

Exercices « Géothermie et propriétés thermiques de la Terre / Le domaine continental et sa dynamique »

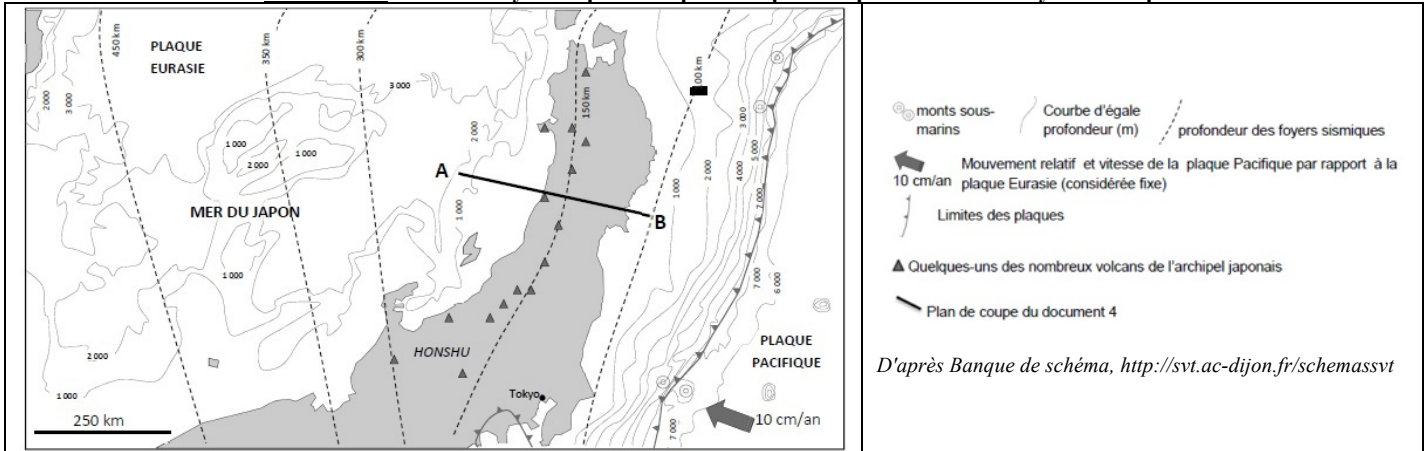
2^{ème} PARTIE - Exercice 2 - Pratique d'une démarche scientifique ancrée dans des connaissances. 5 points.

Depuis l'accident nucléaire de Fukushima, le Japon accélère sa politique de transition énergétique et cherche de nouvelles sources d'énergie.

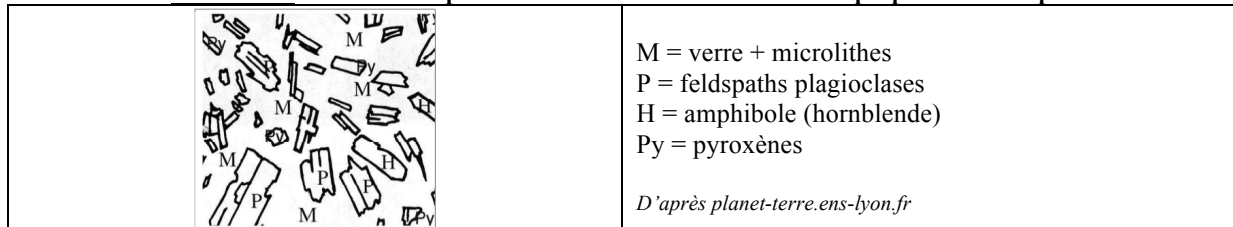
En utilisant les informations des documents et vos connaissances :

- définir le contexte géodynamique du Japon ;
- montrer que ce contexte est favorable à l'exploitation de la géothermie.

Document 1 : carte bathymétrique du Japon indiquant la profondeur des foyers sismiques.



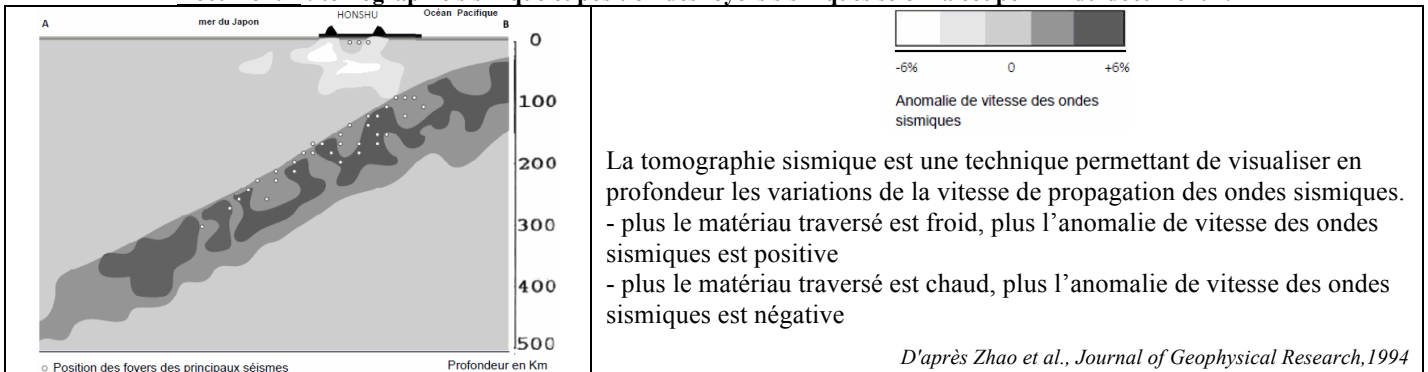
Document 2 : schéma interprétatif de lame mince de roche volcanique prélevée au Japon.



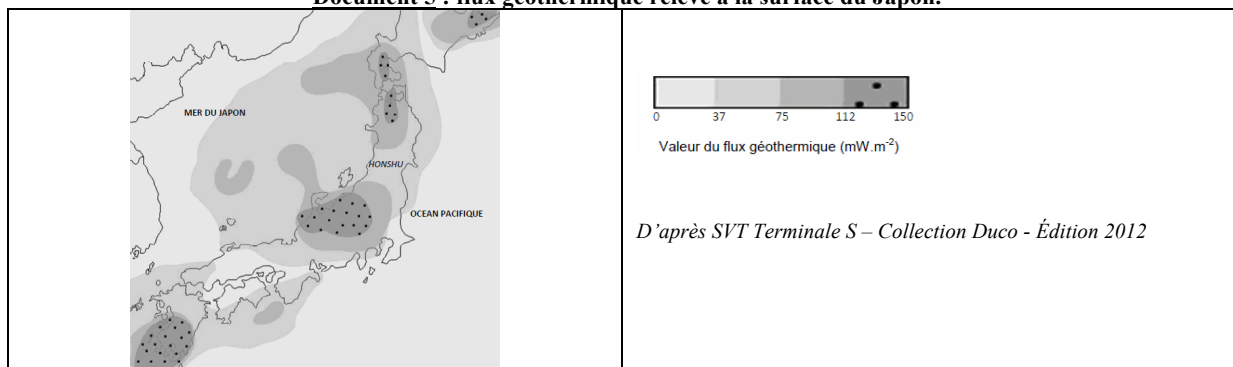
Document 3 : comparaison minéralogique des différentes roches magmatiques.

	Structure (texture)	Composition			
		Pyroxène	Quartz	Amphibole	Feldspath plagioclase
Gabbro	Grenue	+			+
Basalte	Microlithique	+			+
Andésite	Microlithique	+		+	+
Granodiorite	Grenue	+	+	+	+

Document 4 : tomographie sismique et position des foyers sismiques selon la coupe A-B du document 1.



Document 5 : flux géothermique relevé à la surface du Japon.

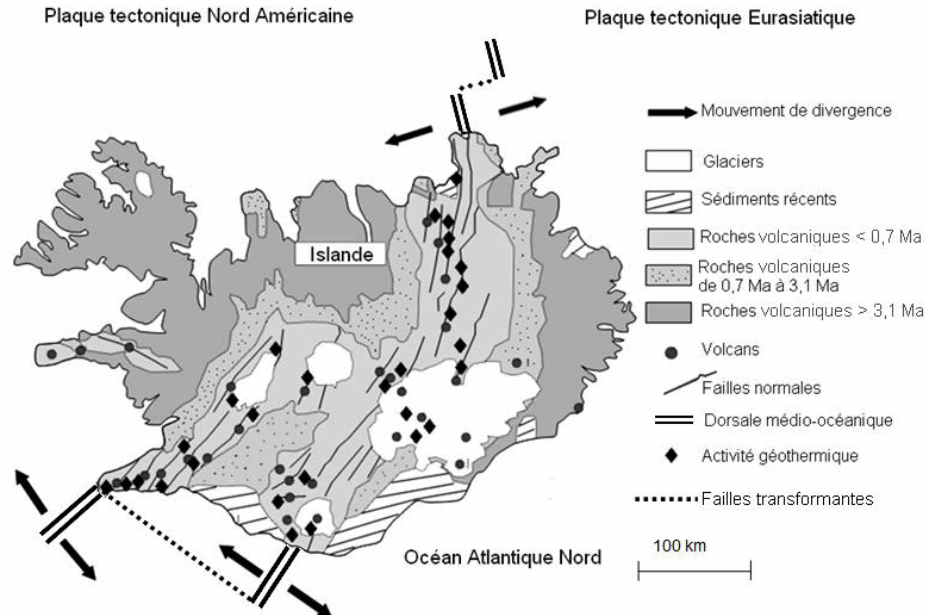


L'Islande, île de la géothermie

L'Islande est une île située dans l'Atlantique Nord qui présente une intense activité géologique et une activité géothermique très élevée. Le potentiel géothermique de l'île est utilisé comme source d'énergie principale grâce à de nombreuses centrales géothermiques qui, en prélevant l'eau chaude du sous sol, produisent de l'électricité.

A partir de l'exploitation et de la mise en relation des deux documents, argumenter l'expression suivante : « le contexte géologique de l'Islande explique l'importante activité géothermique de l'île ».

Document 1 : carte géologique de l'Islande



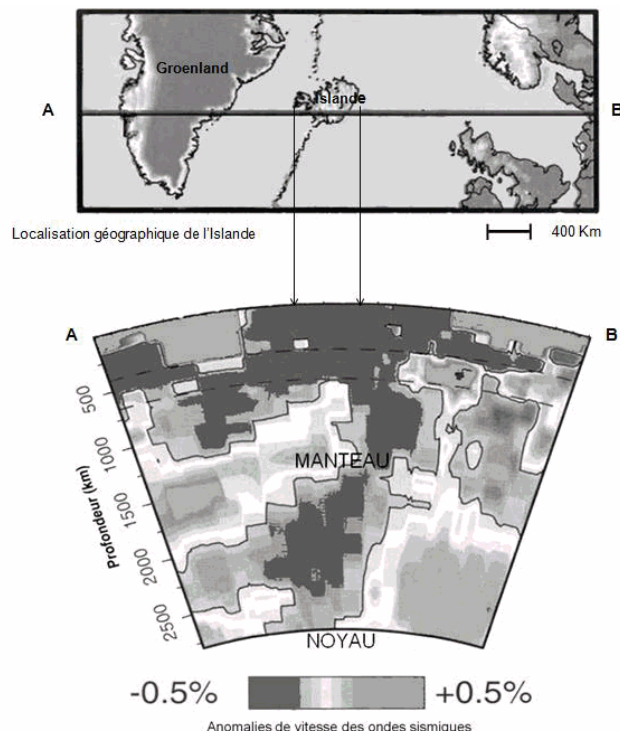
D'après <http://www.nordregio.se> et <http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt>

Document 2 : étude du manteau sous l'Islande par tomographie sismique

La tomographie sismique est une méthode géophysique qui utilise l'enregistrement de la vitesse des ondes sismiques émises lors de tremblements de terre. Cette technique consiste à comparer les vitesses des différentes ondes reçues aux vitesses théoriques attendues pour chaque profondeur.

On met alors en évidence des zones où la vitesse des ondes est :

- soit plus élevée que celle prévue à cet endroit (anomalie de vitesse positive), correspondant à des régions plus froides du manteau ;
- soit plus faible que celle prévue à cet endroit (anomalie de vitesse négative), correspondant à des régions plus chaudes du manteau.



D'après <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-islande.xml>

Correction sujet 1.

On cherche le contexte géodynamique du Japon, et en quoi il permet l'exploitation de la géothermie.

Document 1.

- Le Japon est proche d'une limite de plaque (il est approximativement 250 km à l'ouest de la limite), et situé sur la plaque Eurasie.
- Il s'agit d'une frontière convergente : la vitesse de rapprochement relatif de la pl. Pacifique est de 10 cm/an.
- On retrouve une zone très profonde, parallèle à la limite de plaque à l'ouest du Japon (6000 à 7000m de profondeur). Il s'agit d'une fosse océanique (guère aisée à visualiser d'ailleurs).
- On observe un arc volcanique à l'emplacement du Japon (traversant l'île de Honshu du nord au sud), à relier à la limite de plaque, et à la frontière en convergence.
- A noter : les triangles sur la limite de plaque indiquent que la plaque Eurasie chevauche la plaque Pacifique.
- On observe des foyers sismiques, de plus en plus profonds en partant de l'est du Japon vers le continent asiatique (de 100 à 450 km). Ces séismes sont alignés suivant un plan, le plan de Wadati-Benioff.

Document 4.

- La tomographie sismique reprend l'alignement des séismes vu dans le document 1.
- Il montre aussi une zone d'anomalies positive des vitesses des ondes, parallèle au plan de WB, et assez épaisse (une centaine de km). Cette anomalie (accélération de la vitesse des ondes) est à corrélérer à la traversée d'un milieu froid. Il s'agit de la lithosphère pacifique qui pénètre dans l'asthénosphère (traversant une grande partie de cette dernière).
- A l'emplacement de l'axe volcanique (lui même repris sur ce document), on remarque une anomalie négative cette fois-ci : les ondes ralentissent. A corrélérer avec la présence d'un milieu chaud. Cela correspond à une zone de fusion partielle dans la lithosphère chevauchante, ainsi qu'à la remontée du magma issu de cette FP des péridotites mantéliques, alimentant le volcanisme de surface.

Document 2.

- La lame mince montre une roche très riche en verre et microlithes, avec quelques phénocristaux dans la masse (plagioclases, amphibole hornblende et pyroxènes. Il s'agit d'une roche microlithique, ayant refroidi rapidement en surface : c'est une roche volcanique (d'ailleurs, c'est indiqué dans le titre).

Mise en relation avec le document 3.

- Compte tenu de la composition minéralogique de cette roche, il s'agit d'une andésite (roche relativement riche en silicium, enfin plus que gabbro et basaltes, mais moins que la granodiorite).

Mise en relation des documents 1, 2, 3 et 4.

- Tous les arguments énoncés (limite de plaque, fosse, convergence, plan de WB, LO plongeante, arc volcanique, roche volcanique relativement riche en Si) montre que le Japon est situé au niveau d'une marge active : c'est une zone de subduction.

Document 5.

- Le flux géothermique (quantité de chaleur traversant une unité de surface par unité de temps) est parfois élevé au Japon, notamment sur l'île de Honshu : il atteint 112 à 150 mW/m² en certain lieux, bien plus que les 60 mW/m² en moyenne sur le globe.
- Le flux est fort au niveau de la zone volcanique (docs 1/ 4) CAD au niveau de la zone de remontée de magma.
- Ce fort flux peut être utilisé pour la géothermie (nous n'avons pas le gradient donc difficile de savoir si l'on peut faire de la basse ou de la haute énergie).

Conclusion.

Le Japon est situé au niveau d'une zone de subduction, et plus exactement sur la plaque chevauchante, à l'endroit où le magma généré par la FP de la lith. chevauchante remonte vers la surface. Ce magma génère un fort flux thermique, potentiellement exploitable pour la géothermie, énergie pouvant participer à une transition énergétique.

NB. Les connaissances apportées sont soulignées au fur et à mesure.

Correction sujet 2.

On veut expliquer pourquoi le contexte géologique de l'Islande explique l'importante activité géothermique de l'île.

Document 1. Au niveau de l'Islande :

- terrains majoritairement volcaniques, avec distribution des âges croissante de part et d'autre d'un axe marqué par des failles normales parallèles ;
- Nombreuses failles normales

Il s'agit d'un mouvement de divergence (la dorsale atlantique est émergée). Les sites géothermiques sont d'ailleurs tous situés sur l'axe émergé de la dorsale.

Document 2.

On constate une vaste zone d'anomalie négative sous l'Islande qui s'étend au moins jusqu'à plus de 2500 km de profondeur (limite manteau / noyau). Elle correspond à un matériau plus chaud qui remonte depuis cette limite.

Conclusion. Ainsi, on trouve un point chaud sous l'Islande, couplé à une remontée plus superficielle du manteau (dorsale) : cela explique que la géothermie y occupe une place si importante.