

Bilan 24- GEOTHERMIE ET PROPRIETES THERMIQUES DE LA TERRE

Les séismes, les volcans, les geysers, les sources thermales chaudes et la mobilité des plaques, sont des manifestations de la **dissipation de l'énergie interne** du globe, de même que l'augmentation de la température avec la profondeur –ou **gradient géothermique**¹-. Cette énergie interne est transférée vers la surface, où l'on peut mesurer la quantité de chaleur évacuée par unité de surface et par unité de temps ou **flux géothermique**.

L'**énergie géothermique** chauffe les roches et les fluides qui y circulent, l'Homme les extrait pour exploiter cette énergie.

Remarque1 : **Gradient géothermique**: dT/dP rapport entre la variation de température entre deux points et la distance entre ceux-ci (T = température et P = profondeur).

I-LE MANTEAU PRINCIPAL PRODUCTEUR DE L'ENERGIE GEOTHERMIQUE

1-Origines du flux géothermique

Certains minéraux des roches contiennent des isotopes radioactifs dont les désintégrations libèrent de l'énergie. C'est cette énergie qui chauffe les roches qui les contiennent.

L'uranium ²³⁸U le thorium ²³²Th et le potassium ⁴⁰K sont les principaux isotopes dont la **désintégration radioactive** libère de la chaleur. Ces éléments sont présents dans toutes les couches internes du globe (croûte, manteau et noyau) mais y sont inégalement répartis : ces éléments sont abondants dans la croûte, et relativement pauvres dans le manteau. C'est pourtant le manteau, **compte tenu de son volume**, qui libère le plus d'énergie par désintégration radioactive. Il est à l'origine de près de 70% de l'énergie d'origine radioactive.

L'énergie issue de la désintégration radioactive des isotopes cités, ne représente que la moitié du flux total traversant la surface de la lithosphère. L'autre moitié provient en particulier de la libération de la chaleur accumulée au moment de la **formation de la Terre par accréation** d'éléments.

2-Les mécanismes du transfert thermique

Des transferts thermiques s'opèrent vers la surface, ils se font soit par **conduction thermique**, soit par **convection thermique**.

a-La convection thermique :

Dans ce cas, le matériau chauffé se dilate et devenant moins dense, **remonte** vers la surface. C'est le cas du manteau qui se refroidit essentiellement par convection (c'est pourquoi il est animé de lents mouvements à l'état solide). Il y a circulation de la chaleur par déplacement de matière depuis la zone d'échauffement jusqu'à la base de la lithosphère. Arrivé à ce niveau, le matériau s'étale latéralement et se refroidit, devenu plus lourd, il redescend.

b-La conduction thermique :

Dans ce cas, l'énergie interne est transmise par **agitation moléculaire de proche en proche**, sans déplacement de matériau. Le transfert² de l'énergie géothermique remontée du manteau par convection, s'effectue ensuite par conduction au travers des roches de la lithosphère.

Remarque2 : Le transfert thermique par **convection** est **plus efficace** que celui par **conduction**.

II-LE MODELE THERMIQUE DU GLOBE

La tomographie sismique permet d'observer au sein du manteau, des mouvements ascendants chauds- associés à un flux thermique élevé en surface- , et des mouvements descendants plus froids –associés à un flux moyen plus faible- :

-Au niveau des dorsales les remontées d'asthénosphère (superficielles) sont associées à la **production de lithosphère océanique** et génèrent un flux thermique élevé.

-Les volcans de point chaud résultent d'un **magmatisme intense** associé à des remontées très profondes (origine proche du noyau). Ils sont à l'origine d'une **importante dissipation d'énergie thermique par convection**.

-Sous les rifts continentaux (zones d'étirement et d'amincissement de la lithosphère) l'asthénosphère plus proche de la surface génère un flux thermique plus élevé que la moyenne.

4-Sous les arcs volcaniques, le magmatisme généré par le plongement de la plaque subduite, est également à l'origine d'un flux thermique élevé.

Au contraire les zones de subduction présentent un **flux faible au droit de la fosse**, où plonge la lithosphère océanique **âgée** devenue **froide et dense**. Ce mouvement de convection descendant, exerce une **traction** sur toute la lithosphère océanique, accélérant la remontée passive du manteau peu profond sous la dorsale, activant l'accréation et donc le mouvement de divergence des plaques à ce niveau.

La Terre peut donc être considérée comme une **machine thermique**: Sa dissipation de l'énergie géothermique est associée à des mouvements du manteau et des plaques lithosphériques, à l'origine de l'activité sismique et magmatique du globe.

III- EXPLOITATION DE L'ENERGIE GEOTHERMIQUE PAR L'HOMME

Un gradient géothermique moyen de **30°C.km⁻¹** a été déterminé pour la croûte continentale. Dans certains endroits, le **gradient géothermique particulièrement élevé**, est très favorable à l'exploitation de l'énergie géothermique.

1-Des contextes géodynamiques favorables

Les zones tectoniquement actives comme les **arcs volcaniques** des zones de subduction (Guadeloupe –Bouillante-, Japon), les **dorsales** (Islande), les **rifts continentaux** (Alsace, Soultz) ainsi que les **volcans de points chauds** sont des contextes géologiques favorables à l'implantation de centrales géothermiques. En effet, la **remontée des isothermes** à leur niveau, est responsable de l'existence d'un gradient géothermique fort **dans la lithosphère** (entre 50 et 250° C.km⁻¹).

2- L'exploitation de la géothermie

L'énergie interne peut-être utilisée pour le **chauffage** ou la **production d'électricité**.

-Géothermie de basse et moyenne énergie :

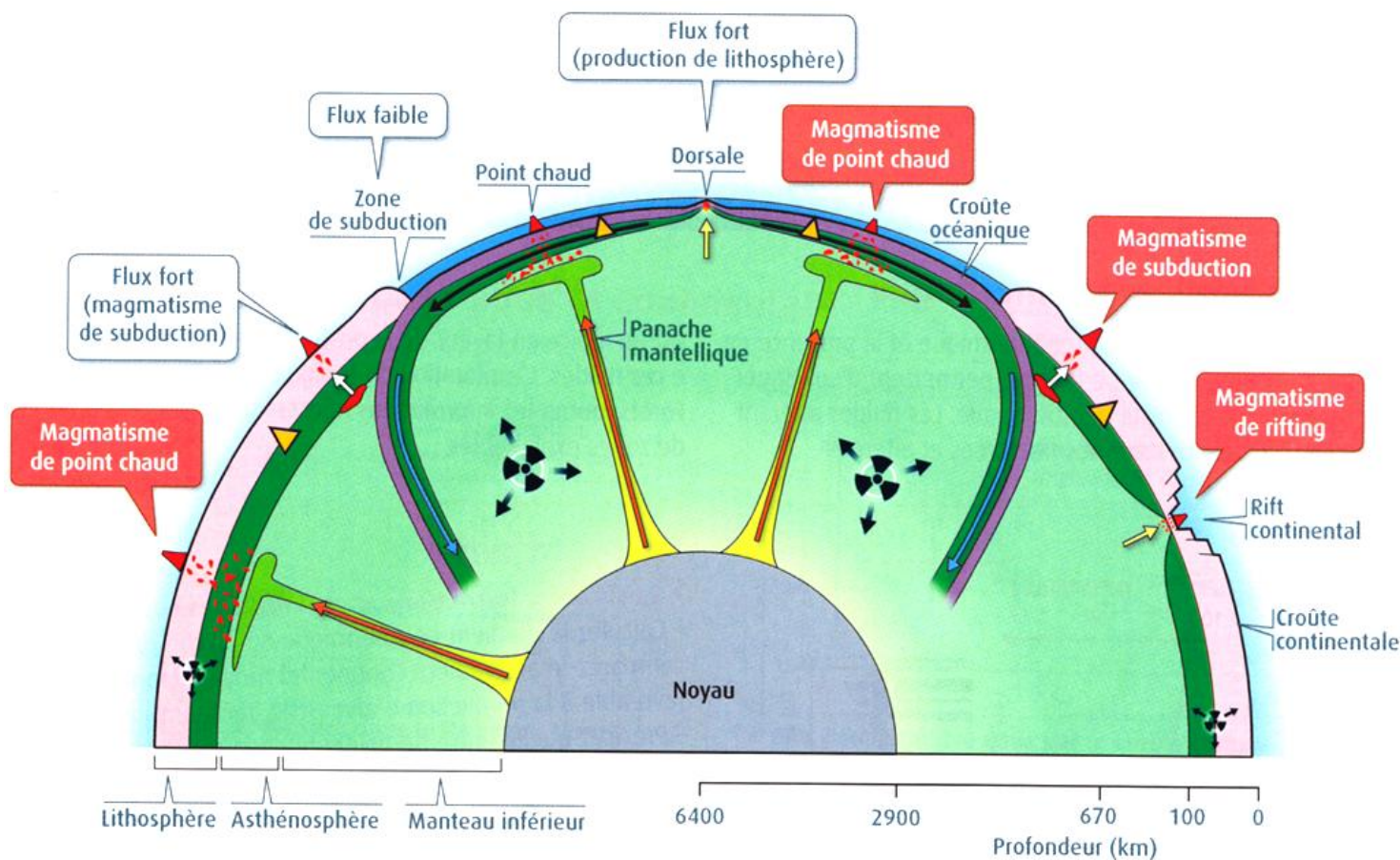
Utilisation directe de l'énergie du sous-sol, captée par des **pompes à chaleur**, pour le chauffage domestique, ou utilisation de l'eau chaude des **aquifères** dont la température est comprise entre 30 et 100°C, pour le chauffage urbain.

- **Géothermie haute énergie** : exploitation des ressources d'eau chaude dont la température est supérieure à 100°C, comme à Bouillante en Guadeloupe pour produire de l'**électricité** grâce à des turbines.

C'est dans les zones de subduction que sont implantées la plupart des grandes installations industrielles géothermiques, représentant 70% de l'énergie géothermique actuellement exploitée³.

Remarque3- La géothermie repose donc généralement, sur l'**exploitation des eaux chaudes** situées en profondeur (aquifères). Dans le **rift rhénan** qui présente le gradient géothermique le plus élevé de France métropolitaine, l'absence d'eau est compensée par l'injection, via un puits, de masses d'eau froide sous-pression qui vont fracturer la roche imperméable.

Une fois réchauffée, l'eau remontée vers la surface dans un tube en acier protégé par un isolant, actionne des turbines. On parle de **géothermie des roches chaudes fracturées**.



LA TERRE UNE MACHINERIE THERMIQUE –épaisseur de la croûte très exagérée -(Belin 2012)

