Les volcans comme source d'énergie

Brevet 2025 Asie · SVT **25 points** **Durée conseillée 30 min**

1.1 Cocher la bonne réponse : où se trouve l'Islande par rapport aux plaques tectoniques ?

Données utiles document 1 : la dorsale médio-atlantique traverse l'Islande du sud-ouest au nord ; plaque nord-américaine à l'ouest, plaque eurasiatique à l'est.

Sur la carte du document 1, la dorsale médio-atlantique traverse l'île. La plaque nord-américaine est notée d'un côté de la dorsale, la plaque eurasiatique de l'autre côté.

L'Islande se trouve **à cheval sur les plaques nord-américaine et eurasiatique**.

MÉTHODE
Dans un QCM sur carte, repère d'abord le figuré utile dans la légende (ici le double trait de la dorsale), puis regarde ce qui est écrit de chaque côté.

1.1 L'Islande se trouve :

- ☐ uniquement sur la plaque nord américaine,
- ☐ uniquement sur la plaque eurasiatique,
- ☑ **à cheval sur les plaques nord-américaine et eurasiatique.**

1.1 · Annexe à rendre avec la copie : question 1.1

1.2 Cocher la bonne réponse : quel est le mouvement des plaques nord-américaine et eurasiatique l'une par rapport à l'autre ?

Données utiles document 1 : flèches de mouvement de part et d'autre de la dorsale médio-atlantique.

Sur le document 1, les flèches de mouvement placées de chaque côté de la dorsale sont de sens opposés : chacune pointe vers l'extérieur, en s'écartant de la dorsale. Une dorsale est une zone où deux plaques s'écartent.

Les deux plaques **s'éloignent l'une de l'autre**.

PIÈGE
Deux flèches de sens opposés ne suffisent pas : si elles pointaient l'une vers l'autre, les plaques se rapprocheraient. Regarde vers où pointe chaque flèche.

1.2 Les deux plaques nord américaine et eurasiatique :

- ☐ se rapprochent l'une de l'autre,
- ☑ **s'éloignent l'une de l'autre,**
- ☐ coulissent l'une par rapport à l'autre.

1.2 · Annexe à rendre avec la copie : question 1.2

1.3 Cocher la bonne réponse : quel type d'éruption produit le volcan Krafla ?

Données utiles document 1 : photographie d'une éruption du Krafla.

La photographie du document 1 montre une lave qui s'écoule en longues coulées à la surface du sol : la lave est fluide. Un volcan qui émet des coulées de lave fluide est un volcan effusif. Les nuées ardentes, elles, sont produites par les volcans explosifs.

Le Krafla **produit des coulées de lave fluide et est donc un volcan effusif**.

PIÈGE
Deux propositions associent mal les mots : « lave fluide » va avec « effusif », « nuées ardentes » va avec « explosif ». Vérifie les deux moitiés de la phrase avant de cocher.

1.3 Le volcan Krafla :

- ☐ produit des coulées de lave fluide et est donc un volcan explosif,
- ☐ produit des nuées ardentes et est donc un volcan explosif,
- ☑ **produit des coulées de lave fluide et est donc un volcan effusif,**
- ☐ produit des nuées ardentes et est donc un volcan effusif.

1.3 · Annexe à rendre avec la copie : question 1.3

2 En donnant des valeurs chiffrées du document 2b, comparer les vitesses des ondes sismiques au niveau du forage IDDP-1 (zone D) à celles des zones situées sur les bords du volcan (zones A, B et C).

Données utiles document 2b : carte à 2 km de profondeur ; échelle de gris de 4 km/s (clair) à 6 km/s (noir), par cases de 0,25 km/s.

D'après le document 2b, à 2 km de profondeur :

- au niveau du forage IDDP-1 (zone D), la teinte est la plus claire de la carte : la vitesse des ondes sismiques est d'environ 4,5 km/s (entre 4,25 et 4,5 km/s) ;
- dans la zone A, la teinte est foncée : environ 5,5 km/s ;
- dans la zone B, la teinte est gris moyen : environ 5 km/s ;
- dans la zone C, la teinte est très foncée à noire : entre 5,5 et 6 km/s.

Les ondes sismiques sont donc moins rapides de 0,5 à 1,5 km/s environ dans la zone D que sur les bords.

Les ondes sismiques sont **plus lentes** au niveau du forage (zone D, environ 4,5 km/s) que sur les bords du volcan (zones A, B et C, de 5 à 6 km/s).

PIÈGE
Sur cette carte, le clair correspond aux vitesses faibles et le foncé aux vitesses élevées. Vérifie toujours le sens de l'échelle avant de lire une teinte.

MÉTHODE
Comparer, c'est donner une valeur avec son unité pour chaque zone, puis conclure avec « plus… que ». Sur une carte en teintes, une valeur approchée lue sur l'échelle suffit.

3 Expliquer comment les données sismiques enregistrées sous le Krafla confirment qu'une chambre magmatique a bien été découverte à environ 2 km de profondeur.

Données utiles document 2a : vitesse plus faible = milieu plus chaud ; vitesse plus élevée = milieu plus froid. Document 2b : environ 4,5 km/s en zone D, de 5 à 6 km/s en zones A, B et C (question 2).

D'après le document 2b, à 2 km de profondeur, les ondes sismiques sont plus lentes au niveau du forage IDDP-1 (environ 4,5 km/s), à l'intérieur des limites du volcan, que sur les bords (de 5 à 6 km/s).

Or, d'après le document 2a, une vitesse plus faible que dans les autres milieux traversés indique un milieu plus chaud. Le sous-sol est donc plus chaud sous le forage qu'autour.

Je sais qu'une chambre magmatique est un réservoir de magma situé sous un volcan, et que le magma est de la roche fondue, très chaude.

La zone où les ondes sont ralenties, sous le forage, est une zone très chaude à 2 km de profondeur : cela correspond à la présence de magma, donc à une **chambre magmatique**.

COMPRENDRE
Les ondes sismiques permettent de connaître le sous-sol sans le voir. Ici, le forage a confirmé directement ce que les ondes indiquaient.

MÉTHODE
Trois étapes : ce que je lis (document 2b), ce que cela signifie (règle du document 2a), ce que je sais (le magma est chaud). Puis la conclusion.

4 À l'aide de l'ensemble des documents, expliquer en quoi les caractéristiques de l'Islande justifient son choix de développer l'énergie géothermique.

Données utiles document 1 : dorsale, nombreux volcans, roches volcaniques de moins de 0,7 Ma, centrales géothermiques. Documents 2a et 2b : chambre magmatique à 2 km. Document 3 : géothermie 64 % ; 480 GWh ; 10 GWh pour environ 2400 logements ; 10 fois plus possible.

Une île très volcanique. D'après le document 1, l'Islande est traversée par la dorsale médio-atlantique, à la limite de deux plaques qui s'écartent. On y trouve de nombreux volcans, des failles et des roches volcaniques récentes (moins de 0,7 million d'années). Les principales centrales géothermiques sont situées dans ces zones de roches récentes, près des volcans.

Un sous-sol très chaud à faible profondeur. D'après les documents 2a et 2b, une chambre magmatique se trouve à seulement 2 km sous le Krafla. Or la géothermie consiste à récupérer la chaleur du sous-sol (document 3) : en Islande, cette chaleur est abondante et facile à atteindre.

Une énergie déjà très utilisée. D'après le document 3, la géothermie représente 64 % de l'énergie consommée en Islande, loin devant l'électricité (18 %), le pétrole (16 %) et le charbon (1,7 %). La centrale du Krafla produit 480 GWh. Comme 10 GWh alimentent environ 2400 logements :

$$\frac{480}{10} \times 2400 = 115\,200 \text{ logements}$$

Une ressource encore plus grande. Les fluides utilisés sont à 250-300 °C, mais ils pourraient atteindre 900 °C près de la chambre magmatique. La chaleur captée pourrait fournir 10 fois plus d'énergie, soit $480 \times 10 = 4800$ GWh, de quoi alimenter environ $1\,152\,000$ logements.

L'Islande est située sur une dorsale, avec de nombreux volcans et du magma proche de la surface : son sous-sol très chaud lui fournit une énergie abondante, disponible sur place, qui couvre déjà 64 % de sa consommation et qui peut encore augmenter. Cela justifie le choix de la géothermie.

COMPRENDRE
La chaleur du sous-sol vient de l'énergie interne de la Terre. Elle se renouvelle sans cesse à l'échelle humaine, au contraire du pétrole et du charbon : la géothermie est une énergie renouvelable.

MÉTHODE
« L'ensemble des documents » : chaque document doit être cité au moins une fois, avec une information précise. Termine par une phrase qui répond à la question posée.

À LA CALCULATRICE

