



## Flux de chaleur à la surface du globe terrestre

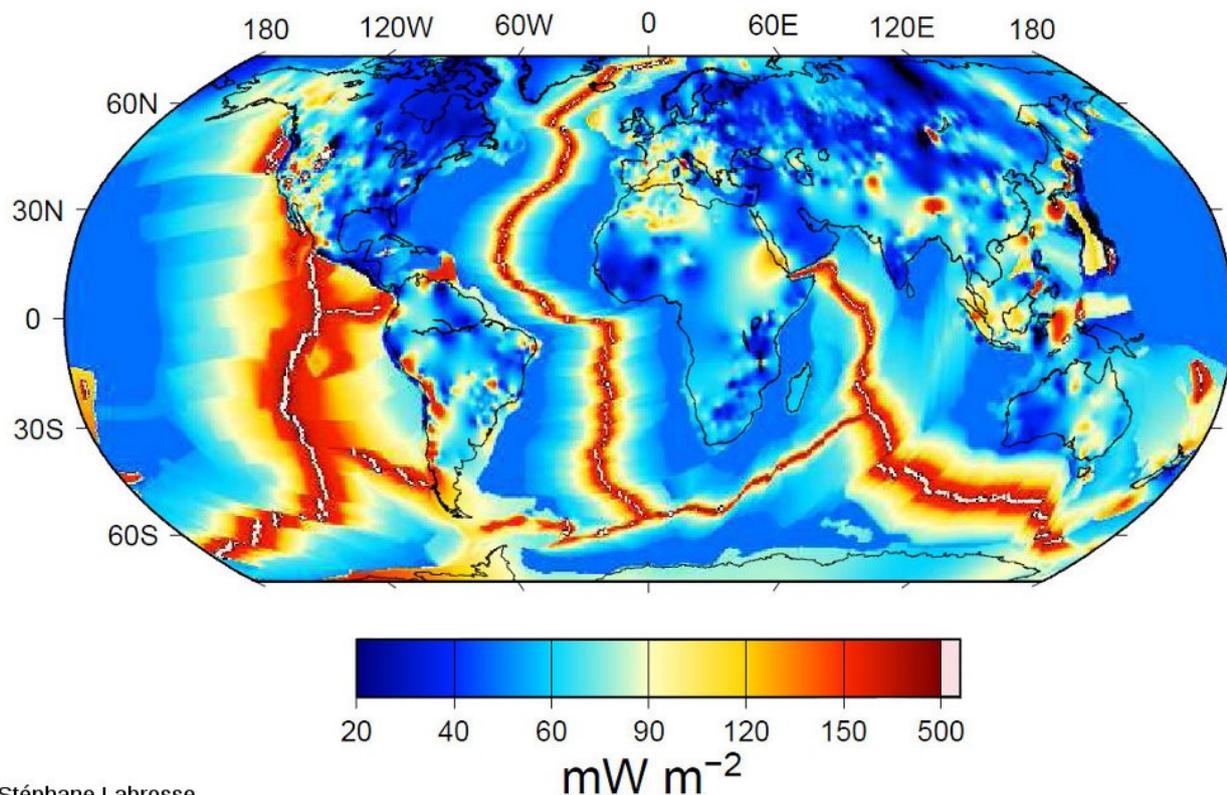
Dans le cadre de la campagne SUPER-MOUV, sont présents à bord du navire hauturier *Pourquoi pas ?* des scientifiques qui cherchent à déterminer le flux de chaleur au fond de l'océan, au large de l'Équateur.

Le flux de chaleur (ou flux thermique) correspond à l'énergie thermique dissipée par la surface terrestre (en un temps donné), il s'exprime en  $\text{W.m}^{-2}$ , et dépend, selon la loi de Fourier de :

- la conductivité thermique des roches, qui correspond à la capacité d'un matériau, en l'occurrence d'une roche, à propager la chaleur, sans déplacement de matière,
- du gradient géothermique, c'est à dire le taux d'augmentation de la température dans le sous-sol depuis la surface jusqu'en profondeur.

$$\begin{array}{l} \text{Flux de chaleur} \\ (\text{W.m}^{-2}) \end{array} = \begin{array}{l} \text{conductivité thermique de la roche} \\ (\text{W.m}^{-1}.\text{°K}^{-1}) \end{array} \times \begin{array}{l} \text{gradient géothermique du milieu} \\ (\text{°K.m}^{-1}) \end{array}$$

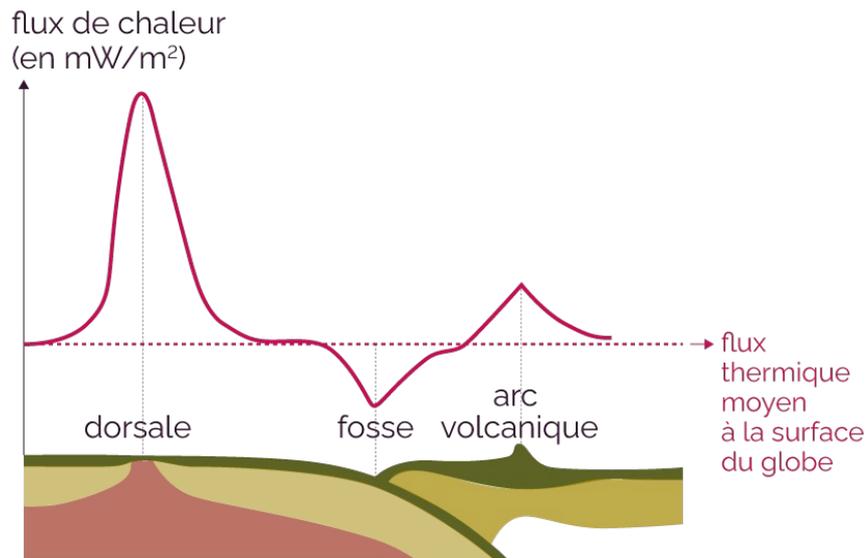
Le flux de chaleur moyen à la surface de la Terre est d'environ  $80 \text{ mW.m}^{-2}$ , mais il n'est pas homogène comme le montre la carte ci-dessous.



Stéphane Labrosse

Document 1 : Carte du flux de chaleur de surface mondial  
<https://planet-terre.ens-lyon.fr/>

Le flux de chaleur aux frontières de plaques suit globalement le modèle présenté ci-dessous :



Document 2 : Graphique présentant un modèle de flux de chaleur au niveau des frontières de plaques

Pour réaliser les mesures de gradient géothermique, les scientifiques déploient un carottier gravitaire équipé de plusieurs sondes réparties sur toute la longueur du carottier, et mesurent la température à différentes profondeurs dans les sédiments océaniques.

<https://www.flotteoceanographique.fr/Nos-moyens/Outils-des-navires/Prelevements-sedimentaires/Carottiers-gravitaires/Carottiers-Calypso>



Lest du carottier (en orange) vu de nuit



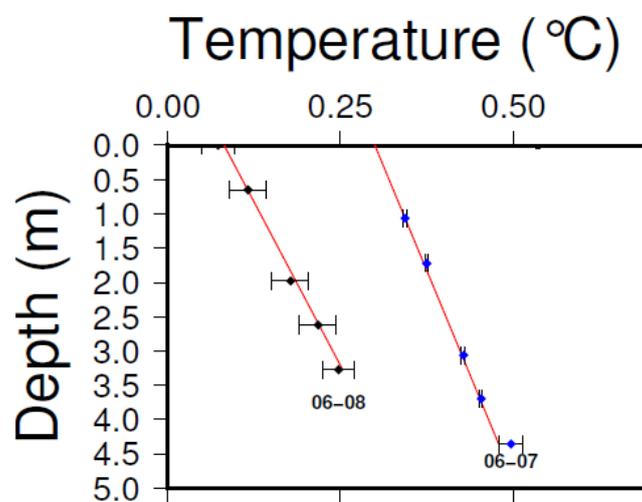
Câble grand fond reliant le carottier au navire



Carottier gravitaire avec emplacement pour sonde température

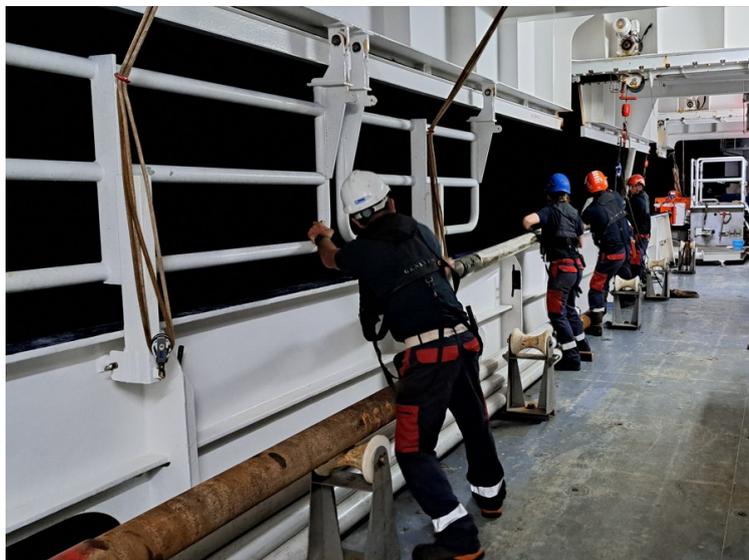


Sondes températures pour carottier

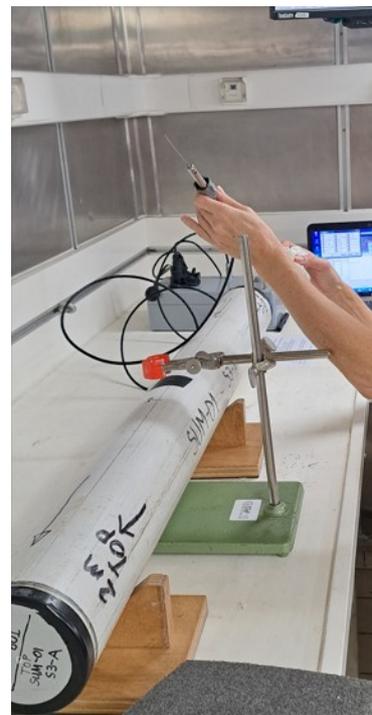


Document 3: résultats de mesures de température en fonction de la profondeur (coordonnées GPS des points 06-07 et 06-08 renseignées dans le document 5)

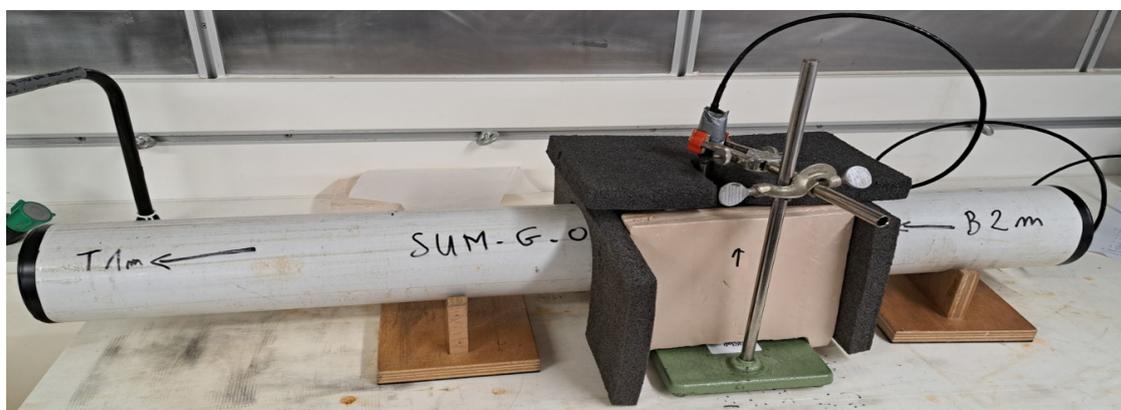
Pour réaliser les mesures de conductivité thermique, les scientifiques doivent effectuer des carottages de sédiments (simultanément avec les mesures de gradient géothermique ou non) avec le carottier présent à bord du bateau. Ils utilisent ensuite une sonde thermométrique chauffante, reliée à un ordinateur (sur le même principe que l'ExAO) pour déterminer la conductivité thermique des sédiments présents à l'intérieur d'une carotte.



Sortie d'une carotte de sédiments



Sonde température à aiguille chauffante



Mesure de conductivité thermique des sédiments dans une carotte

Matériau	Conductivité thermique (W/m/°K)
Eau	0,6
Calcaire	2,5 en moyenne
Basalte	2 en moyenne
Granite	3,2 en moyenne
Péridotite	5 en moyenne

Document 4 : tableau présentant la conductivité thermique de certains matériaux

Points	Longitude	Latitude	Conductivité thermique des sédiments (W/m/°K)
06-07	-60.3511	15.0072	1,249
06-08	-60.4372	14.9797	1,103

Document 5 : conductivité thermique mesurée dans les sédiments prélevés aux points 06-07 et 06-08



**Niveau junior :**

En utilisant <https://ihfc-iugg.org/viewer/> et un exemple de dorsale océanique, un exemple de fosse de subduction et un exemple d'arc volcanique, montrer que le flux de chaleur n'est pas homogène à la surface de la Terre, comme l'indiquent les documents 1 et 2.

Vous pouvez vous aider de : <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/tectoglob3d/>

**Niveau intermédiaire :**

- Sachant que l'Islande est majoritairement constituée de basalte et que le gradient géothermique moyen dans la croûte vaut  $30^{\circ}\text{K}/\text{km}$ , utiliser le document 4 pour estimer le flux de chaleur moyen attendu au niveau de cette région du monde.

- En utilisant <https://ihfc-iugg.org/viewer/>, comparer le flux de chaleur attendu en Islande avec les flux de chaleur réels.

- Proposer une/des hypothèses permettant d'expliquer la différence entre le résultat attendu et les flux de chaleur réels.

Vous pouvez vous appuyer sur :

<https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/tectoglob3d/>

et/ou

<https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/tomographie2/>

**Niveau expert :**

Des études de flux thermique ont été réalisées en 2014 lors de la campagne océanographique *Antithesis*.

Deux mesures de gradient géothermique réalisées lors de cette campagne sont présentées dans le document 3.

Les mesures de conductivité thermique réalisées dans les sédiments prélevés lors de ces mesures de gradient sont présentées dans le document 5.

- Déterminer à quel endroit du monde cette campagne a eu lieu.

- Indiquer, en justifiant, lequel des points (06-07 ou 06-08) il faudrait privilégier pour réaliser un calcul pertinent de gradient géothermique, puis calculer le gradient pour ce point (en  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ).

- Sachant que le gradient estimé en  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$  équivaut au gradient en  $^{\circ}\text{K}/\text{m}$ , estimer le flux géothermique au point choisi précédemment.

- Confronter le résultat obtenu aux données disponibles sur <https://ihfc-iugg.org/viewer/>