

BACCALAUREAT BLANC GENERAL - SESSION 2013

Géothermie et propriétés thermiques de la Terre – Question de synthèse (sur 5 points)

La Terre est souvent considérée comme une machine thermique.

Après **avoir précisé** l'origine de l'énergie interne du globe terrestre et les différentes manifestations en surface de la libération de cette énergie, vous **expliquerez** comment l'Homme peut en tirer parti dans le cadre d'un approvisionnement énergétique durable.
Un schéma explicatif (au minimum) est attendu.

Grille d'évaluation

| | | | |
|--|--|--|-----------------|
| Synthèse pertinente (effort de mise en relation, d'articulation des connaissances) | Éléments scientifiques complets | Rédaction et/ou schématisation correcte(s) | 5 points |
| | | Rédaction et/ou schématisation maladroite (s) | 4 points |
| Synthèse maladroite ou partielle (peu de mise en relation, d'articulation des connaissances) | Éléments scientifiques partiels | Rédaction et/ou schématisation correcte(s) | 3 points |
| | | Rédaction et/ou schématisation maladroite (s) | 2 points |
| | | Rédaction et/ou schématisation très insuffisante (s) | 1 point |
| Aucune synthèse | Pas d'éléments scientifiques (connaissances) | | 0 point |

Éléments de correction de la question de synthèse portant sur la partie géothermie :

La Terre est souvent considérée comme une **machine thermique**. <- à définir
 Après **avoir précisé** l'origine de l'énergie interne du globe terrestre et les différentes manifestations en surface de la libération de cette énergie, **vous expliquerez** comment l'Homme peut en tirer parti dans le cadre d'un approvisionnement énergétique durable. *Un schéma explicatif (au minimum) est attendu.*

Introduction :

Une **machine thermique** est un mécanisme permettant d'effectuer un travail à l'aide de sources de chaleur. A la surface du globe, de l'énergie est libérée. *Quelle est l'origine de cette énergie ? Quelles sont les manifestations en surface de la libération de cette énergie ? Comment l'Homme peut-il tirer parti de cette libération d'énergie dans le cadre d'un approvisionnement énergétique durable ?*

• Il s'agit ici de préciser quelle est la **provenance de l'énergie interne du globe**, puis d'expliquer en quoi le **flux géothermique** dégagé au niveau de la croûte et les **mouvements de matière** observés au niveau des dorsales, des zones de subduction et des points chauds sont les manifestations de la libération de cette énergie et enfin de décrire comment l'Homme peut exploiter cette source de chaleur pour se **chauffer et produire de l'électricité** tout en respectant l'environnement.

• Origine de l'énergie interne du globe

La **désintégration de certains isotopes radioactifs** (Ex : uranium 238, thorium 232, potassium 40) contenus dans les roches est la **principale source de chaleur interne** de la Terre.

Sources secondaires : refroidissement des matériaux profonds, cristallisation...

Schéma possible : enveloppes du globe terrestre et leur contribution à la libération d'énergie par désintégration radioactive.

transition : L'énergie interne transférée de la profondeur vers la surface est dissipée, ce qui contribue au refroidissement progressif du globe. *Quelles sont les manifestations de la libération de cette énergie à la surface du globe ?*

• Manifestations de la libération de l'énergie interne du globe

À la surface de la Terre, de nombreuses manifestations : sources chaudes, geysers, éruptions volcaniques, ... attestent d'un flux de chaleur d'origine interne. Mais des mesures (tomographie sismique) permettent de caractériser le **flux géothermique**, en moyenne de 65 mW/m² il présente de fortes variations selon le contexte géodynamique

→ **Zones à flux faible, sans lien avec une localisation particulière :**

- **Forages** dans la croûte : la température croît avec la profondeur → **gradient géothermique** (moyenne : 30°C/km).

= > Lien avec la libération d'énergie interne : il y a transfert de chaleur vertical de bas en haut, sans mouvement de matière, c'est-à-dire par conduction, à travers la lithosphère. NB : le gradient géothermique élevé entre la base de la lithosphère et sa surface témoigne de la faible efficacité de ce mode de transfert

→ **Zones à flux forts en lien avec une localisation particulière :**

- **Points chauds** : Flux géothermique élevé (tomographie sismique), volcanisme. Il y a **remontée rapide vers la surface de matériel chaud et peu dense** (à partir de la limite du manteau et du noyau). Ce matériel entre en fusion au niveau de la lithosphère et vient la **perforer**.

- **Rifts (début du processus), dorsales** : Mouvements de divergence (GPS), flux géothermique élevé (tomographie sismique), sources hydrothermales, geysers, séismes, volcanisme. Il y a remontée superficielle de matériel chaud. Dorsales : production d'une nouvelle lithosphère océanique par fusion partielle des roches du manteau.

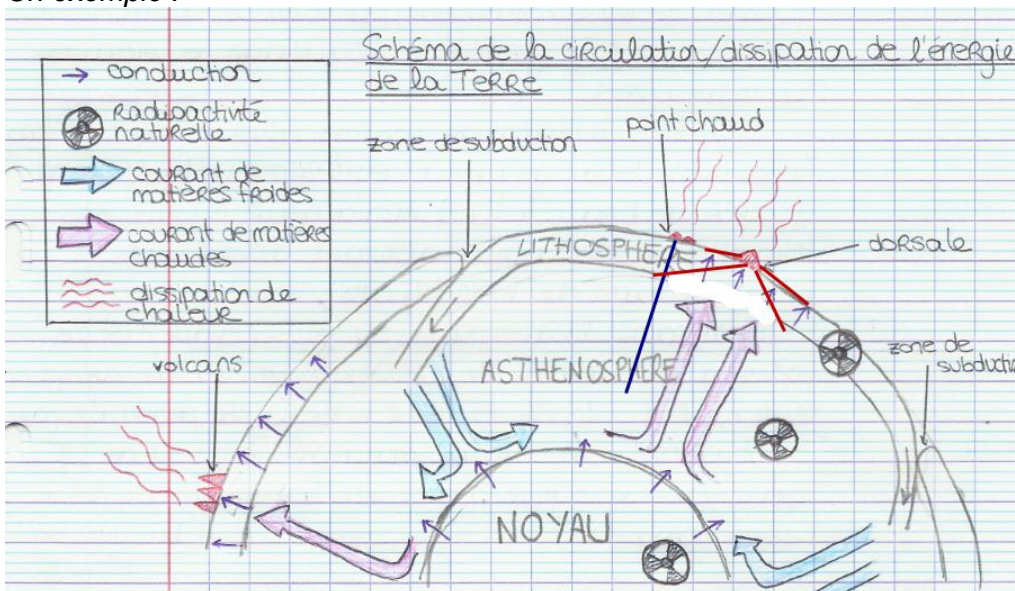
- **Zones de subduction** : Mouvements de convergence (GPS), flux géothermique faible + élevé (tomographie sismique), séismes, volcanisme. Il y a **plongement de la lithosphère froide et dense dans l'asthénosphère** (flux faible + séismes) **et magmatisme associé** (flux fort)

= > Lien avec la libération d'énergie interne : il y a transfert de chaleur du centre vers la surface de la Terre avec mouvement de matière (c'est-à-dire par convection) dans le manteau.

Ainsi l'énergie interne, efficacement **transférée** de la **profondeur vers la surface** (par convection) dans le manteau puis (par conduction) à travers la lithosphère est dissipée sous forme de chaleur mais aussi de mouvements (séismes, déplacement des plaques,...), elle constitue le moteur de la tectonique des plaques.

Schéma possible : Transferts thermiques dans le manteau et la lithosphère, exemple : doc. 3 p. 235.

Un exemple :



transition : le flux géothermique variable d'un lieu à l'autre conditionne l'exploitation de l'énergie du sous-sol par l'Homme.

• **Exploitation par l'Homme dans un cadre durable**

- Installations géothermiques de haute énergie : utilisation de l'eau réchauffée à haute température (> 150 °C) au contact des roches ou organisation d'une circulation forcée d'eau au travers des roches chaudes situées à relativement faible profondeur (ex : Soultz-sous-forêts) pour produire de la vapeur et ainsi animer une turbine couplée à un générateur **électrique**.

Localisation : **rifts, points chauds, magmatisme des zones de subduction** (gradient géothermique élevé).

- Installations géothermiques de basse énergie : exploitation principalement des eaux thermales prélevées à des températures plus basses (< 150 °C) pour approvisionner des installations de **chauffage**.

Localisation : **bassins sédimentaires** – exemples bassin parisien ; zones de convergence – exemple Monétier

Schéma possible : point chaud émergé, rift, un arc volcanique de subduction aux contextes favorables à la géothermie de haute énergie/domaine continental « calme » (comme le bassin de Paris), propice à des installations de basse énergie.

- Une ressource **quasi-illimitée et non polluante** : Les exploitations géothermiques utilisent une énergie interne libérée suivant les **processus lents** de désintégration des éléments radioactifs ; installations **non**

associées à des rejets de gaz à effet de serre comme l'usage des combustibles fossiles, et **ne produisant pas de déchets** comme les installations électronucléaires.

Développer des installations géothermiques rentables s'inscrit donc dans une démarche de **développement durable**.

Conclusion : → **Rappel des principales idées énoncées :**

La chaleur interne de la Terre, d'origine principalement radioactive, est ainsi transférée vers la surface dans le manteau, ce transfert étant associé à des mouvements de matière puis dissipée à travers la lithosphère. Des manifestations nombreuses en surface attestent de cette libération d'énergie. L'énergie géothermique peut être exploitée par l'Homme pour la production d'électricité et le chauffage, dans un cadre durable (longues périodes radioactives) et, cette ressource ne produisant pas de déchets, respectueux de l'environnement.

→ **Ouverture :** Autres formes d'énergie propre, Efficacité comparée des transferts conductifs et convectifs,...