Sources
Soultz (Alsace, France)	5,01	203	<a href="http://www.soultz.net/fr/documents/Resume_geothermie_Soultz.pdf">http://www.soultz.net/fr/documents/Resume_geothermie_Soultz.pdf</a>
Le Mayet de Montagne (Massif-Central, France)	0,8	33	<a href="http://www.geothermal.ethz.ch/content/Geothermal%20publications/EvansEtAl_2005_EGS-Apercu.pdf">http://www.geothermal.ethz.ch/content/Geothermal%20publications/EvansEtAl_2005_EGS-Apercu.pdf</a>
Fresnes (Ile de France, France)	1,537	71,7	Données de forage issues d'InfoTerre
Fresnes (Ile de France, France)	1,8	73	<a href="http://www.geothermie-perspectives.fr/07-geothermie-france/02-basse-energie-02.html">http://www.geothermie-perspectives.fr/07-geothermie-france/02-basse-energie-02.html</a>
Kyrdalshryggur, Islande	2	350	<a href="http://aces.inrp.fr/cedd/climat/dossiers/energie_demain/geothermie/gradient_geothermique_correction.xls/view">http://aces.inrp.fr/cedd/climat/dossiers/energie_demain/geothermie/gradient_geothermique_correction.xls/view</a>
Ogachi, Japon	1	250	<a href="http://www.geothermal.ethz.ch/content/Geothermal%20publications/EvansEtAl_2005_EGS-Apercu.pdf">http://www.geothermal.ethz.ch/content/Geothermal%20publications/EvansEtAl_2005_EGS-Apercu.pdf</a>
Hijiori, Japon	2,2	270	<a href="http://www.geothermal.ethz.ch/content/Geothermal%20publications/EvansEtAl_2005_EGS-Apercu.pdf">http://www.geothermal.ethz.ch/content/Geothermal%20publications/EvansEtAl_2005_EGS-Apercu.pdf</a>
Bouillante, Guadeloupe	1	250	rapport BRGM : BRGM/RP-52452-FR
Lipsheim, Alsace, France	1,764	94,4	Rapport BRGM. BRGM/RP-55729-FR
Eschau, Alsace, France	1,619	117,3	Rapport BRGM. BRGM/RP-55729-FR

**Document 1 : Mesure de la température en fonction de la profondeur en différents points du globe**

- Placer ces différents points sur le graphique réalisé précédemment.
- Comparer les valeurs de températures mesurées sur ces différents sites de par le monde aux valeurs de température du gradient géothermique moyen.
- Expliquer ces écarts par rapport au gradient géothermique moyen en vous informant sur le

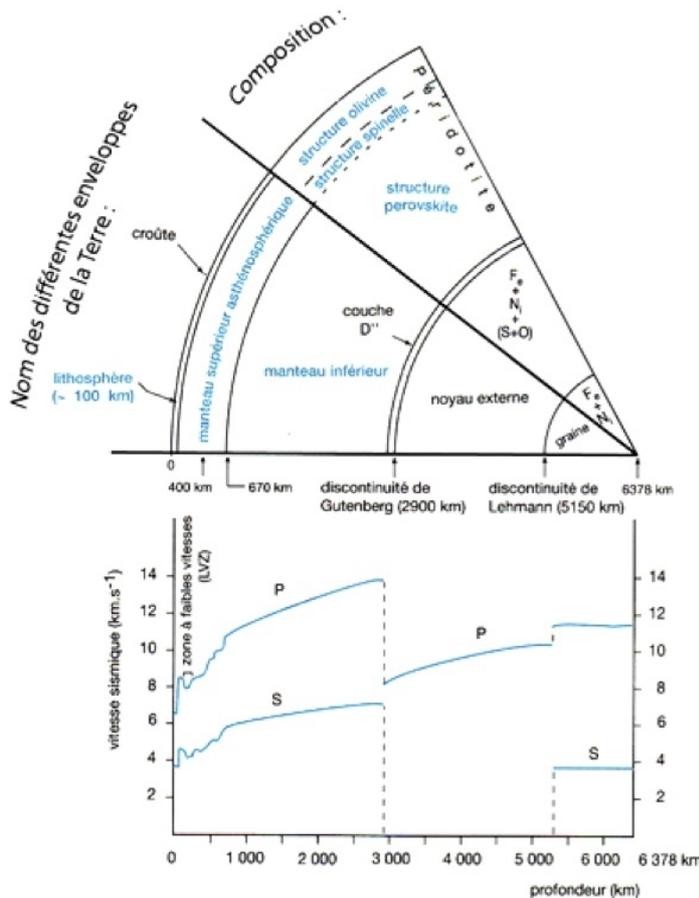
contexte géodynamique particulier régnant en ces différents points du globe.

Note : pour répondre à cette dernière question vous pouvez faire des recherches sur internet.

### III – L'évolution du gradient jusqu'au centre de la Terre

On vient de voir que le gradient géothermique moyen de la croûte continentale est de 30°C/km.

A partir de l'exploitation des documents fournis valider ou invalider l'hypothèse suivante : le gradient géothermique moyen établi dans la croûte continentale est constant jusqu'au centre de la terre.

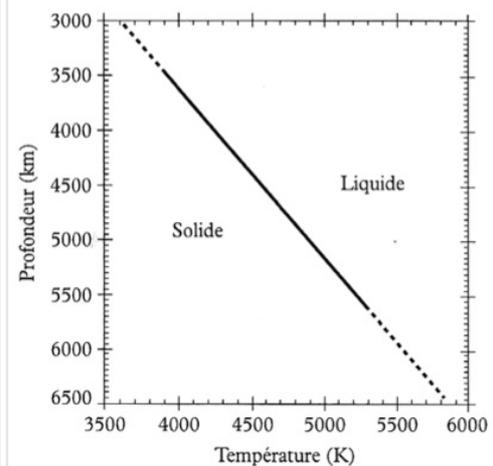


#### Document 1 : Modélisation de la structure du globe en enveloppes concentriques à partir de l'étude de la propagation des ondes sismiques P et S.

Les ondes P sont des ondes de compression. Elles traversent les milieux solides et liquides.

Les ondes S sont des ondes de cisaillement. Elles ne traversent pas les liquides.

Modifié d'après A BRAHIC, M. HOFFERT, A. SCHAAF, M. TARDY. *Sciences de la Terre et de l'Univers. Chapitre 10 : Forme, structure et dynamique de la Terre* p.365. VUIBERT. Aout 1999. ISBN 2-7117-5280-1. 634p.



#### Document 2 : Courbe de fusion du fer en fonction de la profondeur et de la température (en Kelvin).

Cette courbe a été obtenue à partir d'études en laboratoire.

J-Y DANIEL. *Problèmes résolus de sciences de la Terre et de l'Univers. Deuxième partie : Structure et dynamique du globe* p.108. VUIBERT. Novembre 2000. ISBN 2-7117-5281-X. 371p.

- Calculer quelle serait la température à la limite noyau externe-noyau interne en émettant l'hypothèse émise que le gradient géothermique moyen de 30°C/km estimé à l'intérieur de la croûte continentale est constant jusqu'au centre de la Terre ?

Exprimer ces valeurs en °C et en K (kelvin) sachant que 0°C = 273,15 K

- Indiquer l'état de la matière dans le noyau externe et dans le noyau interne à partir de l'étude du document 1.

Expliquer votre raisonnement.

- Placer sur le document 2 un point qui représente la limite entre noyau externe et le noyau interne ou graine.

Préciser la température à cette limite.

- Comparer les valeurs de températures à la limite noyau externe – noyau interne (résultats des questions 1 et 3.)

Laquelle de ces valeurs vous paraît la plus plausible et pourquoi ?

Valider ou invalider l'hypothèse émise.

#### **IV – Convection et conduction**

##### 1 – Préambule

La convection correspond à un transfert de chaleur avec mouvement de matière.

La conduction correspond à un transfert de chaleur sans mouvement de matière. La chaleur se propage par transmission d'une agitation des atomes.

##### 2 – Modélisation

Imaginez un protocole qui permette de modéliser ces deux mécanismes de transfert de chaleur.

##### 3 – Interprétations

Après observations et études des résultats, dites quel est le moyen de transfert de chaleur le plus efficace. Justifiez

#### **V – Bilan**

Faire le bilan de ce TP