

Sciences à l'École



# TEST DE SÉLECTION

Olympiades internationales de géosciences

---

Du 1 au 6 avril 2019

Durée : 2 heures



*Validation de la préparation française*



Prénom et Nom :

Date de naissance :

Classe :

Établissement scolaire :

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

Signature de l'élève

## CONSIGNES

Ce test comprend **50 questions sous forme de questions à choix multiples** et **36 pages**. L'usage de la calculatrice est autorisé.

### DURÉE DU TEST

Les élèves ont **1 heure 50 minutes** pour composer sur le test imprimé en entourant au stylo les réponses choisies pour chaque question et **10 minutes** pour saisir leurs réponses sur le formulaire en ligne.

⇒ La durée totale du test est de **2 heures**

### BAREME DES QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES

⇒ Questions avec une seule réponse correcte

**1 point pour la réponse correcte et 0 point pour une réponse fausse**

⇒ Questions avec plusieurs réponses correctes

**1 point par réponse correcte et -0.5 point pour chaque réponse fausse**

#### Remarques :

- *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 ;*

- *La question sera notée zéro si toutes les réponses sont cochées.*



## PARTIE I : Étude autour de la planète Mars...



### Informations sur Mars

- 1<sup>er</sup> survol : Mariner 4 en 1965
- Période de révolution : 1,88 ans
- Demi grand axe : 1,52 UA\*
- Excentricité : 0,093
- Périhélie : 1,38 UA\*
- Aphélie : 1,67 UA\*
- Inclinaison de l'axe de rotation sur l'orbite : 25,19°
- Période de rotation : 24,6 heures
- Albédo moyen : 0,15
- Rayon équatorial : 3396 km (2 fois plus petit que la Terre)
- Atmosphère : CO<sub>2</sub> (96%), Ar, N<sub>2</sub>
- Pression atmosphérique : 610 Pa (10<sup>5</sup> Pa sur Terre)
- Température moyenne : -63°C
- Pas de champ magnétique
- Nombre de satellites : 2

\* 1 UA = 1,50.10<sup>8</sup> km

**Document 1** : Fiche d'identité de Mars, photographie de la surface de la planète (haut) et du rover Curiosity (bas) (NASA/JPL-Caltech/MSSS).

**Question 1** - En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 1, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.

- A. Mars a une orbite quasiment circulaire comme la Terre
- B. La durée du jour martien est sensiblement la même que sur Terre
- C. Les conditions de température et de pression permettent la présence d'eau liquide à la surface de Mars
- D. L'inclinaison de l'axe sur l'orbite est quasiment la même pour la Terre et pour Mars
- E. La gravité sur Mars est plus grande que sur Terre
- F. L'énergie interne emmagasinée en Mars est 4 fois moindre que sur Terre
- G. Il n'y pas de saisons sur Mars
- H. L'absence de champ magnétique sur Mars pourrait expliquer le plus grand nombre de satellites

**Question 2** - En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 1, choisissez la différence d'insolation exacte entre le périhélie et l'aphélie de Mars (*une seule réponse possible*).

- A. 46 %
- B. 68 %
- C. 82 %
- D. 121 %
- E. 147 %
- F. 200 %



Lors d'un événement sismique sur Mars ou « tremblement de mars » un type d'onde sismique, appelée ondes de surface, se déplace depuis l'épicentre à la surface de la planète dans toutes les directions. Les scientifiques s'attendent à ce que ces ondes de surface arrivent à l'atterrisseur InSight de la NASA, conçu pour étudier les secousses sismiques, à trois instants différents : T1, lorsque la première onde arrive, ayant parcouru la plus courte distance entre l'épicentre et l'atterrisseur; T2, lorsque la deuxième onde arrive, après avoir fait le tour de Mars dans l'autre sens; et T3, lorsque la première onde a de nouveau touché l'atterrisseur, après avoir fait un tour complet de Mars. Imaginons qu'InSight enregistre des ondes de « tremblement de mars » aux heures de la Terre suivantes :

T1 = 08: 38: 09.4 UTC

T2 = 10: 04: 48.2 UTC

T3 = 10: 25: 43.0 UTC

Les heures sont en UTC, dans le format hh: mm: ss. On note la vitesse (U) en rad/s de l'onde de surface, la distance en radians sur la sphère de InSight à l'épicentre ( $\Delta$ ) et l'heure à laquelle le « tremblement de mars » s'est produit (T0).

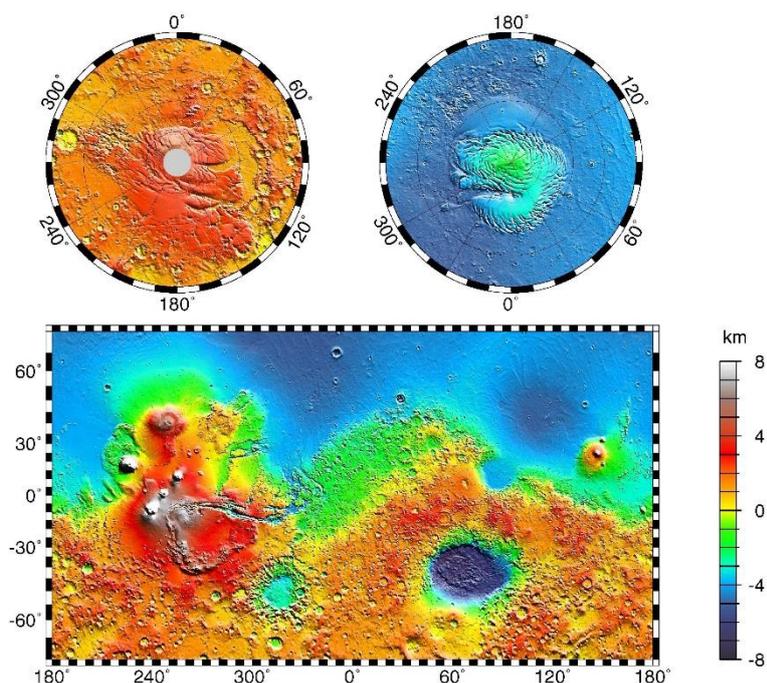


**Document 2 :** Schéma du trajet des ondes (NASA).

**Question 3 - En utilisant les informations extraites du document 2, calculer la vitesse U - en radian/s - de l'onde de surface (une seule réponse possible).**

- A. 0,00017 rad/s
- B. 0,00097 rad/s
- C. 0,00127 rad/s
- D. 0,00347 rad/s
- E. 0,00997 rad/s

La carte ci-dessous représente la topographie de Mars (donnée par l'instrument Mars Orbiter Laser Altimeter de la sonde spatiale Mars Global Surveyor). L'échelle kilométrique représente l'écart par rapport au rayon moyen. L'épaisseur de la croûte martienne est de 45 km environ (en moyenne 32 km au Nord et 58 km au Sud).



**Document 3 :** Carte topographique de la surface de Mars obtenue par l'instrument MOLA (Mars Orbiter Laser Altimeter).

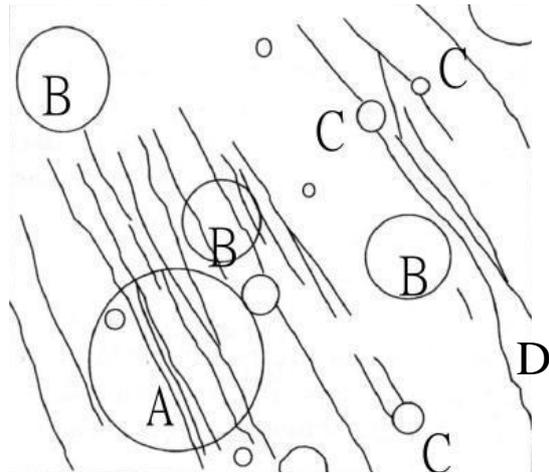
**Question 4 -** En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 3, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.

- A. L'âge des surfaces telluriques se déduit de la distribution de taille des cratères et la présence de larges bassins d'impacts
- B. On n'observe pas de larges bassins d'impacts dans l'hémisphère Nord car ceux-ci ont été recouverts par des processus de resurfaçages récents
- C. La dichotomie entre les deux hémisphères de Mars traduit une différence d'âge
- D. La dichotomie entre les deux hémisphères de Mars traduit une différence de taux d'impacts à la surface
- E. La dichotomie entre les deux hémisphères de Mars traduit une différence d'activité géologique
- F. Les causes physiques du resurfaçage sont possiblement un volcanisme explosif ou effusif, l'érosion fluviale ou la présence d'océans primitifs
- G. Avec la Terre, Mars est la seule planète du Système solaire à présenter des traces d'activité géologique

**Question 5 -** En utilisant les informations extraites du document 3, calculer la longueur du grand canyon équatorial (plusieurs réponses possibles).

- A. au minimum 1000 km
- B. au minimum 1500 km
- C. au minimum 2000 km
- D. au minimum 5000 km
- E. au minimum 10000 km

La photographie de Mars ci-dessous (document 4) représente une partie des flancs du volcan bouclier Tharsis (la largeur de l'image est d'environ 300 km). Un certain nombre de cratères d'impact sont visibles ainsi que plusieurs «fractures rectilignes», failles formées lors d'éruptions effusives. Le schéma de droite (document 4) est un croquis de la photographie présentant les structures géologiques apparentes.



*Document 4 : Photographie d'une partie des flancs du mont Tharsis et interprétation géologique.*

**Question 6 - En utilisant les informations extraites du document 4, choisissez la chronologie de mise en place de ces structures (une seule réponse possible).**

- A. A - B - D - C
- B. A - B - C - D
- C. C - D - A - B
- D. D - C - A - B

**Question 7 - En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 4, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.**

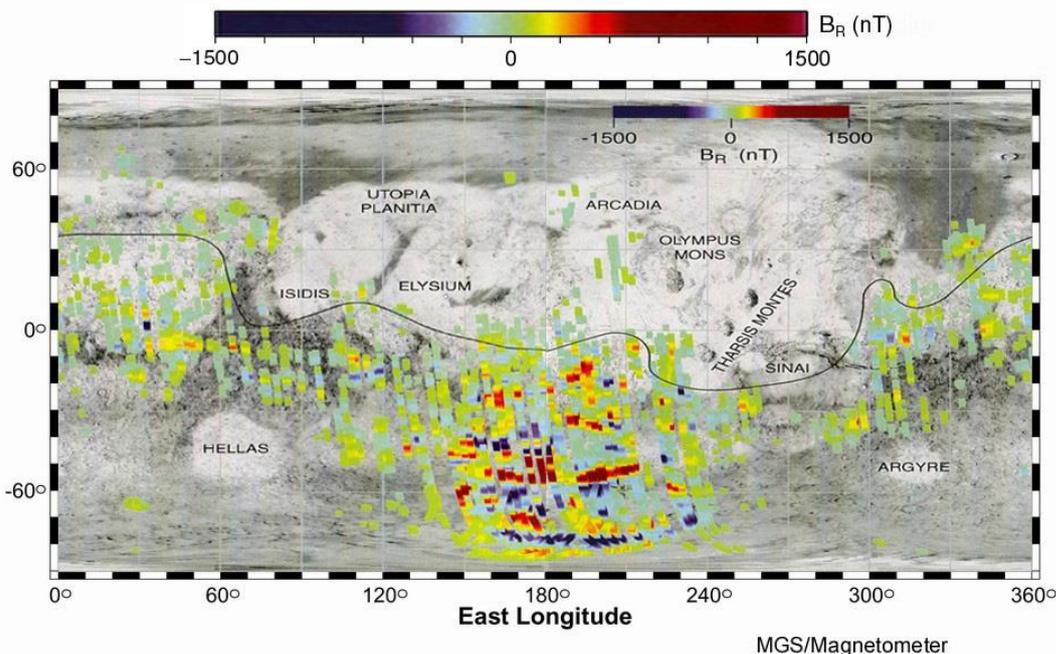
- A. La source de lumière vient du coin supérieur droit
- B. La source de lumière vient du coin inférieur gauche
- C. La source de lumière vient du coin inférieur droit
- D. Sur la photo, on peut identifier un lieu d'où l'on pourrait admirer un soleil couchant (et levant)
- E. La taille des cratères décroît avec le temps
- F. La taille des cratères croît avec le temps



**Document 5 :** Carte de la composante verticale du champ magnétique de la croûte Martienne obtenue grâce à un magnétomètre à bord de la sonde MGS (Mars Global Surveyor).

$B_R$  = champ magnétique rémanent

nT = nano Tesla



**Question 8 - En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites des documents 3 et 5, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.**

- A. L'absence de dichotomie entre la croûte localisée dans l'hémisphère Nord et dans l'hémisphère Sud de Mars s'explique par une mise en place synchrone de ces deux croûtes
- B. La profondeur maximale de la croûte sur Mars est du même ordre de grandeur de celle de la croûte océanique sur Terre
- C. On observe une dichotomie entre la croûte localisée dans l'hémisphère Nord et dans l'hémisphère Sud de Mars : la croûte Sud est plus épaisse que la croûte Nord
- D. Il ne semble pas y avoir de lien entre l'épaisseur de la croûte et la répartition du champ magnétique rémanent sur Mars
- E. Sur Terre, on observe une alternance d'anomalies positive et négative du champ magnétique rémanent - que l'on représente par des bandes blanches et noires - ce qui n'est pas le cas sur Mars.

**Question 9 - Les roches de Mars ne présentant pas de champ magnétique rémanent ont pu, tout de même, enregistrées un champ magnétique dans le passé à condition... (plusieurs réponses possibles).**

- A. Qu'elles contiennent des minéraux pouvant s'aligner sur le champ magnétique
- B. Qu'elles contiennent des minéraux pouvant enregistrer la direction du dipôle magnétique
- C. Qu'elles se soient formées quand Mars avait encore un champ magnétique

**Question 10 - Sur Terre, le champ magnétique est de 65 000 nT en moyenne. En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites des documents 3 et 5, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.**

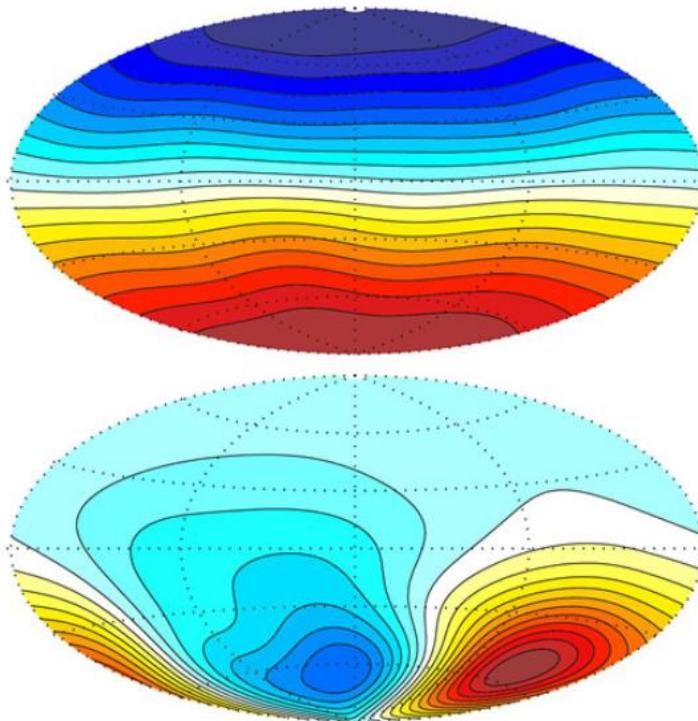
- A. Mars a été davantage protégée du vent solaire que la Terre
- B. Mars a été moins protégée du vent solaire que la Terre
- C. La présence d'un champ magnétique n'est pas à relier à une protection contre le vent solaire



- D. Au niveau du cratère de la zone « Hellas » il n’y a pas d’enregistrement de champ magnétique car les roches de la croûte Sud sont passées en dessous de la température de Curie suite à une remontée de matériel froid après que Mars ait perdu son champ magnétique
- E. Au niveau du cratère de la zone « Hellas » il n’y a pas d’enregistrement de champ magnétique car les roches de la croûte Sud sont passées en dessous de la température de Curie suite à un impact après que Mars ait perdu son champ magnétique
- F. Au niveau du cratère de la zone « Hellas » il n’y a pas d’enregistrement de champ magnétique car les roches de la croûte Sud sont passées au-dessus de la température de Curie suite à une remontée de matériel froid après que Mars ait perdu son champ magnétique
- G. Au niveau du cratère de la zone « Hellas » il n’y a pas d’enregistrement de champ magnétique car les roches de la croûte Sud sont passées au-dessus de la température de Curie suite à un impact après que Mars ait perdu son champ magnétique

Les géophysiciens ont créé un modèle qui pourrait expliquer la répartition du champ magnétique sur Mars en partant de l’hypothèse que la limite manteau/noyau dans l’hémisphère Nord serait à une température d’un degré supérieur à celle de l’hémisphère Sud. Les résultats obtenus sont présentés dans le document 6.

**Document 6 :** Composante radiale du champ magnétique sur Terre (en haut) et sur Mars (en bas) où la limite manteau/noyau est plus chaude dans l’hémisphère Nord que dans l’hémisphère Sud.



Remarque : plus la couleur est intense dans le bleu ou dans le rouge plus le champ magnétique est intense (les couleurs bleu et rouge indiquent des lignes de champ de sens opposé).

Stanley et al., Science, 2008

**Question 11 - En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 6, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.**

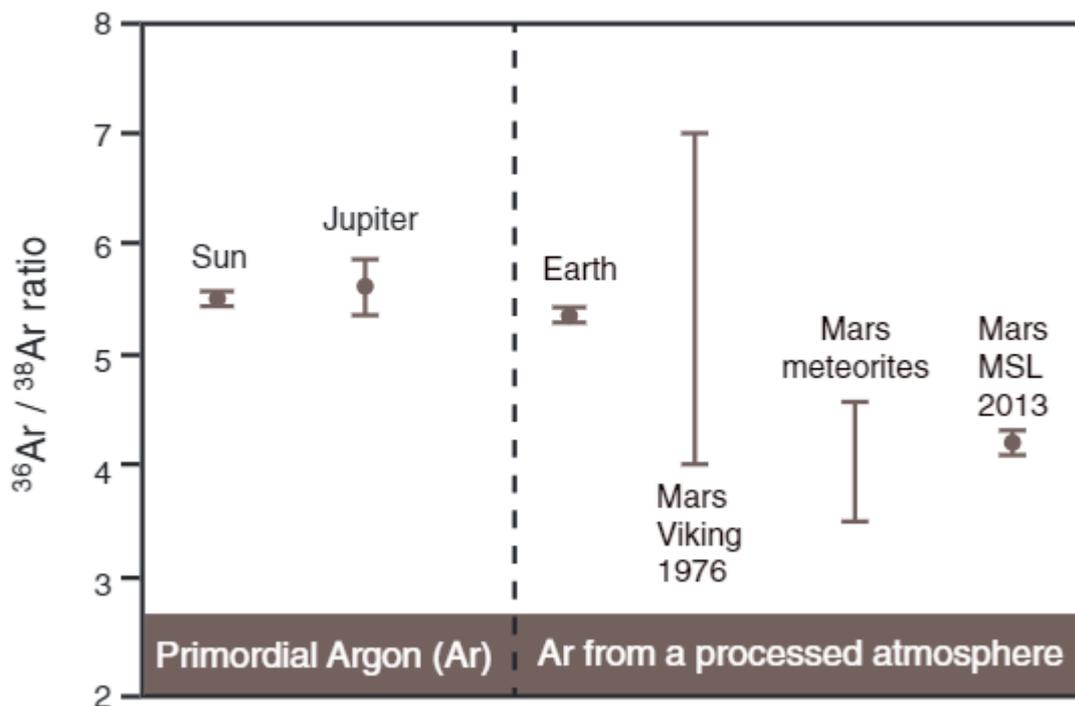
- A. Sur la modélisation terrestre les lignes de champ magnétique doivent converger au niveau du pôle bleu et diverger au niveau du pôle rouge
- B. Sur la modélisation terrestre les lignes de champ magnétique doivent diverger au niveau du pôle bleu et converger au niveau du pôle rouge



- C. On observe un effet doppler uniquement dans un seul hémisphère sur Mars
- D. On observe un effet dynamo uniquement dans un seul hémisphère sur Mars
- E. La limite manteau/noyau sur Terre est à 5155 km de la surface
- F. La limite manteau/noyau sur Terre est à 2900 km de la surface
- G. La limite manteau/noyau sur Terre est à 670 km de la surface
- H. Les chercheurs ont émis le postulat sur la différence de température à la limite manteau/noyau en lien avec la variation d'épaisseur de la croûte sur Mars
- I. Il est peu probable que la différence d'un degré soit dû à une variation d'épaisseur de croûte sur Mars

Question 12 - Sur Terre, la présence d'un champ magnétique planétaire implique... (plusieurs bonnes réponses possibles).

- A. Un mouvement conductif permettant un écoulement
- B. Un mouvement convectif permettant un écoulement
- C. Un liquide conducteur constitué de nickel et de fer
- D. Un liquide conducteur constitué de nickel et de plomb
- E. Une transformation d'énergie électrique en énergie mécanique
- F. Une transformation d'énergie mécanique en énergie électrique



**Document 7 :** Comparaison du ratio  $^{36}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$  mesuré pour le Soleil, Jupiter, la Terre, Mars et les météorites martiennes.

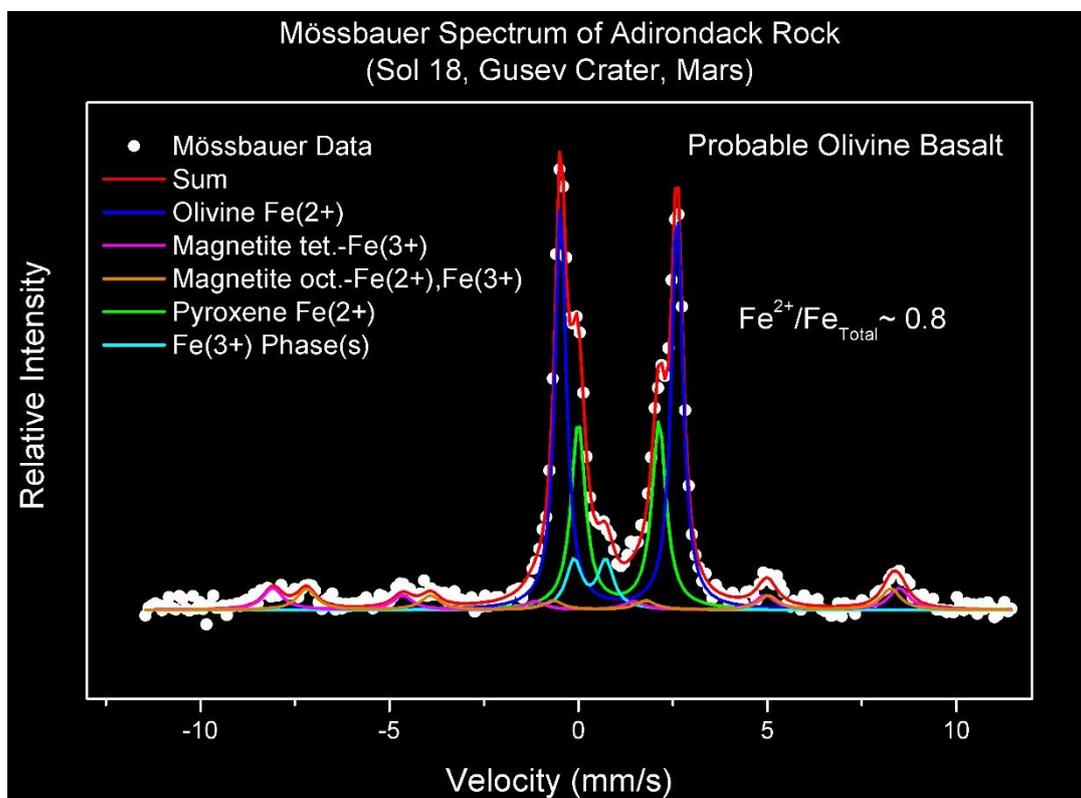
Remarque : les planétésimaux possèdent le même ratio  $^{36}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$  que le Soleil.



Question 13 - En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites des documents 5 et 7, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.

- A. Compte tenu de la répartition du champ magnétique sur Mars, un flux d'air de l'Hémisphère Nord vers l'Hémisphère Sud a probablement été présent dans le passé
- B. Compte tenu de la répartition du champ magnétique sur Mars, un flux d'air de l'Hémisphère Sud vers l'Hémisphère Nord a probablement été présent dans le passé
- C. Le rapport  $^{36}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$  de Jupiter est expliqué uniquement par sa position dans le système solaire
- D. Le rapport  $^{36}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$  de Jupiter est expliqué par sa masse permettant de retenir les volatiles constituant son atmosphère
- E. La comparaison des rapports  $^{36}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$  de Mars et de la Terre montre que Mars a perdu une part plus importante de son atmosphère que la Terre
- F. La comparaison des rapports  $^{36}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$  de Mars et de la Terre montre que Mars a perdu une part moins importante de son atmosphère que la Terre
- G. Au cours du processus de perte d'atmosphère, l'Argon 36 est préférentiellement perdu vers l'espace
- H. Au cours du processus de perte d'atmosphère, l'Argon 38 est préférentiellement perdu vers l'espace

Au cours des missions spatiales, des « robots-géologues » disposent de spectromètres permettant d'obtenir des informations quant à la composition de la planète. Le spectromètre Mossbauer constitue une source radioactive qui excite les atomes de fer de la cible, faisant ainsi vibrer le cortège électronique de ces atomes. L'analyse de ces vibrations permet de distinguer  $\text{Fe}^{2+}$  de  $\text{Fe}^{3+}$  et de déterminer la nature des liaisons Fe-X. Par comparaison avec des étalons, on peut identifier de nombreux minéraux contenant du fer.



Document 8 : Spectre de Mossbauer obtenu pour Mars.

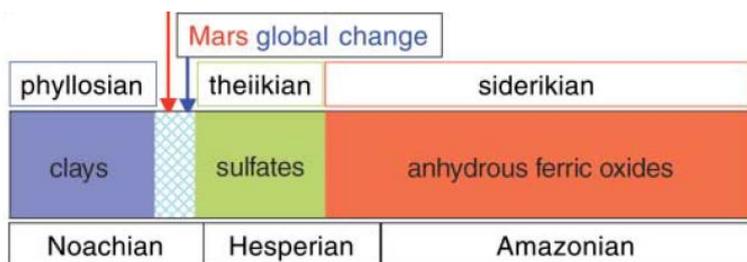


Question 14 - En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 8, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.

- A. Les minéraux riches en fer cristallisent en dernier selon la série de Bowen
- B. Les minéraux riches en fer cristallisent en premier selon la série de Bowen
- C. La couleur d'une roche permet d'avoir une indication sur l'état d'oxydation du fer qu'elle contient
- D. La couleur rouge de Mars est à relier à la présence de magnétite avec du fer  $Fe^{3+}$
- E. La couleur rouge de Mars est à relier à la présence de magnétite avec du fer  $Fe^{2+}$

Question 15 - En utilisant vos connaissances ainsi que les informations extraites du document 8, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes. Il est probable de retrouver sur Mars...

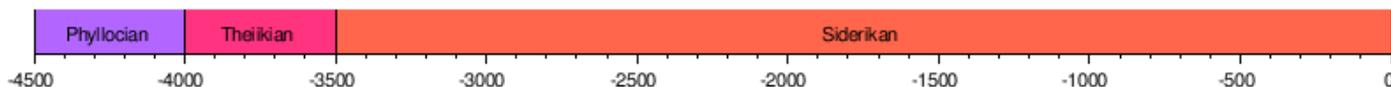
- A. Du granite
- B. De l'andésite
- C. Du basalte
- D. De la rhyolite
- E. Des traces d'érosion par l'eau
- F. Des traces d'érosion par le vent solaire



**Document 9 :** Esquisse de l'histoire de l'altération sur Mars (à droite) et frise chronologique permettant de dater les différentes périodes en millions d'années (ci-dessous).

Clay = argile

Anhydrous ferric oxides = oxydes de fer anhydres



Question 16 - En utilisant les informations extraites du document 9, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes qui ont pu marquer la période du Phyllosian.

- A. Une activité volcanique intense
- B. Une évaporation intense de l'eau
- C. Une longue altération par l'eau de roches mafiques
- D. Des conditions de haute température
- E. Des conditions acides en surface
- F. Des conditions basiques en surface
- G. La formation d'évaporite

Question 17 - En utilisant les informations extraites du document 9, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes qui ont pu marquer la période du Theiikian.

- A. Une activité volcanique intense
- B. Une évaporation intense de l'eau
- C. Une longue altération par l'eau de roches mafiques
- D. Des conditions de haute température



- E. Des conditions acides en surface
- F. Des conditions basiques en surface
- G. La formation d'évaporite

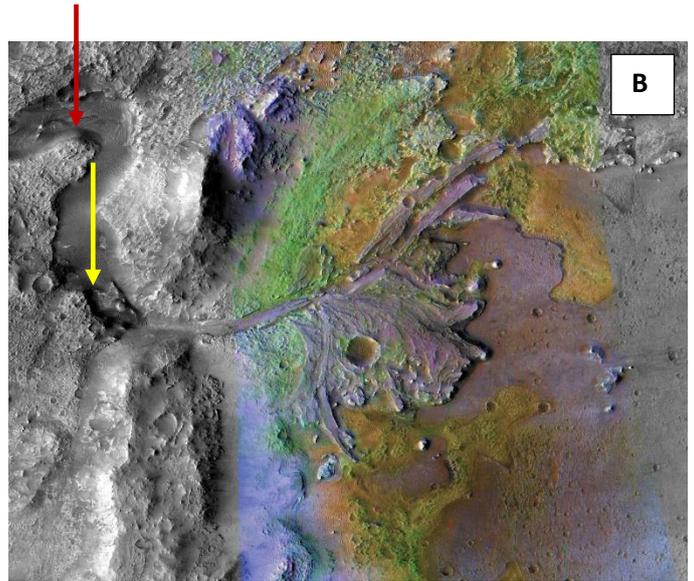
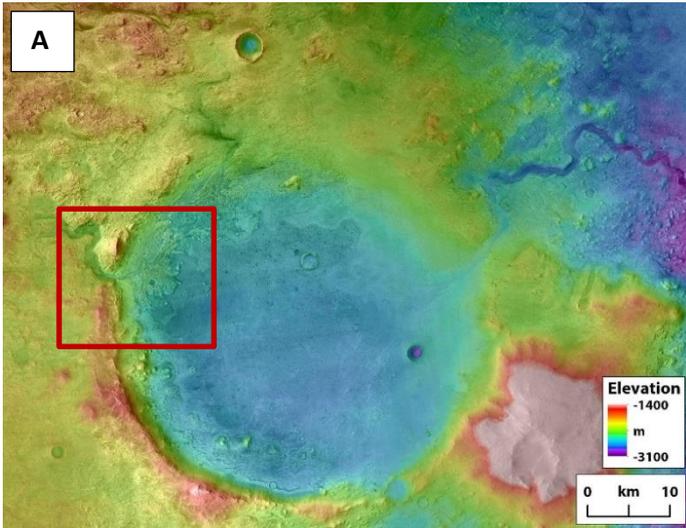
**Question 18 - En utilisant les informations extraites du document 9, choisissez la proposition exacte. La disparition de l'eau liquide à la surface de Mars peut être datée à... (une seule réponse possible).**

- A. 4,4 milliards d'années
- B. 3,8 milliards d'années
- C. 3,3 milliards d'années

**Question 19 - À quelle époque la planète Mars aurait pu abriter la vie... (une seule réponse possible).**

- A. Au Phyllosian contrairement à la Terre où on date approximativement l'apparition de la vie à 2 milliards d'années
- B. Au Phyllosian contrairement à la Terre où on date approximativement l'apparition de la vie à 3.8 milliards d'années
- C. Au Theiikian contrairement à la Terre où on date approximativement l'apparition de la vie à 2 milliards d'années
- D. Au Theiikian, comme pour la Terre où on date approximativement l'apparition de la vie à 3.8 milliards d'années
- E. Au Siderikian comme pour la Terre où on date approximativement l'apparition de la vie à 2 milliards d'années
- F. Au Siderikian contrairement à la Terre où on date approximativement l'apparition de la vie à 3.8 milliards d'années

Des zones avec un fort potentiel habitable sur Mars ont été détectées. En 2020, un rover sera envoyé sur cette planète dont le site d'atterrissage est prometteur en terme de découverte possible de traces de vie, il s'agit du cratère de Jezero.



**Document 10** : Cratère de Jezero (A) et zoom d'un bord encadré du cratère en (A) (B), méandres présents en Chine (C).



**Question 20** - En utilisant les informations extraites du document 10, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.

- A. La photographie B est un estuaire
- B. La photographie B est un delta
- C. Le cratère de Jerezo a pu être un lac dans le passé
- D. Le cratère de Jerezo est forcément lié à un épisode volcanique
- E. On retrouvera des alluvions au niveau des méandres de Mars et de la Terre préférentiellement au niveau de la flèche jaune
- F. On retrouvera des alluvions au niveau des méandres de Mars et de la Terre préférentiellement au niveau de la flèche rouge

\*\*\*



**Question 21** - En utilisant uniquement vos connaissances, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes. Sur la Lune, une carte des constellations pourrait être utile pour s'orienter...

- A. Si le Soleil est dans le ciel, on ne pourrait pas voir les étoiles
- B. Les étoiles ne forment pas dans le ciel lunaire les constellations décrites depuis la Terre ; la carte est donc inutile
- C. On retrouve les constellations comme sur Terre, mais l'étoile polaire n'indique pas le Nord
- D. Les constellations du zodiaque sont proches de l'équateur céleste lunaire
- E. La carte n'est pas utile car on peut s'orienter avec une boussole

**Question 22** - En utilisant uniquement vos connaissances, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.

- A. La magnitude d'un astre peut prendre une valeur négative
- B. Plus la magnitude d'un corps céleste est grande, plus il est lumineux
- C. Plus l'albédo d'un corps est élevé, plus il absorbe la lumière, et donc, moins il réfléchit de lumière
- D. Pour une taille donnée, plus l'albédo de l'objet est grand, plus sa magnitude est petite
- E. Pour une magnitude donnée, plus l'albédo de l'objet est grand, et plus son diamètre est petit

**Question 23** - En utilisant uniquement vos connaissances, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes relatives aux propriétés remarquables des satellites Galiléens de Jupiter.

- A. Ils possèdent tous une atmosphère dense comme la Terre
- B. Europe a sans doute sous sa banquise un océan liquide
- C. Io produit en permanence de la lave
- D. Ganymède est plus gros que la planète Mercure
- E. Ils sont en rotation synchrone (comme notre Lune)

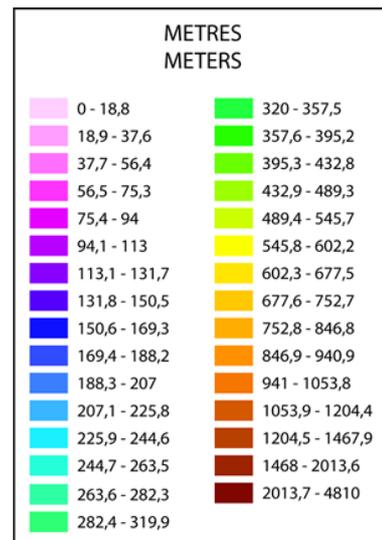
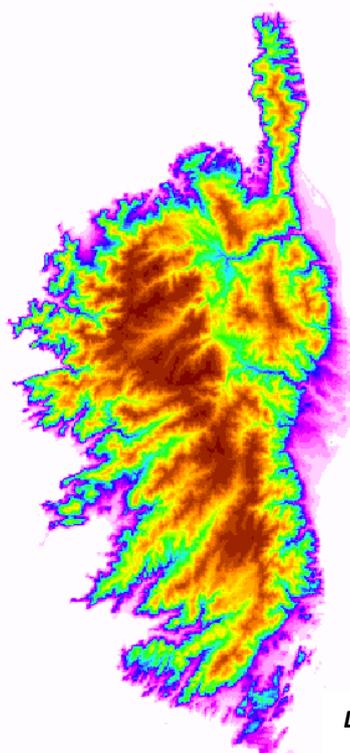


## PARTIE II : Météo et GR 20...

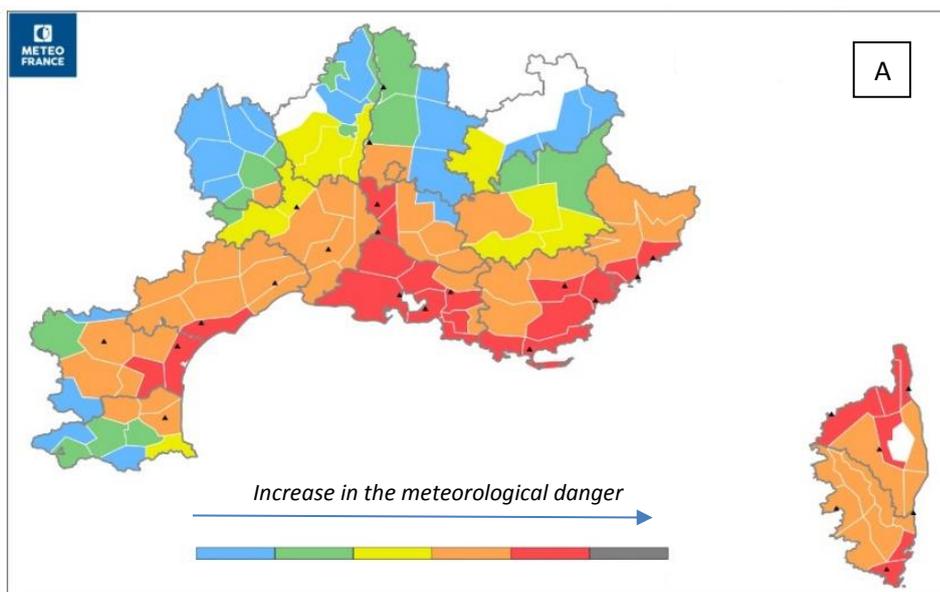
Pendant un trek en haute montagne, les randonneurs doivent consulter les bulletins météorologiques pour des raisons de sécurité.

Durant le début du mois de septembre 2017, des feux de forêts ont sévi en Corse et les randonneurs qui souhaitaient commencer le célèbre GR 20 ont dû retarder leur départ pour cause de fermeture des parcs nationaux Corses.

L'objectif de l'exercice est d'appréhender les conditions météorologiques durant cette période.



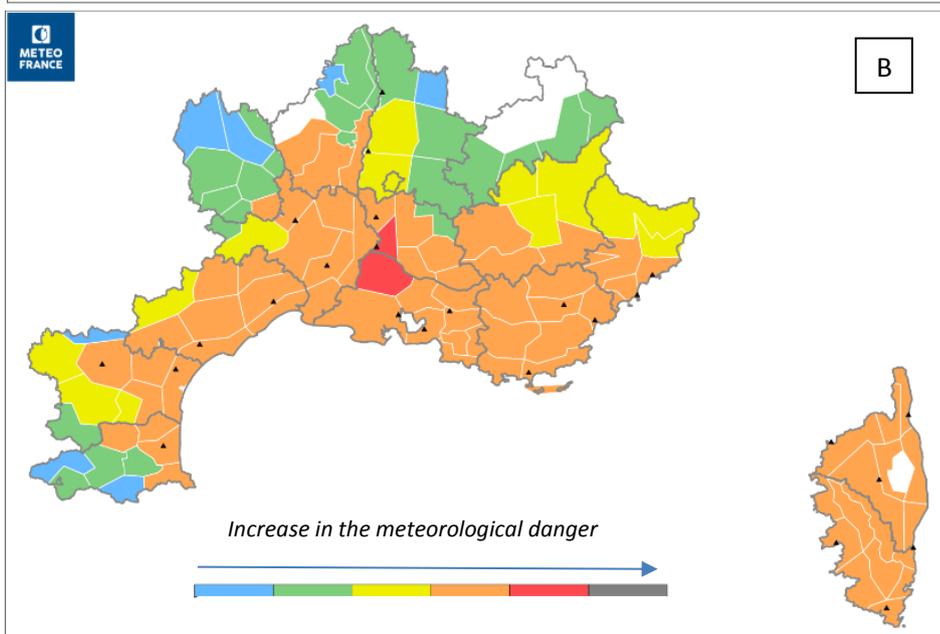
Document 11 : Carte d'altitude de la Corse



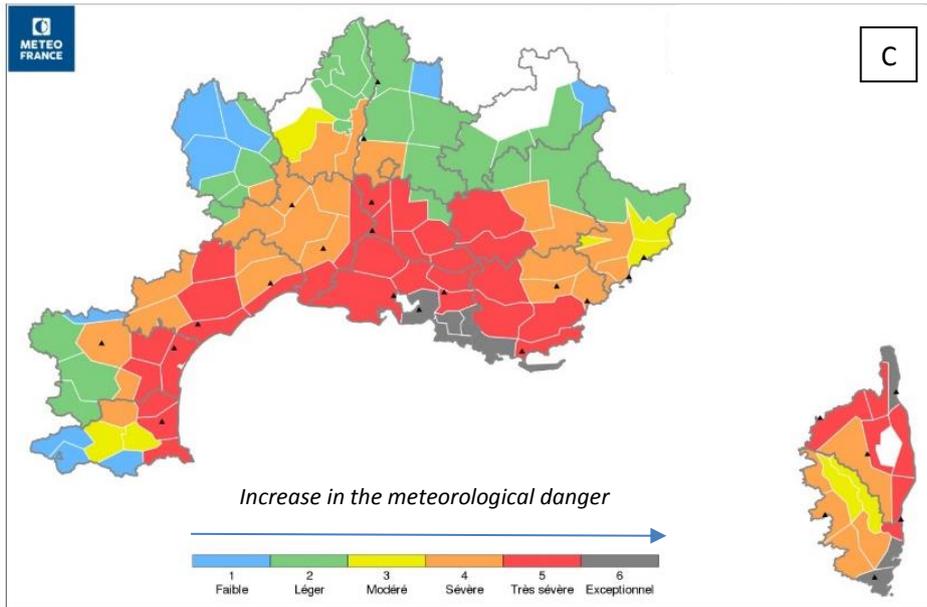
A

Document 12 : Cartes de vigilance météorologique pour les 3 premiers jours de Septembre 2017, notées "A" "B" "C"

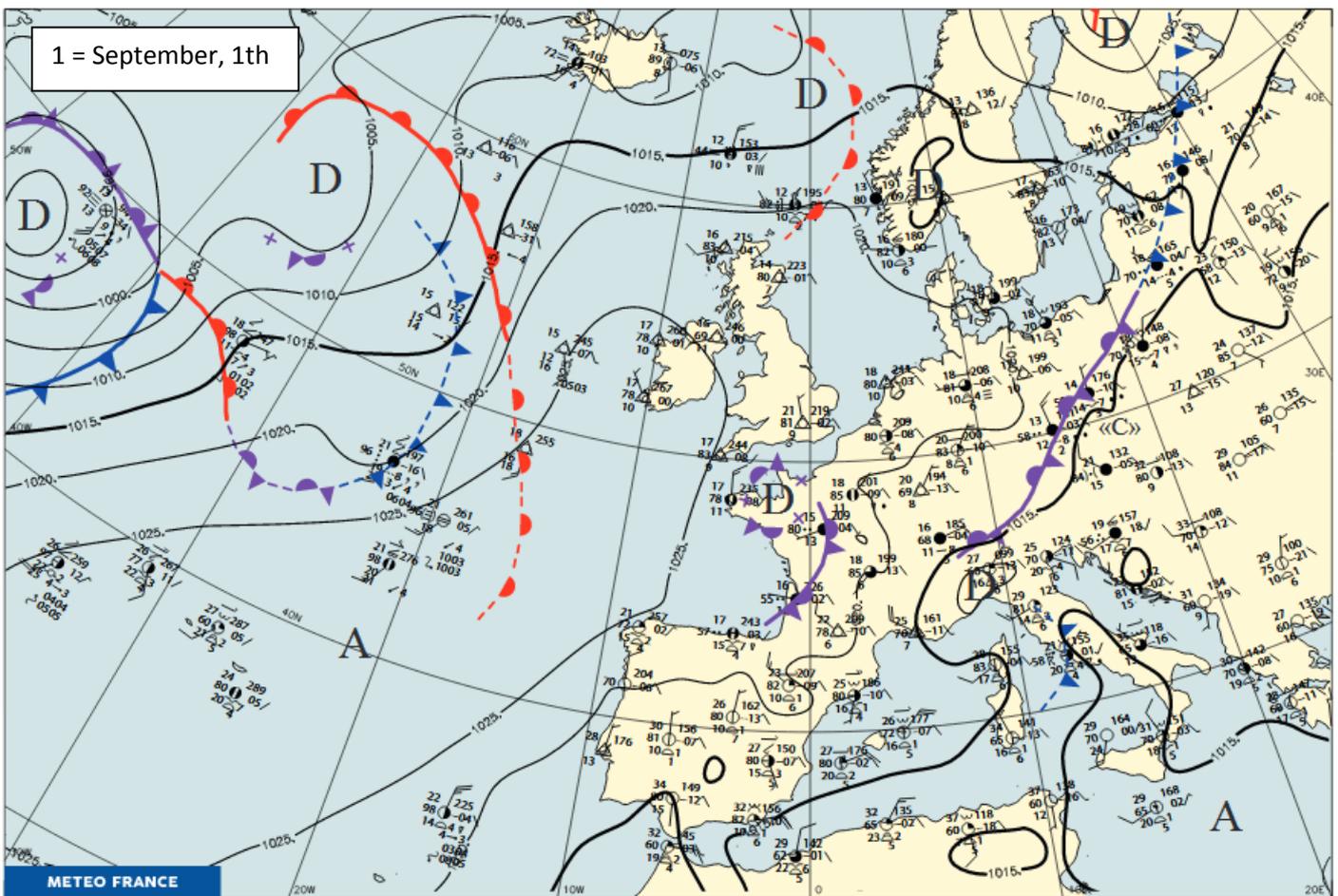
Remarque : les cartes ne sont pas forcément dans l'ordre chronologique des premiers jours de septembre.

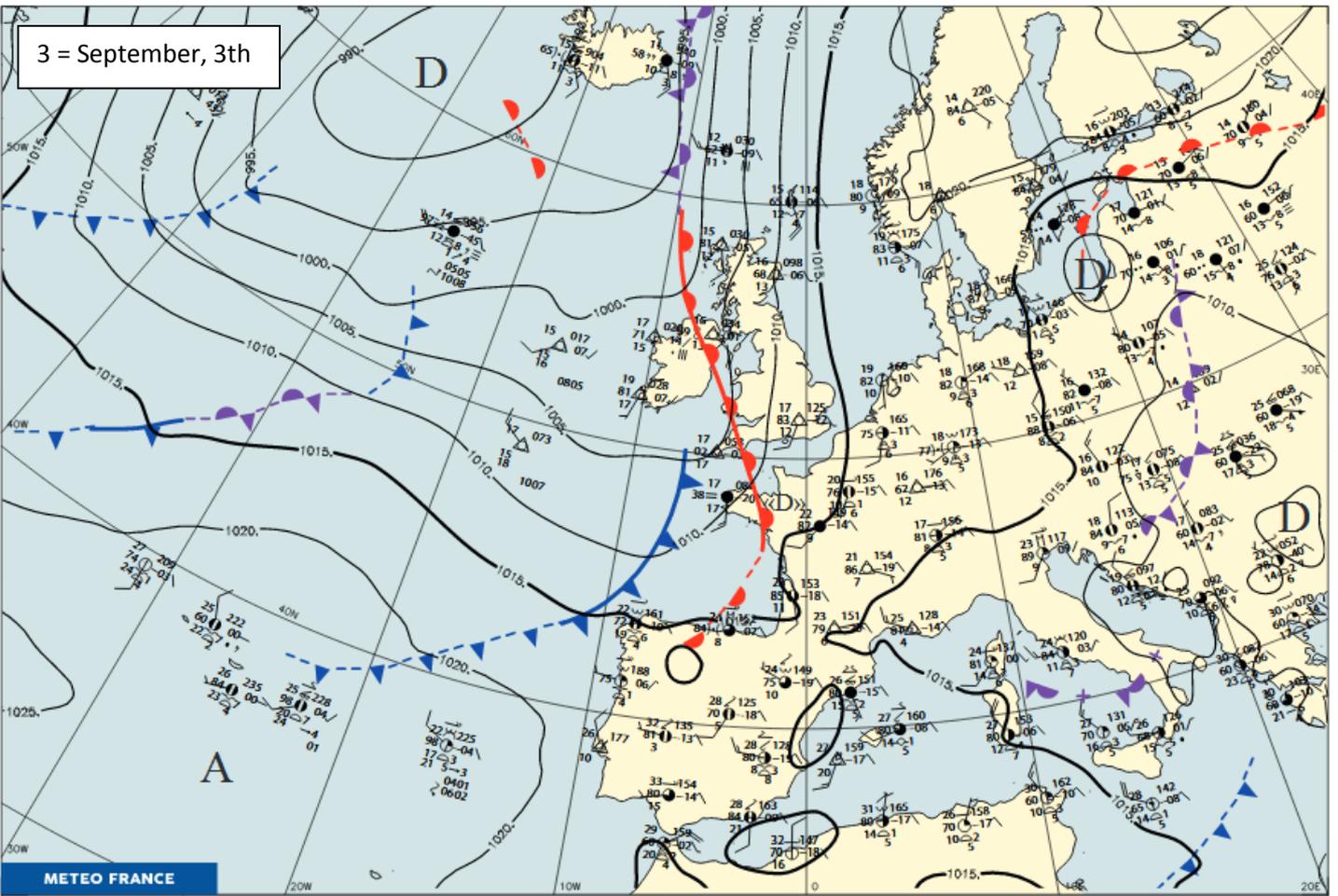
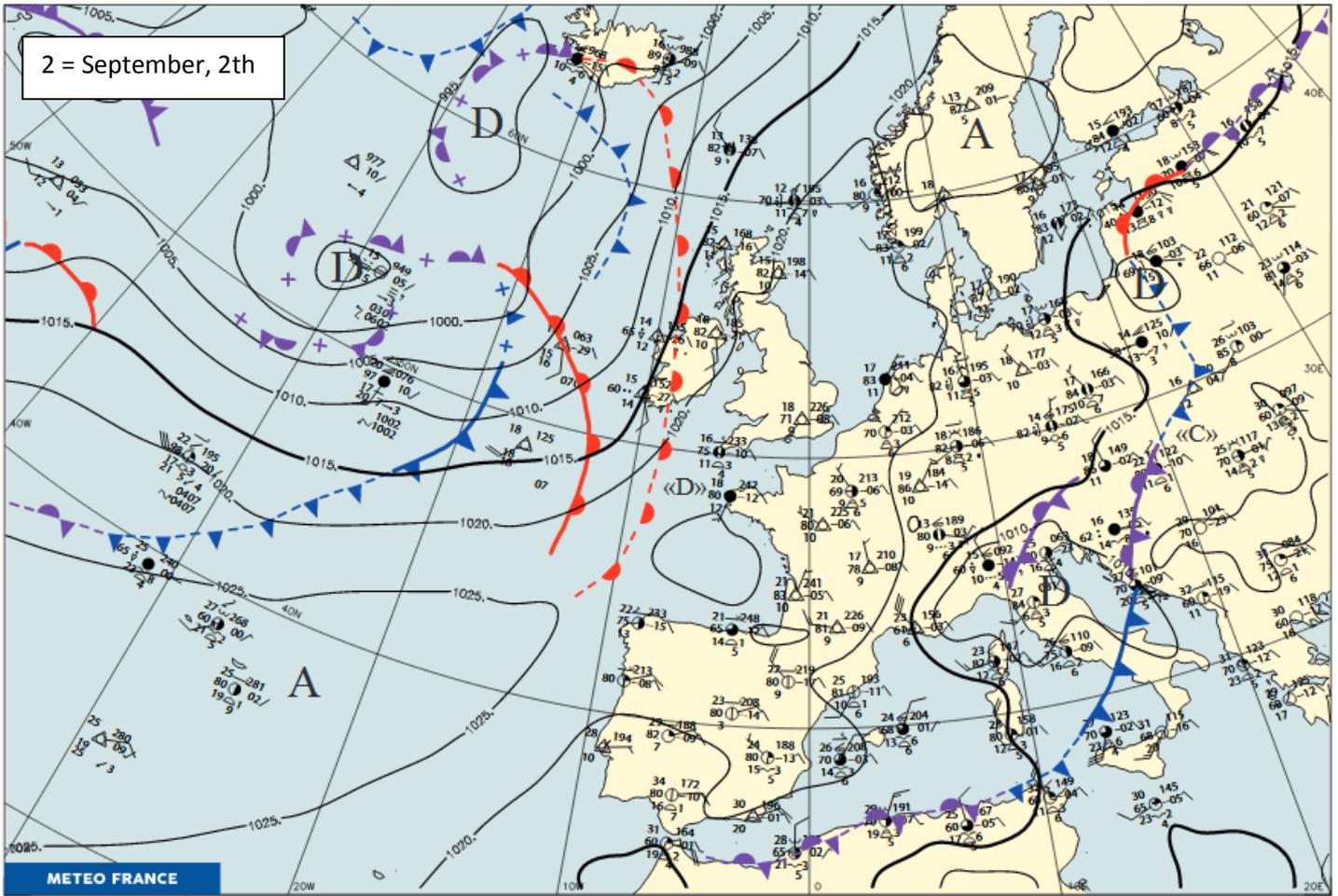
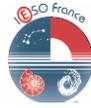


B



**Document 13 (ci-dessous) :** Bulletins météorologiques quotidiens (cartes de pression) durant les 3 premiers jours de Septembre, notés "1" "2" "3".







Question 24 - À partir des documents 12 et 13, trouver la meilleure association entre les cartes de vigilance et les cartes de pression pour le 1<sup>er</sup>, le 2 et le 3 Septembre 2017 (*une seule réponse exacte*).

- A. A2 - B1 - C3
- B. A1 - B2 - C3
- C. A3 - B2 - C1
- D. A1 - B3 - C2
- E. A2 - B3 - C1
- F. A3 - B1 - C2

Question 25 - À partir des documents 12 et 13, choisissez les propositions exactes. Il est probable que les randonneurs furent bloqués au premier refuge du GR 20 au Nord de l'île, les conditions météorologiques élevant le niveau de risque d'incendie...

- A. Le 2 Septembre, à cause d'un vent fort venant du Nord
- B. Le 1<sup>er</sup> Septembre, à cause d'un vent fort venant de l'Ouest
- C. Pas le 3 Septembre, en l'absence de dépression, marquée sur la zone
- D. Le 2 Septembre, à cause d'un vent fort venant du Sud-Ouest
- E. Le 3 Septembre, à cause d'une pression de 1015 hPa associée à un vent fort
- F. Le 1<sup>er</sup> Septembre, à cause d'une dépression autour de la Corse

Question 26 - À partir des documents 11, 12 et 13, choisissez les propositions exactes. Le risque d'incendie élevé sur l'ensemble de la Corse en raison de la sécheresse de l'été 2017 est encore accentué début Septembre 2017...

- A. À cause d'un air chaud et humide provenant du Nord-Est qui est bloqué par les montagnes Corse
- B. À cause du franchissement du point de rosée, qui conduit à des précipitations sur la face Est de la chaîne de montagne Corse
- C. À cause d'une masse d'air qui arrive par l'Ouest et qui est soulevée au passage de la chaîne de montagne Corse
- D. À cause du franchissement du point de rosée, qui conduit à des précipitations sur la face Ouest de la chaîne de montagne Corse

Question 27 - Choisissez les propositions exactes à propos de l'effet de Foehn...

- A. Plus la masse d'air perd de l'humidité en se soulevant pour franchir la chaîne de montagne plus l'effet de Foehn est fort
- B. L'effet de Foehn est accentué par une augmentation de la quantité d'air chaud et par une basse altitude de la chaîne de montagne Corse
- C. La masse d'air reçoit de la chaleur à cause de la condensation donc l'air est plus chaud et plus sec en aval de la chaîne de montagne

Question 28 - Au début du mois de Septembre 2017, l'effet de Foehn... (*une seule réponse exacte*).

- A. Devait être diminué
- B. Devait être accentué
- C. N'était pas affecté



**Question 29 - Une situation fréquente lors des treks est de se réveiller avec de la buée sur la toile de tente, à l'intérieur. Cela peut être expliqué par... (plusieurs réponses exactes).**

- A. Une augmentation de la pression partielle de vapeur d'eau à l'intérieur de la tente ainsi que d'une diminution de la température de la toile de tente
- B. Une augmentation de la pression partielle de vapeur d'eau à l'intérieur de la tente ainsi que d'une augmentation de la température de la toile de tente
- C. Une diminution de la pression partielle de vapeur d'eau à l'intérieur de la tente ainsi que d'une augmentation de la température de la toile de tente
- D. Une diminution de la pression partielle de vapeur d'eau à l'intérieur de la tente ainsi que d'une diminution de la température de la toile de tente
- E. Une diminution de la température de l'air qui est en contact avec la tente passant sous le point de rosée
- F. Une différence non significative entre la température intérieure et extérieure de la tente
- G. Une température qui est plus importante que celle du point de rosée permettant la formation d'une grande quantité de buée

### PARTIE III : Évaluation de l'impact de la fonte d'un iceberg

Un iceberg, qui dérive dans la région du Groenland, a une section horizontale constante  $S$  et une hauteur  $H$ .

On considère que la masse volumique de l'eau liquide,  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ , et celle de la glace,  $\rho_g = 0.92 \text{ g/cm}^3$ , sont constantes.

**Question 30 - Le principe d'Archimède explique que l'iceberg flotte. Choisissez l'expression littérale qui peut rendre compte de ce phénomène... (une seule réponse exacte).**

- A.  $h_e = \frac{h}{0,92}$
- B.  $h_e = hx(1 + \frac{\rho_g}{\rho})$
- C.  $h_e = hx(1 - \frac{\rho_g}{\rho})$
- D.  $h_e = hx(\frac{1}{(\frac{\rho_g}{\rho} - 1)})$

**Question 31 - Sachant que 90 % d'un iceberg est immergé et en utilisant la même logique qu'à la question précédente, choisissez parmi les propositions ci-dessous l'expression littérale correcte du volume immergé  $V_i$  de l'iceberg (une seule réponse exacte).**

- A.  $V_i = h \times S \times (1 - \frac{\rho_g}{\rho})$
- B.  $V_i = h \times S \times \frac{\rho_g}{\rho}$
- C.  $V_i = h \times \frac{S}{\rho_g}$
- D.  $V_i = h \times \frac{\rho_g}{S}$



**Question 32 - L'iceberg fond intégralement en raison des effets conjugués de l'arrivée du printemps et de sa dérive vers le sud. Choisissez la proposition exacte relative à la conséquence de la fonte de l'iceberg sur le volume d'eau (liquide + glace) contenu dans l'océan et donc sur le niveau de l'océan (*une seule réponse exacte*).**

- A. Une augmentation égale au volume initialement émergé et qui a fondu induisant une élévation du niveau de l'océan
- B. Une augmentation égale à  $\frac{\rho_g}{\rho} \times V_i$  induisant une élévation du niveau de l'océan
- C. Une diminution égale à  $(1 - \frac{\rho_g}{\rho}) \times V_i$  induisant une élévation du niveau de l'océan
- D. La fonte de l'iceberg n'a aucune incidence sur le volume d'eau de l'océan ni sur son niveau

**Question 33 - En considérant la même situation que précédemment, choisissez l'expression littérale du volume d'eau liquide  $V_f$  produit par la fonte de la totalité de l'iceberg (*une seule réponse exacte*).**

- A.  $V_f = \frac{\rho_g}{\rho} h \times S$
- B.  $V_f = V_i + 0,92 V_e$
- C.  $V_f = h \times S \times (1 - \frac{\rho_g}{\rho})$
- D.  $V_f = h \times S \times (1 + \frac{\rho_g}{\rho})$

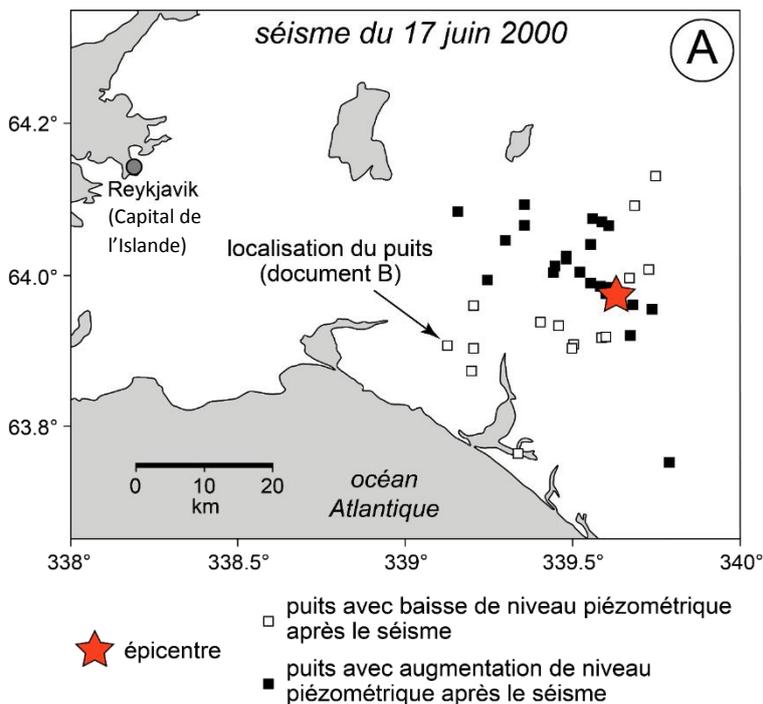


## PARTIE IV : SCIENCES DE LA TERRE

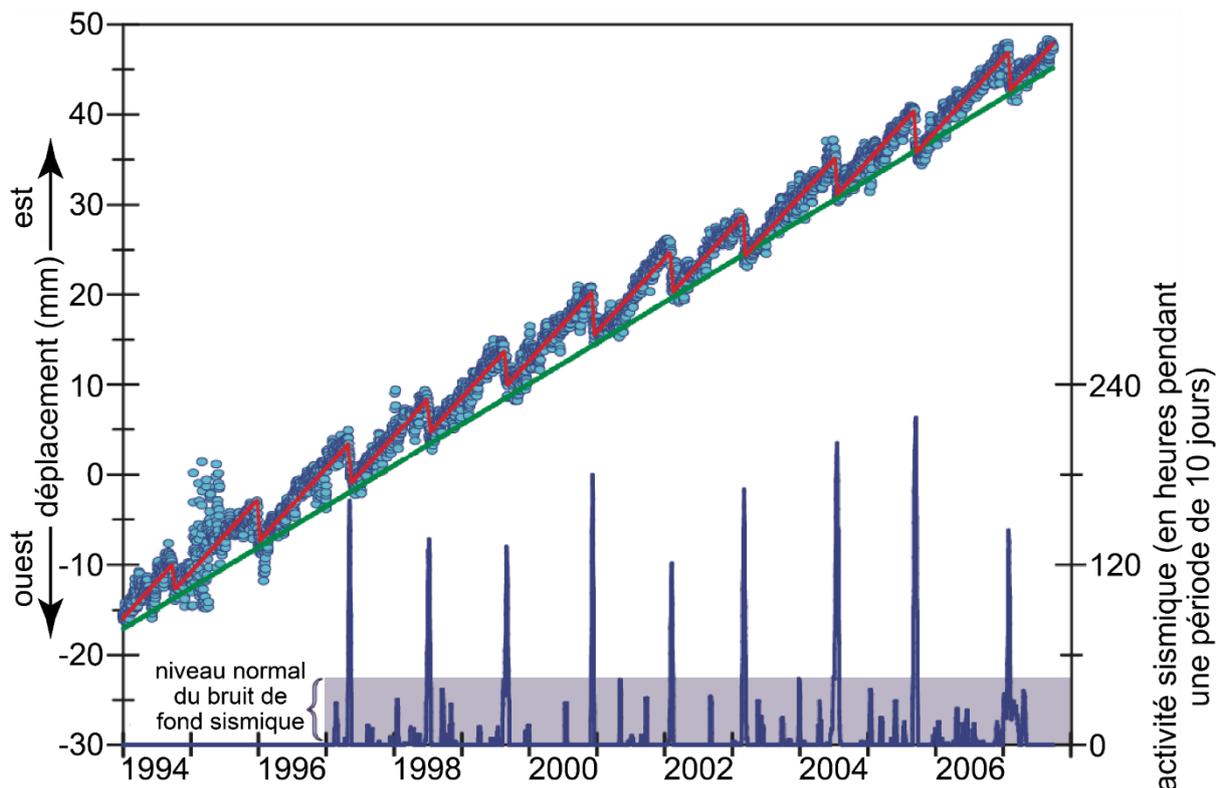
Question 34 - En utilisant uniquement vos connaissances, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.

- A. La discontinuité de Mohorovicic marque la base de la lithosphère continentale
- B. La discontinuité de Mohorovicic marque la base de la croûte océanique
- C. L'asthénosphère est une enveloppe liquide animée de mouvements de convection
- D. Le noyau interne est métallique et liquide
- E. Le noyau externe est liquide et sa limite externe est la discontinuité de Gutemberg
- F. La discontinuité de Lehman se situe à environ 1900 km de profondeur
- G. La zone de faible vitesse (LVZ) marque la limite entre la lithosphère et la zone de transition
- H. La lithosphère est rigide et l'asthénosphère est ductile

Un séisme s'est produit en juin 2000 dans le sud de l'Islande. Ses caractéristiques ont pu être étudiées par la mesure du niveau de l'eau (niveau piézométrique) dans des puits qui ont été forés pour l'exploitation géothermique.





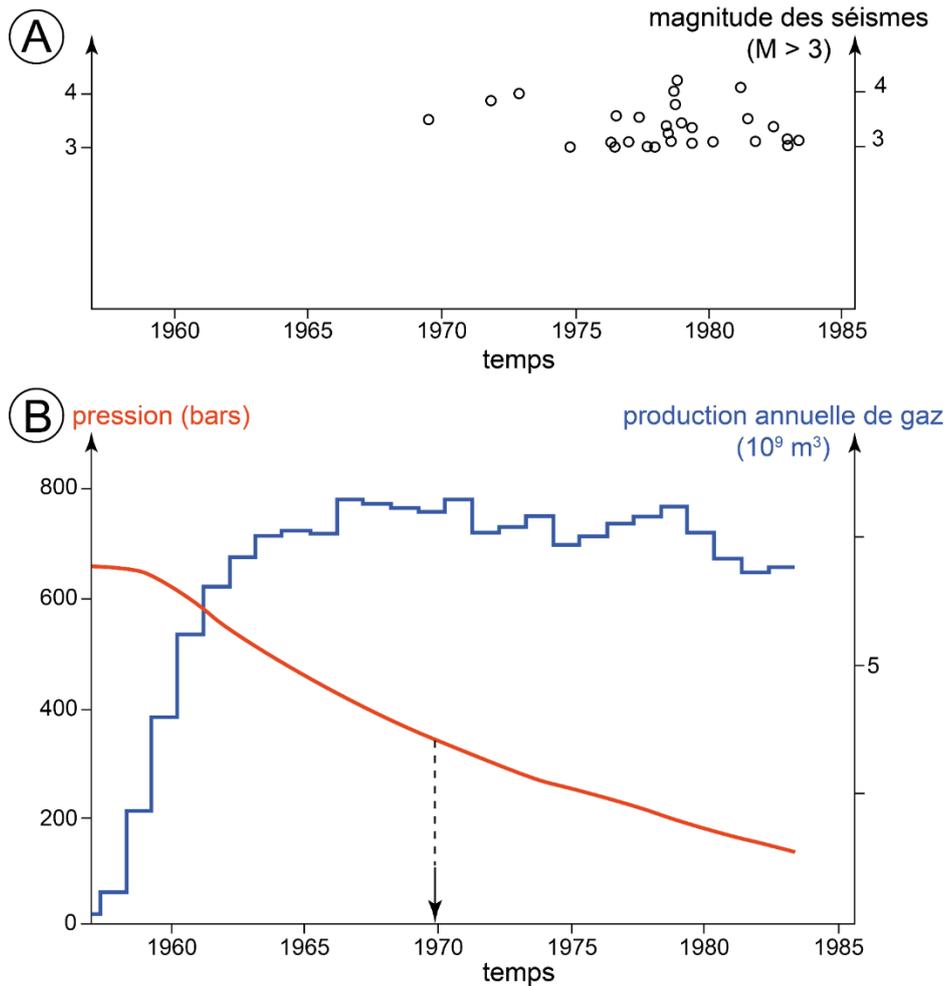


**Document 15 :** Enregistrement des déformations en surface par mesures GPS (station de Victoria, Colombie Britannique, côte ouest du Canada ; déplacements de la plaque lithosphérique Pacifique par rapport à la plaque lithosphérique Nord Amérique supposée stable) et de la sismicité (Gomberg et al., 2010). L'activité sismique est mesurée en temps réel. Les données reportées (courbe en bleu au bas du diagramme) correspondent au temps d'activité sismique de faible magnitude mesurée en heures pour une période de 10 jours.

**Question 36 - À partir de l'analyse du document 15 et en utilisant vos connaissances, choisissez les propositions exactes.**

- A. Il n'existe pas de corrélation entre les déformations mesurées au GPS et l'activité sismique dans la région étudiée
- B. Les séismes enregistrés ont la même intensité et donc la même magnitude
- C. Le déplacement cumulé (vers l'est ; droite verte) mesuré pendant les 14 années d'observation est à mettre en relation avec une accumulation de contraintes tectoniques dans les roches de la zone d'étude
- D. En 14 ans, le déplacement de la plaque Pacifique vers l'est (en longitude) est de l'ordre de 6,2 cm
- E. Le déplacement de la plaque Pacifique vers l'est (en longitude) est de l'ordre de 4,5 cm par an
- F. Les séismes enregistrés sont de très forte magnitude
- G. Le cycle sismique est d'échelle annuelle dans la région

Du gaz naturel est exploité au niveau d'une structure en dôme (pli anticlinal) dans le gisement de Lacq (Hautes-Pyrénées) situé le long de la bordure septentrionale de la chaîne des Pyrénées. Des mesures géophysiques ont mis en évidence une sismicité dans la zone du gisement gazier. Le document 16 présente l'évolution au cours de temps de la sismicité, des caractéristiques des séismes et de l'exploitation gazière.



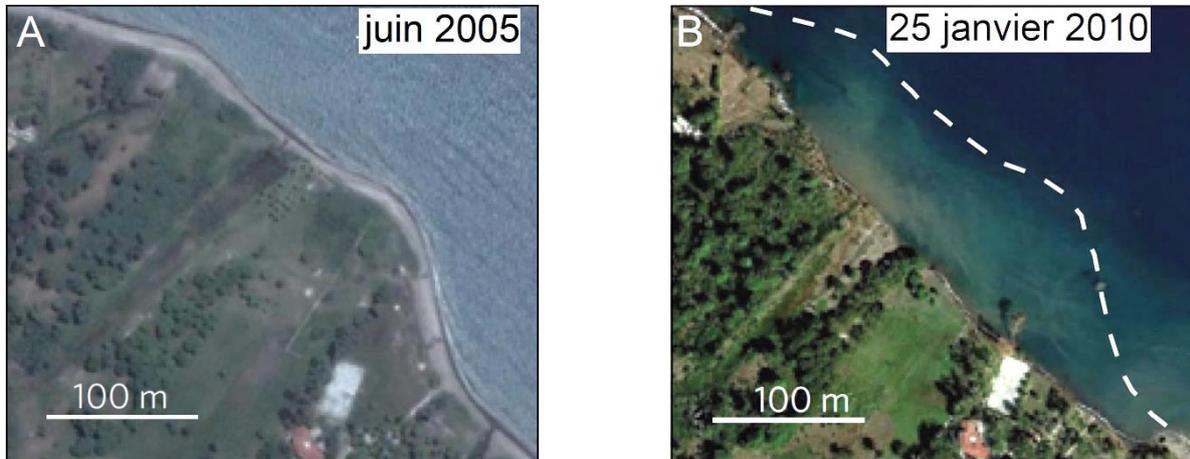
**Document 16 :** Evolution du champ gazier de Lacq au cours du temps. **A.** Sismicité (séismes de magnitude > 3). **B.** Production du champ gazier de Lacq (courbe en rouge : évolution de la pression dans le gisement gazier ; courbe en bleu : évolution de la production annuelle de gaz). La flèche verticale en pointillés indique le début des mesures de la sismicité (Grasso et Wittlinger, 1990).

**Question 37 -** À partir de l'analyse du document 16 et en utilisant vos connaissances, choisissez les propositions exactes.

- A. Les séismes sont liés à une baisse de pression dans le gisement gazier
- B. Les séismes sont liés à une augmentation de pression dans le gisement gazier
- C. L'extraction du gaz n'est pas à l'origine des séismes
- D. Les séismes de magnitude > 3 ne se produisent qu'à partir de 1970
- E. L'extraction du gaz s'accompagne d'une compaction des roches du réservoir
- F. Les séismes sont tous liés à l'évolution naturelle de la chaîne des Pyrénées



L'île d'Haïti (Grandes Antilles) a subi un violent séisme de magnitude  $M_w = 7.0$  le 12 janvier 2010. Deux photographies aériennes du rivage de la baie de Grand Goâve (côte Nord d'Haïti) ont été prises en juin 2005 puis le 25 janvier 2010. Elles sont présentées sur le document 17.



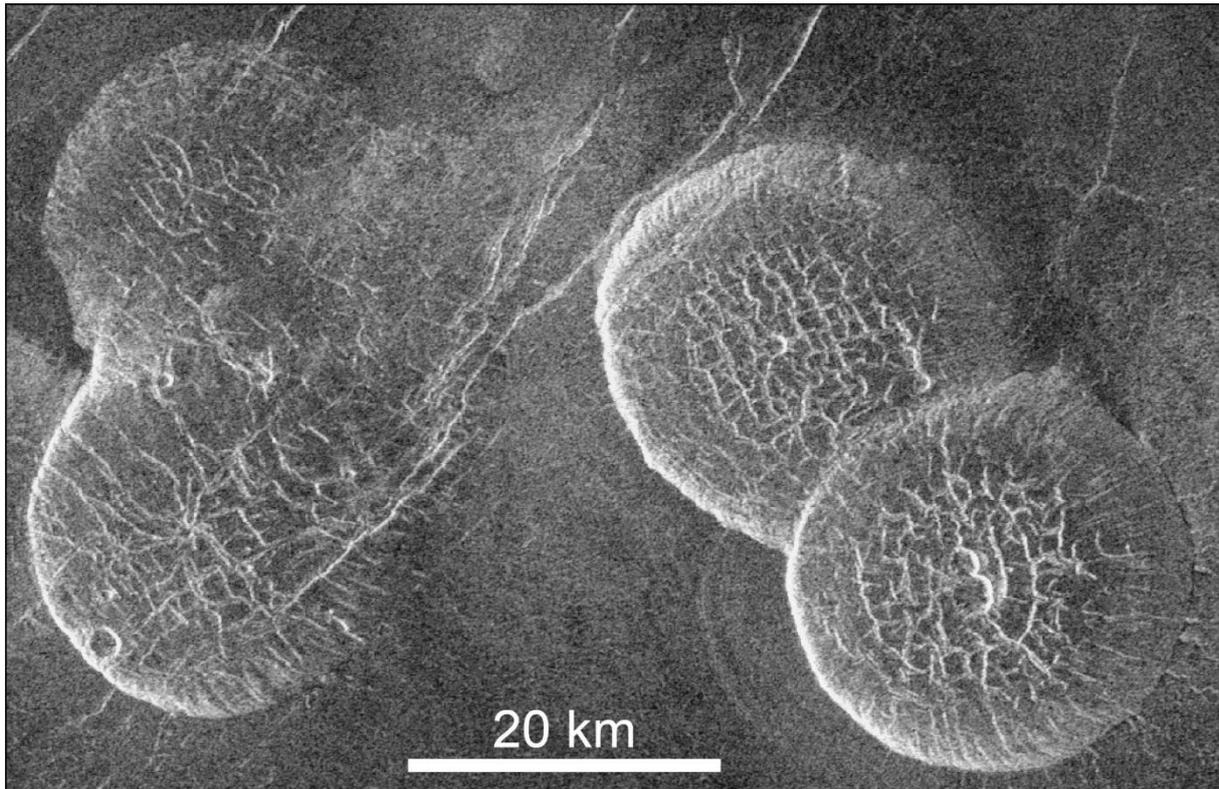
**Document 17 :** A. Vue aérienne d'une portion de littoral de la Baie de Goâve (côte Nord d'Haïti – juin 2005). B. Vue aérienne du même secteur (25 janvier 2010). La position du rivage de juin 2005 est indiquée en tiretés blancs (d'après Hornbach et al., 2010).

**Question 38 -** À partir de l'analyse du document 17 et en utilisant vos connaissances, choisissez les propositions exactes.

- A. Le trait de côte a avancé vers la mer entre juin 2005 et le 25 janvier 2010
- B. Un tsunami dévastateur a provoqué le recul du trait de côte
- C. Le recul du trait de côte est lié à l'érosion normale par l'action des vagues
- D. Le déplacement du trait de côte pourrait être lié au séisme du 12 janvier 2010
- E. Le déplacement du trait de côte est lié à une augmentation du niveau de la mer
- F. Le trait de côte a reculé vers la terre ferme entre juin 2005 et le 25 janvier 2010
- G. Un violent tsunami a provoqué l'avancée du trait de côte



Les caractéristiques de la surface de la planète Vénus ont pu être étudiées grâce aux images radar obtenues par la sonde américaine Magellan.



**Document 18** : Image radar de la topographie d'une région de la planète Vénus (NASA/JPL).

**Question 39** - À partir de l'analyse du document 18 et en utilisant vos connaissances, choisissez la proposition exacte. La NASA interprète ces formations comme l'indice d'un volcanisme explosif car... *(une seule réponse exacte)*.

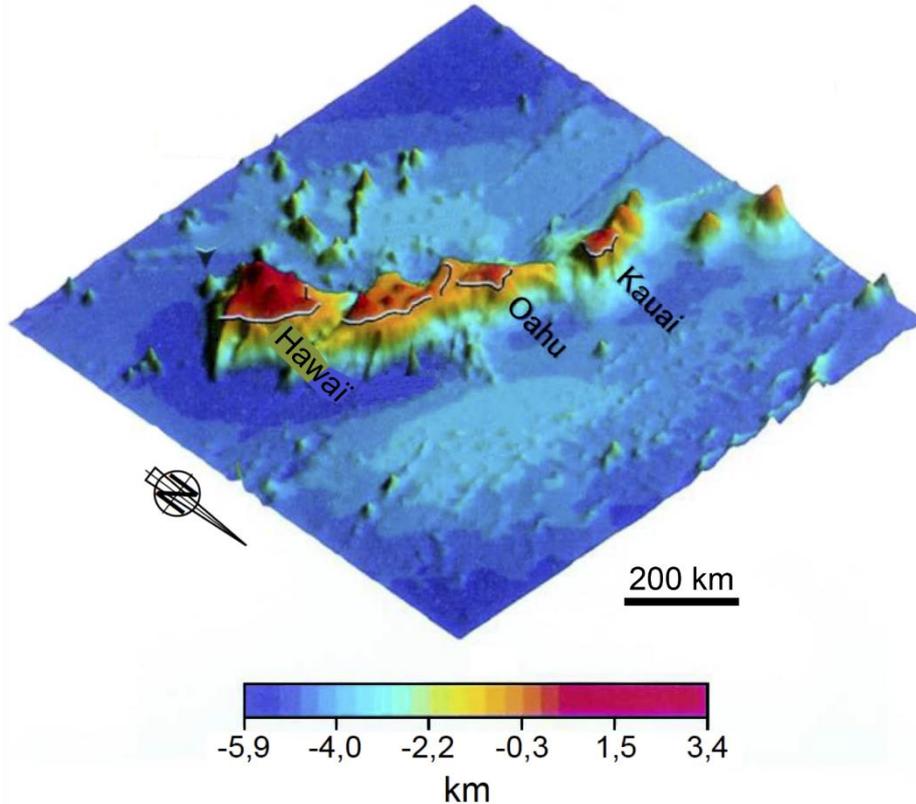
- A. De longues coulées de lave sont présentes
- B. Des cratères d'impact présents dans les dômes attestent que ces derniers sont constitués de roches tendres
- C. Les structures sont massives et il y a une absence de coulées
- D. La taille des dômes est typique d'un volcanisme explosif

**Question 40** - En utilisant uniquement vos connaissances, choisissez les propositions exactes parmi les suivantes.

- A. Un granite renferme deux types de feldspaths (feldspaths alcalins et feldspaths plagioclases)
- B. Une roche carbonée est toujours combustible
- C. Une andésite renferme toujours du quartz
- D. Une obsidienne présente une texture microlitique
- E. Un granite ne renferme qu'un seul type de feldspath (feldspaths alcalins)
- F. Une roche carbonatée renferme toujours de la calcite
- G. Un basalte renferme généralement de l'amphibole
- H. Un schiste peut renfermer des minéraux de taille centimétrique



- I. Un granite peut présenter une texture pegmatitique
- J. Une marne renferme toujours de l'argile
- K. Un grès renferme des grains dont le diamètre est compris entre 2 mm et 35  $\mu\text{m}$
- L. Un grès renferme des grains dont le diamètre est compris entre 0,5 mm et 63  $\mu\text{m}$



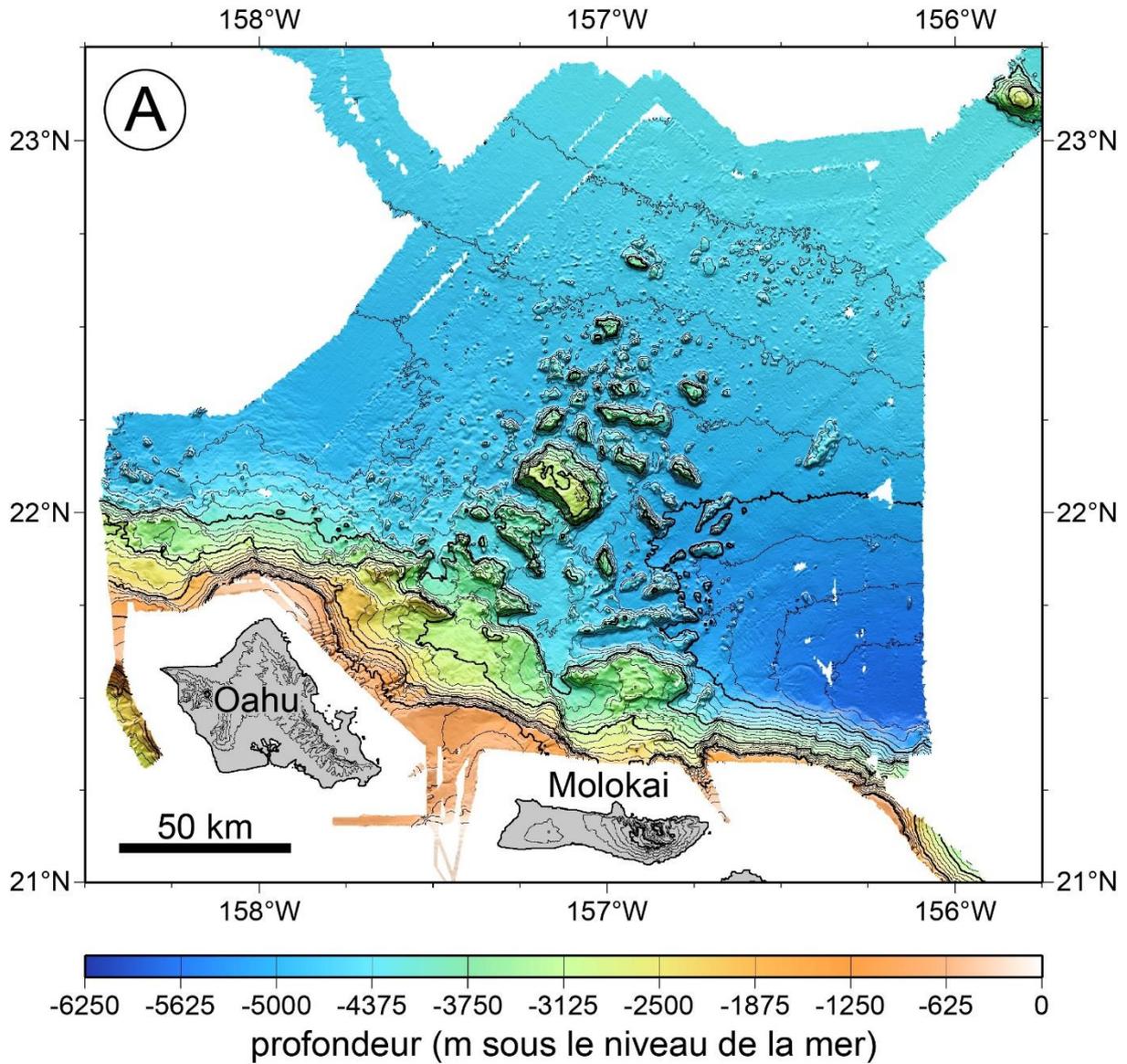
**Document 19 :** Topographie et bathymétrie des fonds marins de l'archipel d'Hawaï (Watts, 2001, d'après les données de Woolard et al., 1966 et de Sandwell et Smith, 2001). Les îles de l'archipel d'Hawaï sont situées dans l'océan Pacifique, au sein de la plaque Pacifique.

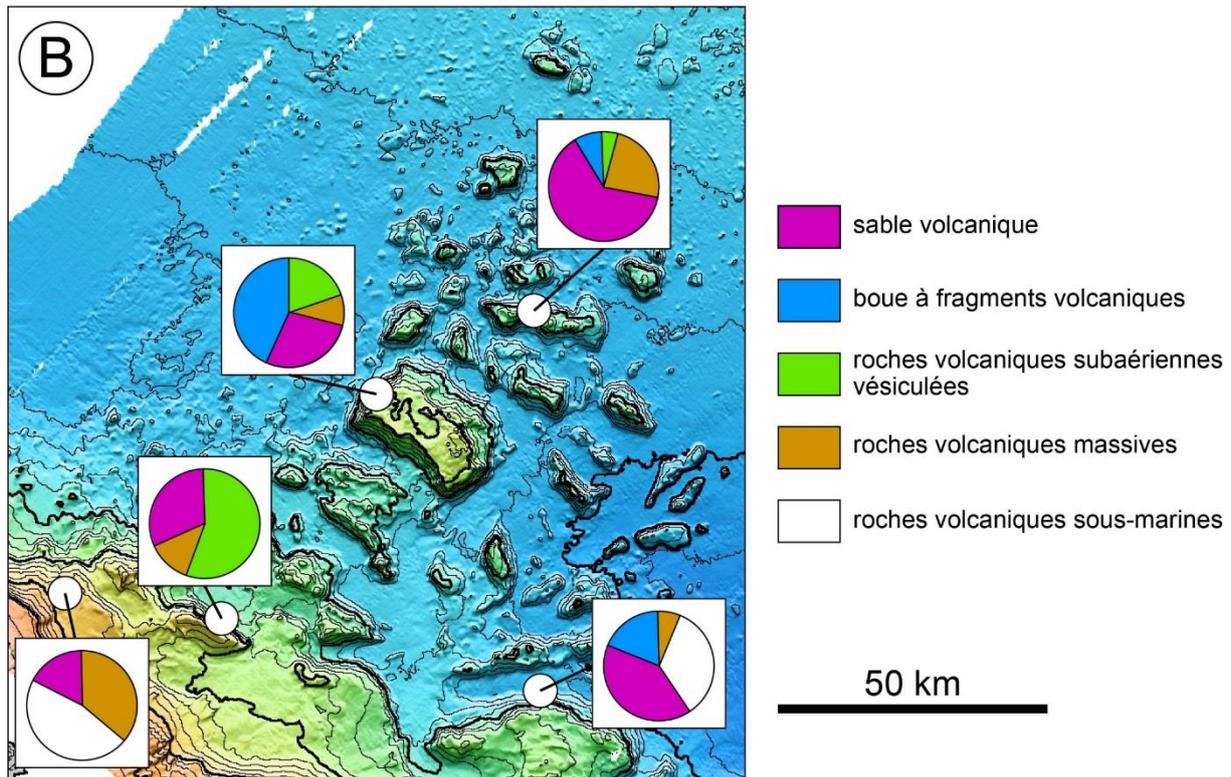
**Question 41 -** À partir de l'analyse du document 19 et en utilisant vos connaissances, choisissez les propositions exactes.

- A. La dépression située à la périphérie de l'archipel d'Hawaï correspond à une fosse de subduction
- B. La dépression située à la périphérie de l'archipel d'Hawaï est liée à la masse des îles volcaniques
- C. La dépression située à la périphérie de l'archipel d'Hawaï résulte de la déformation ductile de la croûte
- D. L'archipel d'Hawaï correspond à la partie émergée d'une dorsale médio-océanique
- E. Les îles volcaniques de l'archipel d'Hawaï correspondent à un alignement de volcans de point chaud
- F. L'archipel d'Hawaï correspond à une chaîne de montagnes dont les sommets émergent au-dessus du niveau de la mer



Les fonds marins au nord des îles volcaniques de Oahu et de Molokai (situées à l'ouest de l'île d'Hawaï) ont été étudiés lors d'une campagne océanographique. L'image bathymétrique obtenue est présentée sur le document 20. Elle permet d'identifier des masses rocheuses sur le fond marin au nord des deux îles.





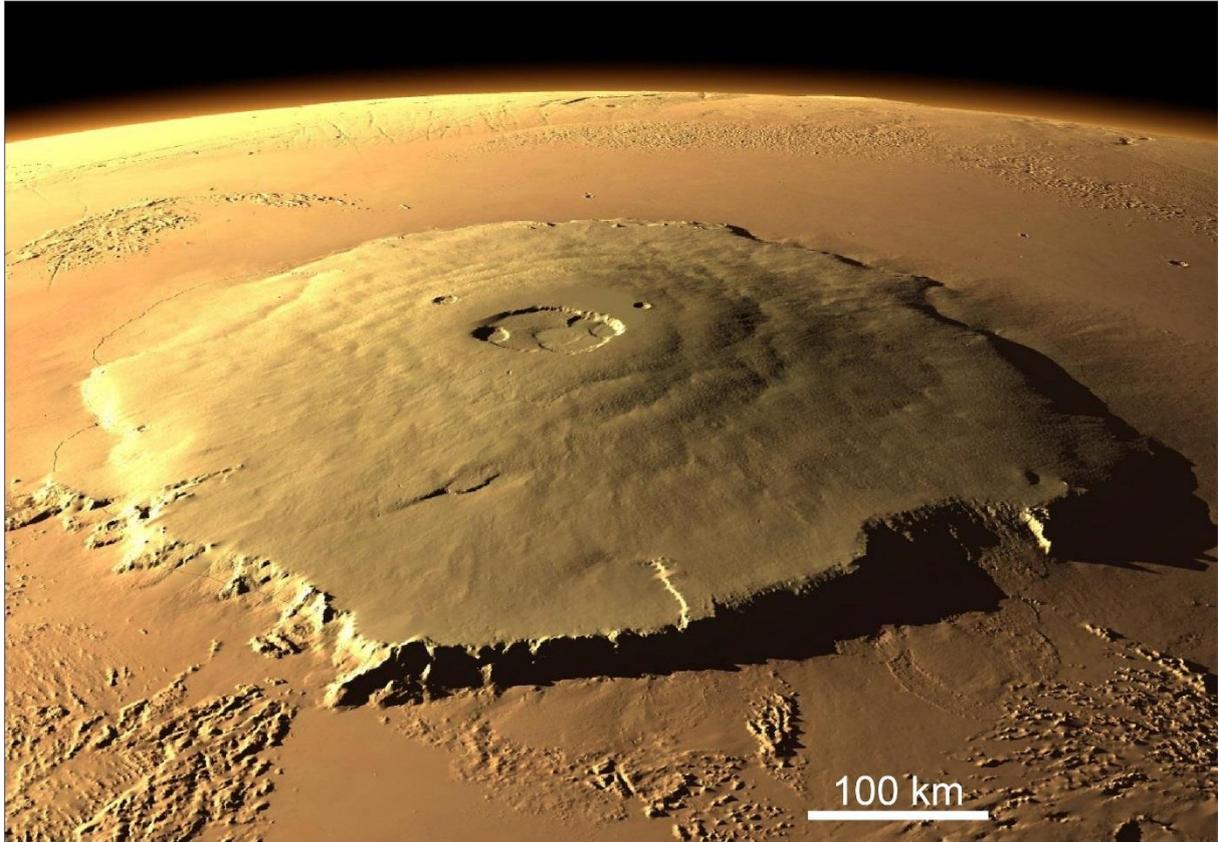
**Document 20 :** A. Carte bathymétrique au nord des îles Oahu et Molokai dans l'archipel d'Hawaï (Smith et al., 2002). B. Proportion des différents éléments présents dans des échantillons collectés au niveau des fonds marins (Shinozaki et al., 2002). Le code de couleurs pour les profondeurs est identique à celui de A.

**Question 42 -** À partir de l'analyse du document 20 et en utilisant vos connaissances, choisissez la proposition exacte... (une seule réponse exacte).

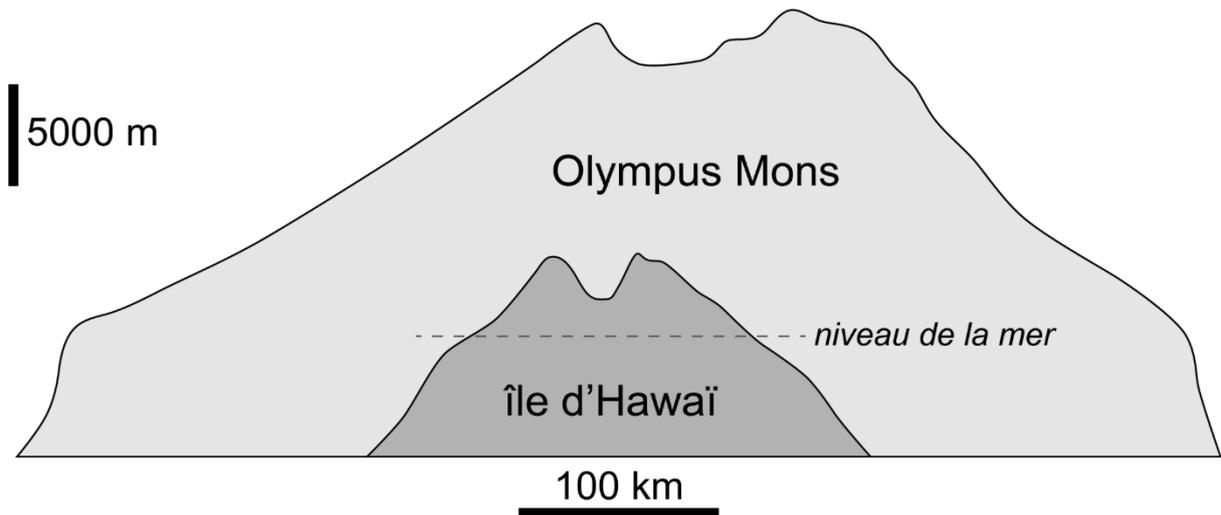
- A. Les masses rocheuses ont été mises en place sur le fond marin lors de violentes explosions volcaniques
- B. Les masses rocheuses ont été mises en place sur le fond marin par des coulées de laves
- C. Les masses rocheuses ont été mises en place sur le fond marin par des glissements de terrain

**Question 43 -** À partir de l'analyse du document 20 et en utilisant vos connaissances, choisissez la proposition exacte... (une seule réponse exacte).

- A. Si la mise en place de ces masses rocheuses a été rapide, elle a pu déclencher un ou plusieurs tsunamis
- B. Si la mise en place de ces masses rocheuses a été lente, elle a pu déclencher un ou plusieurs tsunamis
- C. Les masses rocheuses identifiées dans le domaine sous-marin correspondent à des volcans sous-marins alignés en lien avec le fonctionnement d'un panache mantellique



**Document 21** : Modèle numérique d'élévation de l'Olympus Mons sur la planète Mars (© NASA).

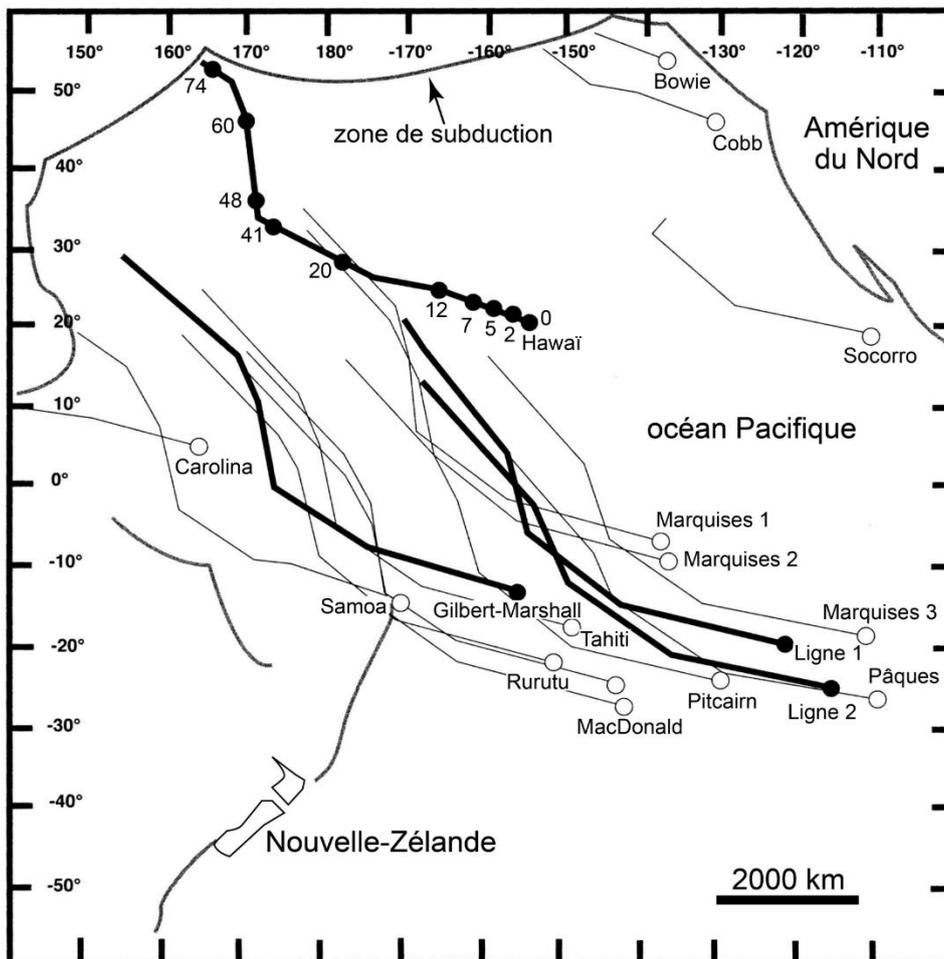


**Document 22** : Profils topographiques de l'Olympus Mons et de l'île d'Hawaï (l'échelle verticale est 10 fois inférieure à l'échelle horizontale).



Question 44 - À partir de l'analyse des documents 21 et 22 et en utilisant vos connaissances, choisissez les propositions exactes.

- A. L'altitude de l'Olympus Mons a été déterminée par rapport au niveau de la mer
- B. L'île d'Hawaï est le relief positif le plus élevé sur Terre
- C. Le volume de l'Olympus Mons est supérieur à celui de l'île d'Hawaï car la pression atmosphérique sur Mars est inférieure à celle sur Terre
- D. Le volume de l'Olympus Mons est supérieur à celui de l'île d'Hawaï car la gravité sur Mars est inférieure à celle sur Terre
- E. Le Mont Olympus est un volcan principalement explosif
- F. Le Mont Olympus pourrait être associé au fonctionnement d'un panache mantellique
- G. Les roches volcaniques du Mont Olympus sont des andésites
- H. Les roches volcaniques du Mont Olympus sont des basaltes



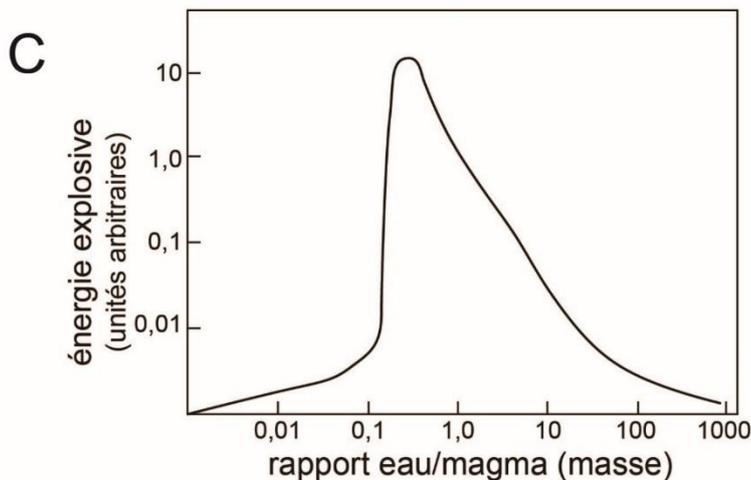
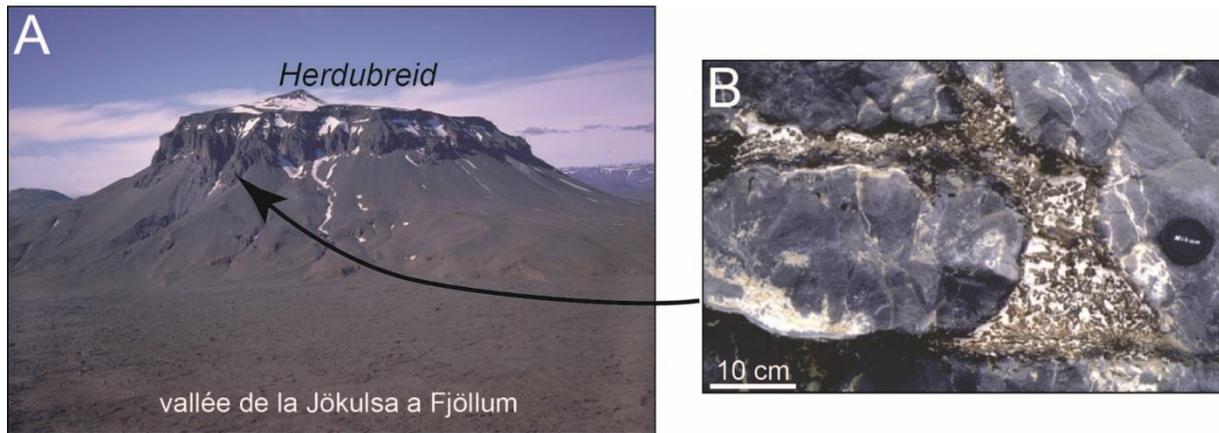
**Document 23 :** Carte des alignements d'îles volcaniques dans l'océan Pacifique (d'après Morgan, 1981 ; Fleitout et Moriceau, 1992). Les chiffres associés à l'alignement d'Hawaï donnent l'âge des îles (en millions d'années).



**Question 45 - À partir de l'analyse du document 23 et en utilisant vos connaissances, choisissez les propositions exactes.**

- A. Les alignements d'îles volcaniques dans l'océan Pacifique doivent être mis en relation avec le déplacement de la plaque lithosphérique Amérique du Nord
- B. La vitesse de déplacement de la plaque lithosphérique est d'environ  $7 \text{ cm.an}^{-1}$  au cours des 40 derniers millions d'années
- C. La vitesse de déplacement de la plaque lithosphérique est d'environ  $15 \text{ cm.an}^{-1}$  au cours des 40 derniers millions d'années
- D. La vitesse de déplacement de la plaque lithosphérique est d'environ  $10 \text{ cm.an}^{-1}$  au cours des 40 derniers millions d'années
- E. Les alignements d'îles volcaniques dans l'océan Pacifique sont liés au déplacement de la plaque lithosphérique Pacifique au cours du temps
- F. L'orientation du déplacement de la plaque Pacifique a été constante au cours du temps
- G. La dorsale présente dans l'océan Pacifique est une dorsale lente
- H. L'alignement d'Hawaï témoigne d'un processus géodynamique qui a débuté il y a 74 millions d'années

On rencontre de nombreux glaciers en Islande. La calotte glaciaire du Vatnajökull (sud-est de l'Islande) est la seconde plus importante de l'hémisphère nord après celle du Groenland. Elle était d'un volume beaucoup plus important lors de la dernière glaciation du Quaternaire. On connaît en Islande une activité volcanique sous-glaciaire qui se traduit par la construction d'édifices volcaniques particuliers, les *mohbergs*. C'est le cas du célèbre volcan Herdubreid.



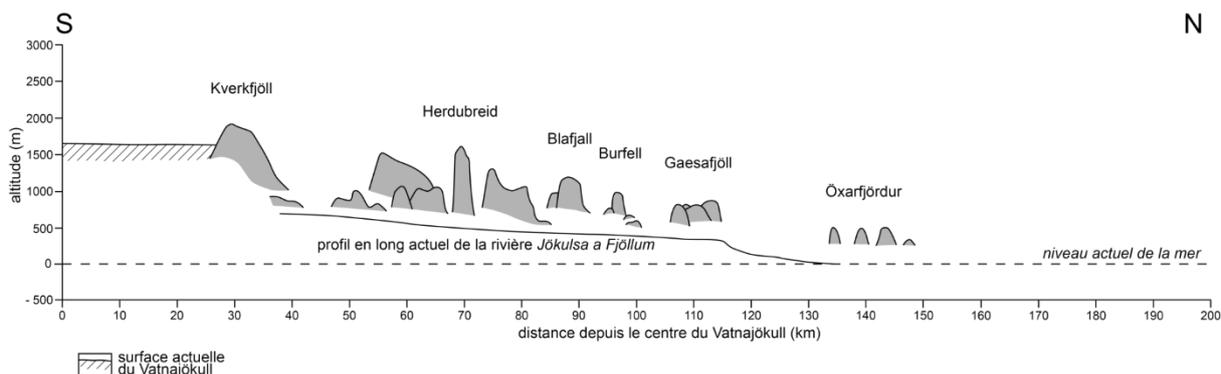
**Document 24 :** **A.** Le mohberg Herdubreid. **B.** Vue de détail d'un affleurement à la base de l'escarpement rocheux de l'Herdubreid présentant des basaltes en pillow lavas. **C.** Relation entre l'énergie explosive (unités arbitraires) et le rapport massique eau-magma (Wohletz et Sheridan, 1984).

**Question 46 -** À partir de l'analyse du document 24 et en utilisant vos connaissances, choisissez les propositions exactes.

- A. Les structures visibles sur le document 24-B correspondent à des laves cordées vues en coupe
- B. Le volcan est caractérisé par une activité explosive
- C. Le volcan est caractérisé par une activité effusive
- D. Le rapport massique eau-magma était proche de 2 lors de l'éruption ayant formé les structures visibles sur le document 24-B
- E. La mise en contact d'un volume de 1000 m<sup>3</sup> d'eau et de 350 m<sup>3</sup> de lave basaltique permet la formation de structures visibles sur le document 24-B
- F. La mise en contact d'un volume de 1000 m<sup>3</sup> d'eau et de 3,5 m<sup>3</sup> de lave basaltique permet la formation des structures visibles sur le document 24-B
- G. Les éruptions se sont produites dans un lac sous-glaciaire
- H. Les particules englobées dans la matrice blanche (document 24-B) se sont formées par effet de trempe de la lave au contact de l'eau



D'autres volcans à l'activité volcanique similaire à celle de l'Herðubreið ont été identifiés le long de la vallée de la rivière Jökulsá a Fjöllum. Leurs profils (à l'échelle) sont représentés sur le document 25. Compte tenu de leur origine sous-glaciaire au cours de la dernière glaciation, on peut les utiliser pour reconstituer le développement le plus important de la calotte glaciaire du Vatnajökull lors de cette phase climatique froide. On assimile cette calotte à un cône parfait. On donne : volume d'un cône  $V_{\text{cône}} = 1/3 (h \cdot \pi \cdot R^2)$  avec  $h$  = hauteur du cône et  $R$  = rayon du cône. Les volcans sous-glaciaires peuvent atteindre la surface de la glace. Pendant la période glaciaire, le niveau de la mer était 100 mètres plus bas qu'aujourd'hui.



**Document 25 :** Profil topographique des édifices volcaniques sous-glaciaires (en grisé) le long de la rivière Jökulsá a Fjöllum au nord du Vatnajökull (d'après Walker, 1965).

**Question 47 - À partir de l'analyse du document 25 et en utilisant vos connaissances, choisissez les propositions exactes.**

- A. La calotte du Vatnajökull a atteint une altitude maximale d'environ 2200 m
- B. La calotte du Vatnajökull a atteint une altitude maximale d'environ 3100 m
- C. Le Vatnajökull a atteint une altitude d'environ 2700 m
- D. Le volume de la calotte glaciaire a atteint environ 95 000 km<sup>3</sup>
- E. Le volume de la calotte glaciaire a atteint environ 35 000 km<sup>3</sup>
- F. Le volume de la calotte glaciaire a atteint environ 75 000 km<sup>3</sup>
- G. La calotte glaciaire n'a pas pu atteindre le littoral nord de l'Islande
- H. La calotte glaciaire a pu libérer des icebergs dans l'océan Atlantique

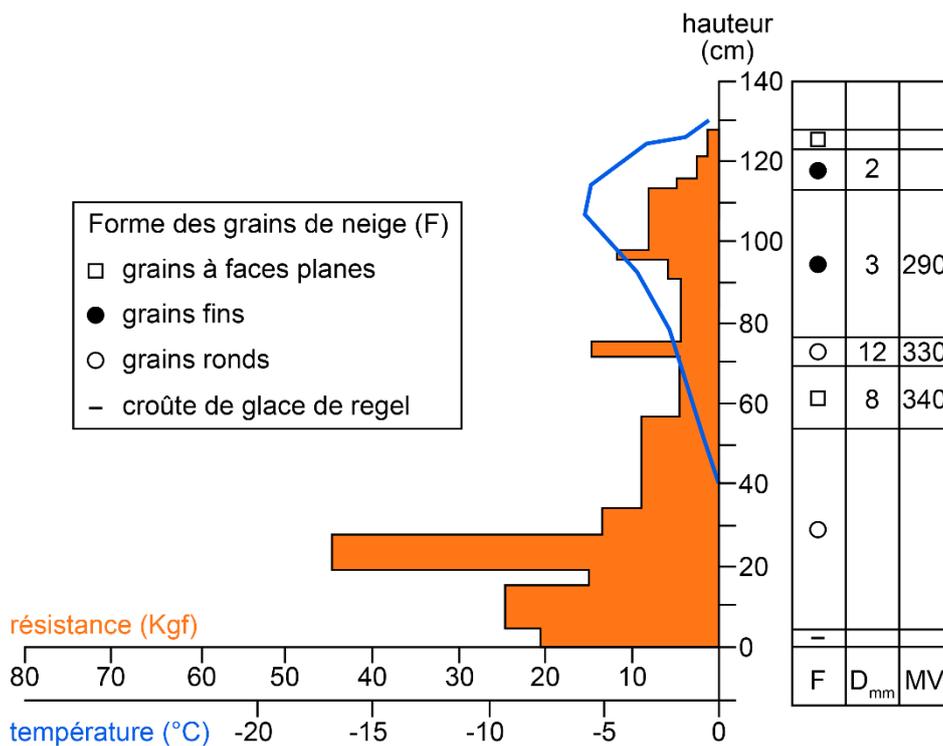
Lors d'une période glaciaire intense, on estime que la Terre possède une calotte de glace que l'on assimile à un cylindre de rayon  $R = 2200$  km pour une hauteur  $h = 2\,500$  m. On donne : rayon de la Terre  $R_T = 6370$  km ; surface des mers  $S_{\text{mers}} = 71\%$  de la surface de la Terre ; variation de volume lors de la transformation de la glace en eau = 0,917 ; volume d'une sphère  $V_{\text{sphère}} = 4/3(\pi R^3)$  ; surface d'une sphère  $S_{\text{sphère}} = 4\pi R^2$ .



**Question 48 - Choisissez les propositions exactes relatives à l'estimation de la hausse globale du niveau de la mer associée à la fonte complète de la calotte.**

- A. Le volume total de glace est de  $380.10^3 \text{ km}^3$
- B. Le volume total de glace est de  $380.10^6 \text{ km}^3$
- C. Le volume total de glace est de  $380.10^5 \text{ km}^3$
- D. Le volume d'eau de fonte est de  $35.10^{18}$  litres
- E. Le volume d'eau de fonte est de  $35.10^7 \text{ km}^3$
- F. La remontée du niveau de la mer en réponse à la fonte de la totalité de la glace est de 105 m
- G. La remontée du niveau de la mer en réponse à la fonte de la totalité de la glace est de 0,096 km
- H. La remontée du niveau de la mer en réponse à la fonte de la totalité de la glace est de 0,99 hm

Des avalanches de neige se produisent sur les reliefs enneigés. Il s'agit d'un phénomène naturel, malheureusement souvent déclenché par des skieurs pratiquant le ski hors-piste (fortement déconseillé !). Afin de réaliser une prédiction des avalanches, les caractéristiques du manteau neigeux (nature et diamètre des grains de neige, résistance mécanique mesurée à l'aide d'un pénétromètre) sont étudiées le long de tranchées creusées dans la neige.



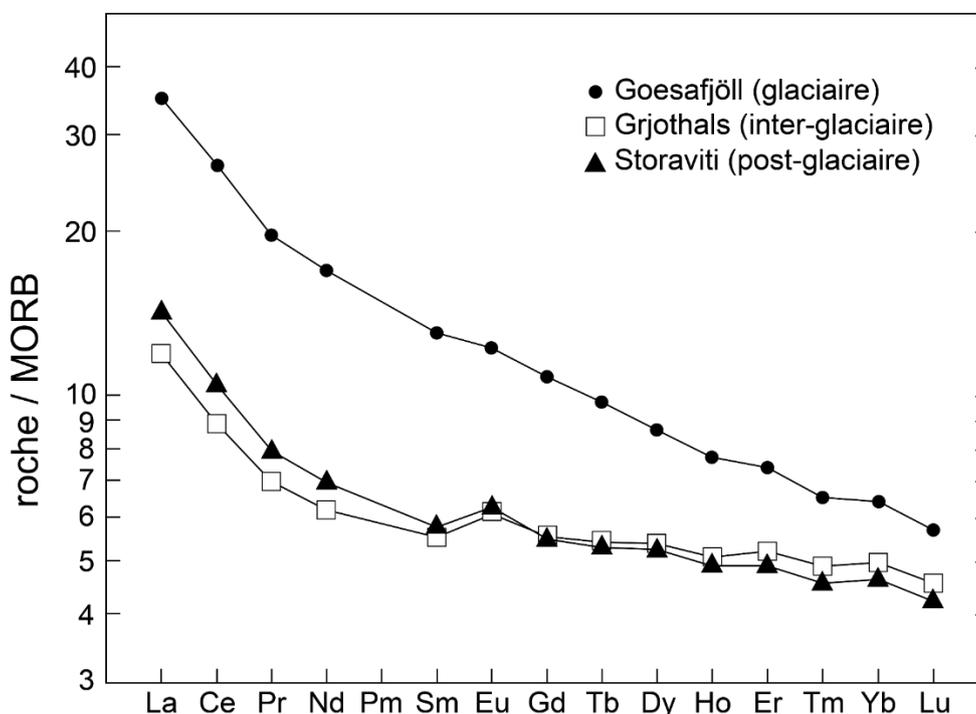
**Document 26 :** Profil d'un manteau neigeux réalisé dans la Tarentaise en Savoie (d'après Ancey, 1998). Résistance mécanique de la neige en kilogramme-force (1 Kgf = 10 newtons) ; F : forme des grains de neige ; D<sub>mm</sub> : diamètre des grains de neige (mm) ; MV : masse volumique (kg.m<sup>-3</sup>).



Question 49 - À partir de l'analyse du document 26 et en utilisant vos connaissances, choisissez **les propositions exactes**.

- A. La forme des grains de neige demeure semblable à celle qu'ils présentaient au moment de leur dépôt
- B. Les grains de neige subissent une métamorphose au cours du temps dans le manteau neigeux
- C. Une rupture du manteau neigeux (origine d'une avalanche) peut se produire à une hauteur de 28 cm
- D. Une rupture du manteau neigeux (origine d'une avalanche) peut se produire à une hauteur de 75 cm
- E. La présence de grains de neige ronds peut faciliter une rupture du manteau neigeux (origine d'une avalanche)
- F. La présence d'un niveau de glace de regel peut faciliter une rupture du manteau neigeux (origine d'une avalanche)
- G. La présence de grains à faces planes ne permet pas une rupture du manteau neigeux

L'essentiel des magmas qui alimentent les volcans islandais, tout comme ceux qui se mettent en place au niveau des dorsales médio-océaniques se forment par fusion de péridotites. Lors de la fusion des péridotites des éléments chimiques sont incorporés dans les magmas. C'est le cas des terres rares (éléments chimiques de la famille des lanthanides, du lanthane [numéro atomique 57 ; terre rare « légère »] au lutetium [numéro atomique 71 ; terre rare « lourde »]) présentes en faible quantité dans les minéraux des péridotites qui se déstabilisent en premier lors de la fusion partielle. Ainsi, les terres rares, libérées au début de la fusion se trouvent rapidement diluées dans les magmas à mesure que la fusion partielle progresse, c'est-à-dire que le taux de fusion partielle augmente. Le document 27 présente des *spectres de terres rares* de trois roches volcaniques d'Islande, d'âges variés, glaciaire, inter-glaciaire, post-glaciaire. Les valeurs des analyses sont normalisées à un MORB, c'est-à-dire un basalte de dorsale médio-océanique (on calcule le rapport entre la teneur de l'élément dans la roche sur la teneur du même élément dans un MORB).



Document 27 : Spectre de terres rares de trois roches volcaniques d'Islande.



**Question 50 - À partir de l'analyse du document 27 et en utilisant vos connaissances, choisissez les propositions exactes.**

- A. Le taux de fusion partielle à l'origine des magmas des laves d'Islande est inférieur à celui à l'origine des MORB**
- B. Le taux de fusion partielle à l'origine des magmas des laves d'Islande est supérieur à celui à l'origine des MORB**
- C. Le taux de fusion partielle à l'origine des magmas des laves d'Islande est plus faible au cours de la période glaciaire qu'en dehors de cette dernière**
- D. Le taux de fusion partielle à l'origine des laves d'Islande est plus faible au cours de l'épisode interglaciaire**
- E. Pendant la période glaciaire, le taux de fusion de la croûte diminue**
- F. La masse des glaciers bloque localement la fusion dans la croûte.**