Test de validation de la formation

Préparation française des Olympiades Internationales de Géosciences

Du 20 au 24 mars 2017

CONSIGNES

- Ce test comprend 50 questions et 39 pages.
- La durée du test est de 1 heure 50. Il faut prévoir dix minutes à la fin des deux heures pour saisir vos réponses sur le formulaire en ligne.
- Vous rendrez la version imprimée du test à votre enseignant, après avoir inscrit votre nom, prénom, date de naissance, classe et établissement.
- Les questions sont des questions à choix multiple (une ou plusieurs bonnes réponses). Vous entourerez au stylo la (les) lettre(s) correspondant à la (aux) réponse(s) de votre choix.
  - **Questions avec une seule réponse correcte** : 1 point pour la réponse correcte ; zéro point pour une réponse fausse.
  - **Questions avec plusieurs réponses correctes** : 1 point par réponse correcte, -0.5 pour chaque réponse fausse ; aucune question ne sera notée en dessous de zéro même si le nombre de réponses fausses dépasse le nombre de réponses correctes. Il y a toujours au moins une réponse fausse. Aussi, la question sera notée zéro si toutes les réponses sont cochées.
- Pour certaines parties, les questions posées peuvent relever de plusieurs domaines (atmosphère, géosphère, hydrosphère, espace).
- L'usage de la calculatrice est autorisé.

Prénom et nom de famille : _____

Date de naissance : _____

Établissement scolaire et classe : _____

Je m'engage sur l'honneur à ne pas diffuser le contenu du test avant l'annonce des résultats.

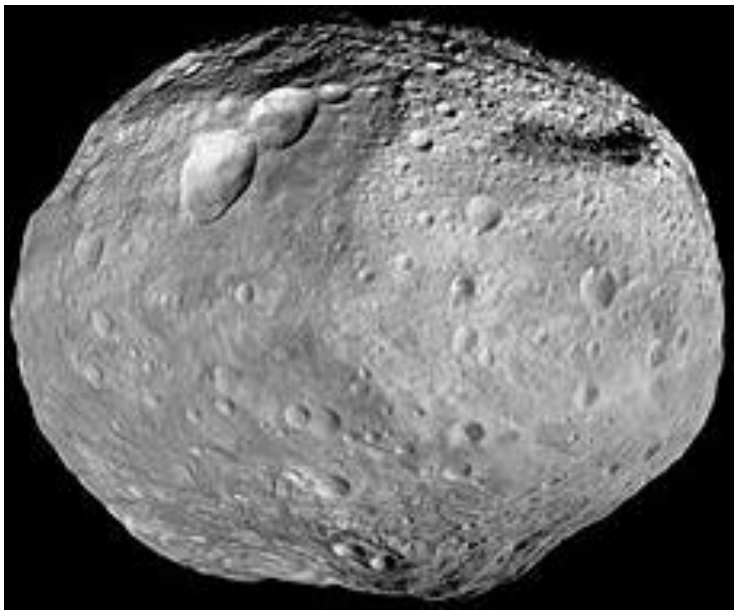
Signature de l'élève

Partenaires de la préparation française des IESO

Sponsors 2017 de la préparation française des IESO

Exercice 1 : « Vesta, une presque planète ? »

Pendant plus d'une année, la sonde spatiale Dawn a observé les surfaces étonnamment variées de Vesta, un des plus gros corps de la ceinture principale, entre Mars et Jupiter. Vesta fut le premier corps de la ceinture principale d'astéroïdes à être étudié en détail. Aujourd'hui, la sonde Dawn étudie Cérès, la seule planète naine de la ceinture principale.



On donne pour Vesta :

- Découverte : le 29 Mars 1807 par Heinrich Wilhelm Olbers
- Période de révolution : ? ans
- Demi grand axe : 2,36 UA
- Excentricité : 0,0891
- Périhélie : 2,15 UA
- Aphélie : 2,57 UA
- Inclinaison de l'axe de rotation sur l'orbite : 15,7°
- Période de rotation : 5,342 heures
- Albédo : 0,423 (± 0,05)
- Magnitude absolue : 3,20
- Taille : 525,4 ± 0,2 km
- Type Spectral : V
- Pas d'atmosphère détectable
- Probablement pas de champ magnétique

DOCUMENT 1 : *Carte d'identité de Vesta.*

QUESTION 1 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 1, choisissez <u>les propositions exactes</u> parmi les suivantes.

A. Sur Vesta, on peut voir les étoiles en plein jour car il n'y a pas d'atmosphère
B. Sur Vesta, on peut voir les étoiles en plein jour car il n'y a pas de champ magnétique
C. Sur Vesta, tout comme sur Terre, on ne peut voir les étoiles en plein jour
D. Vu dans le ciel de Vesta, le Soleil apparent est en moyenne 2 fois plus grand qu'il ne l'est dans le ciel de la Terre
E. Vu dans le ciel de Vesta, le Soleil apparent est en moyenne 4 fois plus grand qu'il ne l'est dans le ciel de la Terre
F. Vu dans le ciel de Vesta, le Soleil apparent est en moyenne 2 fois plus petit qu'il ne l'est dans le ciel de la Terre
G. Vu dans le ciel de Vesta, le Soleil apparent est en moyenne 4 fois plus petit qu'il ne l'est dans le ciel de la Terre

QUESTION 2 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 1, choisissez <u>les propositions exactes</u> parmi les suivantes.

- **A. Sur Vesta, on peut avoir des saisons car son axe de rotation est incliné sur son orbite**
- **B. Sur Vesta, on ne peut pas avoir de saisons car on est trop loin du Soleil**
- **C. Sur Vesta, on ne peut pas avoir de saisons car ce n'est pas une planète**
- **D. Sur Vesta, l'été a lieu obligatoirement au périhélie**
- **E. Sur Vesta, il fait globalement plus chaud au périhélie qu'à l'aphélie**
- **F. Sur Vesta, il fait globalement plus chaud à l'aphélie qu'au périhélie**
- **G. Vesta a une orbite elliptique autour du Soleil**

QUESTION 3 : Johannes Kepler énonce en 1618 sa fameuse 3e loi qui permet de déterminer la période de révolution d'un astre autour du Soleil si on connaît le demi grand axe de son orbite. En utilisant vos connaissances et le document 1, choisissez <u>les propositions exactes</u> parmi les suivantes.

- **A. La période orbitale est de 1,8 années**
- **B. La période orbitale est de 1,77 années**
- **C. La période orbitale est de 1,773 années**
- **D. La période orbitale est de 3,626 années**
- **E. La période orbitale est de 3,63 années**
- **F. La période orbitale est de 3,6 années**
- **G. La 3e loi de Kepler permet aussi de déterminer la masse du Soleil**
- **H. La 3e loi de Kepler permet aussi de déterminer la température de corps noir de Vesta**

QUESTION 4 : En utilisant vos connaissances, choisissez <u>les propositions exactes</u> parmi les suivantes.

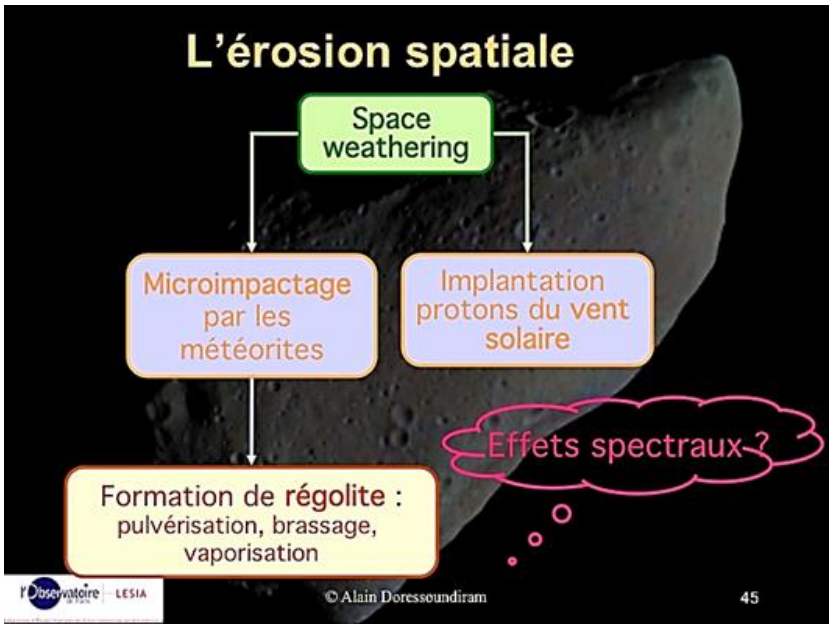
- **A. Les astéroïdes et les comètes sont les corps les plus primitifs du Système solaire**
- **B. Les planètes telluriques sont plus vieilles que les astéroïdes et les comètes**
- **C. Les météorites sont des fragments de comètes tombés sur Terre**
- **D. On connaît l'âge de la formation du Système solaire en datant les météorites**
- **E. Il y a deux types de planètes dans le Système solaire : les planètes telluriques et les planètes géantes**
- **F. Le Soleil est la plus proche étoile de la Terre**
- **G. Les planètes telluriques ont toutes un champ magnétique**

QUESTION 5 : En utilisant vos connaissances, choisissez LA bonne réponse au sujet de la gravité sur Vesta. Vesta est 24 fois plus petite et 22000 fois moins massive que la Terre. Sur Vesta, vous pesez :

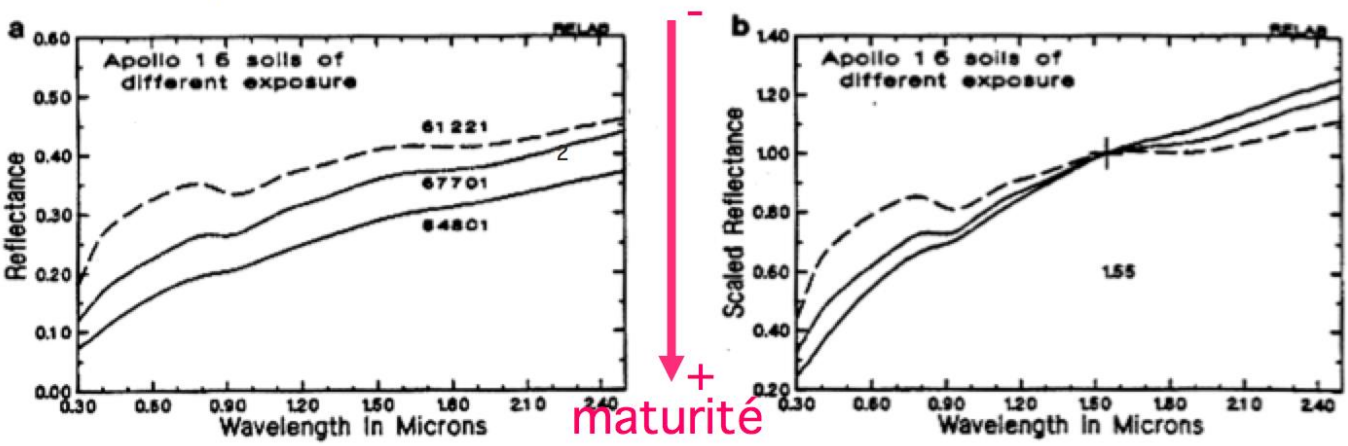
A. **22000 fois moins lourd**
B. **917 fois moins lourd**
C. **38 fois moins lourd**
D. **24 fois moins lourd**
E. **Pareil que sur Terre**
F. **Il n'y a pas de gravité sur Vesta**

QUESTION 6 : Pourquoi dit-on que Vesta est une planète inachevée, au sens de la définition officielle de l'Union Astronomique Internationale ? (*plusieurs réponses exactes).*

A. **Parce qu'elle n'a pas d'atmosphère**
B. **Parce qu'elle n'a pas « fait le ménage » sur son orbite**
C. **Parce qu'elle n'a pas de satellite naturel**
D. **Parce qu'elle n'est pas assez grosse**
E. **Parce qu'elle n'a pas une forme parfaitement sphérique, à cause des deux énormes cratères dans l'hémisphère sud**
F. **Parce qu'il n'y a pas d'eau liquide à sa surface**
G. **Parce qu'elle n'a pas de champ magnétique**
H. **Parce qu'elle a une orbite elliptique**
I. **Parce qu'elle tourne autour du Soleil**



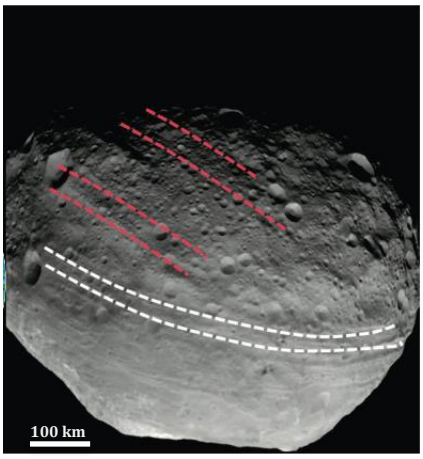
DOCUMENT 2 : *Processus physique de l'érosion spatiale qui affecte les surfaces planétaires des corps sans atmosphère.*

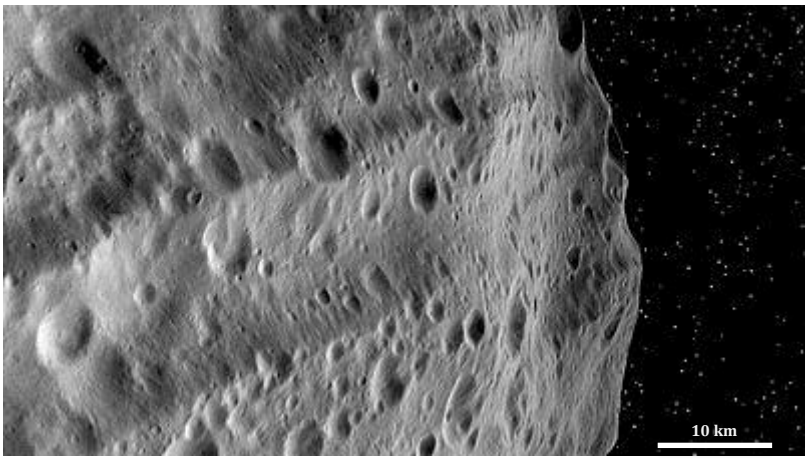


DOCUMENT 3 : *Observation des effets de l'érosion spatiale sur le régolithe lunaire.*

QUESTION 7 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites des documents 2 et 3, quels sont les effets de l'érosion spatiale sur le régolithe lunaire ? (*plusieurs réponses exactes).*

A. **La réflectance diminue avec le temps**
B. **La réflectance augmente avec le temps**
C. **Les bandes spectrales s'estompent avec le temps**
D. **Les bandes spectrales se creusent avec le temps**
E. **La pente spectrale diminue avec le temps (la surface devient « plus bleue »)**
F. **La pente spectrale augmente avec le temps (la surface devient « plus rouge »)**





DOCUMENT 4 : ***À gauche***, *vue générale de Vesta –* ***À droite***, *structure de Divalia.*

QUESTION 8 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 4, choisissez <u>les propositions exactes</u> relatives aux structures linéaires observées à la surface de Vesta.

- **A. Elles peuvent correspondre à des failles transformantes en domaine océanique**
- **B. Elles ont été mises en place suite à l'apparition de fractures parallèles et de l'effondrement d'un manteau ductile**
- **C. Elles ont été mises en place suite à l'apparition de fractures parallèles et de l'effondrement d'une croûte cassante**
- **D. Elles peuvent correspondre à des dorsales océaniques alimentées par un magmatisme profond**
- **E. Elles peuvent correspondre à des fossés d'effondrement dont la taille est du même ordre de grandeur que ceux que l'on observe sur Terre**
- **F. Elles peuvent correspondre à des empreintes de coulées volcaniques plus ou moins parallèles**

Plusieurs types de météorites retrouvées sur Terre sont apparentées à l'astéroïde Vesta. On les nomme HED pour Howardites, Eucrites, Diogénites, on se propose de les comparer.

Type de météorite	Composition minéralogique
Eucrite	Pyroxène pauvre en Ca, pigeonite (clinopyroxène), et plagioclase riche en Ca
Diogénite	Orthopyroxene riche en Mg, plagioclase et olivine

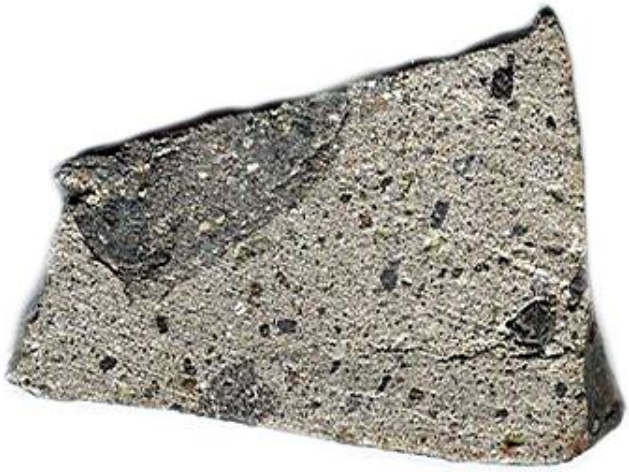
DOCUMENT 5 : *Comparaison de la composition minéralogique d'une Eucrite et d'une Diogénite (Ca = calcium ; Mg = magnésium).*

DOCUMENT 6 : ***À gauche*** - *Photographie d'une Eucrite retrouvée au Maroc.* ***À droite*** – *Photographie d'une Diogénite retrouvée à Tatahouine.*

QUESTION 9 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites des documents 5 et 6, choisissez <u>les propositions exactes</u>.

A. **La composition minéralogique des Diogénites et des Eucrites les rapproche respectivement d'un basalte et d'une péridotite**
B. **La composition minéralogique des Diogénites et des Eucrites les rapproche respectivement d'un gabbro et d'une andésite**
C. **La composition minéralogique des Diogénites et des Eucrites les rapproche respectivement d'une péridotite et d'un gabbro**
D. **La cristallisation des Eucrites se fait lentement et en profondeur alors que la cristallisation des Diogénites se fait rapidement et en surface**
E. **La cristallisation des Eucrites se fait rapidement et en surface alors que la cristallisation des Diogénites se fait lentement et en profondeur**
F. **Les informations sur les Diogénites et les Eucrites permettent, par analogie avec la Terre, de rapprocher l'Eucrite d'une structure crustale et la Diogénite d'une structure mantellique**
G. **Les informations sur les Diogénites et les Eucrites permettent, par analogie avec la Terre, de rapprocher l'Eucrite d'une structure mantellique et la Diogénite d'une structure crustale**

Le **régolithe**, ou **régolite** (de ῥῆγος, rhêgos, signifiant couverture et λίθος, lithos, signifiant roche) peut désigner la couche de poussière produite par l'impact des météorites à la surface d'une planète sans atmosphère ou d'un satellite.



Composition chimique d'une Howardite :
- 10 % de composition de Diogénite
- 90 % de composition d'Eucrite
- traces d'hydrogène et de carbone

DOCUMENT 7 : *Information sur le régolithe, la composition minéralogique et l'aspect macroscopique d'une Howardite sciée.*

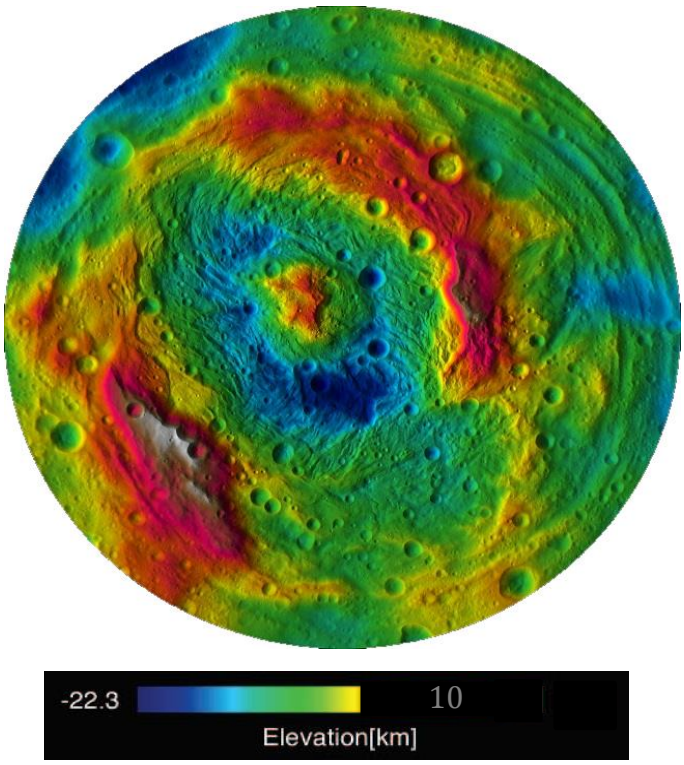
QUESTION 10 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 7, choisissez <u>les propositions exactes</u>.

A. **Par analogie avec les roches de la Terre, on pourrait classer les Howardites parmi les poudingues en admettant qu'elles s'apparentent à une roche sédimentaire**
B. **Par analogie avec les roches de la Terre, on pourrait classer les Howardites parmi les brèches en admettant qu'elles s'apparentent à une roche sédimentaire**
C. **La formation de cette roche résulte de processus métamorphiques**
D. **La formation de cette roche peut être expliquée par la diagenèse du régolithe**
E. **La formation de cette roche peut être expliquée par la diagenèse des Eucrites et des Diogénites**
F. **La formation de ces roches est associée à des impacts météoritiques qui ont fait varier uniquement la pression**
G. **La formation de ces roches est associée à des impacts météoritiques qui ont fait varier la pression et la température**
H. **Il est probable que le régolithe soit très riche en plagioclase et pyroxène**
I. **Il est probable que le régolithe soit très riche en plagioclase, pyroxène et olivine**

DOCUMENT 8 : *En 2003, des astronomes avaient constaté, lors d'observations faites à partir de la Terre, une signature caractéristique de l'hydrogène sur Vesta. Depuis, des mesures ont révélé des valeurs s'élevant jusqu'à 400 microgrammes par gramme de régolithe. On retrouve également de l'hydrogène dans les Howardites à une teneur allant de 240 à 600 microgrammes par gramme. Ces teneurs sont de l'ordre de grandeur de celles retrouvées dans les chondrites carbonées.*

QUESTION 11 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 8, choisissez <u>les propositions exactes</u>.

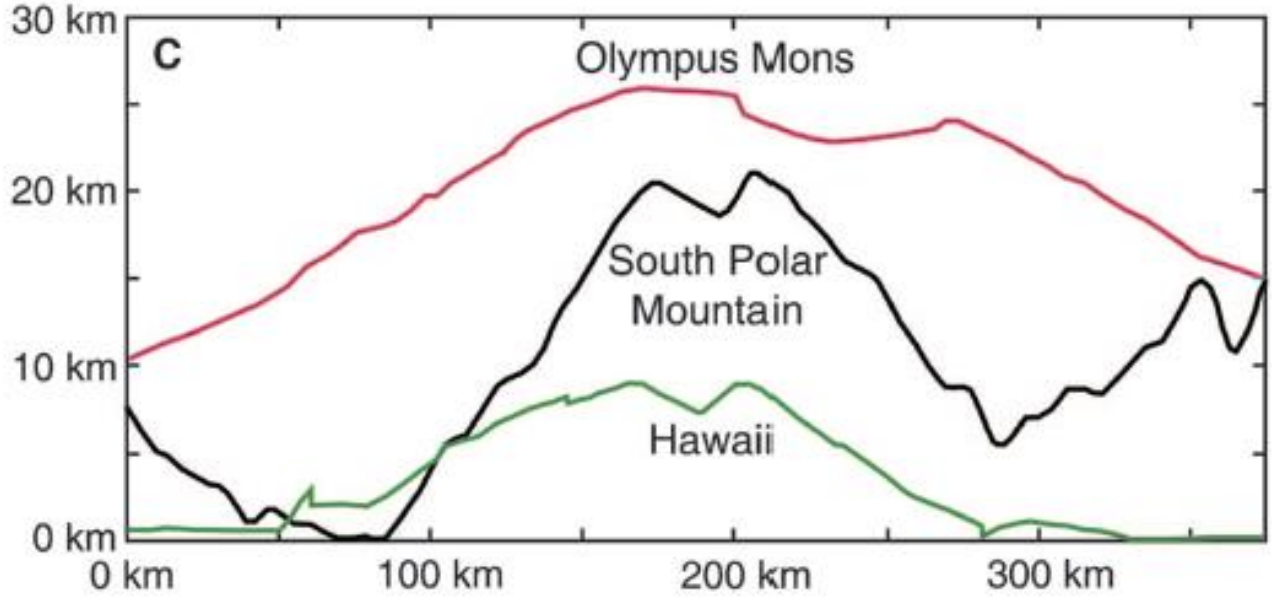
A. **Contrairement aux Howardites qui ne présentent pas de chondres, les météorites carbonées en possèdent et sont classées parmi les chondrites**
B. **Comme les Howardites, les météorites carbonées ne présentent pas de chondres et sont classées dans les achondrites**
C. **Les impacts météoritiques ont érodé la croûte et permis la mise en place du régolithe et des Howardites de manière concomitante**
D. **Les impacts météoritiques ont érodé la croûte et permis la mise en place du régolithe, qui en subissant d'autres impacts ultérieurs a donné des Howardites**
E. **L'hydrogène retrouvé dans les Howardites provient uniquement des météorites carbonées et on s'attend à le retrouver préférentiellement dans les zones jeunes de Vesta**
F. **L'hydrogène peut provenir du vent solaire et des météorites carbonées et on s'attend à le retrouver préférentiellement dans les zones anciennes de Vesta**
G. **La présence d'hydrogène dans les Howardites est un argument pour associer leur mise en place à des phénomènes externes sur Vesta**



DOCUMENT 9 : *Altitude mesurée dans l'hémisphère Sud de Vesta par la sonde Dawn.*

QUESTION 12 : Choisissez <u>les propositions exactes</u> relatives au profil topographique du pôle sud de Vesta que l'on peut déduire du document 9 en vous aidant du document 2 et de vos connaissances.

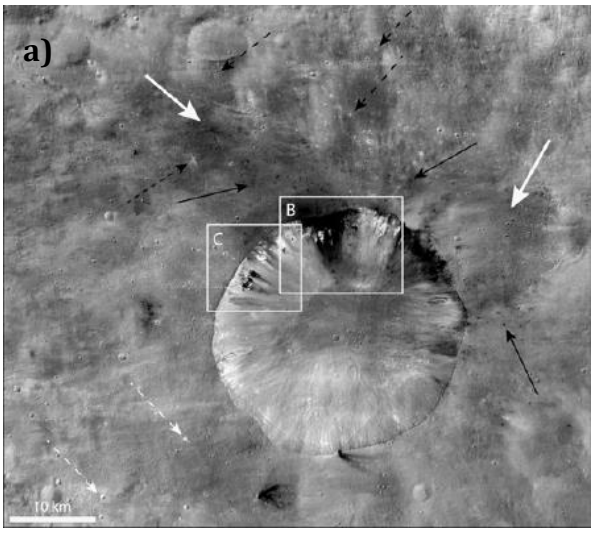
A. **Le pôle sud de Vesta est constitué de deux chaînes de montagne parallèles séparées par un bassin**
B. **Le pôle Sud de Vesta présente une caldeira, résultat d'une éruption ayant vidé une chambre magmatique**
C. **Le pôle sud de Vesta présente un cratère d'impact avec une montagne en son centre**
D. **Une telle structure ne peut pas être présente sur Terre**
E. **Le pôle sud de Vesta présente un atoll dont la formation résulte de coraux qui ont colonisé le pourtour d'une île volcanique**
F. **Les variations d'altitude observées au pôle Sud de Vesta peuvent résulter de phénomènes d'érosion comparables à ceux de la Terre**
G. **Ces variations d'altitude pourraient s'expliquer comme sur Terre par un comportement ductile de matériaux en profondeur**

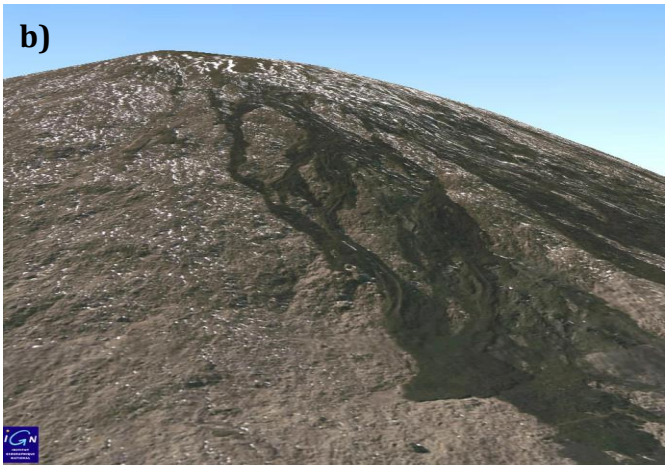


DOCUMENT 10 : *Graphique représentant l'altitude en km de différents monts du Système solaire (Olympus Mons sur Mars, South Polar Mountain sur Vesta, Hawaï sur Terre).*

QUESTION 13 : À l'aide de vos connaissances et du document 10, choisissez <u>les propositions exactes</u> pouvant expliquer la présence d'un mont de 23km sur Vesta. Ce mont…

A. **Témoigne nécessairement de la présence d'une tectonique des plaques sur l'astéroïde**
B. **Pourrait éventuellement résulter de l'activité d'un point chaud comme pour Hawaï**
C. **À la même origine de mise en place que le Mont Olympe sur Mars**
D. **Présente une altitude comparable aux montagnes terrestres**
E. **Serait constitué d'Eucrites et de Diogénites alors que, sur Terre, l'Ile d'Hawaï est constituée de granite et de gneiss**
F. **Serait constituée d'Eucrites et de Diogénites alors que, sur Terre, l'Ile d'Hawaï est constituée de basalte**
G. **Serait constituée d'Eucrites et de Diogénites alors que, sur Terre, les montagnes mises en place dans un contexte de collision sont constituées de basalte**
H. **Serait constituée d'Eucrites et de Diogénites alors que, sur Terre, les montagnes mises en place dans un contexte de collision sont constituées de gneiss et de granite**
I. **N'est pas constitué de granite qui, sur Terre, est toujours issu de la fusion partielle des péridotites**





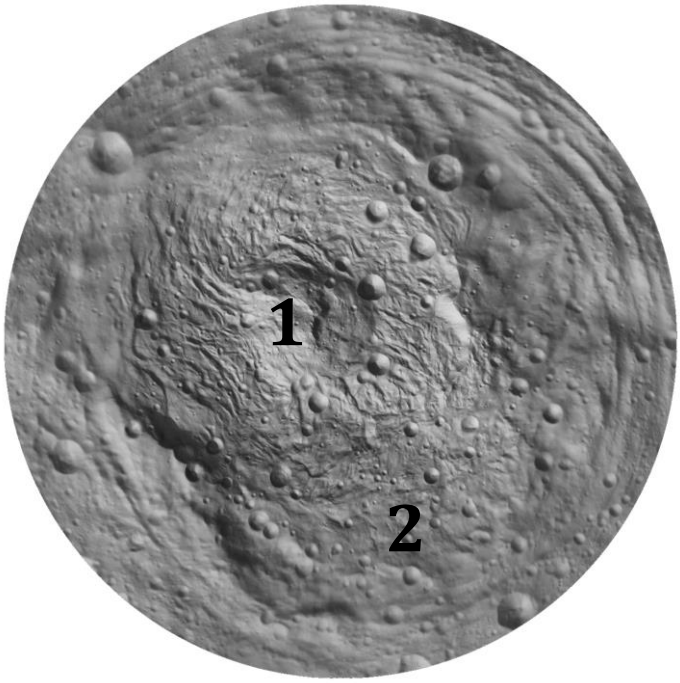
Droits réservés - © 2004 Photographie : Pierre Thomas

DOCUMENT 11

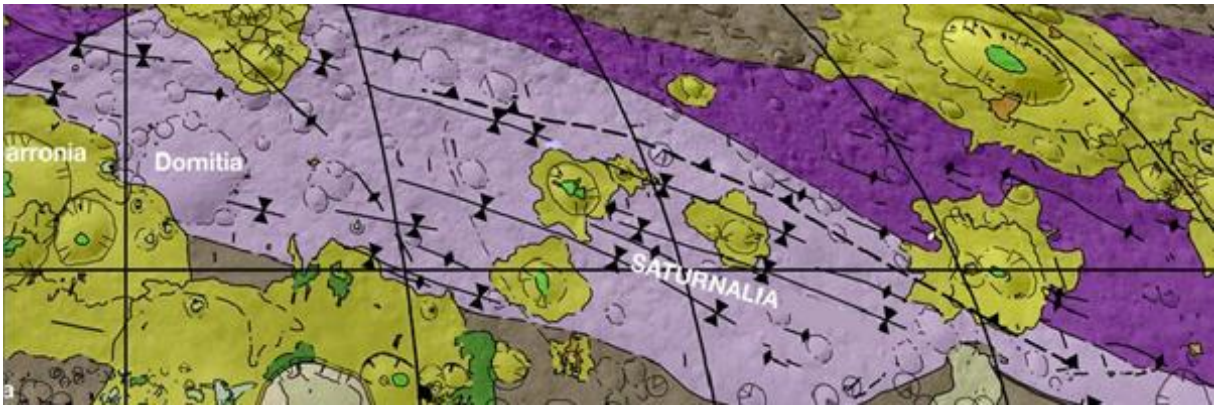
a) Topographie et matière noire détectée sur Vesta
b) Coulée de lave au Piton de la Fournaise (Ile de la Réunion)
c) Photographie d'une ancienne carrière de charbon à Graissessac (Hérault)

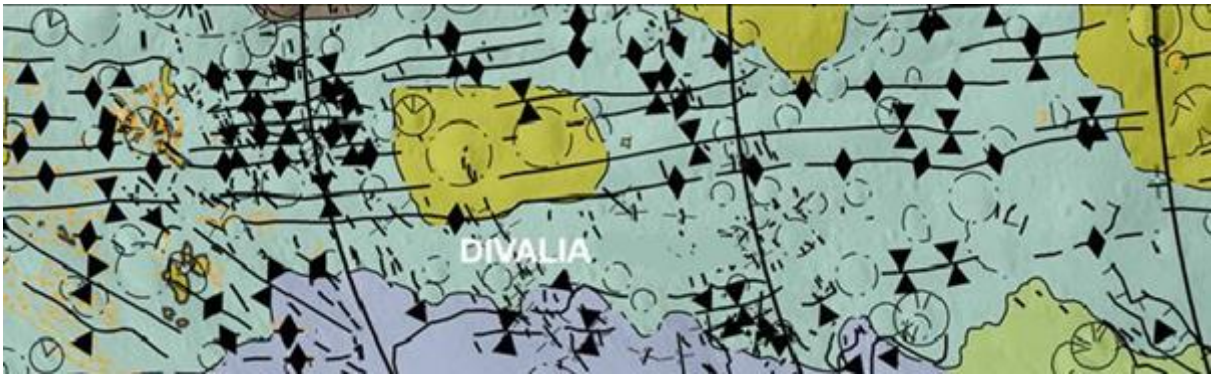
QUESTION 14 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 11, choisissez <u>les propositions exactes</u> pouvant expliquer que l'on ne retrouve pas de trace de volcanisme sur Vesta et que, pourtant, de la matière noire a été détectée.

- **A. L'absence d'indice de volcanisme en surface peut être expliquée par une quantité importante de régolithe**
- **B. L'absence d'indice de volcanisme en surface sur Vesta montre qu'il n'y a pas eu d'épisode volcanique sur Vesta**
- **C. À l'inverse, sur Terre, des coulées volcaniques montrent un dynamisme explosif de l'édifice volcanique et une lave fluide, riche en silice**
- **D. À l'inverse, sur Terre, des coulées volcaniques montrent un dynamisme effusif de l'édifice volcanique et une lave fluide, riche en silice**
- **E. À l'inverse, sur Terre, des coulées volcaniques montrent un dynamisme effusif de l'édifice volcanique et une lave fluide, pauvre en silice**
- **F. La matière noire détectable sur Vesta pourrait être de la matière organique qui ne peut pas être apportée par des impacteurs au vue de sa localisation**
- **G. La matière noire détectable sur Vesta pourrait être de la matière organique apportée par des impacteurs au vue de sa localisation**



DOCUMENT 12 : *Localisation de Rheasilvia(1) et Veneneia(2), deux cratères d'impacts sur Vesta.*





DOCUMENT 13 : *Interprétation en carte de Saturnalia (en haut) et de Divalia (en bas) ; les impacts sont représentés par des cercles.*

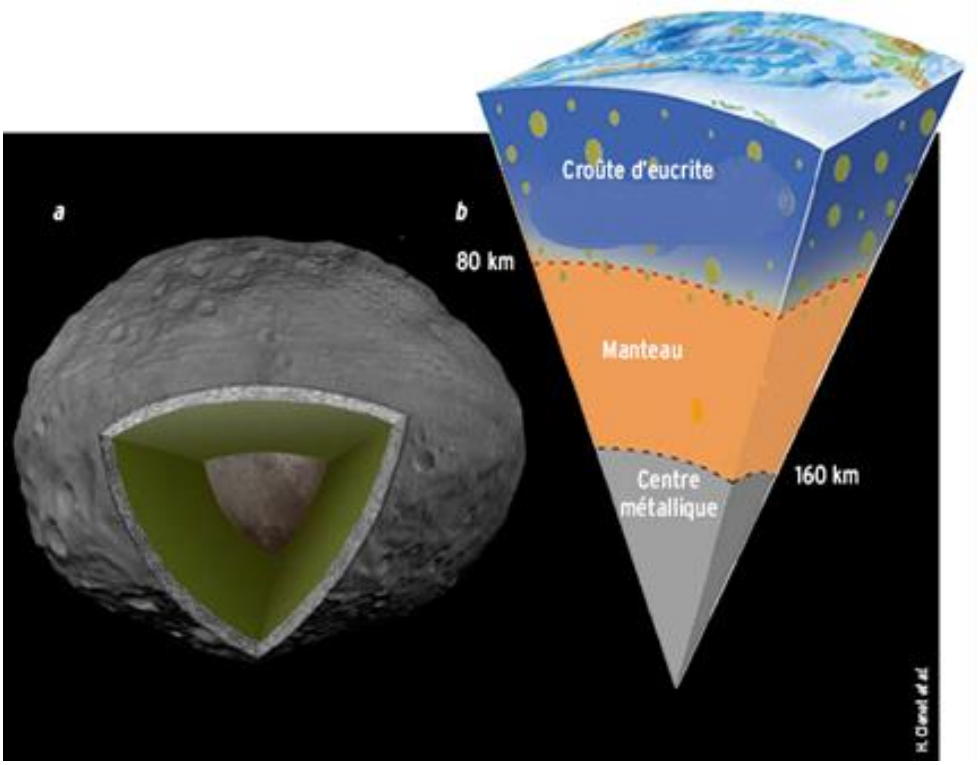
QUESTION 15 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites des documents 12 et 13, choisissez <u>les propositions exactes</u> permettant de dater les structures citées en utilisant, entre autres, les méthodes de chronologie relative.

A. **Le bassin de Veneneia a été mis en place après le bassin de Rhéasilvia selon le principe d'inclusion**
B. **Le bassin de Veneneia a été mis en place après le bassin de Rhéasilvia selon le principe de recoupement**
C. **Le bassin de Veneneia a été mis en place avant le bassin de Rhéasilvia selon le principe d'inclusion**
D. **Le bassin de Veneneia a été mis en place avant le bassin de Rhéasilvia selon le principe de recoupement**
E. **Les sillons Divalia et Saturnalia peuvent être datés relativement l'un par rapport à l'autre selon leur profondeur et leur largeur**
F. **Le sillon Divalia est plus récent que le sillon Saturnalia car il présente une altitude plus importante**
G. **Le sillon Divalia est plus ancien que le sillon Saturnalia car on trouve plus de cratères d'impacts au pied de Divalia**
H. **La quantité de matière noire est moins importante actuellement au niveau du bassin de Veneneia que lors de sa mise en place du fait des impacts ultérieurs**

I. **L'association suivante est plausible : la mise en place des sillons Saturnalia et Divalia peut être reliée respectivement à la mise en place du bassin Rheasilvia et du bassin Veneneia**
J. **L'association suivante est plausible : la mise en place des sillons Saturnalia et Divalia peut être reliée respectivement à la mise en place du bassin Veneneia et du bassin Rheasilvia**

QUESTION 16 : En utilisant vos connaissances, choisissez <u>les propositions exactes</u>. Si l'on compare les planètes du système solaire et Vesta…

A. **Comme Mercure, Vesta ne présente pas d'atmosphère, ce qui laisse supposer une forte variation de température à sa surface et une absence de ciel bleu comme celui vu depuis la Terre**
B. **Comme Venus, Vesta ne présente pas d'atmosphère, ce qui laisse supposer une forte variation de température à sa surface et une absence de ciel bleu comme celui vu depuis la Terre**
C. **Comme Mercure, Vesta ne présente pas d'atmosphère, ce qui laisse supposer une faible variation de température à sa surface et une absence de ciel bleu comme celui vu depuis la Terre**
D. **Comme Venus, Vesta ne présente pas d'atmosphère, ce qui laisse supposer une faible variation de température à sa surface et une absence de ciel bleu comme celui vu depuis la Terre**
E. **Venus et Vesta ne présente pas de champ magnétique, on peut en déduire que ces deux corps ne possèdent pas de noyau**
F. **Venus et Vesta ne présente pas de champ magnétique, on peut en déduire que ces deux corps ne sont pas protégés des rayons cosmiques**
G. **Venus et Vesta ne présente pas de champ magnétique, on peut en déduire que les deux corps ne peuvent pas posséder d'atmosphère**
H. **De l'hydrogène a été retrouvé sur Mars ainsi que sur Vesta, cette découverte est un argument suffisant pour dire qu'il peut y avoir la présence d'eau sur ces corps**
I. **De l'hydrogène a été retrouvé sur Mars ainsi que sur Vesta, cette découverte est un argument insuffisant pour dire qu'il peut y avoir la présence d'eau sur ces corps**



DOCUMENT 14 : *Modèle proposé pour l'organisation en couches de l'astéroïde Vesta.*

QUESTION 17 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 14, choisissez <u>les propositions exactes</u>.

- **A. La différenciation de Vesta est marquée par une transformation d'énergie gravitationnelle en énergie thermique**
- **B. La différenciation de Vesta est marquée par une transformation d'énergie thermique en énergie gravitationnelle**
- **C. L'énergie thermique de Vesta s'est rapidement dissipée de par son faible rapport S/V**
- **D. L'énergie thermique de Vesta s'est rapidement dissipée de par son fort rapport S/V**
- **E. Vesta a subi une fusion partielle grâce, exclusivement, à énergie libérée lors de l'accrétion et l'énergie cinétique apportée lors des collisions entre planétésimaux**
- **F. Vesta a subi une fusion partielle grâce, entre autre, à la chaleur dégagée par la radioactivité des radioéléments à très longue durée de vie**
- **G. Vesta a subi une fusion partielle grâce, entre autre, à la chaleur dégagée par la radioactivité des radioéléments à courte durée de vie**
- **H. Les proportions relatives des différentes couches sur Vesta sont les mêmes que sur Terre**
- **I. La structure du noyau terrestre est différente de celle du noyau de Vesta de par la présence d'une graine liquide et d'un noyau externe solide**
- **J. La structure du noyau terrestre est différente de celle du noyau de Vesta de par la présence d'une graine solide et d'un noyau externe liquide.**

Exercice 2 : « Promenades dans les Iles »

Cet exercice est organisé autour de deux Iles : l'Ile de la Réunion et l'Islande.

- ***BALLADE À LA RÉUNION***

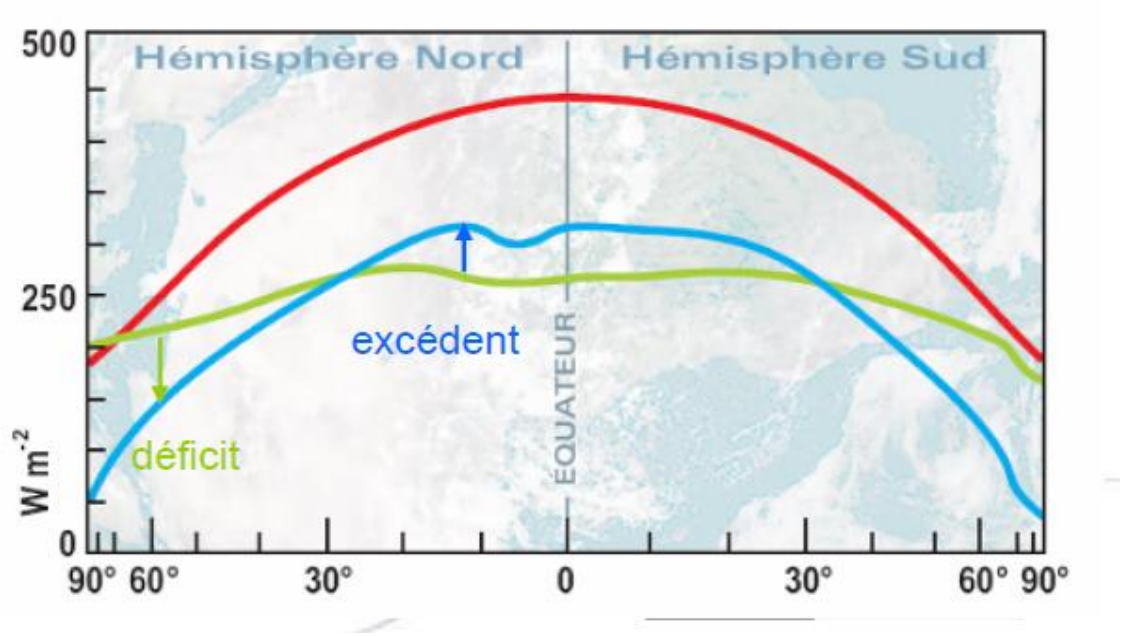
QUESTION 18 : Le ciel est bas et le soleil m'apparait à travers une couche de nuages avec des contours extrêmement nets. Choisissez le genre de nuage associé.

A. Cumulus
B. Stratus
C. Altocumulus
D. Cirrus
E. Nimbostratus

QUESTION 19 : Choisissez le genre de nuage qui peut engendrer de la neige en grain.

A. Cumulus
B. Stratus
C. Altocumulus
D. Cirrus
E. Nimbostratus

Les questions suivantes portent sur l'étude du régime de vents et de la pluviométrie sur l'Ile de la Réunion.



DOCUMENT 15 *: Graphique illustrant l'excédent de chaleur reçu dans la zone intertropicale et le déficit au-delà de 30° (Gil, 1962).*

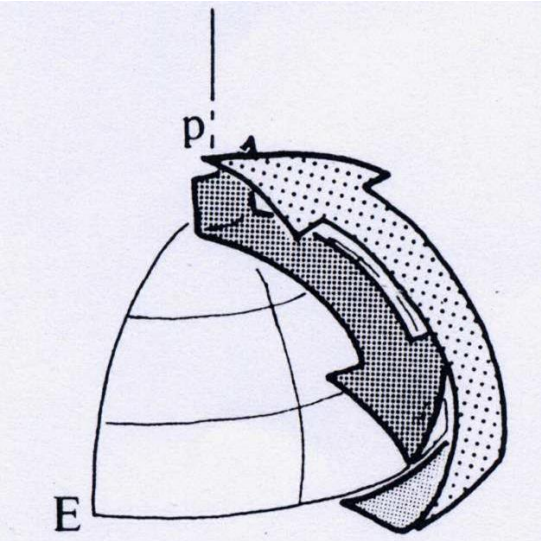
QUESTION 20 : Choisissez LA proposition illustrant les conséquences de la répartition inégale de la chaleur sur Terre.

A. **Les hautes latitudes se refroidissent sans cesse**
B. **Les zones situées près de l'équateur voient leur température augmenter sans cesse : c'est la principale source du réchauffement climatique**
C. **L'océan va transporter de l'énergie des basses vers les hautes latitudes**
D. **Cet excédent de chaleur va induire des mouvements importants de l'atmosphère et de l'océan qui vont transporter la chaleur excédentaire de la zone intertropicale vers les hautes latitudes**

Les mouvements atmosphériques, qui vont assurer le transfert de chaleur, ont été décrits par Hadley au 18° siècle comme suit :

L'air situé à proximité de l'équateur, chaud donc peu dense, se soulève ; il chemine en haute altitude en direction des pôles ; arrivé au niveau des pôles, sa densité a augmenté en raison du refroidissement. L'air plonge donc vers le sol et revient vers l'équateur.

Hadley avait dès 1735 synthétisé ces mouvements par un mécanisme appelé encore aujourd'hui « Cellule de Hadley » et schématisé par la figure ci-dessous pour l'hémisphère Nord.



DOCUMENT 16 *: Schéma représentant la « cellule de Hadley » (Jolly, 1992).*

Toutefois, dans la réalité, l'air plonge vers le sol dès la latitude 30° et repart en direction de l'équateur bien avant d'avoir atteint le pôle.

QUESTION 21 : Choisissez LA proposition illustrant le phénomène physique qui explique que la cellule de Hadley s'interrompt, en fait, dès cette latitude de 30°.

A. **Les pôles magnétiques repoussent les masses d'air**
B. **Les masses d'air se sont refroidies, elles n'ont plus d'énergie à fournir**
C. **La force d'inertie de Coriolis dévie les masses d'air vers la droite dans l'hémisphère Nord, vers la gauche dans l'hémisphère Sud et interrompt leur trajet vers le pôle**
D. **Les masses d'air en cheminant vers le pôle sont arrêtées par des masses d'air plus froides venant du pôle**

On a vu que dans l'hémisphère Sud l'air descendant en haute altitude en direction du pôle Sud plonge vers le sol à environ 30° de latitude pour remonter ensuite vers l'équateur. On s'intéresse maintenant à une vue en plan.

QUESTION 22 : Choisissez LA proposition illustrant le cheminement du vent à proximité du sol.

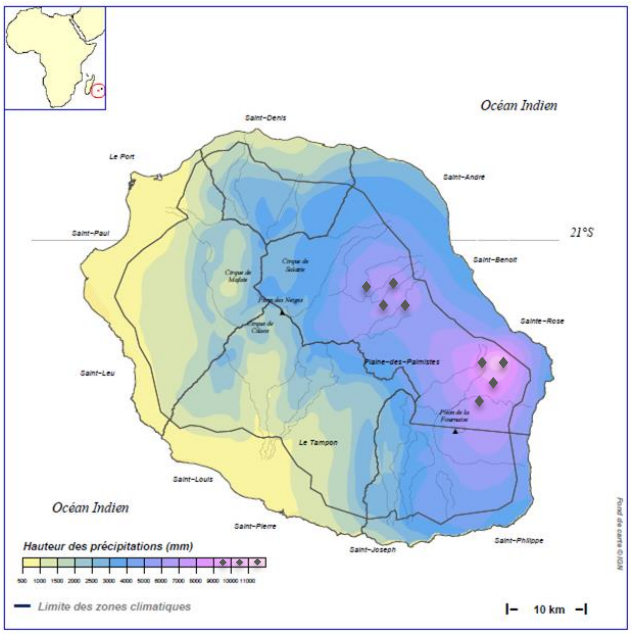
A. **Il remonte directement vers l'équateur et récupère de la chaleur**
B. **La force de Coriolis incline sa trajectoire à gauche (donc vers l'ouest) durant la remontée**
C. **Il part vers l'est entraîné par la rotation de la terre**

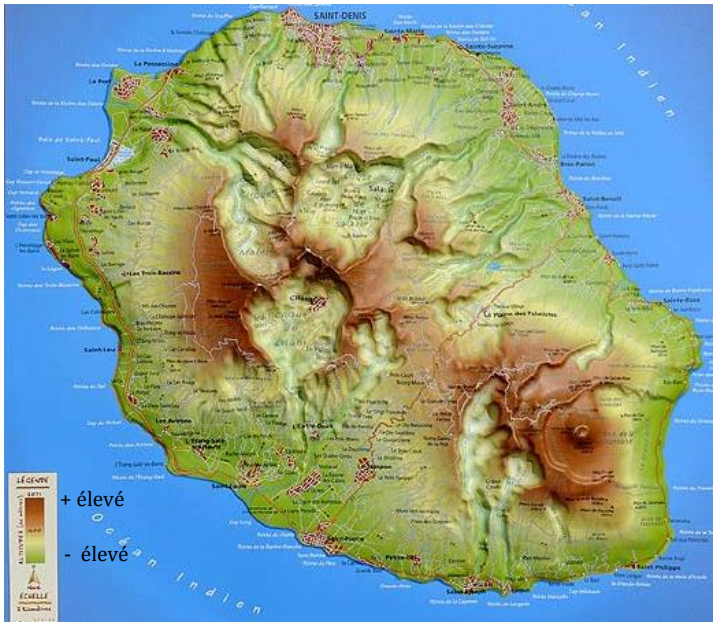
La latitude de la Réunion est de 20°. Donc les masses d'air qui vont toucher l'Ile sont majoritairement des masses d'air qui remontent l'océan Indien, depuis la latitude 30° sud.

QUESTION 23 : Choisissez <u>les propositions correctes</u> qui décrivent l'évolution des caractéristiques de la masse d'air dans son cheminement jusqu'à l'Ile de la Réunion.

A. **La masse d'air s'élève initialement au niveau de l'équateur et subit une détente adiabatique : elle se refroidit et précipite (ce qui explique les pluies abondantes à l'équateur). Elle chemine ensuite longuement en altitude et arrive très froide et sèche à la latitude 30°**
B. **La masse d'air s'élève initialement au niveau de l'équateur et subit une détente adiabatique : elle se refroidit et précipite (c'est pour cela qu'il pleut beaucoup à l'équateur). Elle part vers le sud puis, à 30° de latitude, elle redescend brutalement et se réchauffe par compression adiabatique : cela explique que l'air est chaud et sec sous les tropiques**
C. **La masse d'air froid et sec se mélange à la latitude 30° avec de l'air du pôle Sud lui aussi très froid. Après 1000km parcourus au contact de l'océan Indien elle atteint l'Ile de la Réunion sèche et tempérée**
D. **La masse d'air chaud et sec parcoure, à partir de la latitude 30°, 1000 kilomètres au contact de la mer, ce qui lui permet de se charger en eau. Elle atteindra donc la Réunion chaude et humide**

Les figures ci-dessous présentent respectivement le relief et la pluviométrie de la Réunion.





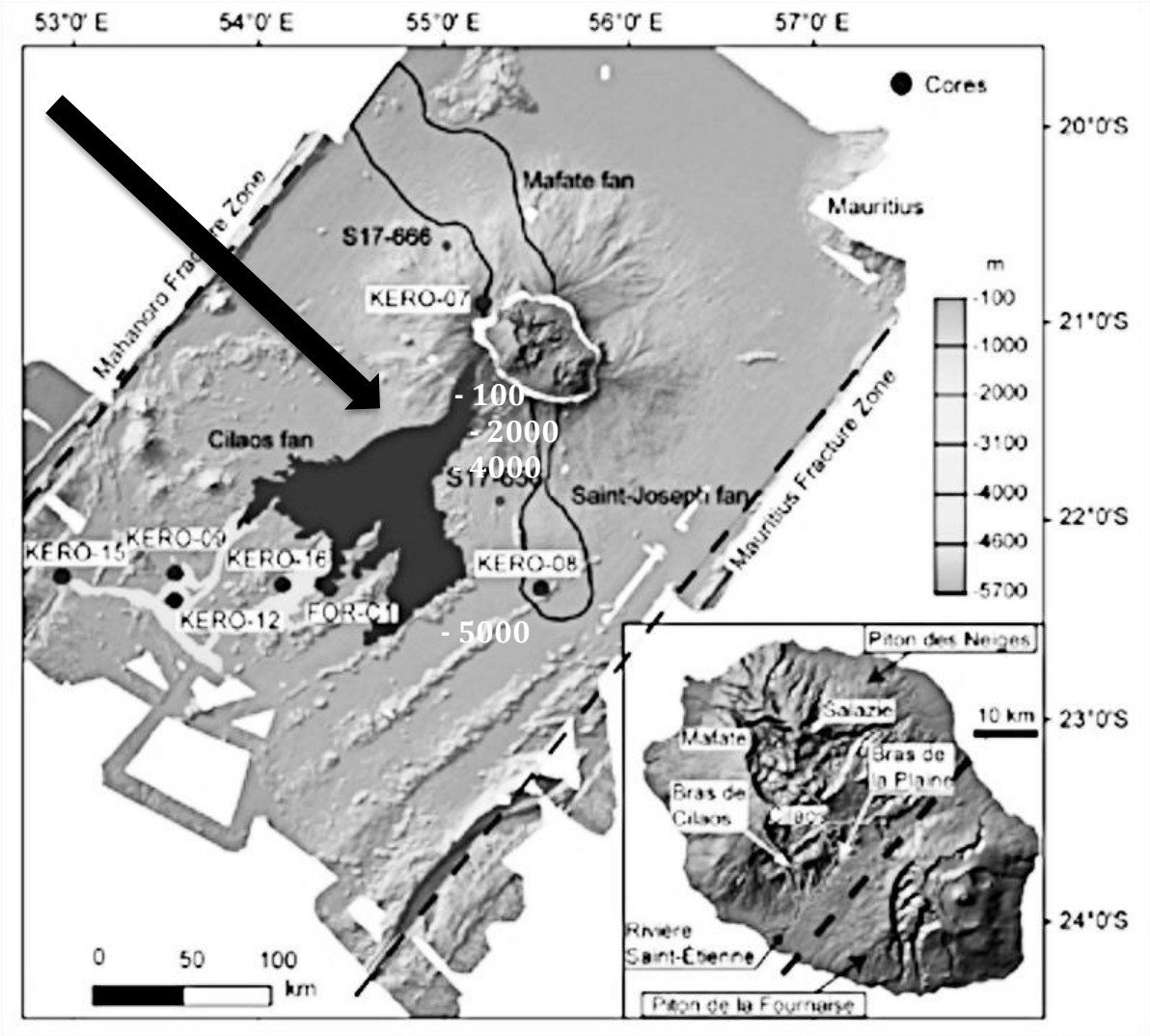
DOCUMENT 17 *: **À gauche** – Données des moyennes annuelles des cumuls pluviométriques sur la période 1981/2010 (données Météo France). **À droite** – Carte du relief de l'île de la Réunion (©Géorelief).*

On constate un fort déséquilibre de pluviométrie entre l'est, très arrosé et l'ouest beaucoup plus sec.

QUESTION 24 : Choisissez LA proposition expliquant correctement ce déséquilibre.

- **A. Les vents dominants (les Alizés de l'hémisphère Sud) remontent des latitudes 30° et arrivent sur l'Ile de la Réunion par l'ouest. Très humides, ils précipitent sur les montagnes et la pluie dévale ensuite la pente côté est**
- **B. Les vents dominants remontent du pôle Sud et arrivent chargés d'eau par l'est de l'Ile**
- **C. Les vents dominants remontent des latitudes 30° et arrivent sur l'Ile de la Réunion par l'est. Ils s'élèvent rapidement en rencontrant le relief ; la masse d'air humide subit une détente adiabatique ce qui la refroidit, abaisse la pression de vapeur saturante et entraîne la précipitation**
- **D. Les vents dominants remontent du pôle sud chargés de cristaux de glace qui fondent en arrivant sur l'est de l'île qui est réchauffée par le soleil**

Dans cette zone chaude, à forte pluviosité intervenant sur des reliefs élevés et récents, les processus d'altération et d'érosion sont intenses.



DOCUMENT 18 *: Topographie des fonds sous-marins autour de la Réunion.*

Sur cette carte topographique, on distingue autour de la Réunion des accumulations de sédiments dont la plus importante, l'éventail de Cilaos (Cilaos fan), est ici désignée par une flèche sombre. Cette zone se situe en face d'un des trois grands cirques de la Réunion : le cirque de Cilaos. Les profondeurs, en mètres, sont portées directement sur la carte (nombres blancs).

Au cours de trois campagnes océanographiques, plusieurs carottes de sédiments ont été prélevées dans l'éventail de Cilaos. Longues de 3,40 à 6,70m, elles ont été soumises à des analyses sédimentologiques (description, mesure de granulométrie), physiques et chimiques (calcium, isotope de l'oxygène…), ainsi qu'à des datations au Carbone 14.

Trois de ces carottes présentent la même succession sédimentaire :
- à la base, sur environ 3 mètres, une alternance de couches de sables issus de l'érosion de 30 à 50 cm d'épaisseur, séparées par des couches de boue (U1) ;

- au sommet, sur une épaisseur équivalente, des boues alternativement claires et foncées, selon qu'elles proviennent de la sédimentation d'organismes planctoniques calcaires ou siliceux (U2).

Leur datation montre qu'elles couvrent une période de 130 000 ans (130 ka, équivalent à un cycle climatique du Quaternaire). Les unités U1 ont été formées entre – 186 et – 128 ka, les boues planctoniques U2 entre – 128 et – 26 ka (ka = kilo années).

QUESTION 25 : Les caractéristiques morphologiques de la zone correspondant à ce grand éventail font penser… *(une seule réponse exacte)*.

A. **Que celui-ci est dû à la cassure puis à un écroulement sur place d'un pan de l'île volcanique avec un très faible transport**
B. **Un transport en suspension de particules suivi d'une sédimentation progressive**
C. **Un système d'écoulement turbiditique lié à un apport important de sédiments déposés sur une forte pente donc instables**
D. **La construction d'un plateau continental stable**
E. **Un ensemble deltaïque fluviatile de faible profondeur**

QUESTION 26 : Dans la partie U1 des carottes, l'alternance lithologique sable/boue correspond à… *(une seule réponse exacte)*.

A. **L'altération d'un empilement de laves de chimies différentes donnant en alternance des produits d'altération différents**
B. **L'influence de changements climatiques successifs survenus pendant la période étudiée et ayant modifiés les conditions d'altération**
C. **Une formation de type « turbidite » avec une succession de cycles de sédimentation présentant un granoclassement, les sables sédimentant en premier, puis les boues à la fin du cycle**
D. **Une formation de type « turbidite » avec une succession de cycles de sédimentation présentant un granoclassement, les boues sédimentant en premier, puis les sables à la fin du cycle**

QUESTION 27 : La couche superficielle formée par des boues planctoniques (U2) permet d'être sûr au moins d'une chose *(choisissez une seule réponse)*. <u>Pendant sa formation…</u>

A. **La température de l'eau a varié de façon cyclique (périodes froides favorisant les Radiolaires)**
B. **La chimie de l'eau a changé (variations de la quantité de silice)**
C. **Le niveau de la mer a changé**
D. **Il ne s'est pas produit d'écoulement turbiditique**

On constate que la période de sédimentation correspondant à la partie U1 des carottes coïncide avec des périodes de diminution de l'activité volcanique, celle de U2 avec une reprise de l'activité effusive et explosive.

QUESTION 28 : Parmi les affirmations suivantes, lesquelles proposent une explication cohérente avec cette coïncidence *(plusieurs réponses exactes).*

- **A. La diminution de la production volcanique a permis la formation des cirques par érosion, ce qui a contribué à augmenter l'apport de sédiments vers la mer**
- **B. La diminution de la production volcanique a permis de diminuer la quantité de matériaux érodables et contribué à diminuer l'apport de sédiments vers la mer**
- **C. Une forte activité volcanique a produit de grands volumes de lave qui ont rempli les cirques et leurs vallées de drainage, réduisant l'érosion et l'apport sédimentaire vers la mer**
- **D. Une forte activité volcanique a produit de grands volumes de lave rapidement érodés, qui ont contribué à augmenter l'apport sédimentaire vers la mer**

OUEST EST

Port du Butor- St-Benoit

© BRGM, 2004

DOCUMENT 19 *: Trait de côte à proximité de la rivière des galets (www-iuem.univ-brest.fr).*

À la pointe des galets, le trait de côte a été modifié, reculant de plus de 200m en une cinquantaine d'années. La construction d'une digue semble en être la cause.

QUESTION 29 : Si l'on argumente à partir de ce qui est visible sur cette photographie, quelles affirmations sont exactes ? *(plusieurs réponses possibles).*

- **A. La digue a provoqué une augmentation des courants sur la partie érodée, ce qui explique l'entrainement de matière de petite granulométrie**
- **B. Le recul de la plage n'implique pas forcément une augmentation du courant, parce que le trait de côte est le résultat d'un équilibre entre érosion et apport de sédiment**
- **C. La digue a bloqué le courant, ce qui a entrainé la sédimentation de matière en amont de la digue**
- **D. Avant de conclure, il faudrait s'assurer que l'apport par la « rivière des galets » qui approvisionne cette zone en sédiments en solution est constant**
- **E. Avant de conclure, il faudrait s'assurer que l'apport par la « rivière des galets » qui approvisionne cette zone en sédiments en suspension est constant**

Le littoral réunionnais est en perpétuelle évolution ; il peut évoluer (ou non) de différentes façons :
a – engraissement = augmentation de la sédimentation
b – stabilité = ni érosion, ni sédimentation
c – équilibre = les apports par sédimentation équilibrent le retrait par érosion
d – érosion modérée
e – érosion prononcée

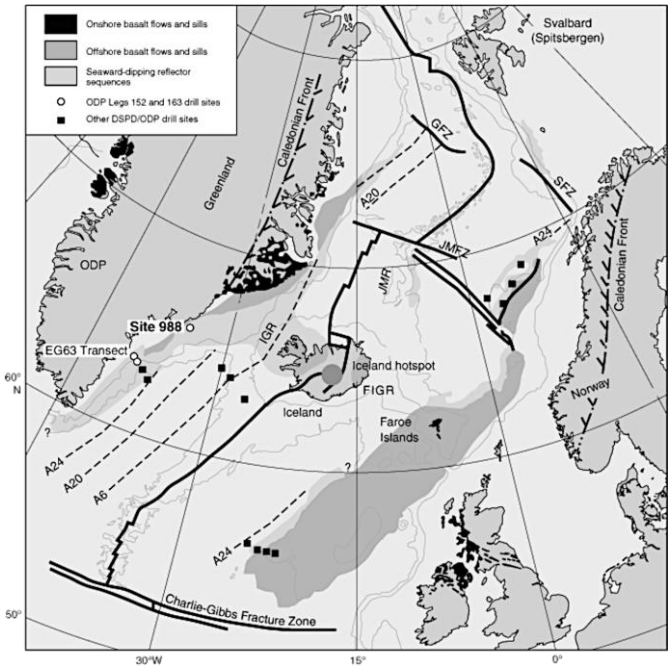
On identifie cinq contextes différents dans lesquels on constate ces évolutions :
1 – des littoraux stabilisés par des aménagements ou de la végétation
2 – des falaises basaltiques
3 – des embouchures de rivières et de ravines
4 – des plages et des micro-falaises meubles
5 – des zones en équilibre dynamique

QUESTION 30 : Laquelle des associations suivantes est correcte *(une seule réponse exacte).*

A. 1 – b / 2 – c / 3 – a / 4 – d / 5 – e
B. 1 – d / 2 – b / 3 – a / 4 – c / 5 – e
C. 1 – b / 2 – d / 3 – a / 4 – e / 5 – c
D. 1 – b / 2 – e / 3 – a / 4 – d / 5 – c
E. 1 – a / 2 – b / 3 – c / 4 – d / 5 – e.

- ***BALLADE ISLANDAISE***

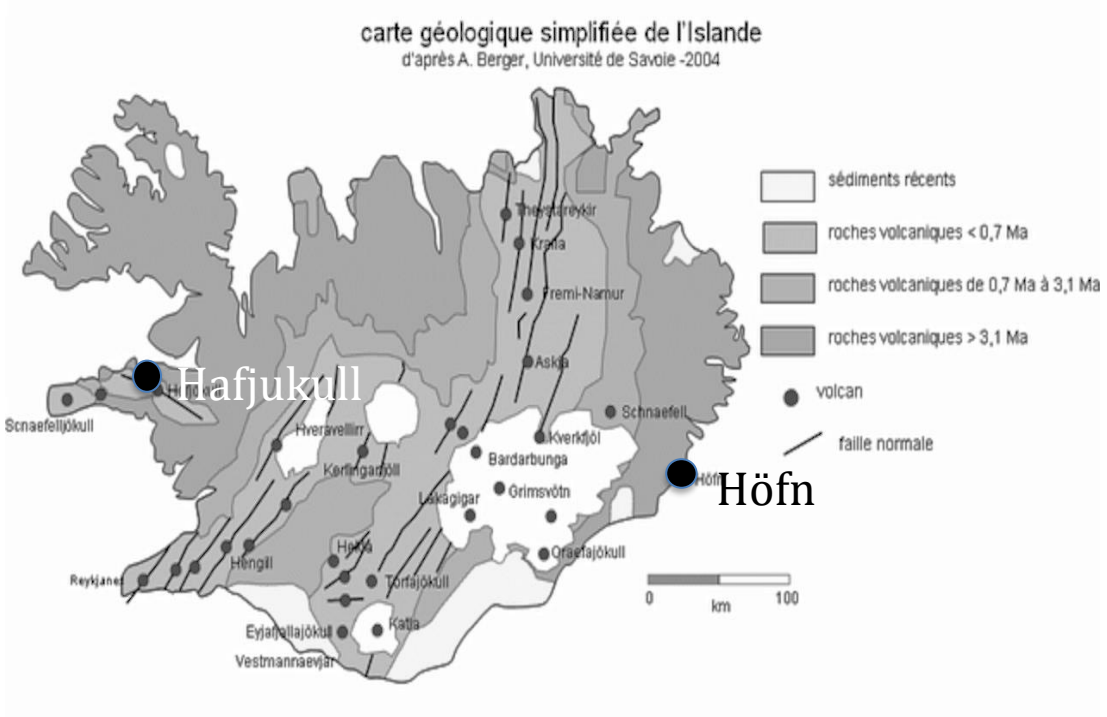
L'Islande est une île située géographiquement entre le Groenland et la Scandinavie, sur la dorsale de l'Atlantique Nord. D'une altitude moyenne de 500m, elle est le siège d'un volcanisme intense et culmine à 2210m à l'Hvannadalshnjúkur.



DOCUMENT 20 :

Carte A *(ci-contre) - Les limites des plaques lithosphériques sont figurées par le trait noir épais. Aucune autre information n'est à prendre en compte sur cette carte.*

Carte B *(ci-après) - Carte géologique simplifiée de l'Islande. Les deux villes de Höfn et de Hafjukull dont il sera fait mention plus tard sont indiquées.*



Question 31 : Parmi les faits suivants, choisissez ceux qui permettent d'argumenter le fait que la formation de l'Islande est géologiquement liée au fonctionnement de la dorsale de l'Atlantique Nord *(plusieurs réponses exactes).*

- **A. Elle est émergée**
- **B. On y trouve des roches basaltiques de type tholéitique comparables à ceux des rides médio océaniques**
- **C. On y observe des failles inverses caractéristiques des fossés d'effondrement**
- **D. La répartition de l'âge des laves de part et d'autre de l'axe Nord-Sud de l'île est symétrique et les plus récentes sont au centre**

Question 32 : Si l'on admet que l'Islande est effectivement associée au fonctionnement de la dorsale et en utilisant les données de la carte B, choisissez <u>les affirmations</u> qui vous semblent exactes.

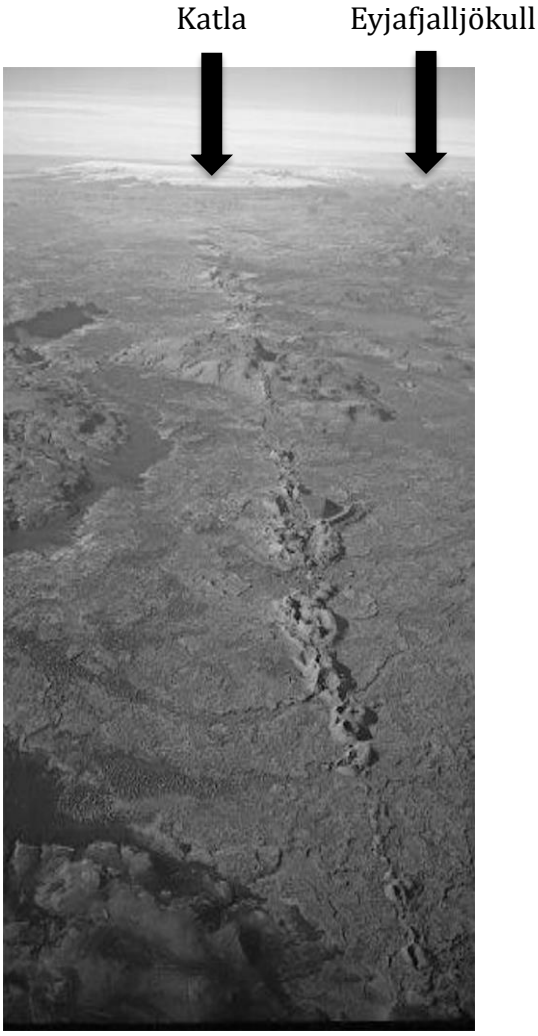
- **A. Les volcans d'Hafjukull à l'ouest et d'Höfn à l'est ont tendance à se rapprocher à une vitesse de l'ordre de 10 cm/an**
- **B. Les volcans d'Hafjukull à l'ouest et d'Höfn à l'est ont tendance à s'éloigner à une vitesse de l'ordre de 1 cm/an**
- **C. Les volcans d'Hafjukull à l'ouest et d'Höfn à l'est ont tendance à s'éloigner à une vitesse de l'ordre de 5 cm/an**
- **D. Les volcans d'Hafjukull à l'ouest et d'Höfn à l'est ont tendance à s'éloigner à une vitesse de l'ordre de 10 cm/an**
- **E. Les volcans d'Hafjukull à l'ouest et d'Höfn à l'est ont tendance à s'éloigner à une vitesse de l'ordre de 20 cm/an**
- **F. Les volcans d'Hafjukull à l'ouest et d'Höfn à l'est ont tendance à rester approximativement à la même distance**
- **G. Les volcans Premi-Namur au nord et l'Eyjafjallajökull au sud ont tendance à se rapprocher à une vitesse de l'ordre de 10 cm/an**

H. Les volcans Premi-Namur au nord et l'Eyjafjallajökull au sud ont tendance à s'éloigner à une vitesse de l'ordre de 10 cm/an
I. Les volcans Premi-Namur au nord et l'Eyjafjallajökull au sud ont tendance à rester approximativement à la même distance

Question 33 : En utilisant vos connaissances, choisissez <u>l'affirmation exacte</u>.

Sur la carte A du document 20, la Charlie Gibbs fracture zone correspond…

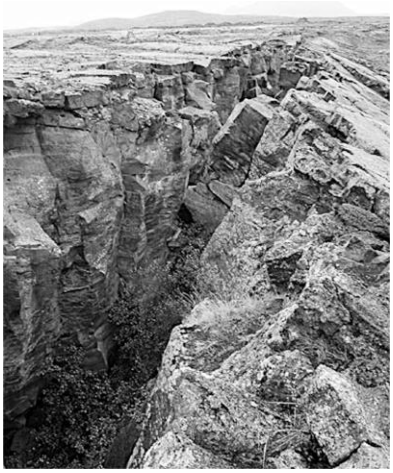
A. À l'axe de la dorsale, donc une zone d'extension
B. À une faille transformante, rattrapant le fait que la partie sud de la dorsale s'ouvre plus rapidement à cause d'un volcanisme plus intense que celui de la partie nord
C. À une faille transformante liée au fait qu'à accrétion équivalente, les vitesses d'écartement ne sont pas égales selon la latitude sur la sphère terrestre
D. À des zones de compression crées par la rotation des plaques sur la sphère terrestre



DOCUMENT 21 : *Photographie aérienne, prise du nord vers le sud - On aperçoit au loin deux volcans recouverts d'un glacier (le Katla à gauche et l'Eyjafjallajökull à droite).*

Question 34 : Dans le contexte de l'Islande, choisissez <u>les affirmations exactes</u> que l'on peut proposer grâce à l'analyse du paysage du document 21.

- **A. Une vallée glaciaire bordée par deux terrasses glaciaires, dégagée par la fonte des glaces liée au réchauffement climatique global, avec un lac.**
- **B. Une vallée de type rift correspondant à un fossé d'effondrement d'origine tectonique**
- **C. Une vallée fluviatile comblée de sédiments et bordée par deux terrasses**
- **D. La fissure au centre pourrait correspondre à l'axe de la dorsale**



DOCUMENT 22 : ***À gauche*** *- photographie d'orgues basaltiques présents dans le sud de l'Islande.* ***À droite*** *- photographie d'une faille présente dans le nord de l'Islande, région de Myvatn.*

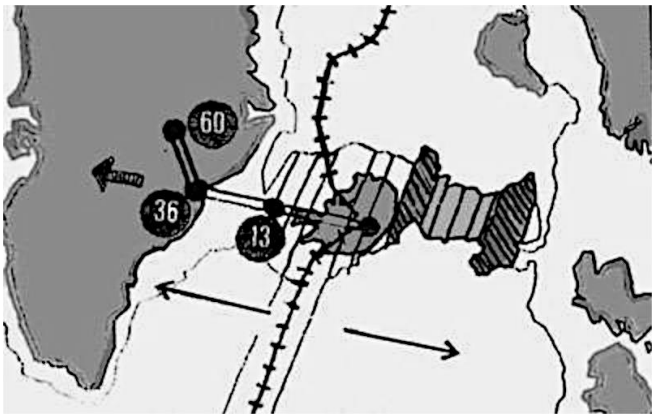
Question 35 : Choisissez <u>les informations exactes</u> concernant les orgues basaltiques de la photographie de gauche du document 22.

- **A. La formation des orgues basaltiques est liée à la rétraction de la lave lors de son refroidissement**
- **B. Chaque « tuyau d'orgue » visible sur la photographie est issu de la solidification d'un filon magmatique**
- **C. La disposition des orgues basaltiques correspond à un extrusion verticale de magma selon la direction des piliers que l'on voit sur la photo**
- **D. La disposition des orgues basaltiques correspond à un écoulement à peu près horizontal d'une coulée de lave**

Question 36 : À propos de la photographie de droite du document 22, parmi les interprétations suivantes, choisissez LA plus logique.

- **A. Une fissure karstique typique**
- **B. Le produit de l'érosion par les eaux courantes, l'humidité du fond de la fissure expliquant la présence de la végétation**
- **C. Un décrochement**
- **D. Une fracturation dans un contexte d'extension**
- **E. Un simple écroulement gravitaire**

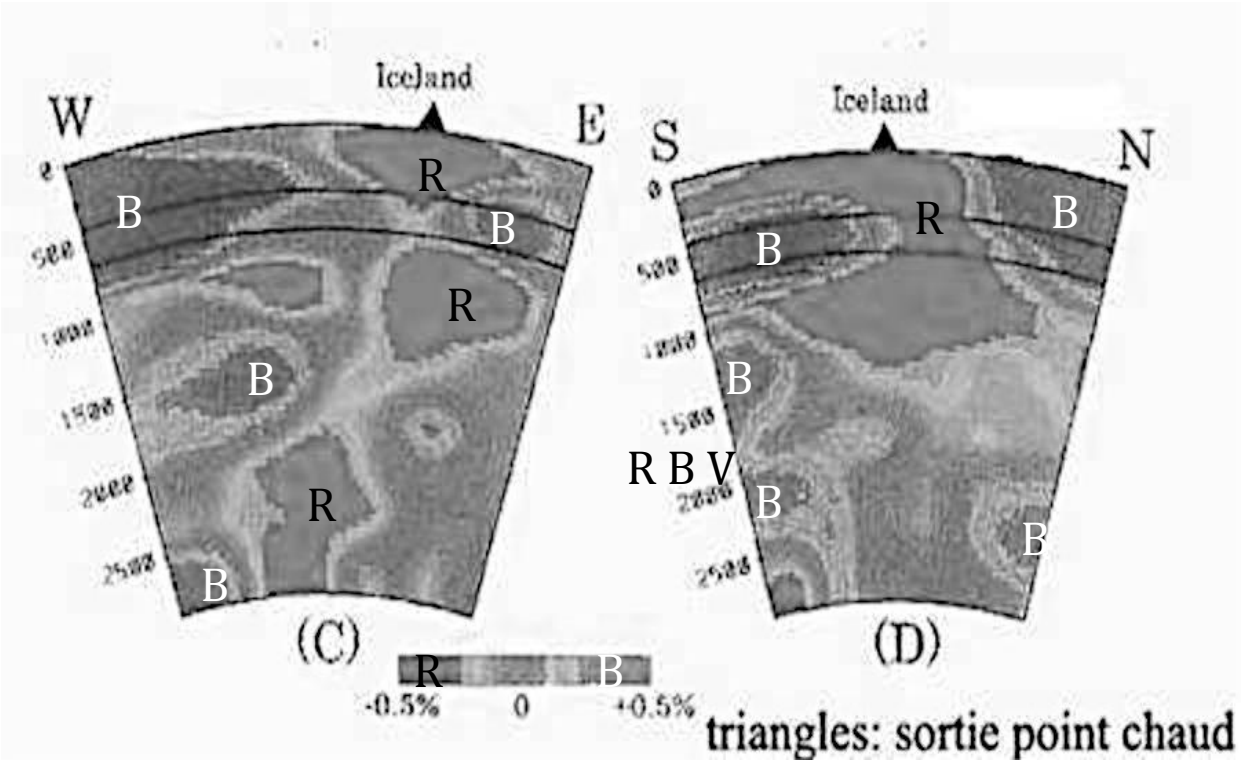
On a placé sur la carte C du document 23 un ensemble de volcans (points noirs) à peu près alignés entre le centre de l'Islande (encore actifs actuellement) et le Groenland pour lequel les volcans sont, quant à eux, datés à 60 millions d'années. L'analyse en tomographie sismique produit l'image ci-dessous.



DOCUMENT 23 :

Carte C (ci-contre) *: localisation d'un alignement de volcans entre l'Islande et le Groenland (à l'ouest).*

Figure 1 (ci-dessous) *: deux images de tomographie sismique entre l'Islande et le Groenland. La lettre B désigne les zones froides conventionnellement colorées en bleu sur les images tomographiques, R les zones chaudes (conventionnellement rouges), les autres zones correspondant à des températures intermédiaires.*



D'après les interprétations actuelles, ceci amène à associer le volcanisme de l'Islande à un double dispositif : la dorsale océanique d'une part, et le fonctionnement d'un point chaud d'autre part.

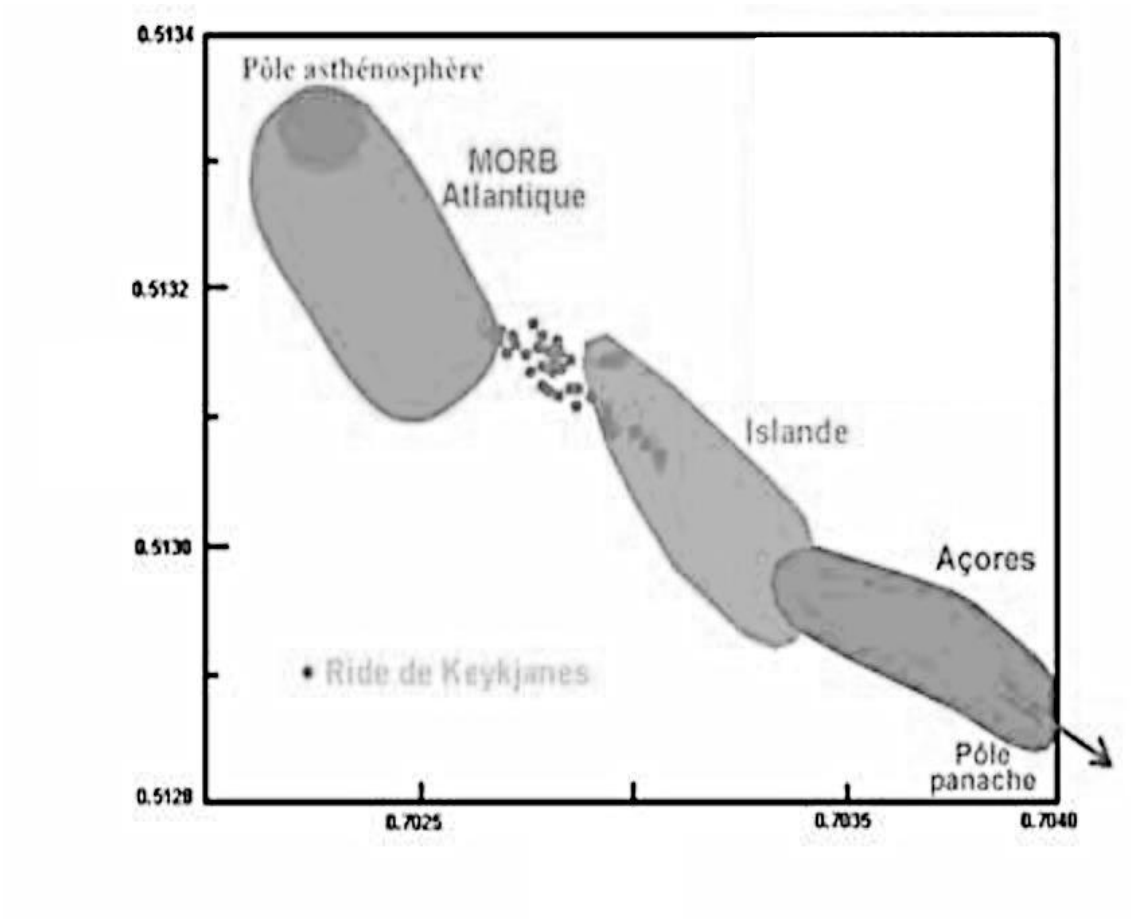
Question 37 : En utilisant votre logique et <u>vos connaissances sur le modèle de la tectonique des plaques</u>, choisissez l'affirmation exacte *(une seule réponse exacte)*.

L'alignement de ces volcans est compatible avec :

- **A. Un déplacement de la plaque sus jacente de l'ouest vers l'est au dessus d'un point chaud fixe**
- **B. Un déplacement de la plaque sus-jacente de l'est vers l'ouest au dessus d'un point chaud fixe**
- **C. Un déplacement du point chaud de l'est vers l'ouest sous une plaque sus-jacente fixe**
- **D. Un déplacement du point chaud de l'ouest vers l'est sous une plaque sus-jacente fixe**

Question 38 : À partir de l'analyse des images de tomographie sismique du document 23 et de vos connaissances, choisissez <u>les affirmations exactes</u>.

- **A. La zone rouge (R) à 2000 km de profondeur correspond à du manteau fondu qui remonte en panache**
- **B. La zone rouge (R) comprise entre 500 km et la surface correspond à la chambre magmatique**
- **C. La totalité du matériau compris entre 2000 et 100 km de profondeur est solide, mais avec des températures et des densités différentes**
- **D. L'axe de coupe de l'image C est le plus favorable pour analyser l'association entre un point chaud et une dorsale qui se prolongerait au delà de l'Islande**
- **E. L'axe de coupe de l'image D est le plus favorable pour analyser l'association entre un point chaud et une dorsale qui se prolongerait au delà de l'Islande**



DOCUMENT 24 : *Composition de différentes laves autour de l'Islande en fonction des rapports 87Sr/86Sr et 143Nd/144Nd. (© R. N. Taylor* et al.*, EPSL, 1997). D'autres données sont fournies comme références : pour les Açores et pour une dorsale océanique moyenne (MORB = Medio Oceanic Ridge Basalt).*

On pense que le matériau qui fournit le magma à l'aplomb d'un point chaud provient d'une couche mantellique profonde, dont on présume qu'elle présente une signature isotopique plus radiogénique en strontium (rapport $^{87}Sr/^{86}Sr$ élevé) et moins radiogénique en néodyme (rapport $^{143}Nd/^{144}Nd$ faible) que l'asthénosphère.

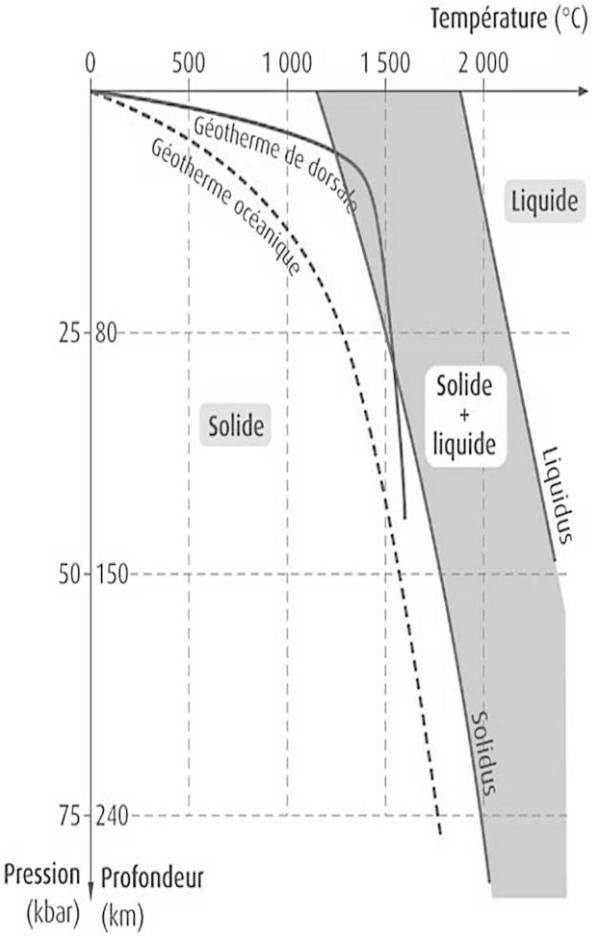
Question 39 : On a perdu les unités du diagramme en cours d'impression. Sachant que les Iles des Açores sont situées sur un point chaud, choisissez <u>les affirmations exactes</u>.

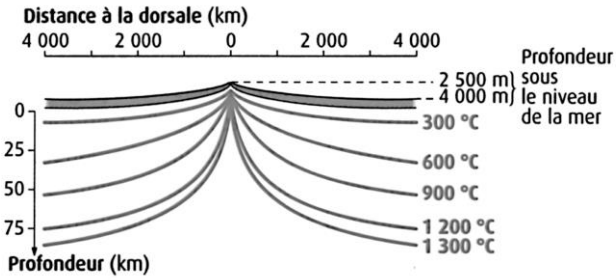
- **A. L'axe des abscisses porte le rapport $^{87}Sr/^{86}Sr$ et celui des ordonnées le rapport $^{143}Nd/^{144}Nd$**
- **B. L'axe des ordonnées porte le rapport $^{87}Sr/^{86}Sr$ et celui des abscisses le rapport $^{143}Nd/^{144}Nd$**
- **C. Le modèle d'une double origine de l'Islande à partir d'une dorsale et d'un point chaud est conforté par cette analyse**
- **D. Le modèle d'une double origine de l'Islande à partir d'une dorsale et d'un point chaud est invalidé par cette analyse**

E. L'utilisation de cette courbe n'est possible que si la fusion partielle qui conduit à la production de magma ne modifie pas les rapports isotopiques $^{87}Sr/^{86}Sr$ et $^{143}Nd/^{144}Nd$, c'est à dire que ces rapports sont identiques dans le solide initial et le magma qu'il produit

F. L'utilisation de cette courbe suppose que lors de la fusion du manteau, les éléments les moins lourds (^{86}Sr et ^{143}Nd) passent préférentiellement dans le magma, ce qui explique les différences entre les rapports pour le solide initial et le magma qu'il produit

L'étude expérimentale des conditions de fusion du manteau permet de tracer le diagramme ci-dessous.





DOCUMENT 25 : ***Figure 2 (à gauche)*** - *État du manteau, diagramme de phase.* ***Figure 3 (à droite)*** *: modèle de répartition des isothermes sous une dorsale.*

Question 40 : En vous appuyant sur les informations fournies par les deux schémas précédents (document 25), choisissez <u>les affirmations exactes</u> concernant la production de magma au niveau d'une dorsale océanique.

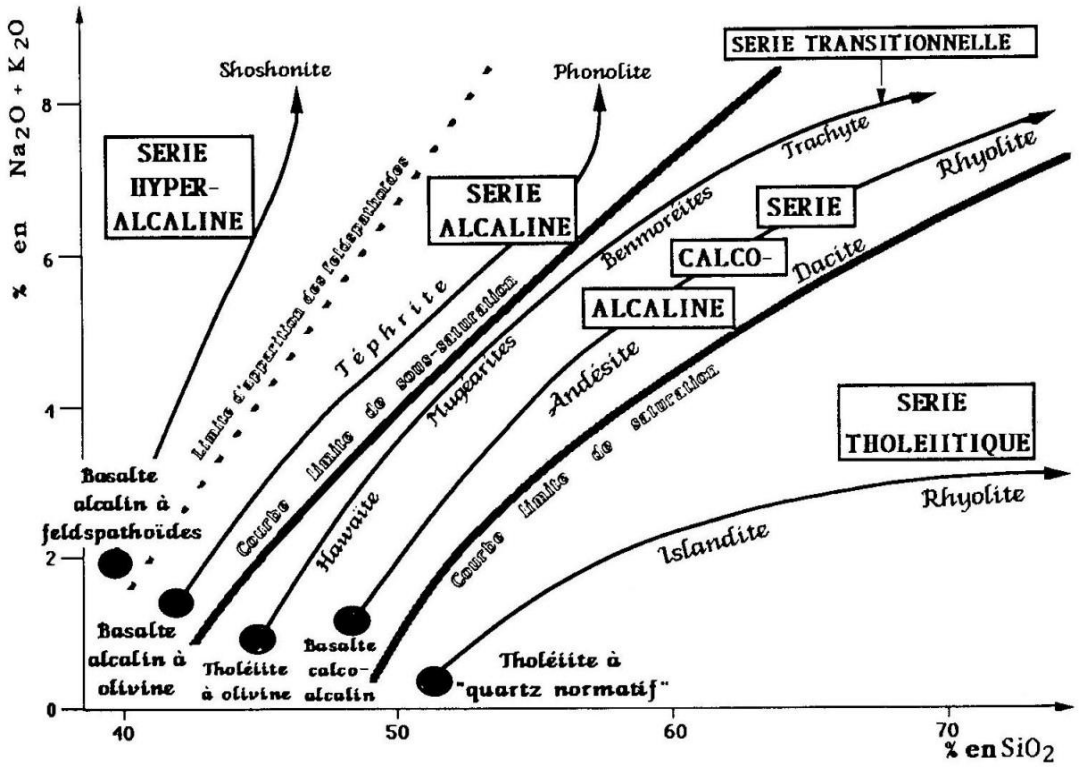
- **A. Lorsque la pression décroît, à température constante de 1300°C, la fusion partielle peut commencer à une profondeur d'environ 60 km**
- **B. L'augmentation de la pression favorise le passage du manteau de l'état solide à l'état liquide**
- **C. Si du manteau remonte lentement, en restant en équilibre thermique avec son environnement, il peut atteindre la surface en étant resté solide**
- **D. Dans les zones d'accrétion océanique, l'amincissement de la croûte océanique liée à l'extension peut entraîner une remontée et une fusion partielle du manteau**
- **E. Dans les zones d'accrétion océanique, l'amincissement de la croûte océanique liée à l'extension entraîne toujours une fusion partielle**
- **F. Si l'on considère le géotherme de dorsale, le gradient géothermique est d'abord fort, puis il décroit à partir d'environ 5 km**
- **G. Si l'on considère le géotherme de dorsale, le gradient géothermique est d'abord faible, puis il augmente à partir d'environ 5 km**

	1	2	3
SiO_2	47,07	62,39	72,40
TiO_2	1,66	0,83	0,18
Al_2O_3	14,86	14,24	11,50
FeO*	10,87	7,98	1,84
MnO	0,17	0,19	0,06
MgO	8,52	0,70	0,11
CaO	11,47	3,92	0,92
Na_2O	2,24	4,64	4,50
K_2O	0,20	2,70	3,60
P_2O_5	0,18	0,25	0,03
D.I.	19,45	72,11	89,90

FeO*: tout le fer est analysé sous forme de FeO

1. basalte tholéiitique à olivine
2. islandite (limite andésite-benmoréite, diagramme TAS)
3. rhyolite

DOCUMENT 26 : *Composition des roches de la « série de Thingmuli », Islande, Océan Atlantique Nord (Carmichael, 1964). Il s'agit d'un ensemble de roches volcaniques localisées à proximité les unes des autres. Elles sont classées de la plus ancienne (1) à la plus récente (3) mais leurs âges sont proches.*



DOCUMENT 27 : *Séries magmatiques – Ce diagramme fournit une classification de 5 séries magmatiques.*

Quelques informations : On considère que les trois roches de la série de Thigmuli sont toutes dérivées d'un même magma originel, qui évolue au cours du temps en se différenciant. Pour comprendre l'évolution chimique de ces roches, on se réfère à l'ordre de cristallisation des minéraux (série de Bowen). On sait d'autre part que la viscosité et l'abondance des laves émises évoluent avec la différenciation.

Question 41 : En utilisant ces informations et vos connaissances, choisissez <u>les affirmations exactes</u> (les réponses exactes ne sont pas indépendantes les unes des autres).

- **A. Les premiers minéraux qui cristallisent sont pauvres en Na et K ce qui explique l'augmentation des pourcentages de Na_2O et K_2O dans les roches les plus tardives**
- **B. L'acidité des magmas diminue au fur et à mesure de la différenciation parce que les minéraux formés contiennent de l'oxyde de silice**
- **C. L'acidité des magmas augmente au cours de la différenciation parce que les premiers minéraux formés sont peu riches en SiO_2**
- **D. Les magmas en fin de différenciation sont à la fois les moins abondants, les moins acides, et les moins visqueux**
- **E. Les premiers magmas émis sont les plus abondants, les plus basiques, peu visqueux et sont susceptibles de donner d'importantes coulées**
- **F. La présence de quartz dans une roche témoigne à la fois de la richesse en silice du magma et d'un degré élevé de différenciation**

QUESTION 42 : En utilisant le tableau de composition et le diagramme des différentes séries, choisissez LA série à laquelle appartiennent les roches de Thingmuli.

A. **Hyper-alcaline**
B. **Alcaline**
C. **Transitionnelle**
D. **Calco-alcaline**
E. **Tholéitique**

Les différentes séries sont associées à des contextes géodynamiques globaux différents. Au niveau des points chauds, la formation de magma se fait à une profondeur importante (80 km) s'il n'y a pas d'amincissement crutal. On constate que les séries associées aux rides sont le plus souvent tholéitiques et celles associées aux points chauds, alcalines.

QUESTION 43 : En utilisant les informations que vous avez tirées des documents et de vos connaissances, choisissez <u>les propositions exactes</u>.

A. **La quantité de magma produit au niveau des points chauds est relativement plus faible que celle produite par les dorsales**
B. **La quantité de magma produit au niveau des points chauds est relativement plus forte que celle produite par les dorsales**
C. **La quantité de magma produit au niveau des points chauds est à peu près équivalente à celle produite par les dorsales**
D. **Plus la fusion partielle du manteau est importante, plus le magma est riche en alcalins (sodium et potassium)**
E. **Plus la fusion partielle du manteau est faible, plus le magma est riche en alcalins (sodium et potassium)**

1

2

3

4

DOCUMENT 28 : *Des manifestations volcaniques en Islande.* Ces quatre photographies correspondent à différentes manifestations volcaniques :
a – Coulée d'une lave fluide fortement dégazée
b – Explosion liée à une forte pression en gaz
c – Formation d'un cône à l'aplomb d'une bouche de sortie de magma
d – Geyser

Q**UESTION 44 : Choisissez LA combinaison exacte associant les photographies 1, 2, 3 et 4 à ce qu'elles représentent.**

- **A. 1a 2b 3c 4d**
- **B. 1c 2b 3a 4d**
- **C. 1c 2a 3b 4d**
- **D. 1b 2c 3a 4d**
- **E. 1d 2a 3d 4b**

QUESTION 45 : Connaissant le contexte géologique de l'Islande, le caractère explosif des éruptions comme celle de l'Eyjafjallajökull est probablement lié… *(une seule réponse exacte)*.

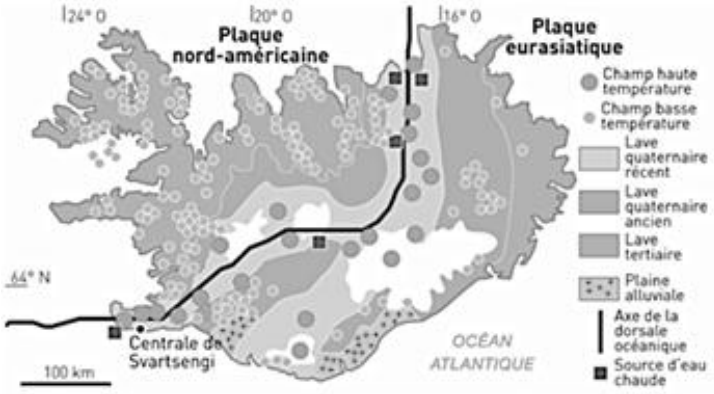
- **A. À la vaporisation d'eau infiltrée, abondante en Islande, à partir de la surface émergée**
- **B. Au caractère très hydraté de magmas d'origine mantellique, l'eau de surface étant indisponible puisqu'essentiellement bloquée sous forme de glace**
- **C. À la richesse en gaz autres que l'eau**
- **D. Uniquement à la vaporisation d'eau de mer infiltrée à partir de la surface et liée au fait que l'Islande est une île**

L'Islande présente une accumulation de 3000m de basalte. Elle fut couverte par 1000m de glace pendant la période glaciaire. Elle contient aussi l'équivalent d'un fond océanique associé au fonctionnement de la dorsale. Pourquoi est-elle aujourd'hui une île ?

QUESTION 46 : Choisissez <u>les réponses</u> qui peuvent convenir.

- **A. Sa structure est proche de celle d'une ride océanique telle qu'on la rencontre partout dans l'Atlantique, la remontée de manteau pousse cette croûte vers le haut ce qui suffit à la faire émerger**
- **B. La production du magma lié au fonctionnement du point chaud fournit une accumulation de basalte importante qui suffit à expliquer l'émersion**
- **C. La fonte de 1000m de glaces a pu provoquer une remontée de 300m par isostasie qui a participé à lui donner son altitude moyenne mais ne suffit pas à l'expliquer**
- **D. La fonte de 1000m de glaces a pu provoquer une remontée de 1000m par isostasie qui a participé à lui donner son altitude moyenne mais ne suffit pas à l'expliquer**
- **E. L'émersion de l'Islande est due à la baisse du niveau marin reliée à la transition d'une époque inter-glaciaire vers une époque glaciaire que nous vivons actuellement**

DOCUMENT 29 *: Une usine géothermique en Islande. Les conduites forcées conduisent l'eau vers la centrale.*



DOCUMENT 30 : *Des exploitations géothermiques d'Islande.*

QUESTION 47 : En utilisant vos connaissances et les informations tirées des documents ci-dessus, choisissez <u>les propositions exactes</u> à propos de l'utilisation de l'énergie géothermique en Islande.

- **A. L'eau prélevée provient de la profondeur et remonte en même temps que le magma**
- **B. L'eau utilisée dans la géothermie est de l'eau de surface qui s'est infiltrée et réchauffée**
- **C. La remontée de l'eau est liée à sa vaporisation qui provoque une augmentation de volume**

D. **Dire qu'il n'y a pas d'émission de gaz à effet de serre est partiellement faux, car la vapeur d'eau libérée peut avoir un effet**
E. **La répartition des champs géothermiques de haute ou basse température est au moins en partie déterminée par la proximité de la dorsale ou des zones d'extension**
F. **La géothermie est considérée comme une énergie propre parce qu'elle n'a pas d'impact visuel sur le paysage**

DOCUMENT 31 : Le site **http://www.iceland.is/trade-invest/energy/** qui présente la production d'électricité en l'Islande, propose le texte suivant (les phrases sont numérotées de (1) à (4)

« ***(1)****Iceland's advantage lies in Iceland's geography and location, right in the middle of a volcanic hot zone, which makes it possible to harness considerable resources of both hydroelectric power and geothermal energy.* ***(2)****Hydropower and geothermal energy are the sources of Iceland's unique ability to generate electricity in a sustainable manner.* ***(3)****These environmentally-friendly resources produce electricity without emitting greenhouse gases.* ***(4)****Nearly ninety percent of Icelandic homes enjoy heating by geothermal energy at a price usually less than half of the comparable cost of oil or electric heating.* »

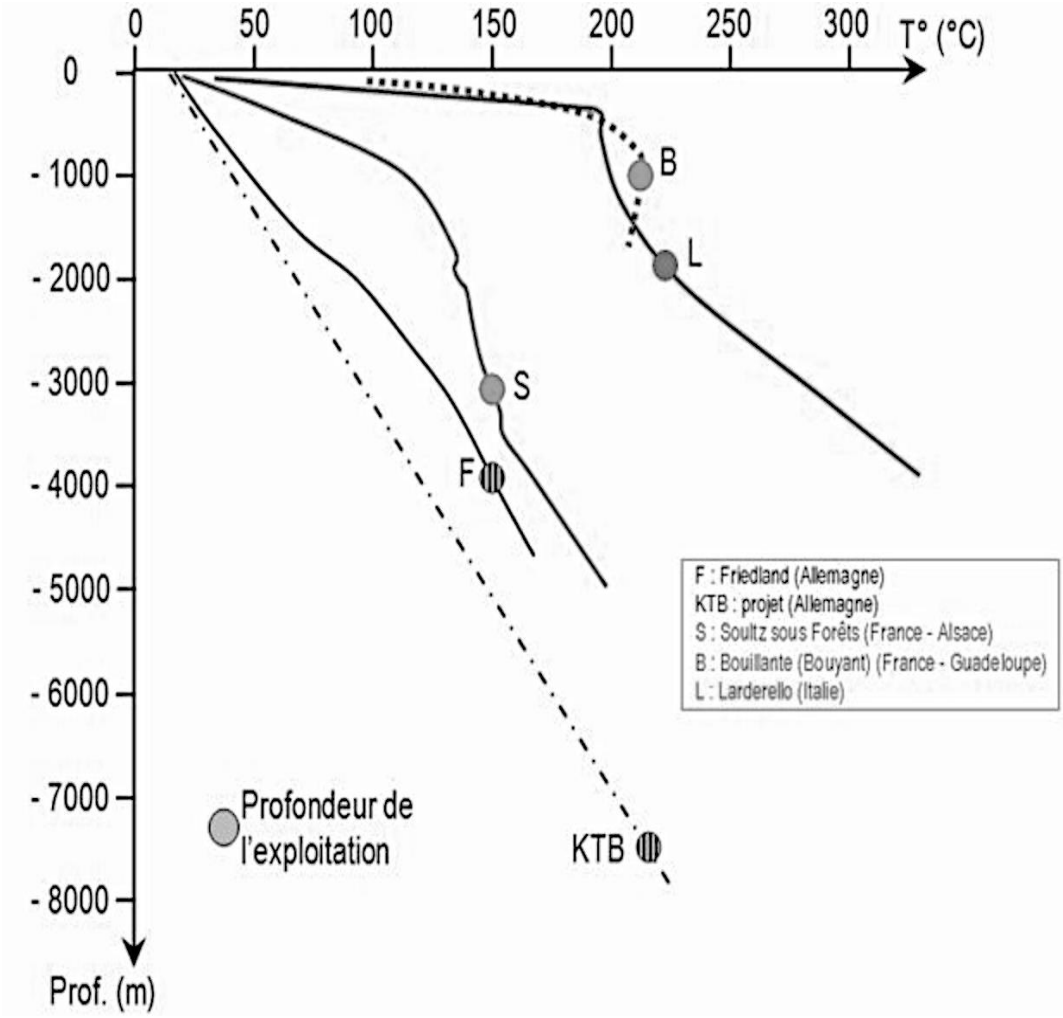
QUESTION 48 : En vous appuyant sur vos connaissances et sur votre compréhension de l'anglais, choisissez les réponses exactes en sachant que les réponses doivent prendre en compte le contenu et/ou la formulation des phrases étudiées.

A. **On peut penser que la phrase (1) du texte établit un lien entre la localisation en zone volcanique et la production d'énergie hydroélectrique**
B. **La phrase (2) du texte signifie que l'Islande est l'unique pays capable d'utiliser ces sources d'énergies durables**
C. **La phrase (3) du texte est abusive car la construction des usines produit du CO_2 dont il faut tenir compte dans un bilan global**
D. **L'utilisation d'une source d'énergie géothermique permet à la moitié des foyers islandais d'économiser sur leur facture de chauffage**
E. **La phrase (4) ne porte que sur les dépenses de chauffage**

DOCUMENT 32 : La recherche de solutions innovantes continue en Islande. Voici un extrait de ce que propose le site *http://www.senat.fr/ga/ga73/ga737.html*

« *IDDP (Iceland Deep Drilling Project)* *est un consortium énergétique islandais établi en 2000 dont l'objectif est d'optimiser la production d'énergie d'origine géothermale* ***en développant la technologie des forages en grande profondeur****. Ce principe consiste à utiliser les fluides supercritiques pour produire de l'énergie électrique dans un contexte géothermal à haute température. A terme, une augmentation d'un facteur dix de la production électrique de chaque puits est attendue.*
En Islande, cela nécessite le forage de plusieurs puits de plus de 4 kilomètres de profondeur pour atteindre des températures supérieures à 450 °C. La résistance a brusquement chuté à cette profondeur lors du forage.

Le gradient géothermique considéré comme normal sous un continent est d'environ 1 à 3° pour 100m. »



DOCUMENT 33 : *Quelques gradients géothermiques dans des zones d'exploitation* – Sont fournis : les gradients géothermiques en Alsace (Soultz = S), à Lardarello en Italie (L), à Bouillante (B) en Martinique où est implantée une centrale électrique fonctionnant par géothermie, ainsi qu'en Allemagne (F=Friedland et KTB). Le site KBT correspond à un projet d'exploitation sur un forage très profond. Le point porté sur chaque courbe indique la profondeur de prélèvement de l'eau sur le site étudié.

QUESTION 49 : En utilisant les différentes informations (*document 32 et document 33*), choisissez <u>les propositions convenables</u>.

A. **Les conditions de captage de l'eau sont identiques à Bouillante et dans le cadre IDDP**
B. **À la profondeur de 4 km, la température est plus élevée à Bouillante que dans le forage IDDP**
C. **À la profondeur de 4 km, la température est plus élevée sur le forage IDDP qu'à Bouillante**
D. **Le projet KBT du graphique et le projet IDPP reposent sur l'exploitation de gradients géothermiques identiques**
E. **Les conditions d'exploitation de la géothermie sont plus favorables à Bouillante et Lardarello qu'à Soultz**
F. **À Lardarello, il est vraisemblable que, tout comme dans le cadre de l'IDDP, on soit au contact immédiat d'une chambre magmatique**

Êtes-vous des citoyens correctement informés sur les questions énergétiques ?

QUESTION 50 : Choisissez les phrases contenant <u>des informations erronées</u>.

A. **L'électricité est une source d'énergie totalement non polluante**
B. **L'électricité est un vecteur d'énergie qui ne pollue pratiquement pas sur son lieu d'utilisation mais dont la production est également propre quel que soit son mode de production**
C. **L'électricité est un vecteur d'énergie qui ne pollue pratiquement pas sur son lieu d'utilisation mais dont la production peut émettre des poussières et des gaz à effet de serre**
D. **L'électricité est un vecteur d'énergie dont le stockage à grande échelle pose encore des problèmes technologiques ce qui oblige à ajuster en permanence sa production à la demande**
E. **La géothermie et l'hydroélectricité reposent sur des conversions d'énergie dont le fonctionnement ne provoque pas d'émission de gaz à effet de serre**
F. **Dans la mesure où elles nécessitent des constructions, de la production de matériel, même les sources d'énergie dites « propres » s'accompagnent à un moment ou un autre, d'une émission de gaz à effets de serre.**