Test de validation de la formation

Préparation française des Olympiades Internationales de Géosciences

Du 21 au 25 mars 2016

CONSIGNES

- Ce test comprend 49 questions et 34 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 (ou les) lettre(s) correspondant à la réponse de votre choix.
- Il y a toujours au moins une réponse juste.
- Les réponses exactes sont prises en compte positivement (1 point) ; les réponses fausses donneront lieu à une pénalisation (-0,5 points).
- 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 : _____

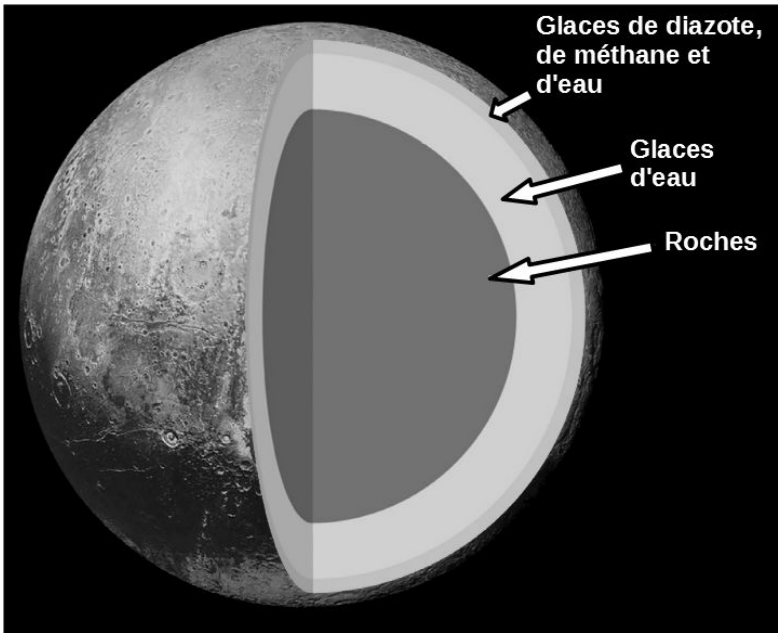
Je m'engage sur l'honneur à ne pas diffuser le contenu du test avant l'annonce des résultats.

Signature de l'élève

Exercice 1 : À la découverte de Pluton

DOCUMENT 1

La sonde spatiale New Horizons, lancée en janvier 2006 par la NASA, est la première sonde à explorer la région de Pluton. C'est en juillet 2015 que New Horizons a pu dévoiler les première images de Pluton après un voyage de 6,4 milliards de kilomètres.



Structure interne de Pluton

Pluton est la planète naine la plus volumineuse du Système solaire (2370 km de diamètre). Elle orbite autour du Soleil à une distance moyenne de 40 unités astronomiques.

Pluton est principalement composée de roche et de glace.

La température moyenne de surface sur Pluton est évaluée à -235°C. À cette température, la glace d'eau possède un comportement rigide et cassant, les glaces de diazote (et également les glaces de méthane et de monoxyde de carbone) possèdent un comportement ductile voire fluide.

La pression atmosphérique à la surface de Pluton varie au cours de la révolution de la planète d'environ 0,65 à 2,4 Pa.

L'atmosphère de Pluton est composée de 90 % de diazote N_2 (sous 1670 km d'altitude), de méthane CH_4 (sous 960 km d'altitude), de composés d'hydrocarbures complexes (sous 420 km d'altitude).

Question 1 : Prague, 24 août 2006, la 26e assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale vient de voter une nouvelle définition au mot « planète ». Outre le Soleil, on comptera désormais trois catégories de corps dans le système solaire, les « planètes », les « planètes naines », et les « petits corps ».

Principale victime de cette réorganisation : Pluton, considérée depuis sa découverte en 1930 comme la 9e planète du système solaire, est reléguée dans la deuxième catégorie. D'après vos connaissances, quels sont les critères maintenant requis pour considérer un corps du Système solaire comme une planète ?

- **A. Il doit tourner autour du Soleil.**
- **B. Il doit avoir une atmosphère.**
- **C. Il doit avoir des satellites.**
- **D. Il doit avoir une forme plus ou moins « sphérique ».**
- **E. Il doit avoir éliminé (« nettoyé ») le voisinage de son orbite.**
- **F. Si il y a des satellites, le barycentre du système doit se situer à l'intérieur de ce corps.**
- **G. Il doit avoir un diamètre minimum de 2000 km.**
- **H. Il doit avoir une surface solide.**
- **I. Il doit posséder un champ magnétique.**

DOCUMENT 2

	Période de révolution autour du Soleil (jours)	*Période de rotation (jours)*	*Période de révolution autour du centre de masse (jours)*
Pluton	*90487,276*	*6,387*	*6,387*
Charon		*6,387*	*6,387*
Terre	*365,256*	*0,997*	
Lune		*27,321*	*27,321*

Le centre de masse (ou centre d'inertie) d'un couple « objet 1 – objet 2 » est le point de l'espace où s'appliquent les effets d'inertie. Le centre de masse du couple Terre-Lune est situé à l'intérieur de la Terre, à environ 1750 km sous sa surface. Le centre de masse du couple Pluton–Charon n'est pas situé à l'intérieur de Pluton, mais à l'extérieur de sa surface (à un peu plus de deux rayons plutoniens).

Lorsque le centre de masse d'un couple « objet 1 – objet 2 » est situé à l'intérieur de l'objet 1, l'objet 2 orbite autour de l'objet 1. Lorsque les forces de marées qu'exercent l'objet 1 sur l'objet 2 sont importantes, il peut se produire un verrouillage gravitationnel. La période de rotation de l'objet 2 est alors identique à sa période de révolution autour de l'objet 1, on parle de rotation synchrone de l'objet 2 autour de l'objet 1.

Lorsque le centre de masse d'un couple « objet 1 – objet 2 » est situé entre les deux objets, l'objet 1 et l'objet 2 orbitent autour du centre de masse. Lorsque les objets 1 et 2 exercent l'un sur l'autre des forces de marées importantes, les objets 1 et 2 peuvent être en rotation synchrone. La période de rotation des objets 1 et 2 est alors identique et égale à la période de révolution des objets 1 et 2 autour du centre de masse. L'objet 1 se trouve toujours à la verticale du même point sur l'objet 2 et inversement.

Question 2 : D'après vos connaissances et l'analyse du document 2, indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s).

A. Depuis la Terre, on voit toujours la même face de la Lune.
B. Depuis la Lune, on voit toujours la même face de la Terre.
C. Depuis la Terre, la Lune apparaît toujours au même endroit dans le ciel.
D. Depuis la Lune, la Terre apparaît toujours au même endroit dans le ciel.
E. Depuis Pluton, on voit toujours la même face de Charon.
F. Depuis Charon, on voit toujours la même face de Pluton.
G. Depuis Pluton, Charon apparaît toujours au même endroit dans le ciel.
H. Depuis Charon, Pluton apparaît toujours au même endroit dans le ciel.

Question 3 : D'après vos connaissances et l'analyse du document 2, indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s).

A. **La Lune est en rotation synchrone autour de la Terre à cause des forces de marées que la Terre exerce sur elle.**
B. **La Terre est en rotation synchrone autour de la Lune à cause des forces de marées que la Lune exerce sur la Terre.**
C. **Charon est en rotation synchrone à cause de forces de marées que Pluton exerce sur lui.**
D. **Pluton est en rotation synchrone à cause de forces de marées que Charon exerce sur lui.**
E. **Pluton apparaît fixe dans le ciel de Charon (et inversement) en raison des forces de marées et du fait que le centre de masse du couple est localisé à l'intérieur de l'un de ses objets.**
F. **Pluton apparaît fixe dans le ciel de Charon (et inversement) en raison des forces de marées et du fait que le centre de masse du couple est localisé à l'extérieur de ses objets.**

Question 4 : D'après la 3e loi de Kepler, le rapport P^2/a^3 est une constante pour tout système avec un corps central massif, et des satellites orbitant autour. P est la période de révolution du satellite et a est le rayon de l'orbite.

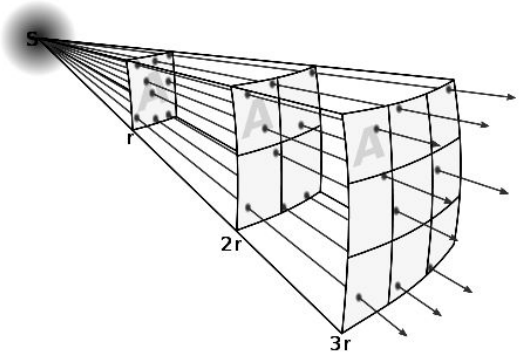
Pluton a 5 satellites : Charon, Styx, Nix, Kerberos et Hydra. L'orbite de Charon est caractérisée par P=6,4 jours et a=19596 km. Sachant que Nix orbite autour de Pluton à une distance moyenne de 2,48 rayon orbital de Charon, calculer la période orbital de Nix.

A. **2,3 jours**
B. **6,4 jours**
C. **12,2 jours**
D. **24,9 jours**
E. **36,1 jours**
F. **624,6 jours**

Question 5 : La taille apparente du Soleil depuis la Terre est par définition l'angle sous lequel un observateur terrestre voit le disque solaire. Cet angle est d'environ 30 minutes d'arc. Calculer la taille apparente du Soleil depuis Pluton et indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s).

A. **30 minutes d'arc**
B. **0,50 degrés d'arc**
C. **0,75 minutes d'arc**
D. **0,012 degrés d'arc**
E. **0,019 minutes d'arc**
F. **0,0031 degrés d'arc**

DOCUMENT 3



Répartition de l'énergie en fonction de la distance à la source

Question 6 : Indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s). Comparée à l'énergie solaire reçue par unité de surface sur Terre au dessus de l'atmosphère, celle de Pluton est :

A. La même.
B. 4 fois plus faible.
C. 40 fois plus faible.
D. 80 fois plus faible.
E. 1600 fois plus faible.
F. 64 000 fois plus faible.

Question 7 : D'après l'étude des différents documents et d'après vos connaissances, indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s). La pression atmosphérique à la surface de Pluton est environ :

A. 100 000 fois inférieure à la pression atmosphérique à la surface de la Terre.
B. 100 000 fois supérieure à la pression atmosphérique à la surface de la Terre.
C. 1000 fois inférieure à la pression atmosphérique à la surface de la Terre.
D. 1000 fois supérieure à la pression atmosphérique à la surface de la Terre.
E. 10 fois inférieure à la pression atmosphérique à la surface de la Terre.
F. 10 fois supérieure à la pression atmosphérique à la surface de la Terre.

Question 8 : Indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s). La différence de pression atmosphérique entre Pluton et la Terre pourrait s'expliquer par :

A. Une attraction gravitationnelle différente sur Terre et sur Pluton.
B. Une différence de masse entre Pluton et la Terre.
C. Une différence de distance de ces deux objets par rapport au Soleil.
D. Une différence dans la période de révolution de ces deux objets autour du Soleil.
E. Une différence dans la période de rotation de ces objets sur eux-mêmes.

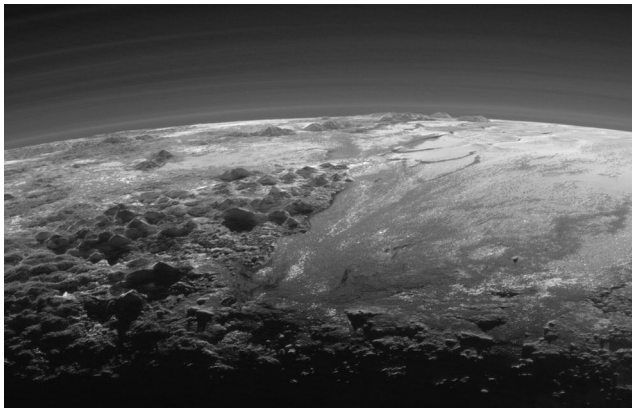
DOCUMENT 4

Les scientifiques constatent que l'épaisseur de l'atmosphère de Pluton varie fortement au cours de sa révolution autour du Soleil. Ils émettent l'hypothèse qu'à l'aphélie, l'atmosphère gèlerait et « retomberait » à la surface de Pluton et qu'au périhélie, la matière se sublimerait et « retournerait » à l'atmosphère.

Question 9 : À l'aide du document 4 et de vos connaissances, indiquez la/lesquelles des affirmations suivantes vous semble(nt) juste(s) :

A. Lorsque Pluton est proche du Soleil, l'atmosphère se reconstitue et devient plus dense car la glace de surface se sublime.
B. Lorsque Pluton est proche du Soleil, l'atmosphère se reconstitue et devient plus dense car la glace de surface se condense.
C. Lorsque Pluton est proche du Soleil, l'atmosphère se raréfie car elle se condense.
D. Lorsque Pluton est éloignée du Soleil, l'atmosphère se reconstitue et devient plus dense car la glace de surface se sublime.
E. Lorsque Pluton est éloignée du Soleil, l'atmosphère se reconstitue et devient plus dense car la glace de surface se condense.
F. Lorsque Pluton est éloignée du Soleil, l'atmosphère se raréfie car elle se condense.

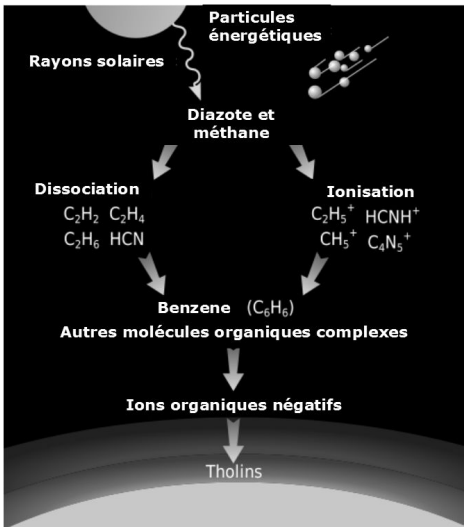
DOCUMENT 5



Le 14 juillet 2015, la sonde New Horizons de la NASA a saisi ce point de vue d'un quasi-coucher de soleil sur des montagnes glacées et escarpées et des plaines de glace.

Le rétroéclairage met en évidence plus d'une douzaine de couches de brume dans l'atmosphère ténue mais distendu de Pluton.

DOCUMENT 6



Sur les objets du Système solaire présentant une atmosphère non oxydante et contenant du diazote et du méthane, le rayonnement ultraviolet du Soleil brise les molécules de méthane présentes dans l'atmosphère.

Ce phénomène provoque la formation de macromolécules complexes aux couleurs rouge-brun, les tholins.

Ces molécules plus denses descendent dans l'atmosphère, se refroidissent et forment de la brume. Cette brume retombe et recouvrent la surface du corps céleste.

Question 10 : Les scientifiques ont observé des teintes rouges à la surface de certaines zones de Pluton. D'après l'analyse des documents 5 et 6, la/lesquelle(s) de ses propositions vous semble(nt) une/des hypothèse(s) logique(s) ?

Les teintes rouges observées à la surface de Pluton pourraient être la conséquence directe ou indirecte :

A. De la présence de tholins sur la surface.
B. De la présence de fer oxydé (Fe^{3+}).
C. De la formation de molécules carbonées complexes dans l'atmosphère qui retombent sur la surface.
D. De la brume de Pluton qui retombe sur la surface.
E. De composés sur la surface qui absorbent essentiellement les rayonnements bleu et jaune du Soleil
F. De composés sur la surface qui réfléchissent essentiellement les rayonnements bleu et jaune du Soleil

DOCUMENT 7

Cas A. Image de 200 km de largeur sur Pluton

Cas B. Image de 200 km de largeur sur Pluton

Cas C. Image de 200 km de largeur sur Charon

En planétologie, on parle de « l'âge de la surface » pour qualifier l'âge des derniers processus ayant affecté la surface (et non pour qualifier l'âge des roches qui composent la surface).

Question 11 : À l'aide du document 7, de vos connaissances et en raisonnant par analogie avec les phénomènes terrestres, indiquez laquelle/lesquelles de ces affirmations vous semble(nt) juste(s).

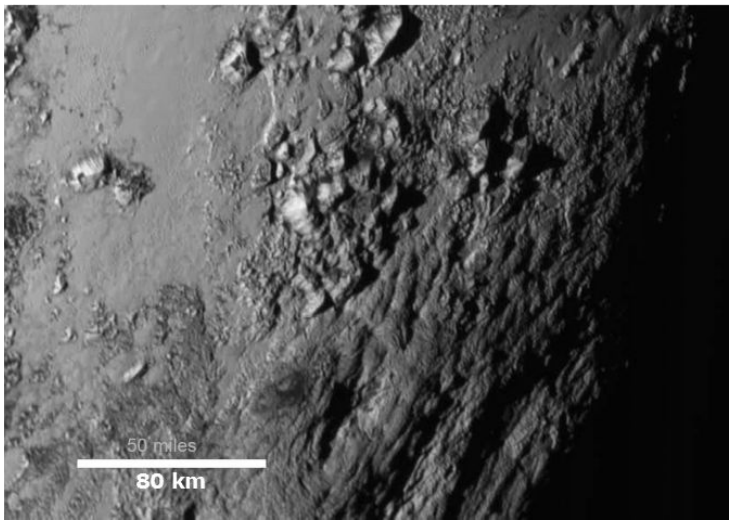
A. La densité de cratères augmente avec l'âge de la surface d'un objet céleste.
B. La densité de cratères diminue avec l'âge de la surface d'un objet céleste.
C. Il n'y a pas de relation entre l'âge de surface d'un objet céleste et la densité de cratères.
D. La surface la plus ancienne correspond au cas A, la plus récente au cas B.
E. La surface la plus ancienne correspond au cas B, la plus récente au cas A.
F. Les surfaces des cas A et B ont le même âge, car elle sont localisées sur le même objet du système solaire.
G. Le cas B semble démontrer que certaines régions de Pluton ont subi des processus géologiques actifs ayant affecté la surface.
H. Le cas B nous montre que certaines régions de Pluton n'ont jamais subi de processus géologiques actifs ayant affecté la surface.

Question 12 : À l'aide du document 7, de vos connaissances et en raisonnant par analogie avec les phénomènes terrestres, indiquez parmi les propositions suivantes, quelle(s) hypothèse(s) vous semble(nt) la/les plus logique(s) ?

La comparaison des cas A et B nous permet d'imaginer que :

A. Des phénomènes d'érosions et de dépôts auraient pu se produire sur Pluton.
B. Des phénomènes de recyclage de la surface auraient pu se produire sur Pluton.
C. Des phénomènes de métamorphisme auraient pu se produire sur Pluton.
D. Des phénomènes d'accrétion océanique auraient pu se produire sur Pluton.
E. Des phénomènes de rifting auraient pu se produire sur Pluton.

DOCUMENT 8



Le 14 juillet 2015, New Horizons dévoile des montagnes d'environ 3500 m d'altitude sur Pluton. Les topographies élevées et abruptes sur Pluton implique que les matériaux qui les composent ne s'effondrent pas sous leur propre poids.

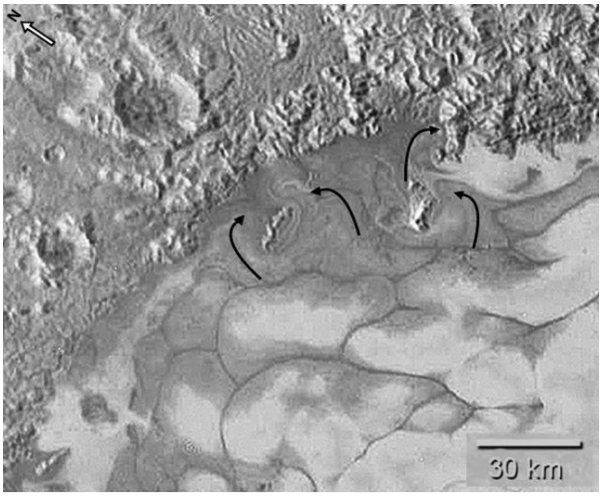
Les forces de cohésion qui maintiennent la structure des cristaux de glace sont essentiellement les forces de Van der Waals. Les études de spectroscopie révèlent que dans les glaces de diazote (N_2), de monoxyde de carbone (CO) et de méthane (CH_4), les liaisons de Van der Waals sont très faibles. En revanche, les liaisons de Van der Waals des glaces d'eau (H_2O) sont beaucoup plus fortes.

Question 13 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 8, indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s).

Les montagnes de 3500 m d'altitude observées sur Pluton sont probablement composées :

A. de granites et de gneiss comme sur Terre.
B. de basaltes et de gabbros comme sur Terre.
C. d'eau contrairement aux montagnes sur Terre composées de granites et de gneiss.
D. d'eau contrairement aux montagnes sur Terre composées de basaltes et de gabbros.
E. de diazote contrairement aux montagnes sur Terre composées de granites et de gneiss.
F. de diazote contrairement aux montagnes sur Terre composées de basaltes et de gabbros.
G. de monoxyde de carbone contrairement aux montagnes sur Terre composées de granites et de gneiss.
H. de monoxyde de carbone contrairement aux montagnes sur Terre composées de basaltes et de gabbros.
I. de méthane contrairement aux montagnes sur Terre composées de granites et de gneiss.
J. de méthane contrairement aux montagnes sur Terre composées de basaltes et de gabbros.

DOCUMENT 9



Dans la région de Sputnik Planum sur Pluton, les scientifiques ont observé des glaciers (masse de glaces compactes localisées sur une surface rocheuse) qui semblent s'écouler (flèches).

Question 14 : En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 9 et 1, indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s).

Les glaciers observés dans la région de Sputnik Planum sur Pluton semblent :

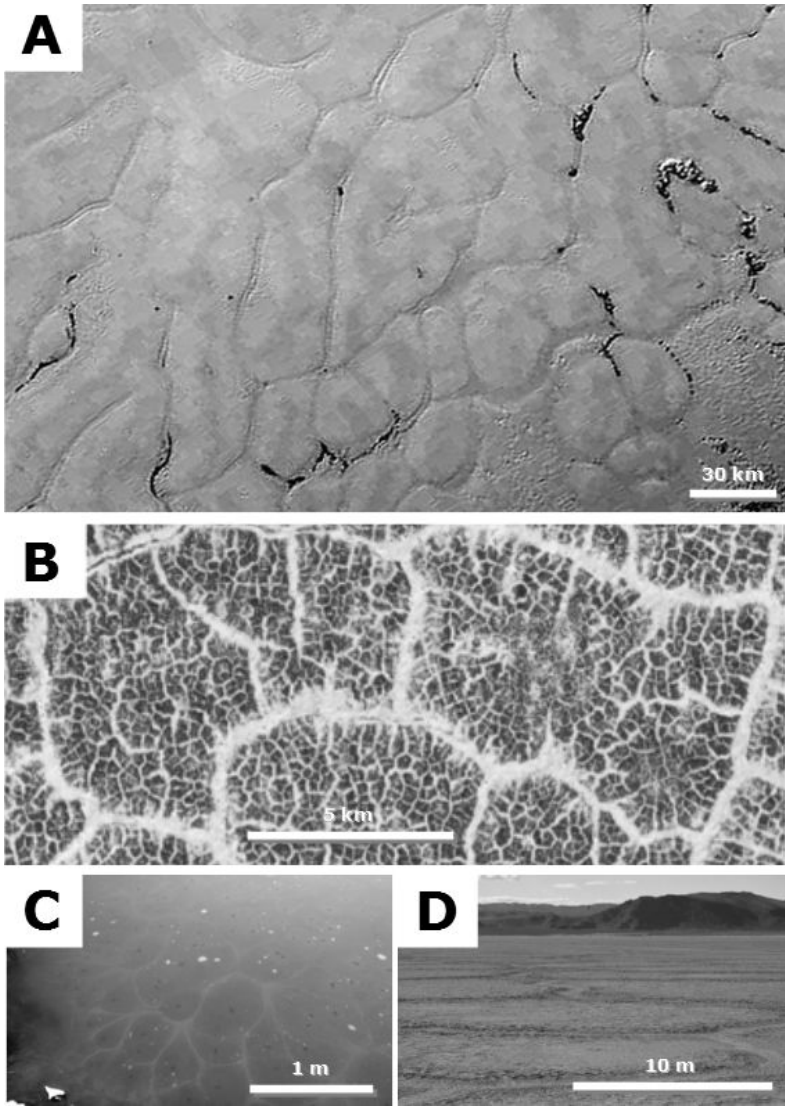
- **A. Être des glaciers composés essentiellement d'eau.**
- **B. Être des glaciers composés essentiellement de diazote (ou de méthane, ou de monoxyde de carbone).**
- **C. S'écouler comme sur Terre.**
- **D. S'écouler alors que sur Terre, les glaciers ne s'écoulent pas.**
- **E. Être immobiles comme sur Terre.**
- **F. Être immobiles alors que sur Terre, les glaciers s'écoulent.**

Question 15 : En utilisant vos connaissances, indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s).

Sur Terre, les glaciers :

- **A. Participent à l'altération mécanique des reliefs continentaux.**
- **B. Participent à l'altération chimique des reliefs continentaux.**
- **C. Provoquent la formation de vallées en forme de « V ».**
- **D. Provoquent la formation de vallées en forme de « U ».**
- **E. Provoquent la formation de cheminées volcaniques.**
- **F. Transportent et accumulent des matériaux au niveau des turbidites.**
- **G. Transportent et accumulent des matériaux au niveau de moraines.**
- **H. Sont à l'origine de la formation de fines particules de roches appelées farines glaciaires.**
- **I. Sont à l'origine de la formation de roches composées de galets arrondis appelées poudingues.**

DOCUMENT 10



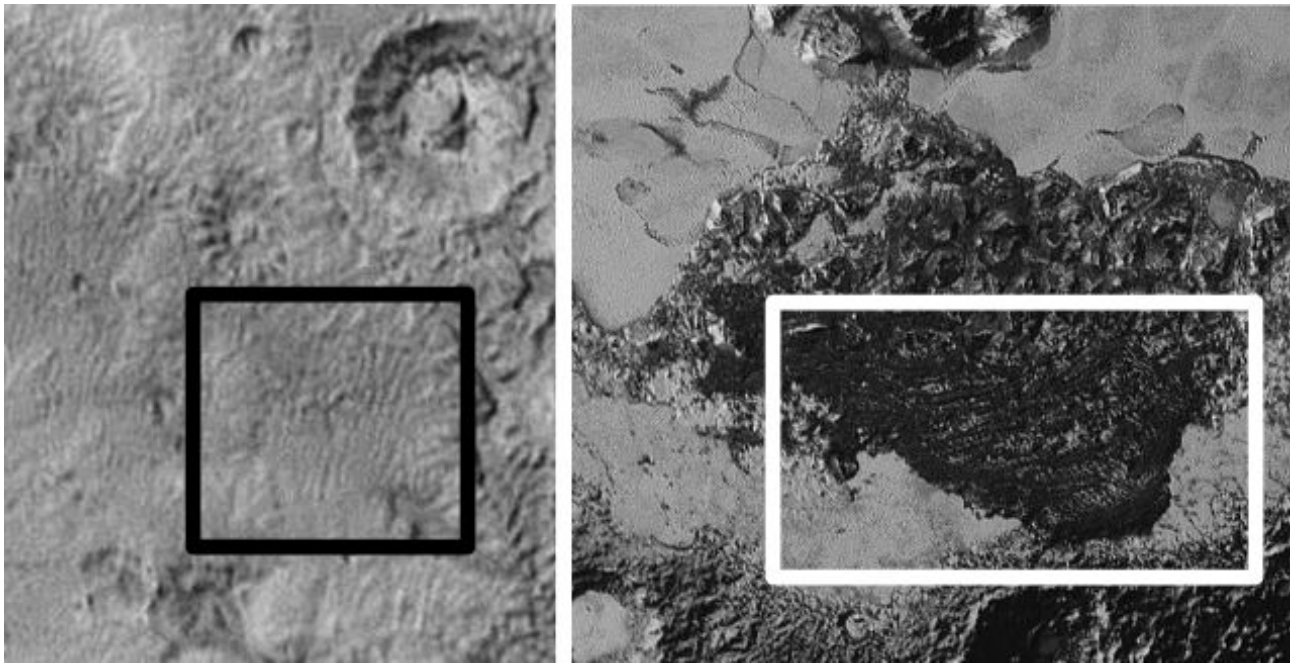
A : des polygones sur Sputnik Planum sur Pluton
B : des polygones sur Mars
C et D : des polygones sur Terre

Question 16 : Les formes polygonales observées sur Pluton (document 10) sont d'origine incertaine. Parmi les propositions suivantes, quelle(s) hypothèse(s) vous semble(nt) la/les plus logique(s) (par analogie aux phénomènes que vous connaissez sur Terre) ?

Les formes polygonales pourraient être la conséquence directe :

A. Du chauffage de matériaux de surface froids.
B. Du refroidissement de matériaux de surface chauds.
C. D'une contraction des matériaux de surface.
D. D'un séchage de matériaux de surface humides.
E. D'une humidification de matériaux de surface secs.

DOCUMENT 11



Sur la surface de Pluton, les scientifiques ont observé des formes qui font penser à des dunes (zones encadrées)

Question 17 : Les images de la surface de Pluton semblent montrer la présence de structures faisant penser à des champs de dunes. Le géophysicien W. B. McKinnon commente « Voir des dunes serait complètement incroyable (…), c'est à s'arracher les cheveux. ».

En utilisant vos connaissances, indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s).

Si les structures observées sur Pluton sont effectivement des dunes éoliennes, les scientifiques pourraient « s'arracher les cheveux » car :

A. Il est peu probable qu'il existe des différences de pression atmosphérique suffisantes à la surface de Pluton car l'atmosphère est peu épaisse.
B. Il est peu probable qu'il existe des différences de pression atmosphérique suffisantes à la surface de Pluton car le champ magnétique est très faible.
C. Il est peu probable qu'il existe des différences de température suffisantes à la surface de Pluton car le champ magnétique est très faible.
D. Il est peu probable qu'il existe des vents à la surface de Pluton car l'atmosphère est peu épaisse.
E. Il est peu probable qu'il existe des vents à la surface de Pluton car le champ magnétique est très faible.
F. Il est peu probable qu'il existe des vents à la surface de Pluton car la composition chimique de l'atmosphère de Pluton est très différente de celle de la Terre.

Question 18 : En utilisant vos connaissances, indiquez parmi les propositions suivantes la/lesquelle(s) est/sont vraie(s).

Sur Terre :

- **A. Les différences de pression atmosphérique sont une cause directe ou indirecte à la formation de vents.**
- **B. Les différences de température à la surface de la Terre sont une cause directe ou indirecte à la formation de vents.**
- **C. Les différences de composition chimique de l'atmosphère sont une cause directe ou indirecte à la formation de vents.**
- **D. La rotondité de la Terre est une cause directe ou indirecte à la formation de vents.**
- **E. Les vents circulent des zones de haute pression vers les zones de basse pression atmosphérique.**
- **F. Les vents circulent des zones de basse pression vers les zones de haute pression atmosphérique.**
- **G. Les vents sont déviés par la force de Coriolis.**
- **H. Les vents sont déviés par le champ magnétique terrestre.**
- **I. Les vents créent des frottements sur la surface à l'origine des dunes.**
- **J. Les vents créent des frottements sur la surface à l'origine des chaînes de montagnes.**
- **K. Les vents créent des frottements sur la surface à l'origine des courants océaniques de surface.**

Exercice 2 : Notions de météorologie

Question 19 : Parmi tous les gaz présents dans l'atmosphère, les trois gaz qui ont le plus fort pourcentage volumique sont :

- **A. Le diazote N_2 (78%), le dioxygène O_2 (21%) et la vapeur d'eau (presque 1%).**
- **B. Le diazote N_2 (65%), le dioxygène O_2 (25%) et le Radon (presque 10%).**
- **C. Le diazote N_2 (70%), le dioxygène O_2 (21%) et la vapeur d'eau (presque 9%).**
- **D. Le diazote N_2 (78%), le dioxygène O_2 (21%) et l'Argon (presque 1%).**

Question 20 : Par définition, l'humidité relative est :

- **A. La pression de vapeur d'eau divisée par la pression de vapeur saturante à la T° considérée.**
- **B. La masse de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air divisée par la masse d'air humide.**
- **C. La masse de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air, divisée par la masse d'air sec.**
- **D. La masse de vapeur d'eau par mètre cube d'air.**

Question 21 : La pression de vapeur d'eau saturante est fonction :

- **A. Du rapport de mélange seulement.**
- **B. De la pression seulement.**
- **C. De la température seulement.**
- **D. De la pression et la température.**

Question 22 : Parmi les phrases suivantes laquelle décrit correctement l'origine ou le comportement de l'ozone troposphérique ?

- **A. Il provient de la stratosphère où il se forme, et chute ensuite vers la surface terrestre à cause de sa densité élevée.**
- **B. Il est produit majoritairement par les arcs électriques.**
- **C. Il résulte de réactions chimiques à partir de gaz précurseurs produits principalement par les activités humaines.**
- **D. Sa densité très faible lui permet de s'élever jusque dans la stratosphère et contribue ainsi à reconstituer la couche d'ozone.**

Question 23 : Quel est le genre nuageux qui engendre de la neige en grains ?

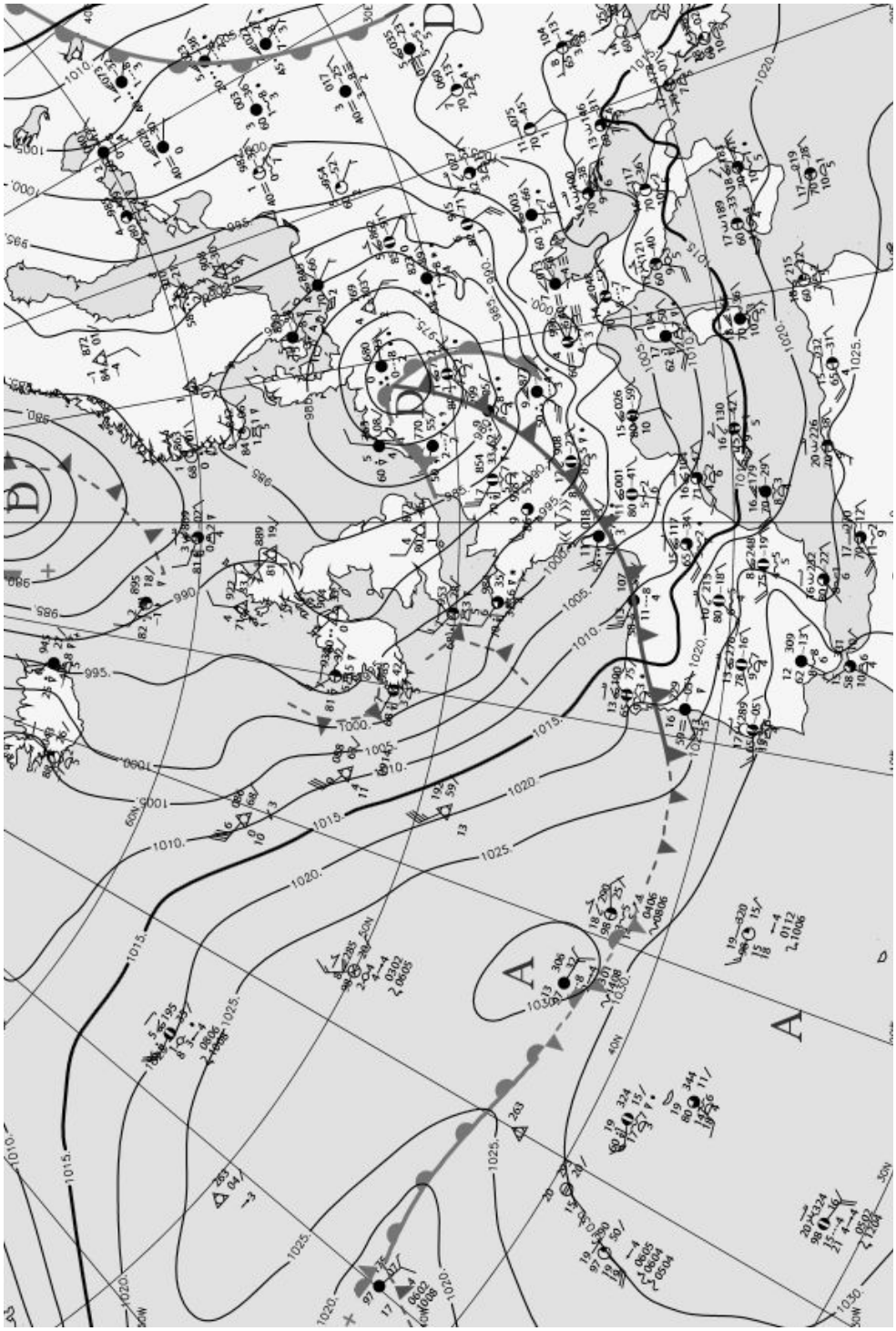
A. **Le Cirrus.**
B. **Le Stratus.**
C. **Le Cumulus.**

Question 24 : Il neige à gros flocons de manière régulière depuis plus de 24h. Quel est le nuage à l'origine de ces précipitations ?

A. **Le Cirrocumulus.**
B. **Le Altocumulus.**
C. **Le Nimbostratus.**

Exercice 3 : Passage d'une dépression sur l'Europe

DOCUMENT 1



Pression atmosphérique réduite au niveau de la mer et fronts (source : Météo-France)

Question 25 : À la lecture de la carte du document 1, sur quel pays est située la dépression la plus creuse (c'est-à-dire la plus importante) ?

A. Sur le nord de l'Espagne.
B. Sur la France.
C. Sur l'Allemagne.
D. Sur le Nord de l'Italie.

Question 26 : Comment s'appellent les lignes d'égale valeur de pression tracées sur la carte du document 1 ?

A. Les isobares.
B. Les isobathes.
C. Les isothermes.
D. Les isotopes.

Question 27 : Dans l'hémisphère nord, dans quel sens tourne le vent autour d'une dépression ?

A. Dans le sens des aiguilles d'une montre comme dans l'hémisphère sud.
B. Dans le sens des aiguilles d'une montre contrairement à l'hémisphère sud.
C. Dans le sens inverse des aiguilles d'une montre comme dans l'hémisphère sud.
D. Dans le sens inverse des aiguilles d'une montre contrairement à l'hémisphère sud.

Question 28 : Quelles sont alors les directions de vent dominant en France sur la situation présentée sur la carte du document 1 ?

A. Ouest et Nord-Ouest
B. Est et Sud-est
C. Est et Nord-Est
D. Ouest et Sud-Ouest

DOCUMENT 2

Sur la carte du document 1, un vaste front est tracé sur la France. Il s'agit d'un front froid. Il fait plus chaud à l'avant du front, il fait plus froid à l'arrière.

Photographie prise à l'arrière du front tracé sur la France (source : Météo-France)

Question 29 : La photographie du document 2 a été prise à l'arrière du front. Quels sont les nuages que vous identifiez ?

- **A. Stratus et Stratocumulus.**
- **B. Cumulus et Altocumulus.**
- **C. Cumulus et Cumulonimbus.**
- **D. Stratus et Cumulus.**
- **E. Cumulus et Stratocumulus.**

Question 30 : Quels phénomènes météorologiques peuvent se produire dans la situation de la photographie du document 2 ?

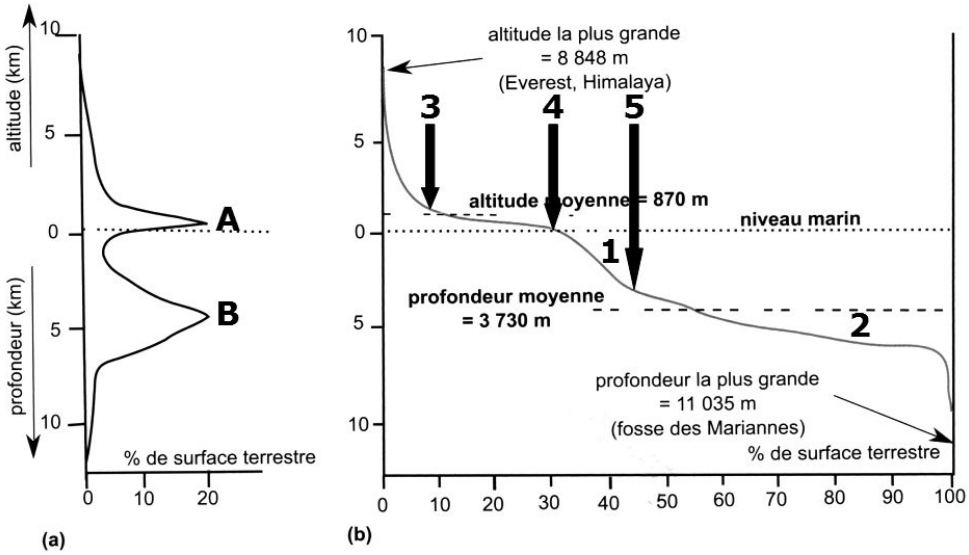
- **A. Averses.**
- **B. Orages.**
- **C. Brouillard.**
- **D. Rafales de vent.**
- **E. Grésil.**
- **F. Verglas.**

Exercice 4 : La Terre et ses reliefs

D'après le Larousse, le mot relief désigne, dans son sens géographique, l'ensemble des irrégularités (en creux et en saillie) qui caractérisent la surface de la Terre. On peut envisager ce relief à différentes échelles, de celle du globe jusqu'à des dimensions locales. Les questions suivantes permettent d'envisager quelques liens entre les phénomènes géologiques et le relief.

Répartition des altitudes et reliefs du globe

DOCUMENT 1



Répartition des altitudes et des profondeurs sur le globe
(a) courbe de fréquence (b) courbe cumulée

Question 31 : En vous appuyant sur l'analyse des deux documents ci-dessus (document 1a et document 1b), et en utilisant vos connaissances choisissez toutes les réponses exactes.

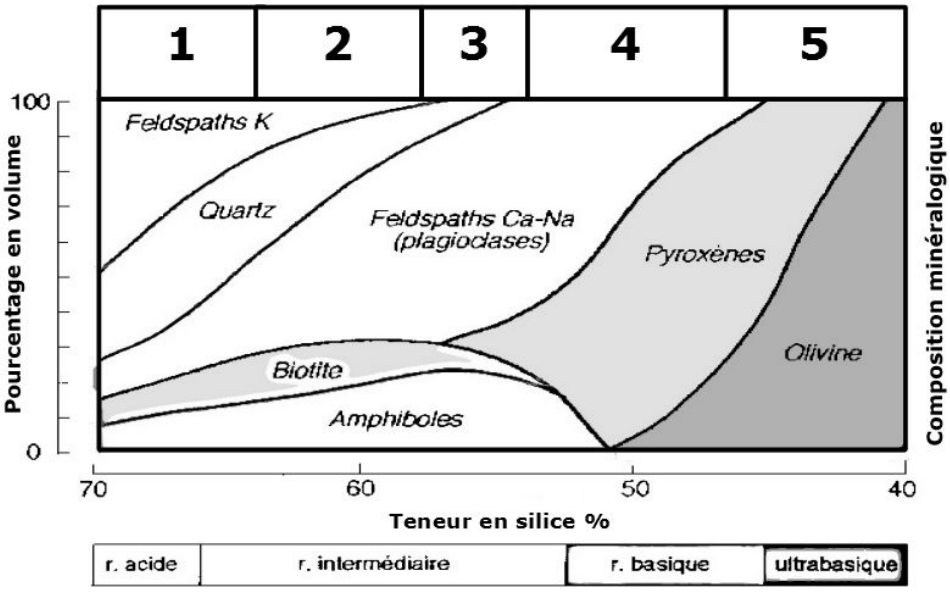
- **A. Environ 30 % de la surface du globe est émergée.**
- **B. Le pic A de la courbe (a) correspond à l'altitude moyenne des terres émergées.**
- **C. Le pic A de la courbe (a) correspond à l'altitude la plus fréquente à la surface du globe.**
- **D. Sur la courbe (b), on constate que, pour les zones émergées, les régions situées à moins de 870 m d'altitude sont plus abondantes que les régions situées à plus de 870 mètres d'altitude.**
- **E. Sur la courbe (b), la zone située entre les flèches 3 et 4 correspond au plateau continental et celle comprise entre les flèches 4 et 5 au talus continental.**
- **F. D'après les données des courbes, on constate que la répartition des altitudes terrestres est bimodale.**
- **G. D'après les courbes, on constate que la variation des altitudes terrestres est homogène et régulièrement progressive du sommet de l'Himalaya au fond des fosses océaniques.**
- **H. La baisse d'altitude entre le point 1 et le point 2 traduit l'abaissement du plancher océanique entre la dorsale et les plaines abyssales.**
- **I. La baisse d'altitude entre 1 et 2 traduit l'abaissement du plancher océanique entre le bas des marges passives continentales et la dorsale.**

Volcanisme et relief à différentes échelles

Le volcanisme conduit à la formation de reliefs qu'il s'agisse de coulées de laves ou de ce que l'on appelle communément des volcans. Un volcan est un édifice qui se construit par la superposition de différents produits du volcanisme sous forme de projections ou/et de laves qui s'écoulent.

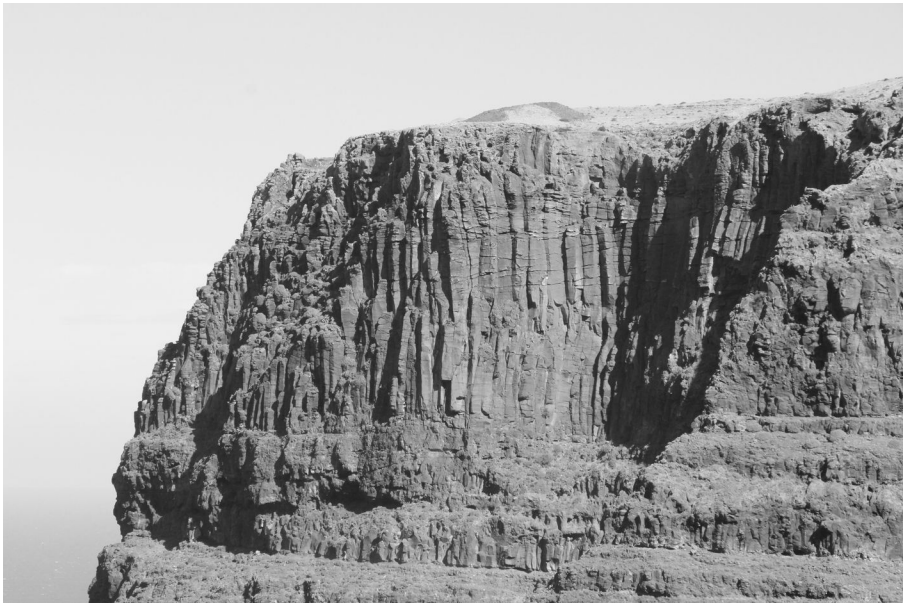
Roches volcaniques et reliefs

DOCUMENT 2



Composition minéralogique et classification des roches volcaniques

DOCUMENT 3



Un affleurement de basalte à Lanzarote

Question 32 : En utilisant essentiellement vos connaissances mais aussi en vous appuyant sur le document 2, choisissez la réponse correcte. Sur le diagramme du document 2, le basalte correspond à la roche de composition :

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5

Question 33 : En utilisant essentiellement vos connaissances mais aussi en vous appuyant sur le document 3, choisissez les réponses correctes. L'affleurement de basalte représenté par la photographie du document 3 correspond à :

A. Une ou plusieurs coulées consolidée(s) en prismes
B. Une cheminée volcanique qui s'est consolidée en prismes
C. La fin de la coulée qui s'est arrêtée pour former cette falaise
D. Une falaise dégagée par l'érosion d'un ensemble de coulées
E. Une paroi de cheminée dégagée par l'érosion

Question 34 : En utilisant essentiellement vos connaissances choisissez les réponses correctes. À propos des roches volcaniques, on peut dire que :

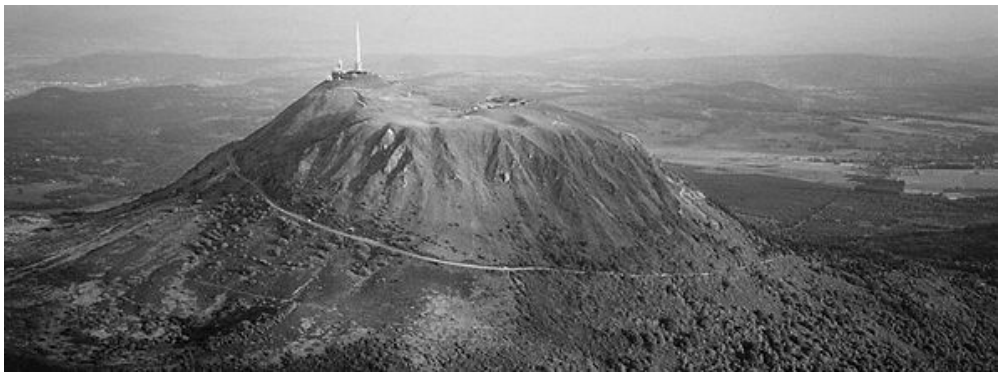
A. Les roches volcaniques ne sont pas totalement cristallisées parce que leur composition chimique conduit en partie à la formation d'un verre qui ne peut pas donner de minéraux.
B. Les roches volcaniques ne sont pas totalement cristallisées parce que leur refroidissement est rapide.
C. Lors du refroidissement d'un magma, les premiers minéraux qui cristallisent sont les olivines ce qui peut expliquer la présence d'olivine dans certains basaltes.
D. Les olivines contenues dans certains basaltes peuvent être des enclaves arrachées au manteau.
E. Un même volcan donne toujours des magmas ayant la même composition et conduisant aux mêmes roches.
F. Si la chambre magmatique n'est pas réalimentée, les laves émises deviennent progressivement moins abondantes et plus acides.
G. Si la chambre magmatique n'est pas réalimentée, les laves émises deviennent progressivement moins abondantes et plus basiques.
H. Si la chambre magmatique n'est pas réalimentée, les laves émises deviennent progressivement plus abondantes et plus acides.

Volcanisme, diversité des reliefs et paysage

DOCUMENT 4

1 - La Réunion

2 - Lanzarote



3 – Massif Central

Question 35 : Un peu de théorie : en faisant appel à vos connaissances, choisissez toutes les réponses qui vous semblent totalement correctes.

- **A. Moins les laves sont acides, moins elles sont visqueuses et plus elles ont tendance à s'épancher en donnant des coulées d'épaisseur relativement constante.**
- **B. Plus les laves sont acides, moins elles sont visqueuses et ont tendance à s'épancher en donnant des coulées d'épaisseur relativement constante.**
- **C. Les éruptions explosives sont toujours liées à des laves à la fois plutôt acides (andésites) et riches en gaz.**
- **D. Les éruptions explosives sont toujours liées à des laves peu acides (basaltes) et riches en gaz.**
- **E. Des explosions peuvent se produire aussi bien avec des magmas acides que basiques si la quantité de gaz est importante.**
- **F. Les gaz volcaniques sont uniquement d'origine mantellique, et contiennent du CO_2 et des gaz riches en soufre.**
- **G. Les gaz volcaniques à l'origine d'explosions sont essentiellement constitués d'eau provenant de la surface.**
- **H. Les gaz volcaniques peuvent soit provenir du manteau, soit de la surface.**

Question 36 : Choisissez l'interprétation qui vous semble la plus appropriée parmi les propositions suivantes.

La photographie 1 du document 4 correspond à :

- **A. Une ancienne cheminée volcanique révélée par l'érosion.**
- **B. Une caldeira liée à l'effondrement d'une chambre magmatique.**
- **C. Un volcan résultant de l'accumulation de scories et associé à d'abondantes projections.**
- **D. Une formation volcanique liée à un magma acide, très visqueux et probablement pauvre en gaz.**
- **E. Une formation volcanique correspondant à des coulées de laves relativement peu visqueuses et pauvres en gaz.**
- **F. Une formation volcanique correspondant à une coulée acide, riche en gaz et à la surface scoriacée.**

Question 37 : Choisissez l'interprétation qui vous semble la plus appropriée parmi les propositions suivantes.

Les photographies 2 du document 4 correspondent à :

- **A. Une ancienne cheminée volcanique révélée par l'érosion.**
- **B. Une caldeira liée à l'effondrement d'une chambre magmatique.**
- **C. Un volcan résultant de l'accumulation de scories et associé à d'abondantes projections.**
- **D. Une formation volcanique liée à un magma acide, très visqueux et probablement pauvre en gaz.**
- **E. Une formation volcanique correspondant à des coulées de laves relativement peu visqueuses et pauvres en gaz.**
- **F. Une formation volcanique correspondant à une coulée acide, riche en gaz et à la surface scoriacée.**

Question 38 : Choisissez l'interprétation qui vous semble la plus appropriée parmi les propositions suivantes.

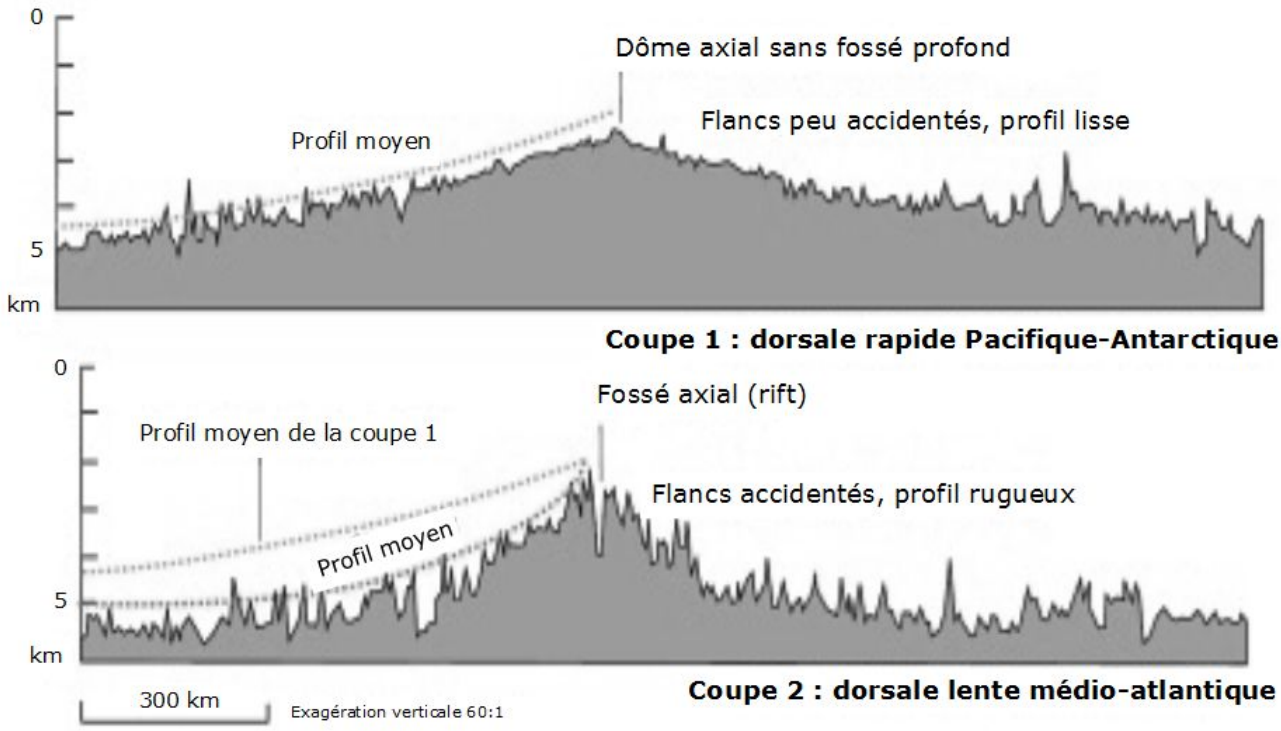
La photographie 3 du document 4 correspondent à :

A. **Une ancienne cheminée volcanique révélée par l'érosion.**
B. **Une caldeira liée à l'effondrement d'une chambre magmatique.**
C. **Un volcan résultant de l'accumulation de scories et associé à d'abondantes projections.**
D. **Une formation volcanique liée à un magma acide, très visqueux et probablement pauvre en gaz.**
E. **Une formation volcanique correspondant à des coulées de laves relativement peu visqueuses et pauvres en gaz.**
F. **Une formation volcanique correspondant à une coulée acide, riche en gaz et à la surface scoriacée.**

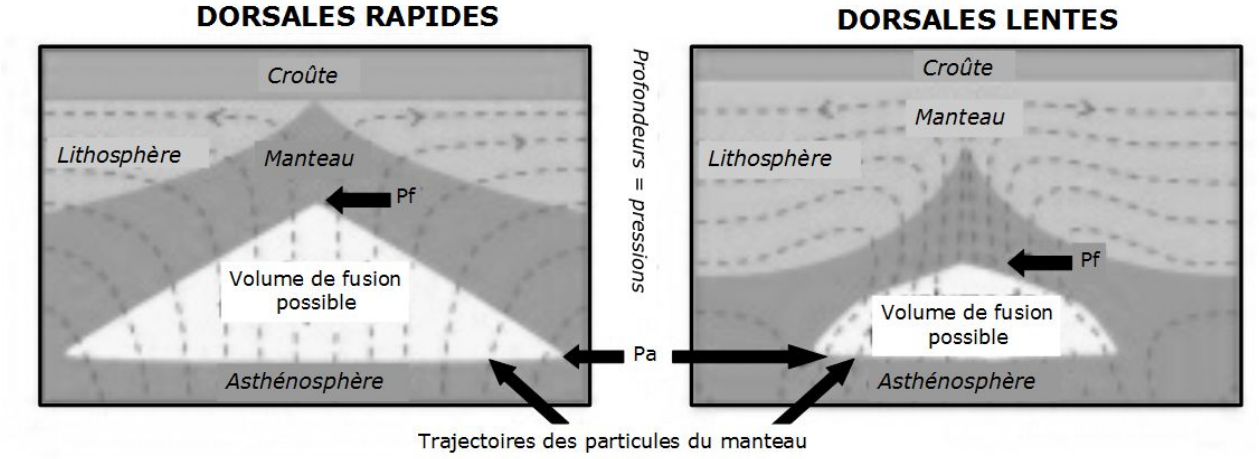
Dorsales et volcanisme

La dynamique des dorsales océaniques amène à les classer en deux catégories, dorsales lentes ou dorsales rapides. Ces deux catégories correspondent également à des reliefs différents de ces dorsales. On peut essayer de relier entre elles différentes caractéristiques.

DOCUMENT 5

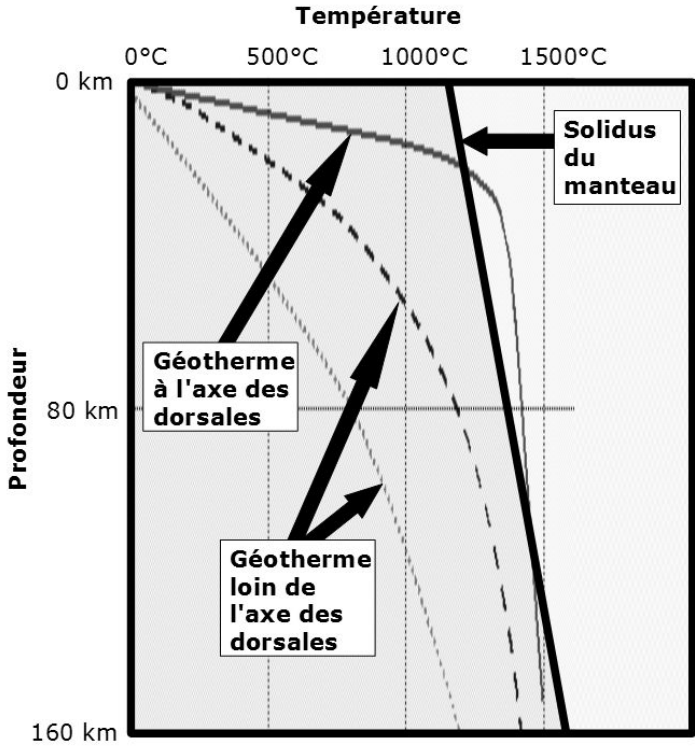


a - Profils de la zone des dorsales



b – Coupes de dorsales et fusion du manteau

DOCUMENT 6



Géothermes et conditions de fusion du manteau
Le solidus délimite le domaine dans lequel le manteau est totalement solide et celui dans lequel il fond partiellement.

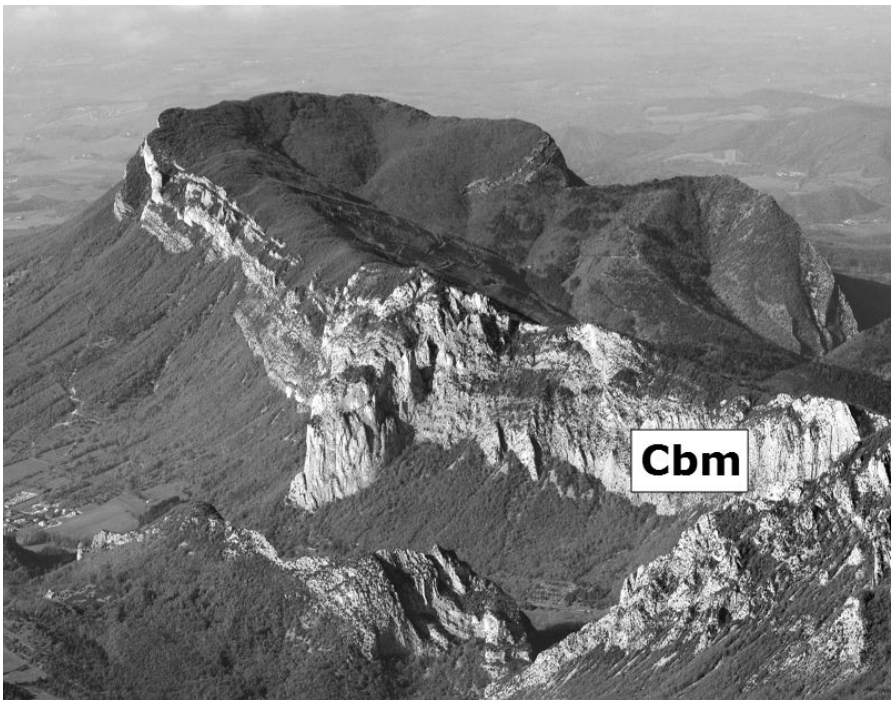
Question 39 : En utilisant les informations tirées des documents 5 et 6 et vos connaissances, choisissez les affirmations qui vous semblent exactes.

- **A. À l'axe de la dorsale, la remontée de l'asthénosphère est à l'origine d'une modification du géotherme permettant fusion partielle du manteau.**
- **B. Le diagramme montre que si l'asthénosphère remonte lentement vers la surface en équilibrant sa température selon le géotherme, elle ne fond pas et ne produit pas de magma.**
- **C. Le diagramme montre que dès que la profondeur diminue, les conditions de température permettant la fusion partielle du manteau sont atteintes et donc du magma est produit.**
- **D. Plus la fusion partielle du manteau se produit près de la surface, plus la quantité de lave produite est importante ce qui correspond au cas des dorsales rapides.**
- **E. Plus la fusion partielle du manteau se produit près de la surface, moins la quantité de lave produite est importante ce qui correspond aux dorsales lentes.**
- **F. Les dorsales rapides sont appelées ainsi parce qu'elles migrent plus vite à la surface du globe que les dorsales lentes.**
- **G. Les dorsales rapides sont appelées ainsi parce qu'elle produisent du plancher océanique plus rapidement que les dorsales lentes.**
- **H. L'axe des dorsales lentes est marqué par des failles normales parce qu'elles sont en extension alors que les dorsales rapides, totalement bombées, sont en compression.**

Plis et reliefs dans une chaîne de montagne

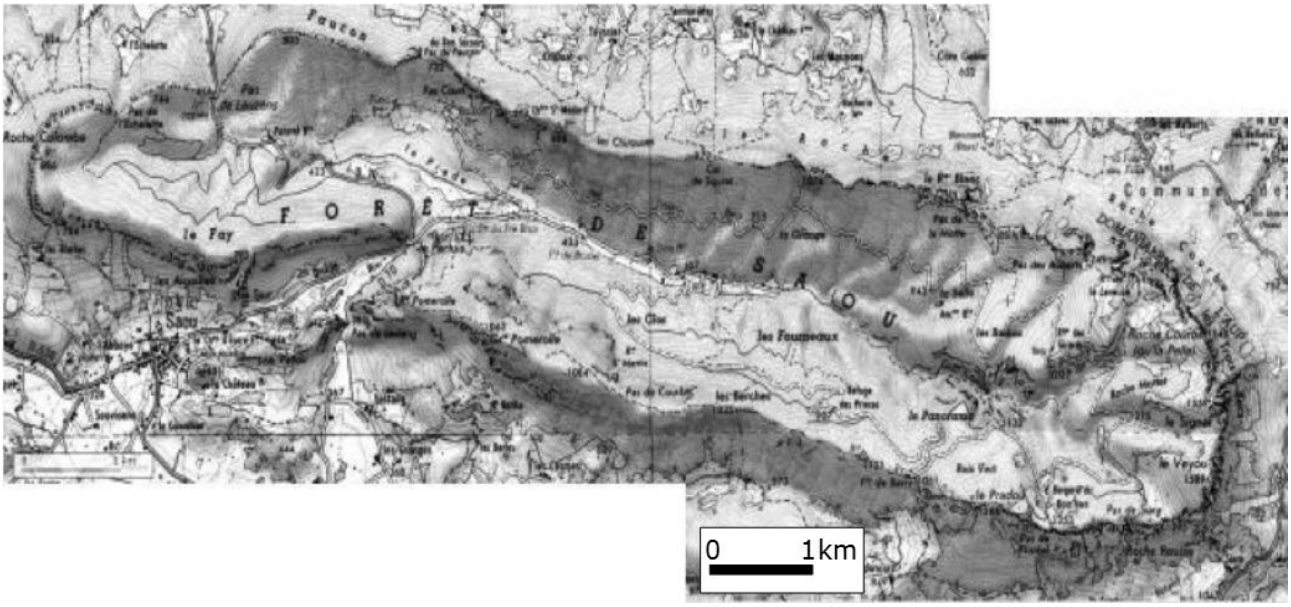
Vous répondrez aux questions en vous appuyant sur vos connaissances et sur l'analyse des documents suivants (ci-dessous, photographie aérienne, extrait de carte topographique, carte, coupe géologique et légende).

DOCUMENT 7



Photographie aérienne

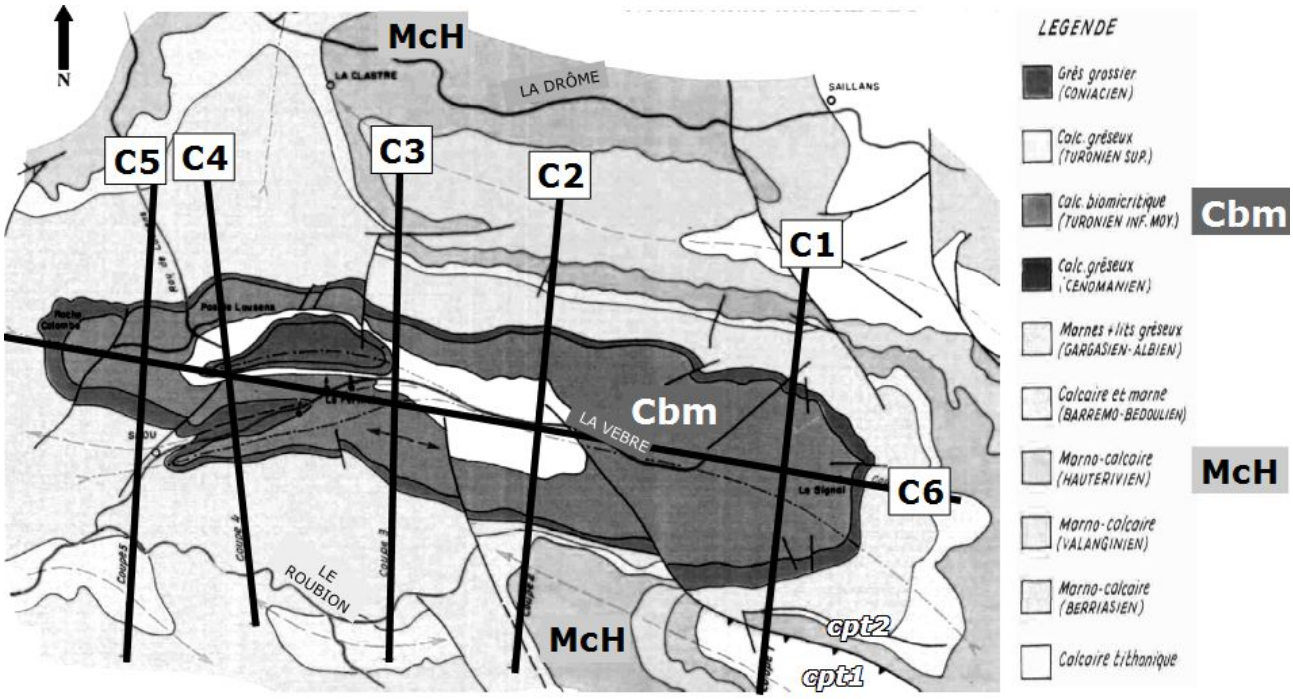
DOCUMENT 8



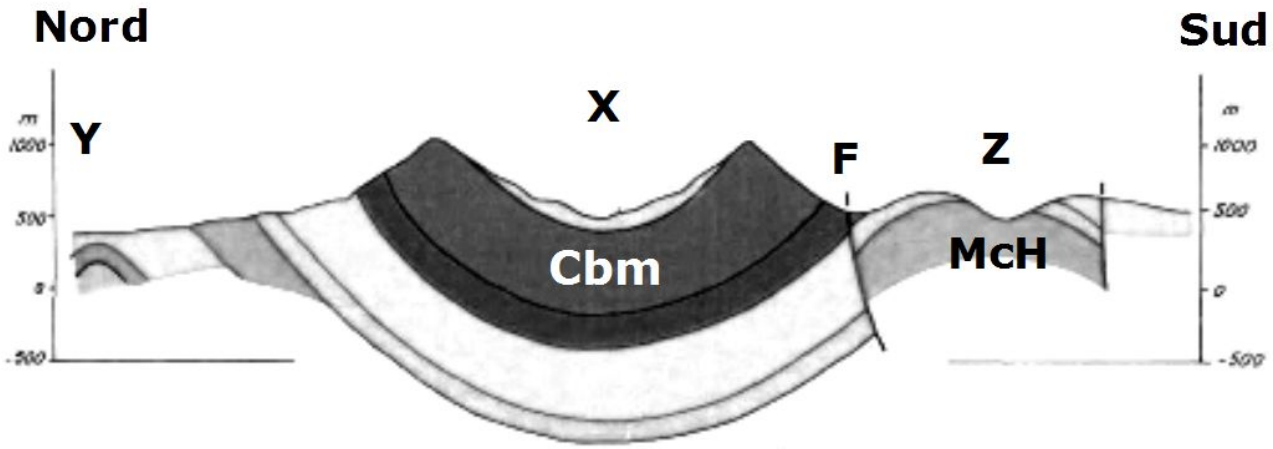
Extrait de la carte topographique

DOCUMENT 9

La légende est identique pour la carte et la coupe. Deux couches ont été annotées (Cbm et McH) pour faciliter le repérage sur le document en noir et blanc. Les notations C1 à C6 correspondent à l'emplacement de traits de coupe. La Vebre, la Drôme et le Roubion sont trois rivières. Les notations cpt1 et cpt2 correspondent à des compartiments évoqués dans la question 45.



Extrait de la carte géologique et de la légende



Coupe géologique

Question 40 : En utilisant vos connaissances, choisissez la ou les définitions exactes.

A. **Un anticlinal correspond à la partie haute, en bosse, d'un pli et se situe donc toujours en hauteur dans un relief.**
B. **Un synclinal est la partie basse, en creux, d'un pli et se trouve donc toujours dans les zones basses du relief.**
C. **Un synclinal est la partie d'un pli qui, après érosion, présente les couches les plus anciennes au cœur.**
D. **Un synclinal est la partie d'un pli qui, après érosion, présente les couches les récentes au cœur.**
E. **Un anticlinal est la partie d'un pli qui, après érosion, présente les couches les plus anciennes au cœur.**
F. **Un anticlinal est la partie d'un pli qui, après érosion, présente les couches les plus récentes au cœur.**

Question 41 : La coupe géologique schématique fournie dans le document 9, correspond, sur la carte géologique du document 9 à :

A. **La coupe C1.**
B. **La coupe C2.**
C. **La coupe C3.**
D. **La coupe C4.**
E. **La coupe C5.**
F. **La coupe C6.**

Question 42 : En utilisant les arguments que vous jugerez pertinents dans l'ensemble des documents 7, 8 et 9, choisissez toutes les réponses correctes.

A. **La structure X est un anticlinal.**
B. **La structure X est un synclinal.**
C. **La structure Y est un anticlinal.**
D. **La structure X est un anticlinal.**
E. **La structure Y est un synclinal.**

Question 43 : En utilisant les arguments que vous jugerez pertinents dans l'ensemble des documents 7, 8 et 9, choisissez toutes les réponses correctes.

A. **La faille F est une faille inverse.**
B. **La faille F est une faille normale.**
C. **Le compartiment Z est un anticlinal.**
D. **Le compartiment Z est un synclinal.**
E. **Le compartiment Z est relevé par rapport au compartiment X.**
F. **Le compartiment Z est abaissé par rapport au compartiment X.**
G. **Le compartiment Z témoigne d'une extension.**
H. **Le compartiment Z témoigne d'une compression.**

Question 44 : Parmi les phénomènes géologiques suivants :

a. sédimentation
b. plissement
c. érosion
d. formation de la faille F

Quels sont ceux dont on retrouve des indices dans les documents 7, 8 et 9, et dans quel ordre sont ils vraisemblablement survenus ? (une seule réponse)

- **A. a puis b puis c puis d.**
- **B. a puis c puis b puis d.**
- **C. a puis b puis d puis c.**
- **D. c puis a puis d puis b.**
- **E. a puis d puis b puis c.**

Question 45 : En utilisant les arguments que vous jugerez pertinents dans l'ensemble des documents 7, 8 et 9, choisissez toutes les réponses correctes.

- **A. La différence d'altitude entre le centre de X et les zones Y et Z est essentiellement due au plissement qui a porté X en hauteur.**
- **B. La différence d'altitude entre le centre de X et les zones Y et Z est essentiellement due à l'érosion qui a creusé de part et d'autre de X.**
- **C. La formation du relief est due à une érosion liée à l'action de la mer.**
- **D. L'érosion est vraisemblablement liée à l'action des rivières.**
- **E. L'érosion a préservé la structure X parce que la strate Cbm qui forme les falaises est plus résistante.**
- **F. La strate Cbm a été en grande partie érodée.**
- **G. Sur la carte au sud-est, le compartiment 2 (cpt2) chevauche le compartiment 1 (cpt1).**
- **H. Sur la carte au sud-est, le compartiment 1 (cpt1) chevauche le compartiment 2 (cpt2).**

Reliefs terrestres et isostasie

DOCUMENT 10

Les reliefs à la surface de la Terre sont constitués par des roches de la croûte terrestre. Cette croûte possède une épaisseur variable et repose au dessus du manteau de plus forte densité, la limite entre les deux étant appelée Moho.

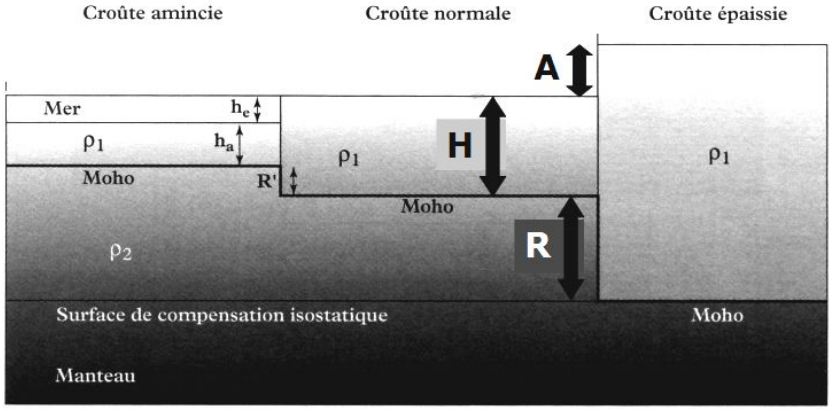
À une profondeur donnée, une colonne formée par un ensemble croûte/manteau exerce une pression appelée pression lithostatique.

D'une façon générale, la pression à la base d'une colonne se calcule à par la formule ($P = h\ \rho\ g$) dans laquelle P est la pression (en Pa), ρ la masse volumique (en $kg.m^{-3}$), et h la hauteur (en m) de la colonne.

Appliqué aux enveloppes terrestres, pour une profondeur donnée, il faut donc tenir compte de la pression lithostatique exercée par la croûte et celle exercée par le manteau.

*Les différents reliefs sont dits en **équilibre isostatique** si les pressions dues à l'ensemble croûte/manteau sont identiques au niveau d'une surface virtuelle nommée « surface de compensation isostatique ».*

Dans les chaînes de montagne, la compression entraîne un raccourcissement et un épaississement de la croûte par différents mécanismes : plissements, failles inverses, chevauchements etc. Dans le même temps apparaît en profondeur une « racine » de faible densité par rapport au manteau qui compense l'excès de masse dû à l'épaisseur de la croûte et donc au relief. Ce phénomène peut être schématisé comme ci-dessous.



ρ1 et ρ2 correspondent respectivement aux masses volumiques de la croûte (2700 $kg.m^{-3}$) et du manteau (3300 $kg.m^{-3}$)
H est l'épaisseur de la croûte, A l'altitude de la montagne, R la racine

Épaisseur de la croûte et relief

Question 46 : En utilisant les informations fournies, choisissez les réponses exactes correspondant au contexte d'une montagne de 3000 mètres d'altitude en équilibre isostatique (le calcul est fait en ordre de grandeur) : la racine a une hauteur d'environ :

- **A. La racine R a une hauteur d'environ 130 m.**
- **B. La racine R a une hauteur d'environ 1300 m.**
- **C. La racine R a une hauteur d'environ 13000 m.**
- **D. La racine R a une hauteur d'environ 30000 m.**
- **E. Le Moho se situe à une profondeur d'environ 13 km.**
- **F. Le Moho se situe à une profondeur d'environ 30 km.**
- **G. Le Moho se situe à une profondeur d'environ 43 km.**

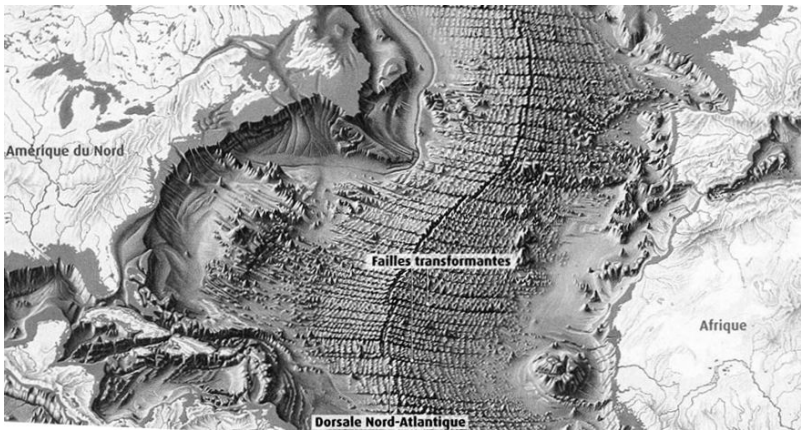
Relief, isostasie et variation de charge

Question 47 : Dans une région continentale d'altitude nulle, un inlandsis (glacier) de 5000 m d'épaisseur se forme lors d'une période glaciaire ce qui entraîne une modification du point d'équilibre isostatique. Choisissez toutes les réponses correctes.

A. **Après équilibrage, l'altitude du sommet de cet inlandsis est de 5000m environ.**
B. **Après équilibrage, l'altitude du sommet de cet inlandsis est inférieure à 5000m.**
C. **Après équilibrage, l'altitude du sommet de cet inlandsis est supérieure à 5000m.**
D. **En période interglaciaire, on peut s'attendre à ce que le continent remonte au fur et à mesure de la fonte des glaces permettant de garder la même altitude.**
E. **En période interglaciaire, si la fonte des glaces est plus rapide que le réajustement isostatique, le continent n'est pas en équilibre et remonte avec un certain retard.**
F. **En période interglaciaire, si la fonte des glaces est plus rapide que le réajustement isostatique, le continent n'est pas en équilibre et descend avec un certain retard.**

Relief des fonds océaniques et isostasie

DOCUMENT 11



Extrait de la carte des fonds océaniques au niveau de l'Atlantique

DOCUMENT 12

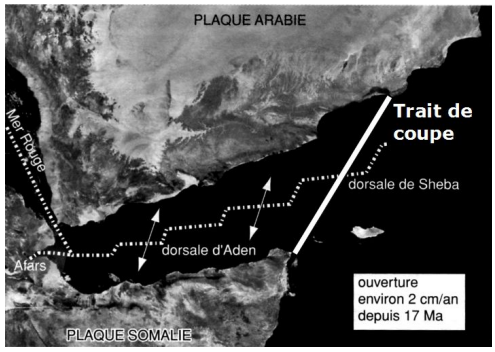
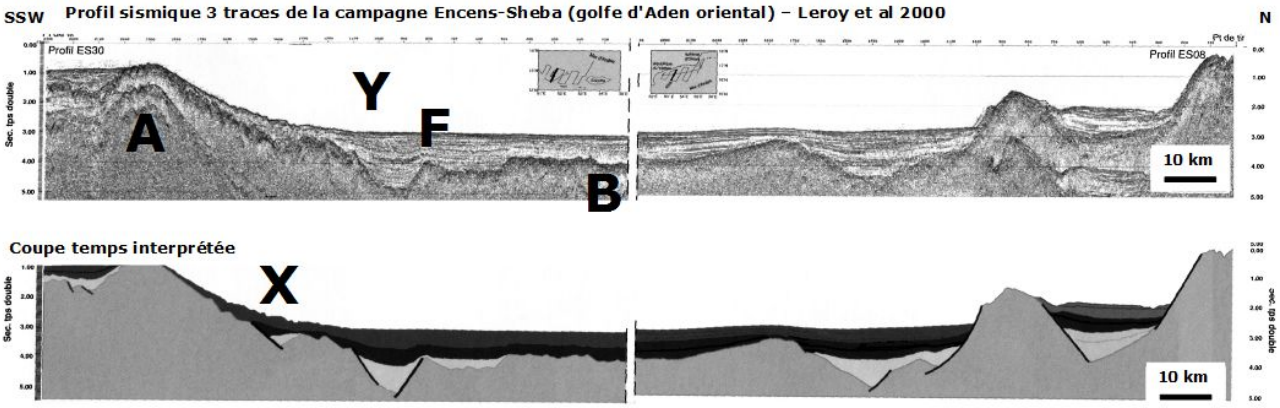


Image satellitale du golfe d'Aden

DOCUMENT 13



Profils sismiques des marges nord et sud du golfe d'Aden et leur interprétation

Question 48 : En vous appuyant sur l'analyse des documents 11, 12 et 13 et en utilisant vos connaissances, choisissez toutes les réponses correctes.

- **A. La croûte en A est de nature de composition proche du granite ; la croûte en B est de composition basaltique.**
- **B. La croûte est de même nature en A et en B.**
- **C. La croûte en A est de nature basaltique ; la croûte en B est de nature granitique.**
- **D. La différence d'altitude en A et en B peut s'expliquer par une différence d'équilibre isostasique, la croûte en A étant moins dense que la croûte en B.**
- **E. La différence d'altitude en A et en B est due au fait que le socle A s'effondre progressivement comme en témoignent les failles F, mais qu'il n'a pas encore atteint la profondeur du plancher B.**

Question 49 : La profondeur du plancher océanique augmente de la dorsale jusqu'à la base du talus continental. Cette différence d'altitude s'explique :

- **A. Uniquement pour des raisons thermiques, car la croûte se refroidit et se rétracte en s'éloignant de la dorsale.**
- **B. Uniquement par une modification d'équilibre isostatique, la croûte océanique devenant plus dense en s'éloignant de la dorsale ce qui entraîne un réajustement.**
- **C. Uniquement par la surcharge sédimentaire plus importante sur les parties anciennes de la périphérie de l'océan qu'au niveau de la dorsale.**
- **D. Essentiellement par les deux raisons A et B.**
- **E. Essentiellement par les deux raisons B et C.**
- **F. Essentiellement par les deux raisons A et C.**