

TD : La géothermie au Québec

Après avoir lu les documents répondez aux questions :

Les Mines Gaspé sont situées à proximité de Murdochville (Québec, document 1). Des gisements de cuivre ont été exploités de 1951 à 1999 à ciel ouvert et en galeries. Après la fermeture des mines, l'eau souterraine a inondé une partie des galeries. Cette eau est réchauffée par la chaleur du milieu souterrain et forme maintenant un réservoir d'énergie géothermique. L'eau des galeries inondées est en équilibre thermique avec les roches qui l'entourent. La température de l'eau en profondeur reflète donc la température des roches qui sont en contact.

Dans le tableau du document 2, les températures de l'eau de 4 puits de forage d'exploration ont été relevées sur le site des Mines Gaspé.



Document 1 : Localisation de la ville de Murdochville (point A) au Québec à proximité de laquelle se situe le site des Mines Gaspé. Source : google map.

Le **gradient géothermique** correspond au rapport entre la variation de température entre deux points et la distance entre ceux-ci.

Le **flux de chaleur** correspond à la quantité de chaleur (en joule) traversant une unité de surface (m^2) par unité de temps (s) : $Watt.m^{-2}$ ou $J.s^{-1}.m^{-2}$.

Dans la croûte continentale (cas de notre exemple des Mines Gaspé), le flux de chaleur est proportionnel au gradient de température multiplié par un coefficient qui dépend des roches traversées, c'est le coefficient appelé conductivité thermique λ .

La conductivité thermique représente la capacité d'un solide à conduire la chaleur (plus précisément, c'est la capacité d'un solide à propager facilement des vibrations thermiques). λ s'exprime en $W.m^{-1}.K^{-1}$ ou $W.m^{-1}.^{\circ}C^{-1}$.

Document 3 : le gradient géothermique et le flux géothermique

Profondeur (m)	Forage 30-0840	Forage 30-0860	Forage 30-0858	Forage 30-0857
	Date 01/08/05	Date 01/08/05	Date 01/08/05	Date 02/08/05
	Élévation du collet (m A.D.N.M.) 758,92	Élévation du collet (m A.D.N.M.) 669,08	Élévation du collet (m A.D.N.M.) 687,75	Élévation du collet (m A.D.N.M.) 630,09
0	18,81	20,22	16,70	28,07
10	13,15	19,52	16,00	27,34
20	8,78	18,11	14,94	19,87
30	8,04	12,80	13,87	9,89
40	6,52	6,52	8,78	6,14
50	4,98	4,98	6,14	4,19
60	3,39	3,39	4,58	2,99
70	3,39	3,39	3,79	2,99
80	2,99	2,99	3,39	2,99
90	2,99	3,39	3,39	2,99
100	2,99	3,39	3,39	3,39
110	2,99	3,39	3,39	3,39
120	2,99	3,79	3,39	3,39
130	2,99	3,79	3,39	3,79
140	2,99	4,19	3,39	3,79
150	3,39	4,19	3,79	4,19
160	3,39	4,19	3,79	4,19
170	3,39	4,58	3,79	4,19
180	3,39	4,58	4,19	4,58
190	3,39	4,58	4,19	4,58
200	3,79	4,98	4,19	4,58
206	3,79	4,98	4,58	4,98
216	3,79	4,98	4,58	4,98
226	3,79	5,37	4,58	4,98
236	3,79	5,37	4,58	5,37
246	4,19	5,37	4,98	5,37
256	4,19	5,75	4,98	5,37
266	4,19	5,75	4,98	5,75
276	4,19		5,37	5,75
286	4,58		5,37	5,75
296	4,58		5,37	6,14

(m A.D.N.M = mètre au dessus du niveau de la mer)

Document 2 : Tableau des températures de l'eau en fonction de la profondeur dans 4 forages d'exploration sur le site des mines Gaspé.

« Les mesures de température ont été effectuées dans des forages d'exploration. Elles sont mesurées avec un enregistreur ayant une précision de 0,4 °C. »

Tableau et texte tirés de :

<http://archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/fichiers/23912/apb.html#d0e2280>

Questions :

1. Réaliser un graphique montrant l'évolution de la température de l'eau donc de la roche encaissante en fonction de la profondeur pour les 4 forages. Aide : quelles sont les valeurs à placer en abscisse ? En ordonnée ? Choisir une échelle appropriée.

L'axe des ordonnées, représentant la profondeur, vous dirigerez l'axe vers le bas de votre feuille.

2. Décrire l'évolution de la température en fonction de la profondeur au delà des 75 premiers mètres de profondeur. Il ne sera tenu compte que des valeurs de température au-delà des 75 premiers mètres de profondeur. Dans cette partie superficielle du sous-sol, le gradient géothermique est modifié car il existe des échanges thermiques entre l'atmosphère et le sous-sol.
3. Pour pouvoir comparer l'évolution de température en fonction de la profondeur entre différents lieux à la surface du globe, on utilise 2 notions : le gradient géothermique et le flux géothermique (document 3). Suite à des mesures réalisées en laboratoire, la conductivité

thermique des roches présentes au niveau des mines Gaspé est estimée $4,09 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$

- a) Traduire la définition du flux de chaleur (du doc 3) sous forme mathématique.
- b) Calculer le flux de chaleur pour le forage 30-0860 en sachant que le gradient géothermique pour cette station est de $0,014^\circ\text{C}/\text{m}$. Indiquer les unités.