

1. Connaissances. 5 points

Définir :

- gradient géothermique ;
- convection.

Indiquer les contextes géologiques où l'exploitation de l'énergie géothermique est possible en France (Outre-Mer et Métropole) :

2. Type 2^{ème} PARTIE - Ex2 - Pratique d'une démarche scientifique ancrée dans des connaissances. 15 points (barème à curseurs x 3).

Chaudes Aigues et la géothermie

A Chaudes Aigues, en Auvergne, il existe depuis 1332, un réseau de chauffage urbain. Depuis cette époque, la ville continue d'être chauffée par un système de géothermie et a développé un centre de thermalisme.

A partir de l'exploitation des documents mis en relation avec les connaissances, expliquer l'origine de ce phénomène de géothermie locale.

Document 1 : localisation géographique de la source du Par à Chaudes Aigues

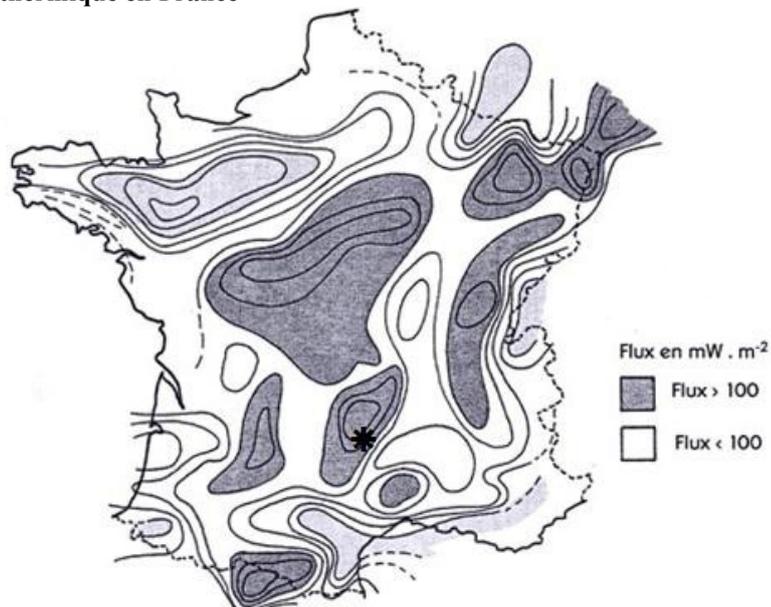


D'après www.terdav.com - D'après BRGM septembre 2012

Cette source fournit toute l'année de l'eau dont la température varie entre 80 et 82°C. Le débit moyen de cette source est de 17m³. h⁻¹.

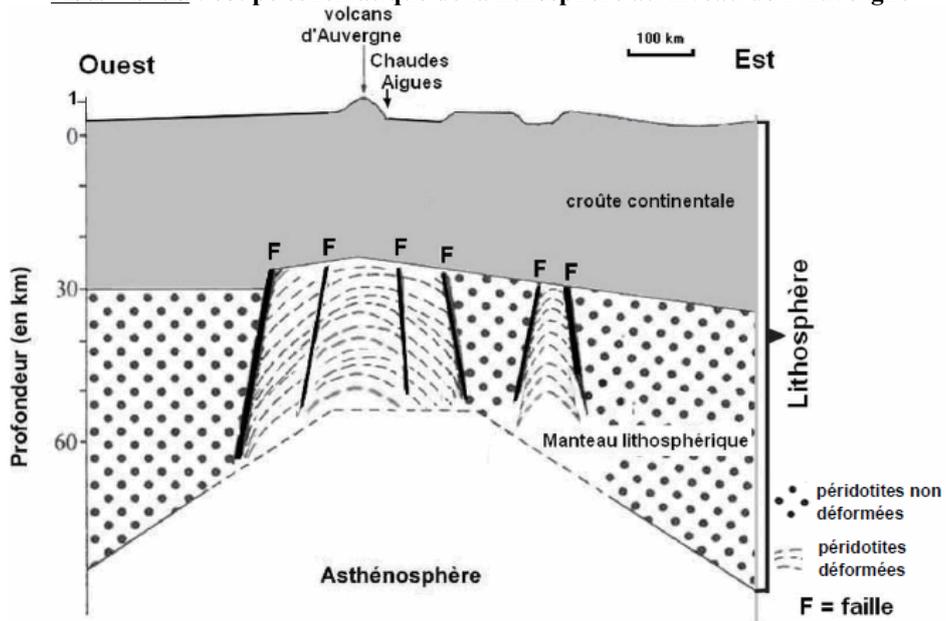
Document 2 : carte du flux géothermique en France

* Chaudes Aigues



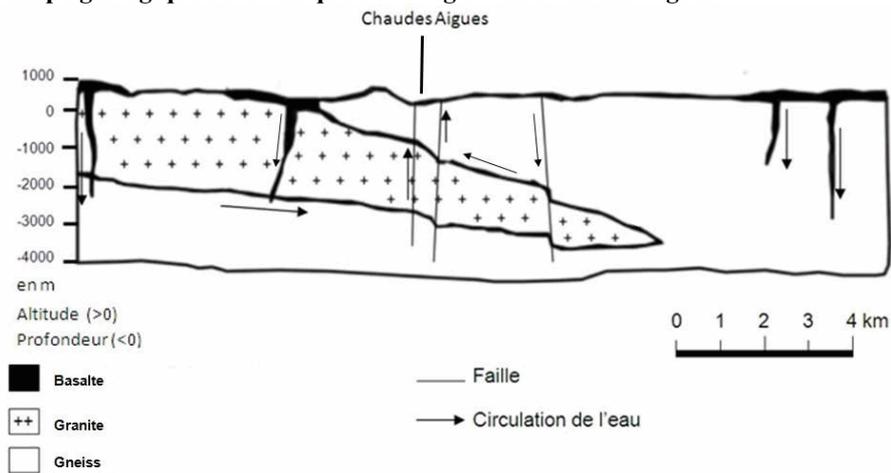
D'après La chaleur de la Terre, Raymond Ferrandes, ADEME Editions 1998

Document 3 : coupe schématique de la lithosphère au niveau de l'Auvergne



D'après Olivier Merle, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

Document 4 : coupe géologique schématique de la région de Chaudes Aigues



D'après Amélioration de la connaissance des sources-BRGM septembre 2012

Correction :

Gradient géothermique : rapport entre la variation de température entre deux points et la distance entre ceux-ci (exprimé en °C/Km). **1 point**

Indiquer les contextes géologiques français où l'énergie géothermique est exploitable (Outre-Mer et Métropole) :

- grands bassins sédimentaires (exemples : aquitain, parisien).
- zones de volcanisme : subduction (exemple : Guadeloupe), points chauds (exemple : Réunion).
- rifts continentaux (exemple : Alsace, Limagne). **3 points**

Convection : transfert d'énergie thermique avec déplacement de matière. **1 point**

Barème partie 2 :

A partir de l'exploitation des documents mis en relation avec les connaissances, expliquer l'origine de ce phénomène de géothermie locale.

Critères	Indicateurs (éléments de correction)
Éléments scientifiques issus du document : (complets, pertinents, utilisés à bon escient en accord avec le sujet...)	<p>- Document 1. La température de l'eau à la source varie entre 80 et 82°C. C'est de la géothermie basse énergie (source de chaleur insuffisante pour produire de l'électricité mais utilisable en chauffage urbain, comme dans la ville).</p> <p>- Document 2. Chaudes Aigues est situé dans une zone où le flux géothermique en France est supérieur à 100 mW.m⁻². C'est un flux élevé (supérieur à la moyenne de 60 mW.m⁻²).</p> <p>- Document 3. Au niveau de Chaudes Aigues (proche des volcans d'Auvergne), la croûte fait moins de 30 Km d'épaisseur : elle est amincie (visible en surface et en profondeur). Le manteau lithosphérique fait moins de 30 km d'épaisseur : il est aminci lui aussi. D'une manière générale, la LC est amincie (une soixantaine de km contre 150 environ en temps normal). L'amincissement est associé à des failles de type normal et des péridotites déformées. Il s'agit d'une zone d'extension (divergence). C'est un rift continental. La remontée de l'asthénosphère est à corrélérer à la remontée de l'isotherme 1300°C vers la surface. Le gradient géothermique est donc plus élevé.</p> <p>- Document 4. L'eau pénètre en profondeur (jusque vers 2000m) par des filons de basaltes qui traversent granites et gneiss. Elle remonte vers la surface, sous Chaudes Aigues, par des failles superficielles qui traversent ces mêmes roches. Elle se réchauffe donc en profondeur, en traversant des zones plus chaudes (c'est un système de convection).</p> <p>Conclusion : au niveau de Chaudes Aigues, la LC est amincie par extension (divergence). La divergence est ainsi associée à une remontée de l'asthénosphère plus chaude (qui a probablement alimenté le volcanisme), d'où un gradient et un flux géothermiques élevés. Comme l'eau de surface pénètre en profondeur par les filons de basaltes présents, elle peut se réchauffer et remonter à la surface par les failles qui traversent la partie superficielle de la croûte. Ainsi, elle arrive chaude en surface, et alimente le centre de thermalisme et le chauffage urbain (géothermie de basse énergie).</p>
Éléments scientifiques issus des connaissances acquises	<p>- La température croît avec la profondeur (gradient géothermique : rapport entre la variation de température entre deux points et la distance entre ceux-ci).</p> <p>- Un flux thermique atteint la surface en provenance des profondeurs de la Terre (flux géothermique : quantité de chaleur traversant une unité de surface par unité de temps)</p> <p>- Gradients et flux varient selon le contexte géodynamique.</p> <p>- L'énergie géothermique utilisable par l'Homme est variable d'un endroit à l'autre.</p> <p>- Notion éventuelle de géothermie basse et haute énergie (moins important)</p>
Éléments de démarche	<ul style="list-style-type: none"> • Le devoir s'appuie sur l'exploitation des 4 documents, mis en relation avec les connaissances.

Qualité de la démarche	Éléments scientifiques tirés des documents et issus des connaissances	
Démarche cohérente qui permet de répondre à la problématique	Suffisants dans les deux domaines.	5
	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	4
Démarche maladroite et réponse partielle à la problématique	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	3
	Moyen dans l'un des domaines et insuffisant dans l'autre.	2
Aucune démarche ou démarche incohérente	Insuffisant dans les deux domaines.	1
	Rien	0