

Annexe 4

Représenter graphiquement le gradient géothermique moyen dans la croûte continentale et comparer ce gradient avec des mesures de températures réalisées en différents points du globe.

Compétences :   

Différents modes de représentation graphique sont possibles pour réaliser cette activité:

- utilisation de papier quadrillé ou millimétré
- utilisation de calculatrice graphique
- utilisation d'un tableur grapheur.

Source : activité inspirée d'après

http://accres.inrp.fr/eedd/climat/dossiers/energie_demain/geothermie/gradient_geothermique_correction.xls/view

Remarque : Cette activité permet d'évaluer certains items du B2i lycée dans le cas de l'utilisation d'un tableur grapheur.

L.3.4 Je sais utiliser ou créer des formules pour traiter les données.

L.3.5 Je sais produire une représentation graphique à partir d'un traitement de données numériques.

Questions :

1. Tracer un graphique $y=f(x)$ qui correspond au gradient géothermique moyen de $30^{\circ}/\text{km}$ existant dans la croûte continentale.
Il est en fait demandé de tracer l'évolution de la température en fonction de la profondeur.
 - a) Déterminer l'équation mathématique de l'évolution de la température avec la profondeur pour un gradient géothermique de $30^{\circ}\text{C}/\text{km}$.

Aide à la détermination de l'équation 'question 1.a) :

- Ce gradient est considéré comme étant constant dans la lithosphère donc le graphique à réaliser est une droite de type $y = ax + b$.
- Déterminer qui est x et y .
- b sera considéré comme étant nul ($b=0$)
- Déterminer la valeur de a .

- b) Tracer la courbe correspondant à formule mathématique trouvée ci-dessus.

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.

Aide à la réalisation du graphique à l'aide d'un tableur grapheur :

- Pour que le graphique puisse être tracé à l'aide d'un tableur grapheur, il faut tout d'abord créer un tableau de données avec les valeurs nécessaires à la réalisation du graphique. Réaliser tout d'abord un tableau à deux colonnes : profondeur (km) et Température ($^{\circ}\text{C}$)
- Pour la colonne profondeur du tableau, il est nécessaire de rentrer les valeurs manuellement (valeurs comprises entre 0 et 7 km)
- Pour la température, la valeur est liée à celle de la profondeur d'après la formule trouvée

à la question précédente. Remplir la colonne température en utilisant cette formule (S'aider de la fiche technique du tableur grapheur)

- A partir des données inscrites dans le tableur grapheur, tracer le graphique. Pour des soucis de présentation on placera la température en abscisse et la profondeur en ordonnée (même si mathématiquement l'inverse avait été défini auparavant).
- Mettre en forme le graphique et le tableau :
 - o Ajouter un titre au tableau et à chacune des colonnes. Ne pas oublier les unités.
 - o Mettre en forme les cases du tableau (contour, uniformisation de l'écriture, ...)
 - o Ajouter un titre au graphique et à chacun des axes, ne pas oublier les unités,
 - o Mettre en forme l'axe des abscisses et celui des ordonnées (graduations, correctes, lisibles, valeurs en face des graduations de l'axe, nombre de graduations suffisantes pour la lecture du graphique, intersection de l'axe des abscisses et des ordonnées à « 0 », ...).

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

a. Placer ces différents points dans le graphique réalisé précédemment.

Dans le cas où la question précédente a été réalisée à l'aide d'un tableur grapheur, s'aider de la fiche technique.

Exemple de fiches techniques disponibles : <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/bankact/index.php?m=1&sm=1>

b. 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.

Remobiliser les acquis des classes et des chapitres précédents ou possibilité de faire faire une recherche internet aux élèves.

Lieu	Profondeur (km)	Température (°C)	Sources
Soultz (Alsace, France)	5,01	203	http://www.soultz.net/fr/documents/Resume_geothermie_Soultz.pdf
Le Mayet de Montagne (Massif-Central, France)	0,8	33	http://www.geothermal.ethz.ch/content/Geothermal%20publications/EvansEtAl_2005_EGS-Apercu.pdf
Fresnes (Ile de France, France)	1,537	71,7	Données de forage issues d'InfoTerre
Fresnes (Ile de France, France)	1,8	73	http://www.geothermie-perspectives.fr/07-geothermie-france/02-basse-energie-02.html
Kyrdalshryggur, Islande	2	350	http://accres.inrp.fr/eedd/climat/dossiers/energie_demain/geothermie/gradient_geothermique_correction.xls/view
Ogachi, Japon	1	250	http://www.geothermal.ethz.ch/content/Geothermal%20publications/EvansEtAl_2005_EGS-Apercu.pdf
Hijiori, Japon	2,2	270	http://www.geothermal.ethz.ch/content/Geothermal%20publications/EvansEtAl_2005_EGS-Apercu.pdf
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

CorrectionQuestion 1 :

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

Ce gradient est considéré comme étant constant dans la lithosphère donc le graphique à réaliser est une droite de type $y = ax + b$.

Température = $f(\text{profondeur})$

y = la température

x = la profondeur

b sera considéré comme étant nul ($b=0$)

$y = ax$

Température = $a * \text{profondeur}$

D'après le gradient $30^{\circ}\text{C}/\text{km}$, si $x = 1\text{km}$, on sait que la température $y = 30^{\circ}\text{C}$, donc $a = 30$

- b) La courbe représentant le gradient géothermique à tracer avec un tableur grapheur :

Pour que le graphique puisse être tracé à l'aide d'un tableur grapheur, il faut tout d'abord créer un tableau de données avec les valeurs nécessaires à la réalisation du graphique.

Profondeur (km)	Température ($^{\circ}\text{C}$)
0	0
1	30
2	60
3	90
4	120
5	150
6	180
7	210

Pour la colonne profondeur du tableau, il est nécessaire de rentrer les valeurs manuellement (valeurs comprises entre 0 et 7 km)

Pour la température du tableau, la valeur est liée à celle de la profondeur d'après la formule trouvée à la question précédente.

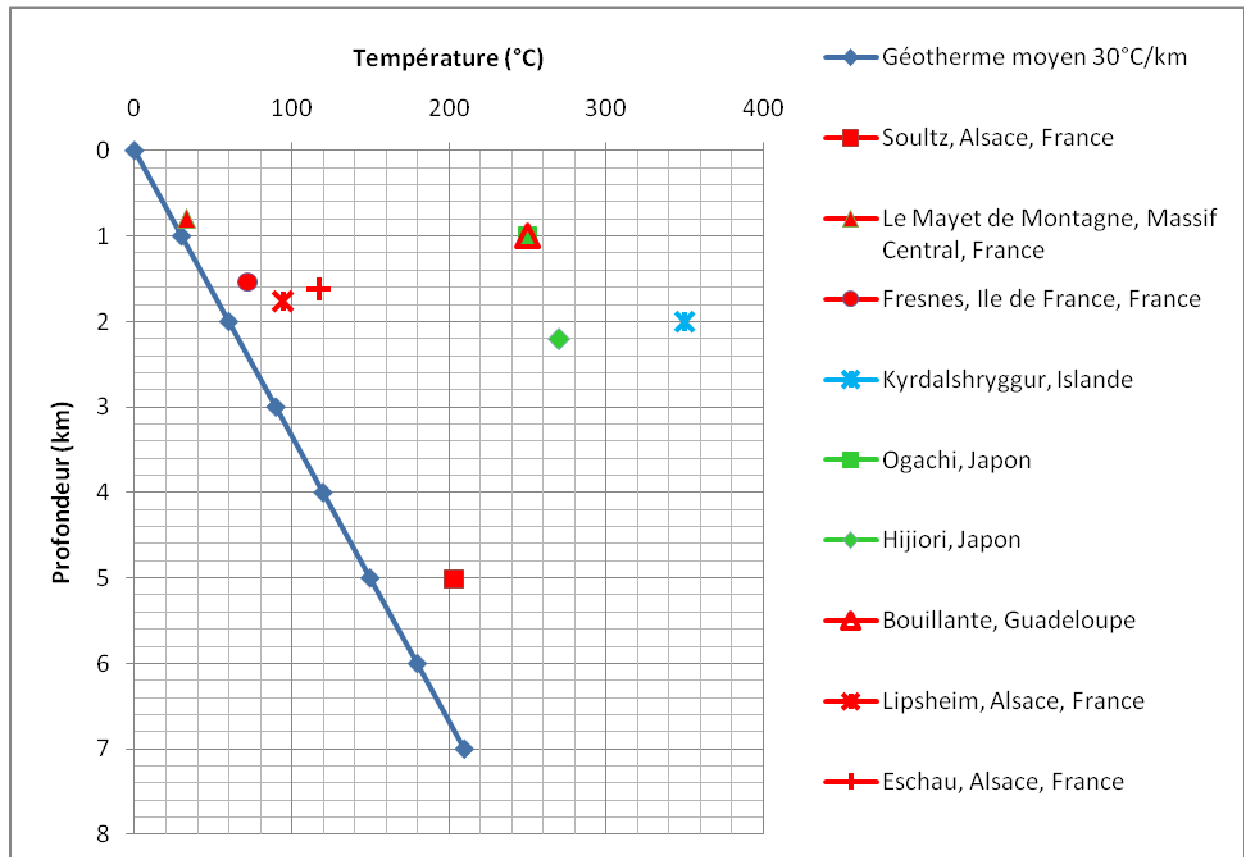
La température = $30 * \text{la profondeur}$.

$D7=30*C7$

A partir des données inscrites dans le tableur grapheur, tracer le graphique. Pour des soucis de présentation on placera la température en abscisse et la profondeur en ordonnée (même si mathématiquement l'inverse avait été défini auparavant).

Question 2 :

- a) Des données de températures relevées à différentes profondeurs pour plusieurs sites localisés en différents points du monde (tableau 1) à placer sur le graphique



b) Les valeurs pour le Mayet de Montagne (Massif-Central, France) et Fresnes (Bassin Parisien, France) sont proches du géotherme moyen de la croûte continentale qui est de 30°C/km.

Par contre, en Alsace (Soultz, Eschau, Lipsheim), le gradient paraît légèrement plus élevé que le gradient moyen, 50 à 60°C/km. Ces trois sites se situent en Alsace dans un fossé d'effondrement (ancien contexte de divergence) présentant un flux de chaleur plus fort (dû à une remontée du Moho)..

Dans le cas de l'Islande, de Bouillante (Guadeloupe) et du Japon, le gradient géothermique est beaucoup plus élevé (100 à 200°C/km) Pourquoi ?

L'Islande se situe sur la dorsale Atlantique au niveau de laquelle une nouvelle croûte océanique est produite. Le gradient géothermique plus fort s'explique par ce contexte de divergence avec le volcanisme de dorsale associé.

Le Japon et la Guadeloupe se situent au niveau de zones de subduction présentant un volcanisme actif associé. C'est cette activité volcanique associée à la subduction qui est responsable d'un gradient géothermique plus fort que le gradient géothermique moyen.

Bilan de l'activité :

Un gradient géothermique moyen de 30°C/km a été déterminé pour la croûte continentale. Ce gradient moyen n'est pas le même en fonction des contextes géodynamiques.

Dans la plaine d'Alsace, le gradient est supérieur au gradient moyen : 50 à 60°C/km.

En Guadeloupe, au Japon et en Islande, le gradient est proche de 100 à 200°C/km.

L'Alsace (fossé d'effondrement) et l'Islande (dorsale) correspondent à un contexte de divergence avec une remontée du Moho. Ces sites présentent un gradient plus fort que le gradient moyen.

Au niveau du Japon et de la Guadeloupe, se situent en contexte géodynamiques de convergence. Dans ces sites, on se trouve au niveau de zones de subduction avec un volcanisme associé. C'est ce volcanisme associé à la subduction qui est à l'origine d'un gradient géothermique plus fort que le gradient moyen.