Préparation française des Olympiades Internationales de Géosciences
Test de validation de la formation
2 - 6 avril 2012

- *Le test comprend 43 questions, sur 25 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 (feuille de tableur). Le temps conseillé est de deux à trois minutes par question. Ne trainez pas !*
- *Vous rendrez la version imprimée du test à votre enseignant, après avoir inscrit votre nom, prénom, date de naissance, classe et établissement. L'enseignant conservera les copies.*
- *Pour chaque question, 3, 4, 5 ou 6 réponses sont proposées, notées A à F. Certaines questions sont des questions à choix simple (une seule bonne réponse), d'autres à choix multiple (une ou plusieurs bonnes réponses) : ceci est indiqué chaque fois.* ***Vous entourerez au stylo la ou les lettres correspondant à la réponse de votre choix****. Si les réponses sont proposées sous forme de schémas, entourez la ou les lettres sur le schéma.*
- ***Il y a toujours au moins une réponse juste*** *: si vous ne cochez aucune lettre, ou si vous les cochez toutes, la question ne sera pas notée.*
- *Toutes les questions sont sur 1 point, sauf les questions indiquées par **, sur 3 points. Ces questions optionnelles, plus difficiles ou longues à traiter, ne doivent être traitées que si vous avez fini le reste, car elles vous prendront du temps (si vous avez les connaissances nécessaires).*
- *Attention aux pièges et aux trompe-l'œil ! Aux IESO, cela fait partie du jeu.*
- *Matériel requis : règle graduée, calculatrice non programmable*
- *Il est préférable de travailler sur une impression couleur, mais le noir et blanc convient.*
- ***Bon courage ! ne vous découragez pas si des questions vous résistent ou si vous n'avez pas le temps de tout faire : c'est un concours, pas un examen ; et n'oubliez pas que c'est un jeu !***

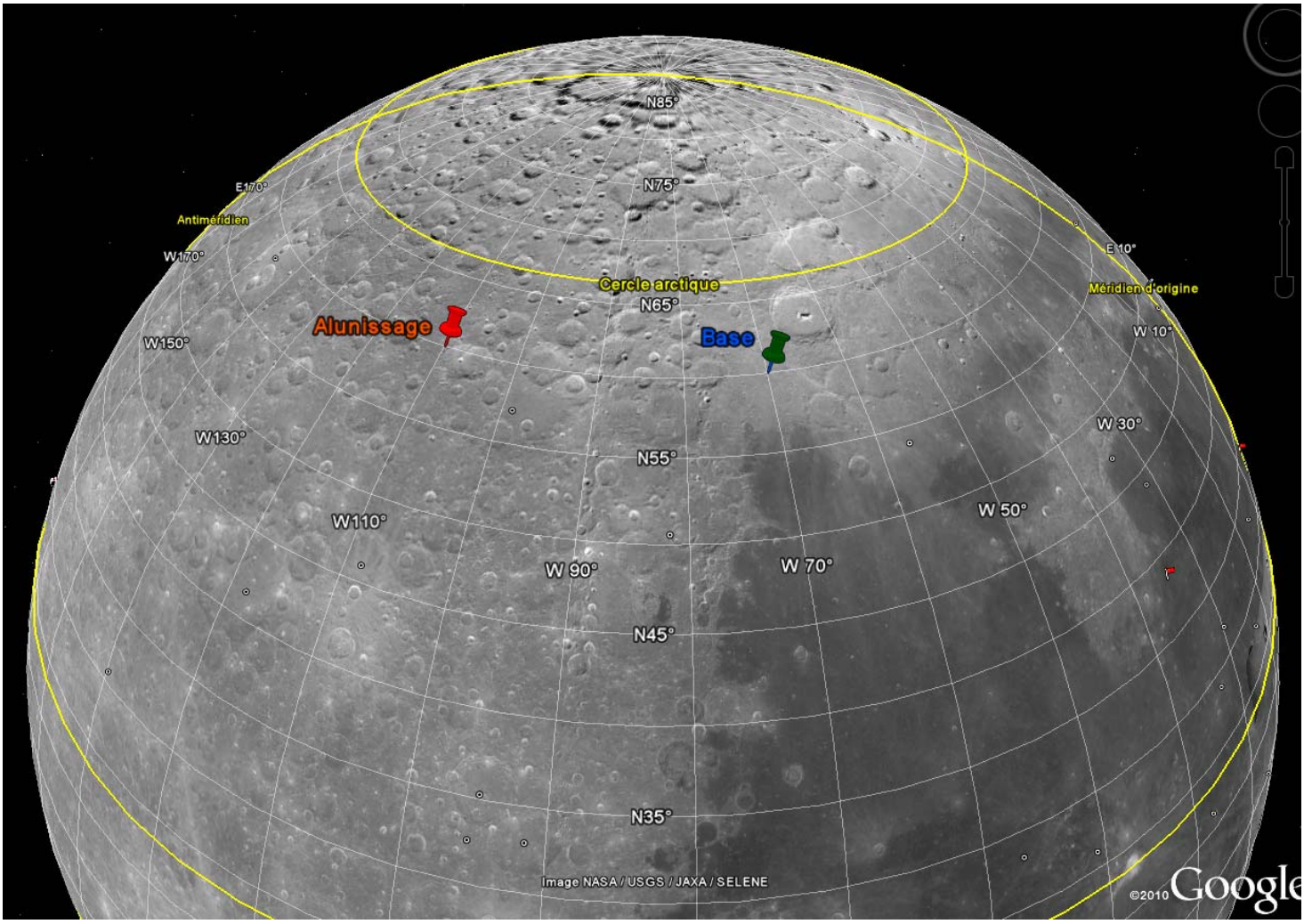
Nom : ……..…… Prénom : ……..……

Date de naissance : ……..….. Classe :……. Etablissement : ……..……..

Je m'engage sur l'honneur à ne pas diffuser le contenu de ce test avant l'annonce des résultats.
Signature :

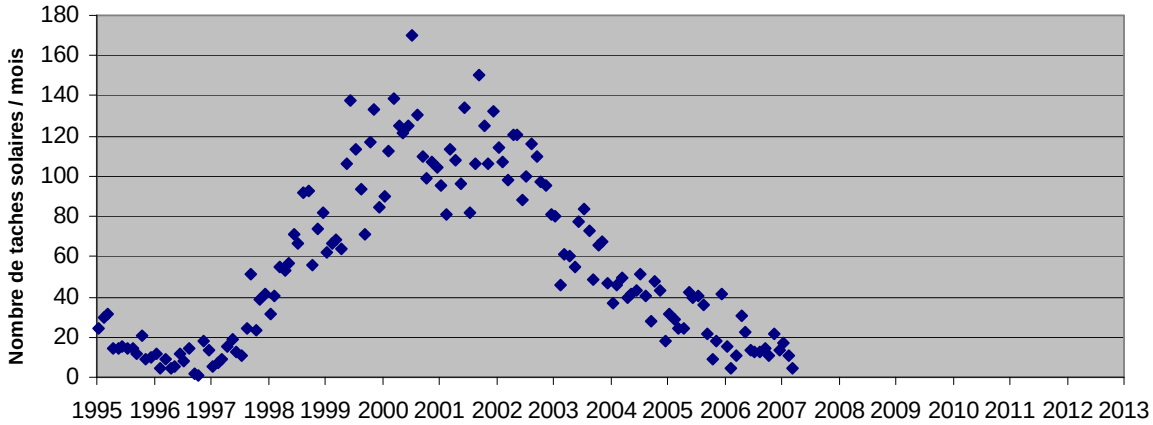
A. Naufragé sur la Lune !

Nous sommes le 15 mars 2012. Votre module d'alunissage se sépare du reste du vaisseau, en orbite autour de la Lune, et amorce sa descente vers la surface lunaire. Mais une avarie vous oblige à alunir en urgence sur la face cachée de la Lune. La situation est grave, mais pas désespérée ! Avec votre Rover, vous pouvez tenter de rejoindre la base lunaire au nord de l'océan des Tempêtes, sur la face visible.



Doc 1 : Site d'alunissage et site de la base lunaire. Le méridien origine (en jaune à droite) passe au milieu de la « face visible », qui est donc délimitée par les méridiens W 90° et E 90°. On donne le rayon de la Lune R_L = 1735 km. Attention, cette image est une carte et ne donne pas d'indication sur la partie de la Lune éclairée le 15 mars 2012.

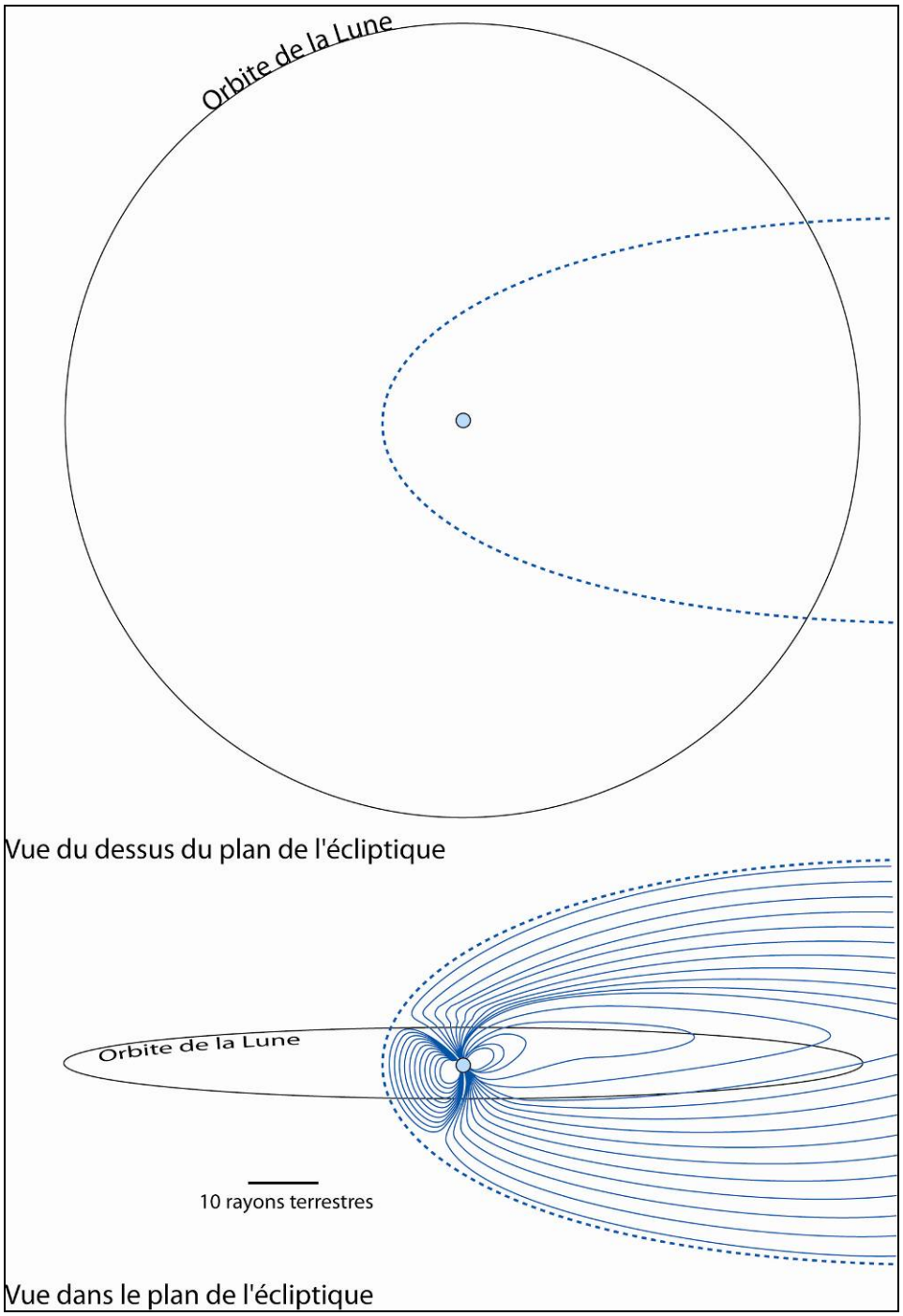
Doc 2. Aspect de la Lune vue de la France le 15 mars 2012.



Doc 3. Evolution du nombre de taches solaires de janvier 1996 à mars 2007

Caractéristiques orbitales du module « orbiteur »	**Apolune** (distance exprimée depuis la surface lunaire) (km)	**Périlune** (distance exprimée depuis la surface lunaire) (km)	**Demi-grand-axe**	**Période (mn)**
Orbite 1	130	80		118
Orbite 2	11 750	100		

Doc 4. Les deux orbites du module orbiteur. L'apolune est le point de l'orbite le plus éloigné de la Lune, le périlune est le plus proche. Le rayon de la Lune vaut 1735 km.



Doc 5. La magnétosphère terrestre. En bleu, les lignes de champ magnétique. En pointillés, la magnétopause. On a négligé l'inclinaison du plan de l'orbite lunaire sur l'écliptique.

Questions

A1. *(Mesurer des distances à la surface d'une sphère)* Quelle distance vous sépare de la base lunaire ? (exploiter le document 1 ; rayon de la Lune R_L = *1735 km) (indiquer la bonne réponse)*

A. 51 km
B. 173 km
C. 302 km
D. 605 km
E. 1735 km

A2. *(Comprendre le système Terre-Lune)* Il vous faut envoyer un signal de détresse à la Terre. Allez-vous attendre que la Terre se lève au dessus de l'horizon ? *(indiquer la bonne réponse)*

A. Oui, la Terre se lève une fois par mois (il faudra être patient !).
B. Oui, la Terre se lève une fois par jour.
C. Non, il n'y aura pas de « lever de Terre » car on ne voit depuis la Lune que la partie de la Terre plongée dans la nuit.
D. Non, il n'y aura pas de « lever de Terre » car la Lune présente toujours la même face vers la Terre.

A3. *(Se repérer dans le ciel)* En quittant la Terre, vous aviez emporté une carte des constellations. Pourrait-elle vous être utile à présent pour vous orienter ? *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

A. Si le Soleil est dans le ciel, je ne pourrai 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. Je 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. Pas besoin de cette carte, je pourrai m'orienter avec ma boussole.

A4. *(Connaître et appliquer la loi de la gravitation universelle)* Vous allez essayer de rejoindre la base avec votre Rover, plein Est, mais les batteries sont basses, et vous risquez de finir à pied ! Vous devez bien étudier votre paquetage, car la gravité à la surface de la Lune n'est pas la même que sur Terre : la Lune est 4 fois plus petite et 80 fois moins massive que la Terre. Ici, votre équipement pèse : *(indiquer la bonne réponse)*

A. Deux fois plus lourd
B. Deux fois moins lourd
C. Cinq fois moins lourd
D. Vingt fois moins lourd
E. Cent fois moins lourd

A5. *(Exploiter et extrapoler des schémas, des graphiques ; mettre en relation des informations)* Faute d'atmosphère, la surface de la Lune n'est pas protégée des particules venues de l'espace. Faut-il vous inquiéter d'une éruption solaire pendant votre trajet ? *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

A. Non, car le champ magnétique lunaire me protègera.
B. Non, car le Soleil devrait être calme en ce moment.
C. Oui, car la Lune n'est plus abrité(e) par la magnétosphère terrestre en ce moment.
D. Oui, car la Lune est deux fois plus proche du Soleil que la Terre.
E. Non, car le Soleil n'est pas visible dans le ciel pour l'instant.

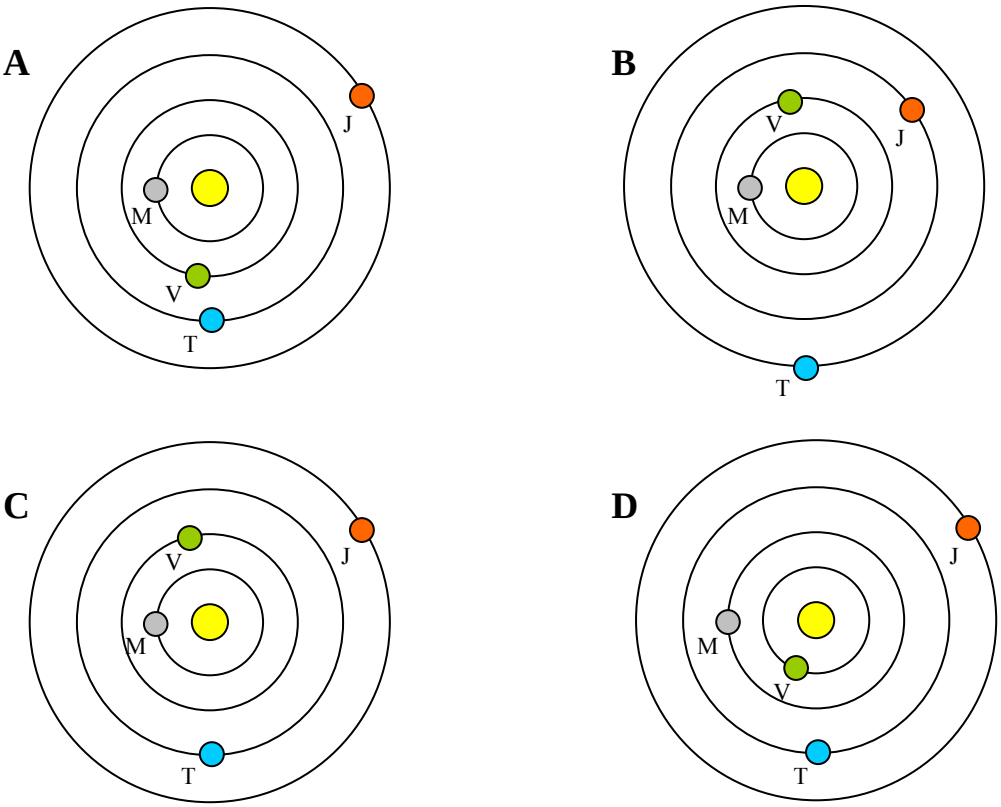
A6. *(Comprendre le système Terre-Lune)* Autre sujet potentiel d'inquiétude, l'autonomie de votre rover. Les batteries sont alimentées par un panneau solaire. *(indiquer la bonne réponse)*

A. Je ne m'inquiète pas, le Soleil se lèvera dans quelques heures.
B. Je m'inquiète, le Soleil ne se lèvera que dans une semaine environ.
C. Je m'inquiète, le Soleil ne se lèvera que dans deux semaines environ.
D. Je ne m'inquiète pas, le Soleil se couchera dans une semaine environ.
E. Je ne m'inquiète pas, le Soleil se couchera dans deux semaines environ.
F. Je m'inquiète, le Soleil se couchera dans quelques heures.

A7.** *(Connaître et appliquer les lois de Kepler)* Vous devez avertir vos camarades restés dans l'orbiteur ! Après votre alunissage, ce module est passé d'une orbite basse autour de la Lune, à une orbite plus haute et plus excentrique (voir le document 4, tableau à compléter). Vous venez de perdre le contact avec eux, car l'orbiteur vient de passer sous l'horizon. Au bout de combien de temps repassera-t-il dans le ciel ? *(indiquer la bonne réponse)*
On donne le rayon lunaire R_L = 1735 km. On suppose que vous pouvez voir la moitié du ciel, et on néglige l'influence de la Terre sur l'orbite du module.

A. 1h 28 mn
B. 8h 21 mn
C. 16h 42 mn
D. 20h 10 mn
E. 36h 18 mn

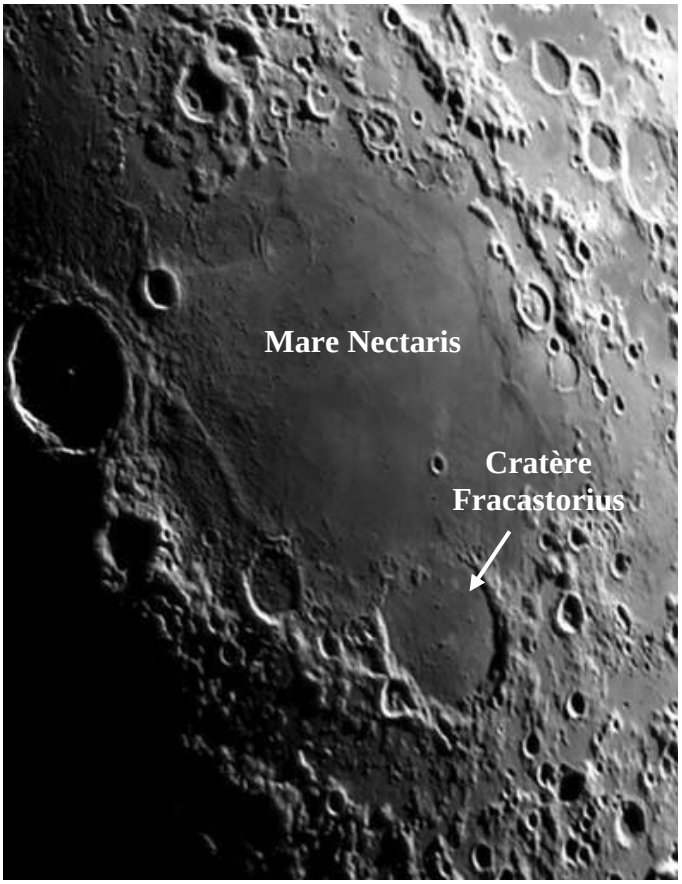
A8. *(Comprendre les mouvements des planètes)* Le 3 juin 2012, depuis la Lune, vous pourrez admirer le spectacle suivant (de gauche à droite : Mercure, Vénus, le Soleil, la Terre et Jupiter). Choisissez la bonne configuration : *(indiquer la bonne réponse)*



A9. *(Savoir raisonner en chronologie relative)*
Une fois sorti d'affaire, vous pourrez vous replonger dans l'étude de la mer du Nectar (Mare Nectaris), votre sujet de recherche ! Les « mers » lunaires, surfaces planes et sombres, correspondent au remplissage des parties basses de la surface lunaire par de la lave aujourd'hui solidifiée. Le bassin occupé par la mer du Nectar est un gigantesque cratère d'impact. Des cratères d'impact plus petits sont visibles, parmi lesquels le cratère Fracastorius.

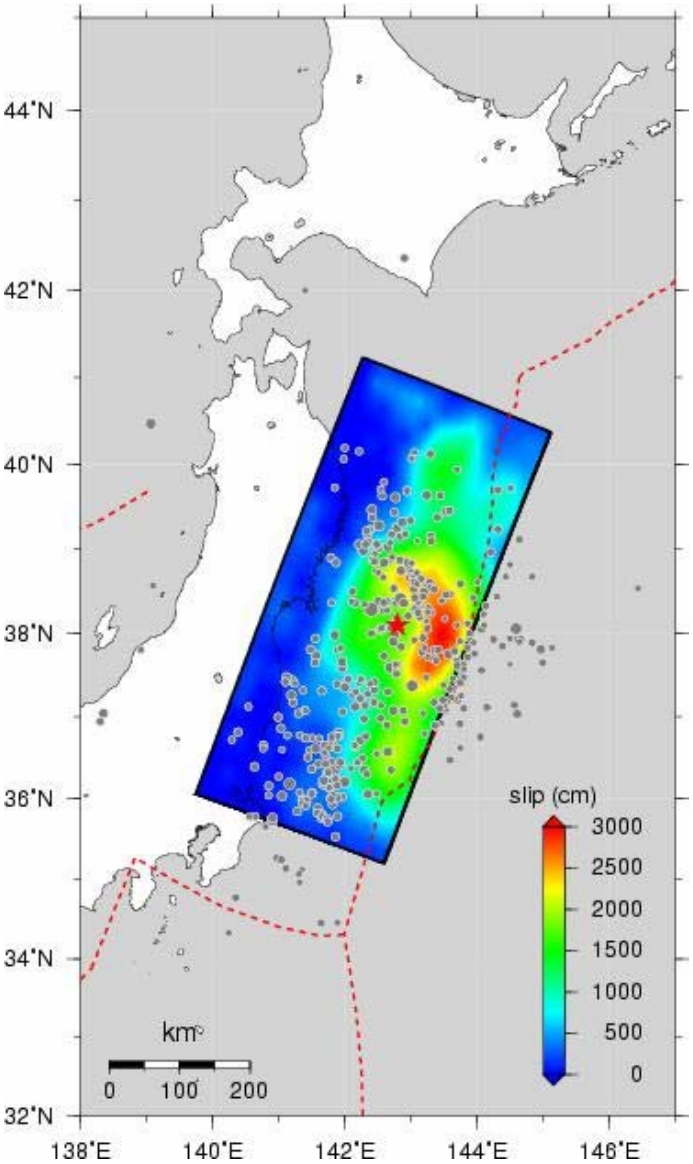
Indiquez la chronologie relative des événements *(indiquer la bonne réponse)*.

- **A.** Impact du bassin du Nectar / Remplissage du bassin du Nectar / Impact de Fracastorius
- **B.** Impact de Fracastorius / Impact du bassin du Nectar / Remplissage du bassin du Nectar
- **C.** Impact du bassin du Nectar / Impact de Fracastorius / Remplissage du bassin du Nectar



Pascal Coste / ADAES

B. Le séisme de Tohoku-Oki – 11 mars 2011

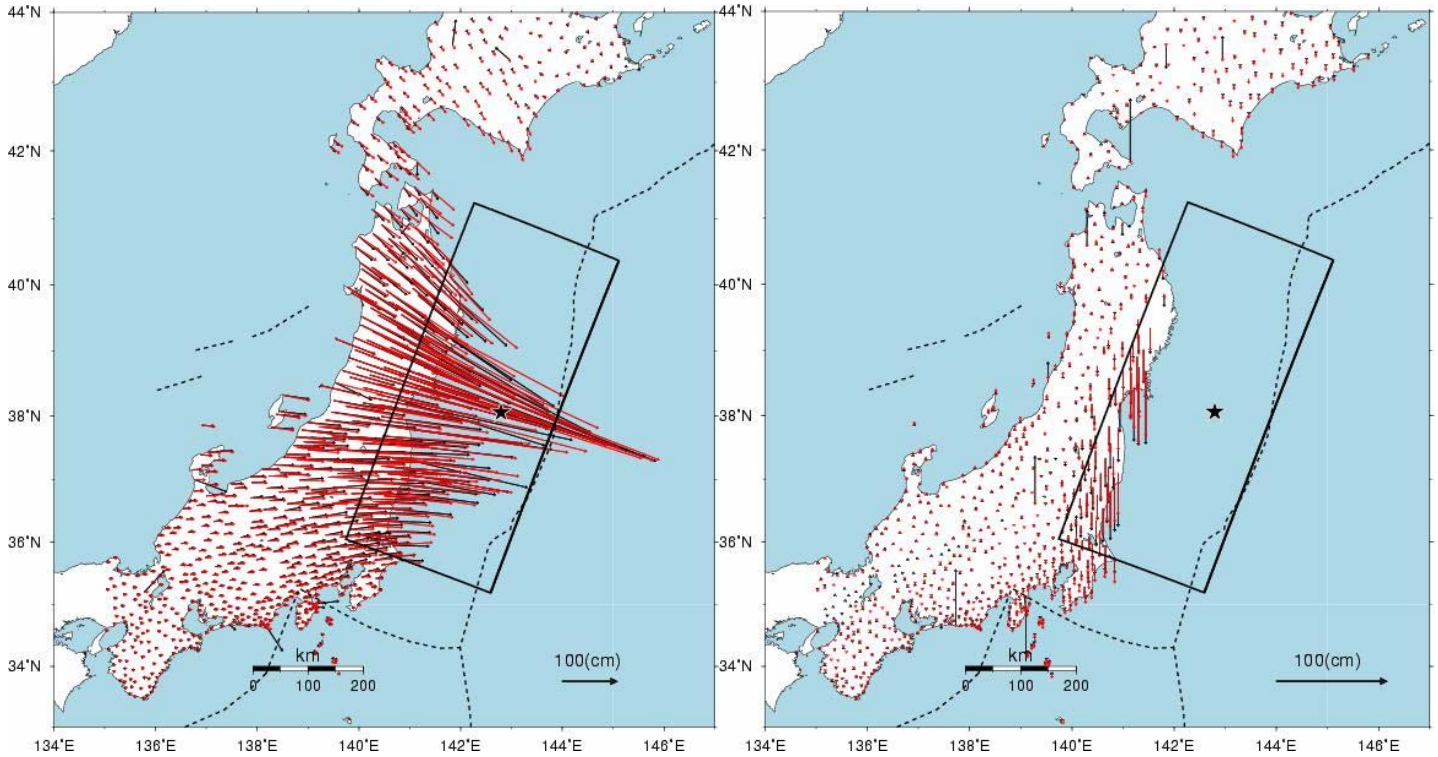


Doc. 1 L'échelle de couleurs indique le mouvement cosismique *(rejet= « slip ») à l'interface entre les plaques tectoniques lors du séisme de Tohoku-Oki du 11 mars 2011. L'étoile indique l'épicentre du séisme, les cercles indiquent ceux des répliques. Source : Caltech/Geoazur-CNRS*

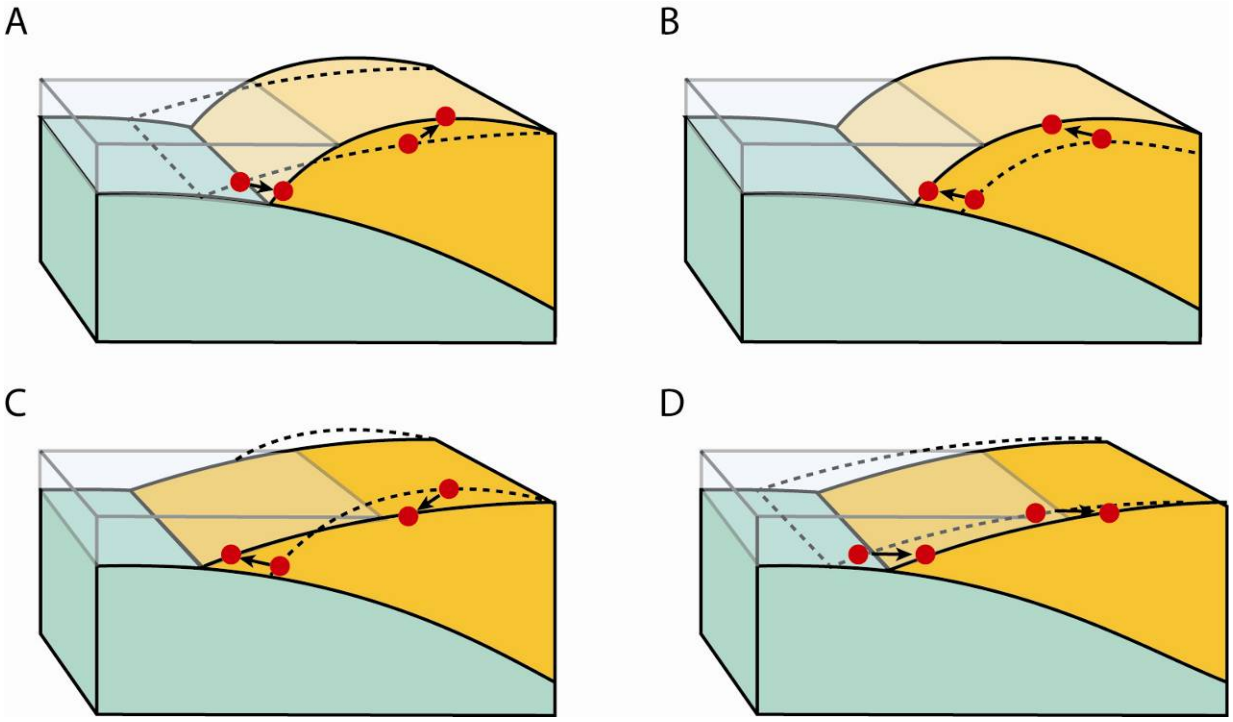
B1. Le séisme majeur du 11 mars 2011 résulte de la convergence de la plaque pacifique et de la plaque Okhotsk, où se trouve le nord du Japon. Ce mouvement de convergence s'effectue à la vitesse de 8 cm par an. En supposant que le mouvement était complètement bloqué dans cette zone avant le séisme, et que toutes les contraintes ont été relâchées lors du séisme, estimez à partir du document ci-dessus le nombre d'années de convergence Okhotsk/Pacifique pendant lesquelles ces contraintes se sont accumulées dans la zone de rejet maximal. *(indiquer la bonne réponse)*

A. 2 mois
B. 2 ans
C. 25 ans
D. 375 ans
E. 1800 ans

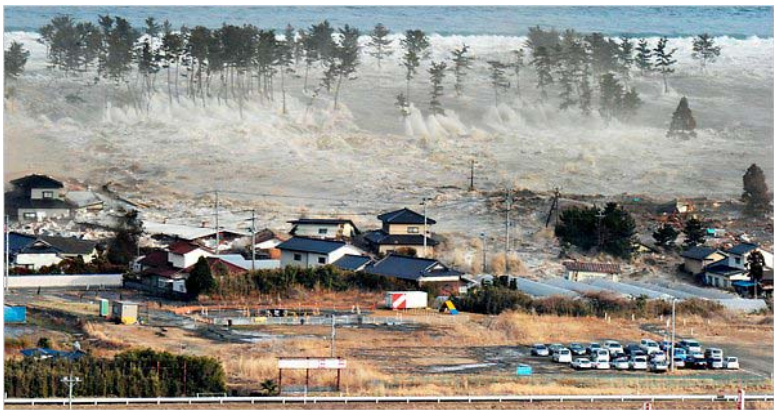
B2. Ces deux figures montrent les mouvements horizontaux (à gauche) et verticaux (à droite) enregistrés par les balises GPS sur le sol japonais au moment du séisme (seule la partie émergée du Japon est étudiée). Ce mouvement élastique de la plaque portant le Japon correspond au relâchement des contraintes accumulées du fait de la convergence des deux plaques. Indiquez le schéma correct, à même d'expliquer le tsunami (en pointillés : avant le séisme ; en traits pleins : après le séisme ; les points rouges permettent de matérialiser le déplacement ; l'épicentre du séisme est indiqué par une étoile). *(indiquer la bonne réponse)*

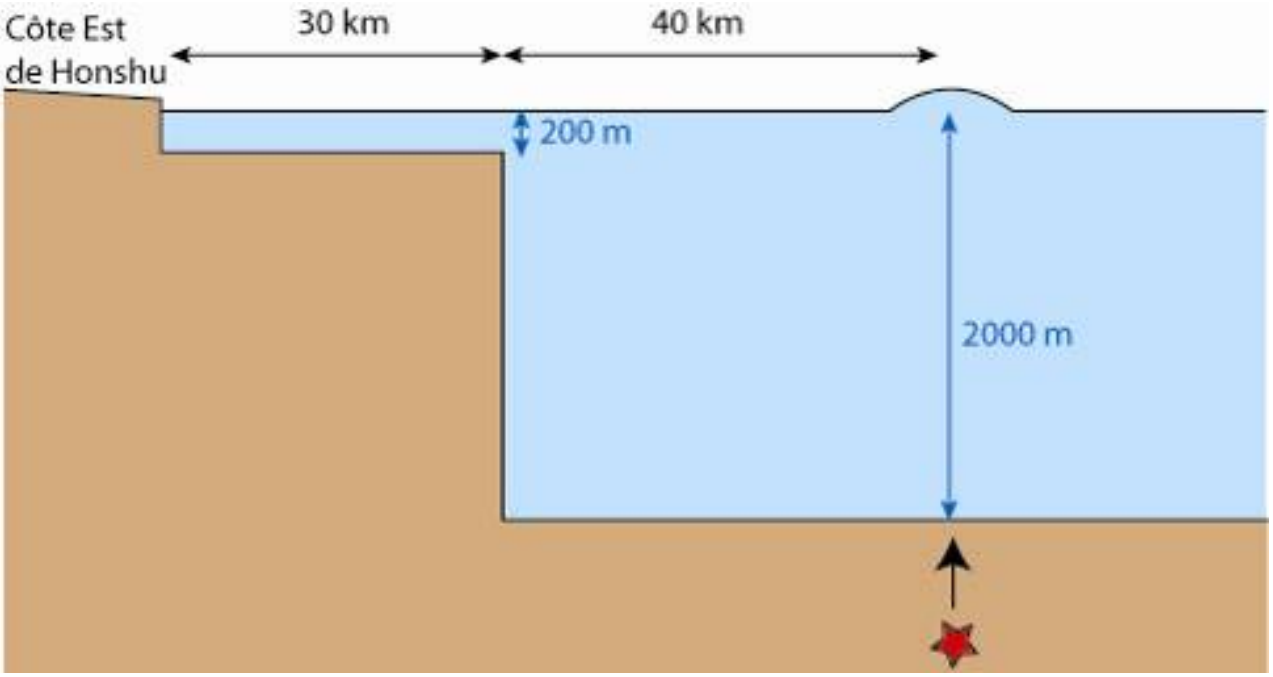


Doc. 2. *Source : Caltech/Geoazur-CNRS*



B3.** L'évènement le plus meurtrier n'a pas été le séisme, mais le tsunami qui l'a suivi : 19 000 morts et disparus. Le tsunami a été engendré par le soulèvement du fond marin, maximal à 70 km de la côte, au niveau de l'épicentre. Au premier ordre, la vitesse du tsunami ne dépend que de la profondeur h des fonds marins, selon la formule $v = \sqrt{(gh)}$, avec $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$. On simplifie la bathymétrie de la façon suivante :



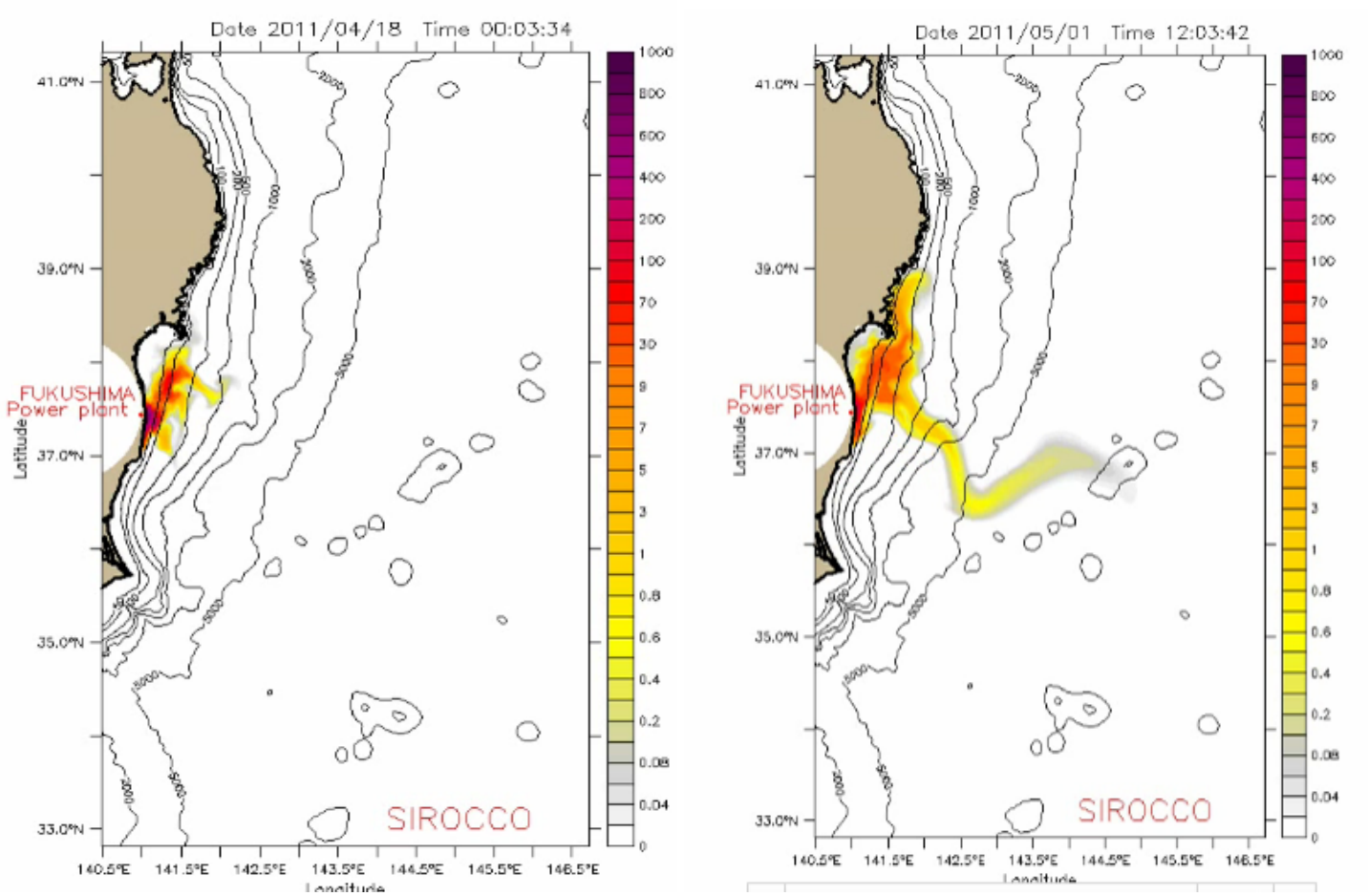


Indiquer l'ordre de grandeur du temps d'arrivée. *(indiquer la bonne réponse)*

A. 2 mn
B. 15 mn
C. 45 mn
D. 2h 30mn

B4. La centrale de Fukushima-Daïchi a été fortement endommagée par le séisme du 11 mars 2011 et le tsunami qui l'a suivi. Cela a entraîné une importante émission de particules radioactives dans l'océan et dans l'atmosphère.

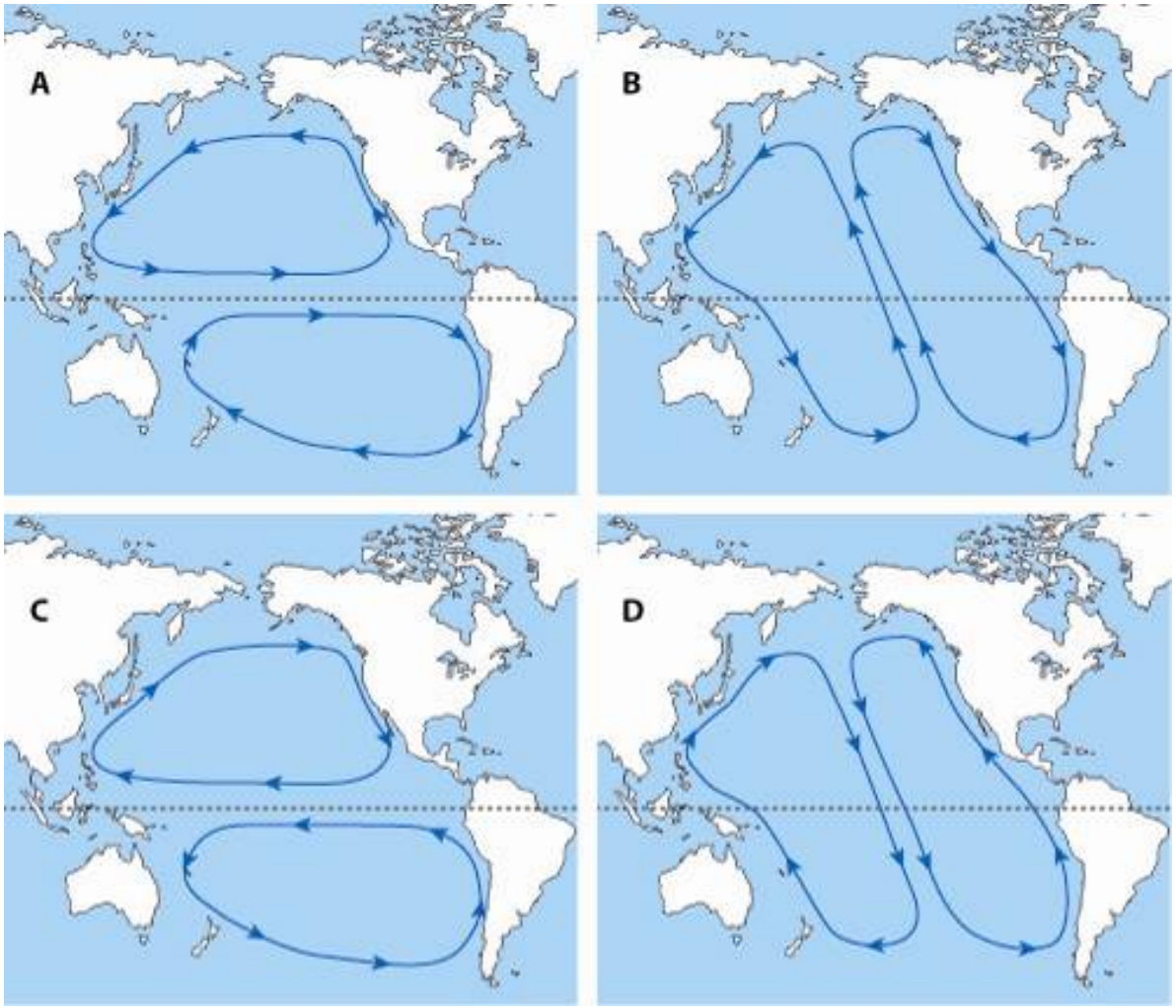
Le modèle SIROCCO (université de Toulouse / CNRS) simule la dispersion des particules dans l'océan. Du 11 mars (jour de l'accident) au 18 avril 2011, le modèle prédit un déplacement du front des particules radioactives vers l'est à la vitesse de 0,03 m/s. Calculez l'ordre de grandeur de la vitesse de propagation vers l'Est prédite par SIROCCO entre le 18 avril à 0h et le 1er mai à 12h.
(indiquer la bonne réponse)



Doc. 3. Dispersion simulée des particules radioactives dans l'océan *(l'échelle de couleur indique la radioactivité en Becquerels par litre d'eau de mer) Aide pour le calcul : à la latitude du Japon, 1° de longitude correspond environ à 100 km.*

A. 0,03 m/s
B. 0,20 m/s
C. 1,5 m/s
D. 15 m/s
E. 150 m/s

B5. L'accélération de la dispersion des particules est due à leur prise en charge par le puissant courant **Kuroshio**, une composante d'un grand gyre du Pacifique. Le sens de rotation des gyres est déterminé par le régime des alizés aux basses latitudes, et le régime des vents aux moyennes latitudes. Pour connaître la dissémination de la radioactivité dans le Pacifique, vous devez donc retrouver la configuration correcte des courants de surface : *(indiquer la bonne réponse)*



C. La Terre au miroir de Vénus

Corps	Température d'équilibre	Température réelle
Lune	-18 °C	-18 °C
Vénus	-33°C	+455 °C
Terre	-20 °C	+15 °C

Gaz de l'atmosphère	Vénus	La Terre
Dioxyde de carbone (CO_2)	96 %	0,03 %
Diazote (N_2)	3,5 %	78 %
Dioxygène (O_2)	0,003 %	21 %
Argon	0,006 %	0,9 %

C1. On a calculé pour la Lune, Vénus et la Terre la température d'équilibre (température à laquelle le corps rayonne autant d'énergie qu'il en reçoit du Soleil, après correction de l'albedo). Comment expliquer la différence éventuelle entre température d'équilibre et température réelle ? *(indiquer la bonne réponse)*

A. La différence est due au flux de chaleur interne, plus important pour les grosses planètes.
B. La différence s'explique par la présence d'êtres vivants, qui dégagent de la chaleur
C. La différence s'explique par le volcanisme, source de chaleur.
D. La différence s'explique par la présence de gaz à effet de serre, qui absorbent et retiennent une partie de l'énergie rayonnée vers l'espace.

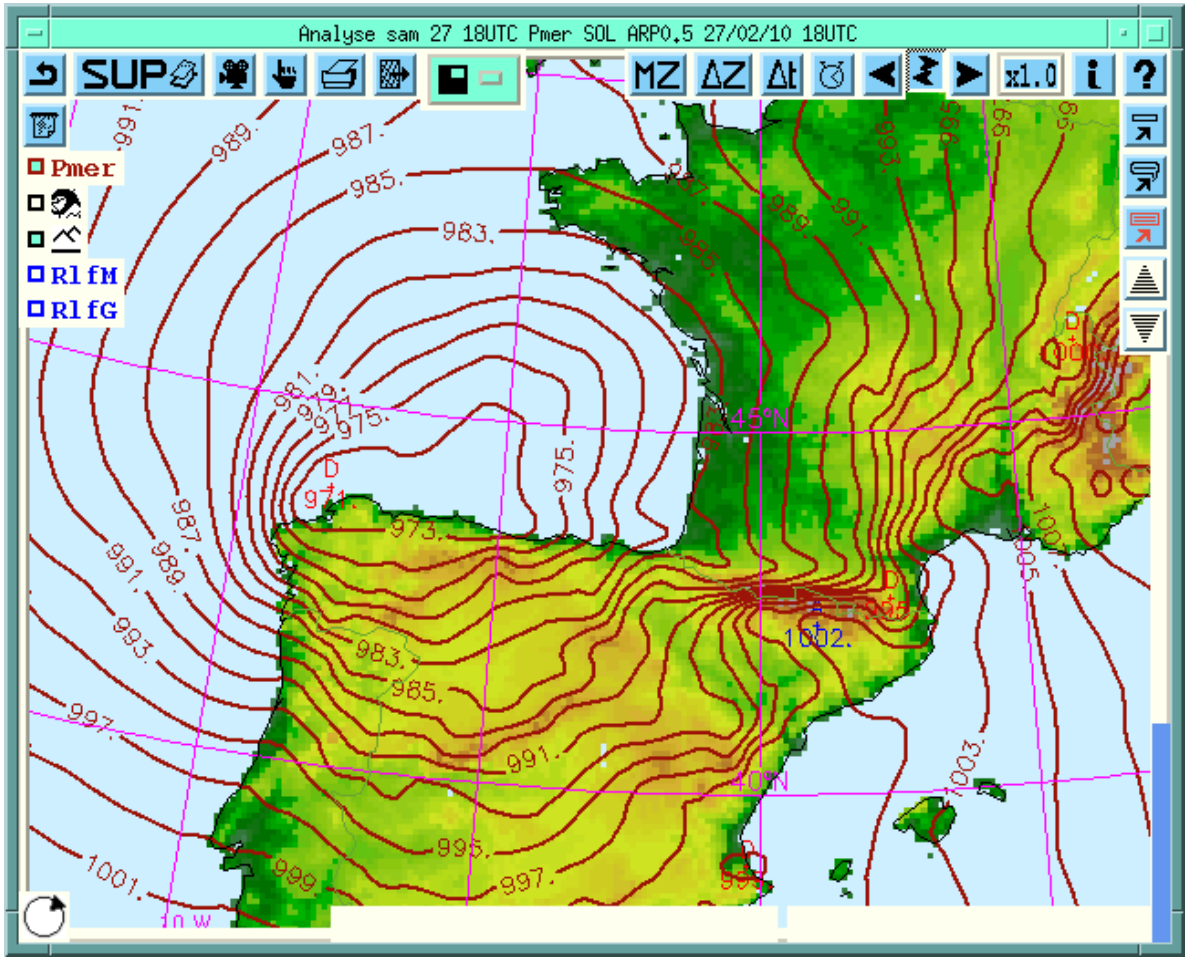
C2. Comparez les compositions des atmosphères terrestre et vénusienne et indiquez la ou les différences majeures. *(indiquer la bonne réponse)*

A. La différence majeure est la rareté du CO_2 dans l'atmosphère terrestre. Les autres gaz représentent du coup une plus grande part de l'atmosphère, mais leurs abondances relatives sont comparables à celles dans l'atmosphère vénusienne.
B. Les différences majeures sont la rareté du CO_2 et l'abondance du O_2 dans l'atmosphère terrestre.
C. Les différences majeures sont la rareté du CO_2 et l'abondance du N_2 dans l'atmosphère terrestre.
D. Les différences dans l'abondance des gaz ne reflètent que la différence de pression atmosphérique, 100 fois plus élevée sur Vénus que sur Terre.

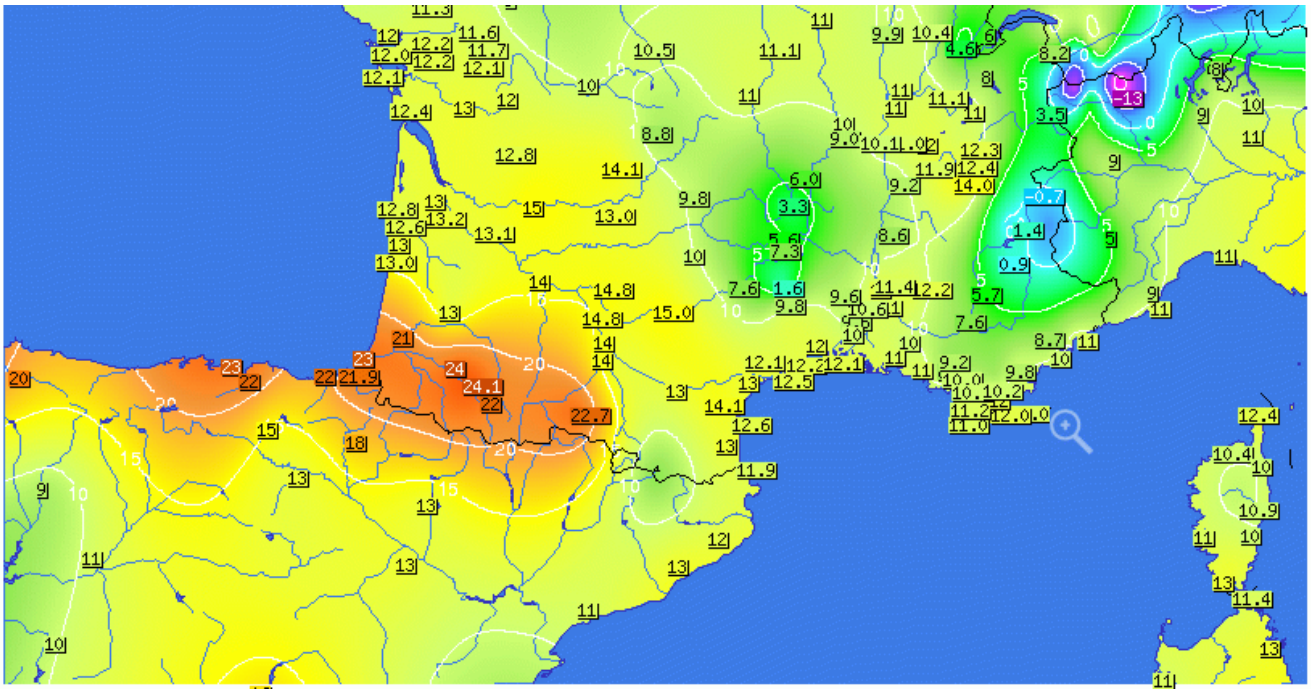
C3. Comment expliquer la faible teneur en CO_2 dans l'atmosphère terrestre, par rapport à celle de Vénus ? *(indiquer la bonne réponse)*

A. Du fait de la présence d'eau liquide, la majeure partie du carbone est présent sous forme de CO_2 dissous dans l'eau
B. Du fait de la présence d'eau liquide, la majeure partie du carbone est présent sous forme d'ion bicarbonate HCO_3^- dans l'eau.
C. Du fait de la présence d'eau liquide et de la vie, la majeure partie du carbone a été piégée sous formes de carbonates dans les roches.
D. Du fait de la présence de la vie, la majeure partie du carbone est présent sous forme de matière organique dans la biosphère.

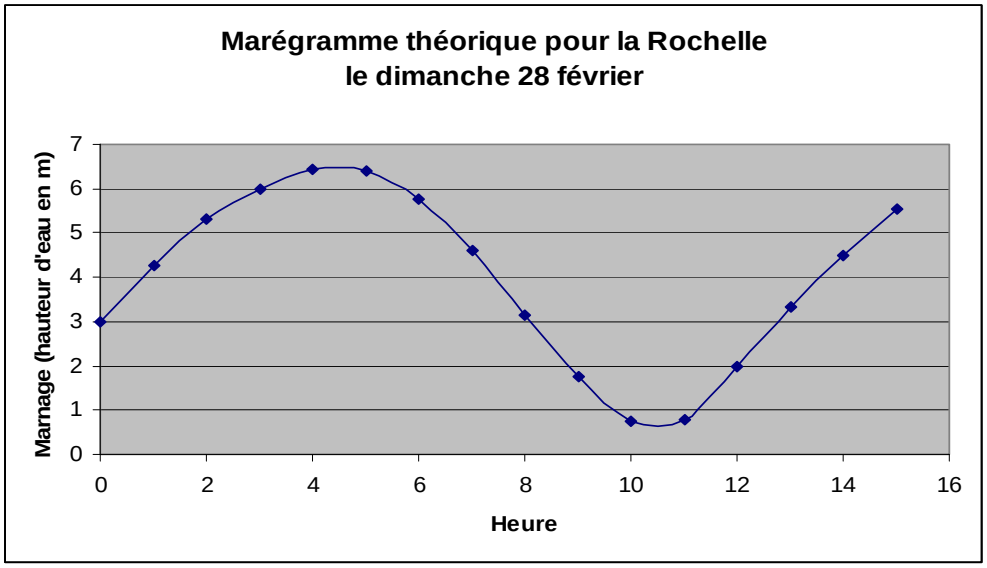
D. La tempête Xynthia (nuit du 27 au 28 février 2010)



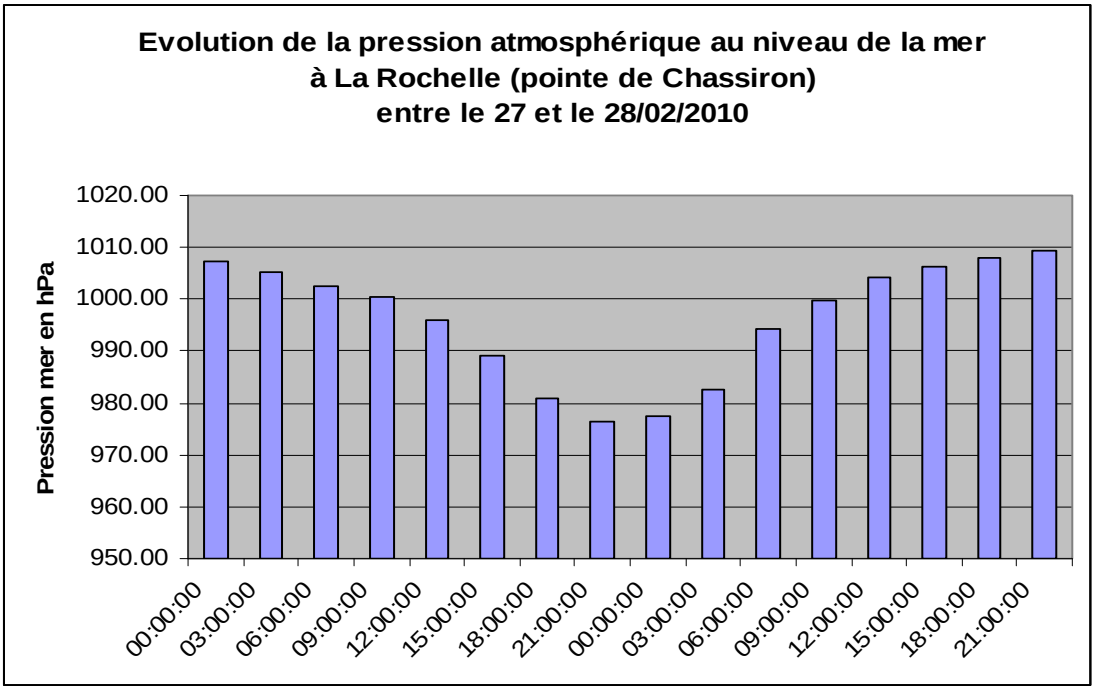
Doc. 1 : Carte de pression au sol *(en hPa) le samedi 27/02 à 18 heures UTC (doc. Météo-France).*



Doc. 2 : Carte de température *le samedi 27 février 2010, à 20h UTC (source www.infoclimat.fr)*



Doc. 3 : Marégramme théorique *calculé par le logiciel SHOMAR pour le 28/02. Le coefficient de marée est de 102. D'après SHOM / logiciel SHOMAR*



Doc. 4 : Evolution de la pression atmosphérique au niveau de la mer *à La Rochelle (pointe de Chassiron) entre le 27 février à minuit et le 28 février à 21h (données Météo-France).*

Date	Samedi 27/02		Dimanche 28/02				
Heure	18h	21h	0h	3h	6h	9h	12h
Direction du vent	Sud-est	Sud-est	Sud-sud-ouest	Ouest-sud-ouest	Ouest	Ouest-sud-ouest	Ouest-sud-ouest
Force du vent (en m/s)	9,8	10,3	17	23,7	15,9	8,7	9,3

Doc. 5 : Evolution de la direction et de la vitesse du vent *à La Rochelle (pointe de Chassiron) entre le 27 février à 18h et le 28 février à 12h (données Météo-France).*

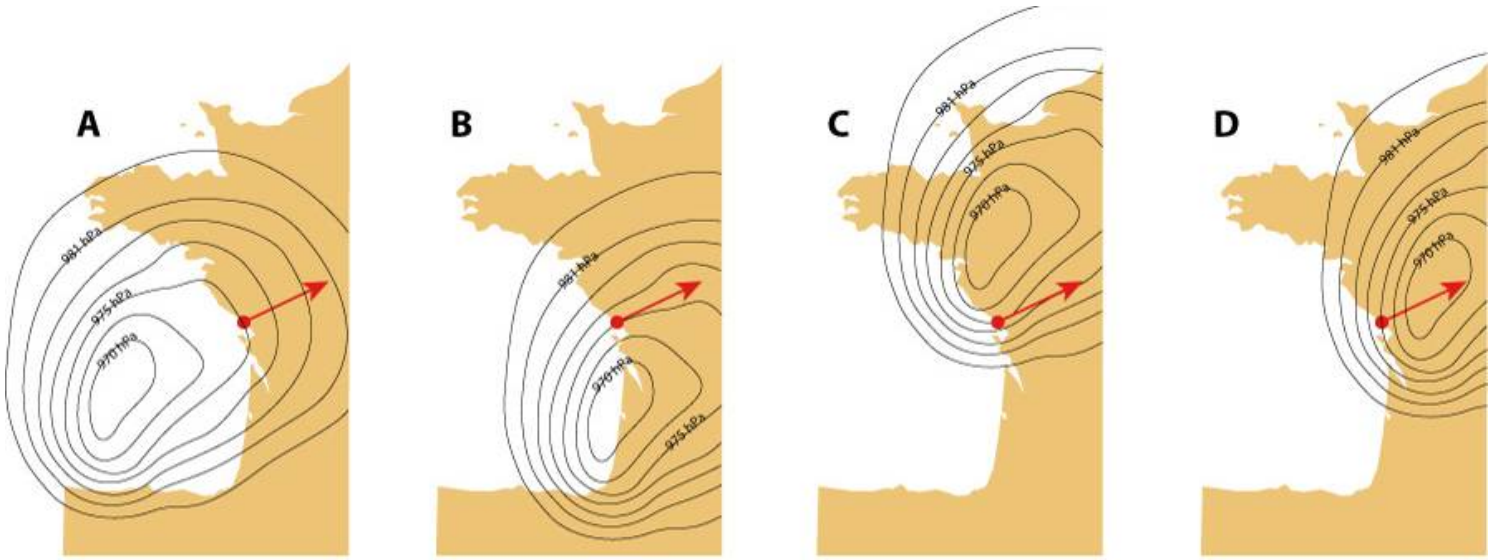
D1. Le samedi 27 février 2010, alors que la tempête Xynthia approchait de nos côtes par le Portugal et le golfe de Gascogne, on a enregistré 10,6°C à Biarritz (côte basque) à 11h, et 23 °C à 20h ! Comment expliquer un réchauffement aussi rapide ? *(indiquer la bonne réponse)*

A. Un vent d'Est a apporté de l'air chaud de la Méditerranée.
B. Un vent de Sud a apporté de l'air chaud d'Espagne
C. Des rafales d'Ouest ont dégagé le ciel, permettant l'ensoleillement du pays Basque.
D. Une masse d'air d'Espagne a subi un effet de foehn (assèchement et réchauffement) en franchissant les Pyrénées.

D2.** Dans la nuit du dimanche 28 février, la perturbation approche des côtes vendéennes. Les vents atteignent 160 km/h aux Sables d'Olonne. Près de la Rochelle, la grande digue de l'Aiguillon cède à 3h du matin. La mer cause des dégâts très importants et 29 personnes perdent la vie. Comment expliquer l'inondation des zones côtières ? *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

A. Les hautes pressions ont chassé la mer vers les terres.
B. Les hautes pressions ont bloqué la marée descendante (marée de vives-eaux).
C. Les basses pressions ont aspiré l'eau de la mer et amplifié le niveau de la haute mer (marée de vives-eaux).
D. Les violents vents d'Ouest soulèvent la mer et la houle s'y ajoute.
E. Les cours d'eau gonflés par les pluies ont plus de mal à s'écouler avec la haute mer.

D3. Laquelle des 4 cartes suivantes représente correctement le champ de pression le 28 février à 3 heures du matin ? (le point rouge est centré sur La Rochelle et la flèche indique la direction du vent) *(indiquer la bonne réponse)*



E. Sédiments faillés près du lac de Van, en Turquie

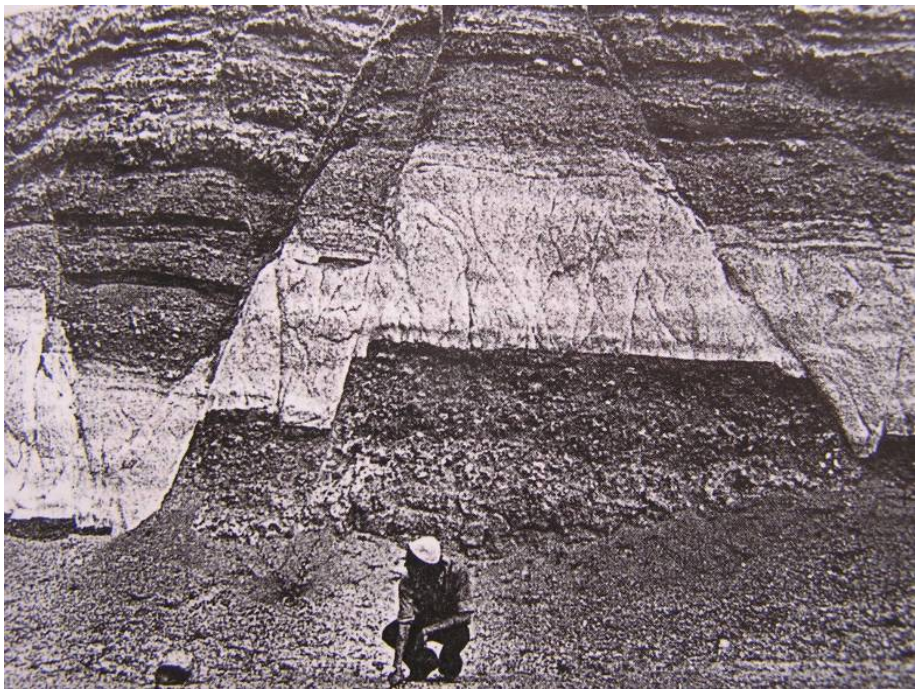


Photo M. Mattauer

E1. Les failles qui figurent sur la photo sont : *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

A. détectables, grâce à la stratification qui sert de repère
B. toutes des failles normales
C. toutes des failles inverses
D. des failles inverses d'un côté et normales de l'autre côté

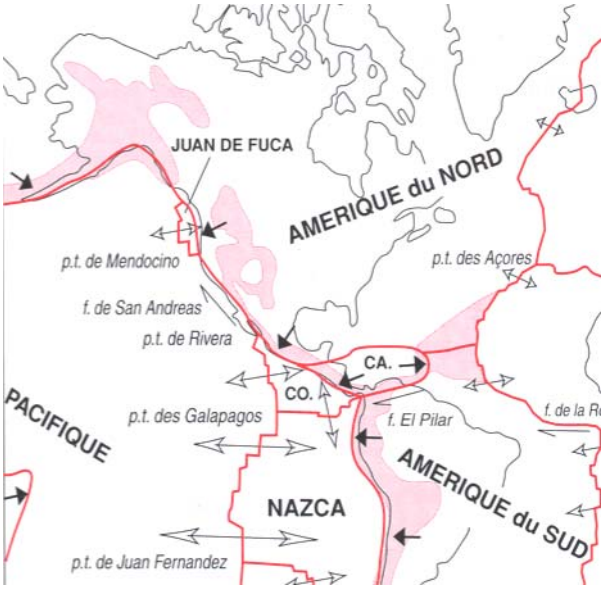
E2. Globalement, le rejet horizontal cumulé des failles de la photo montre *(indiquer la bonne réponse)* :

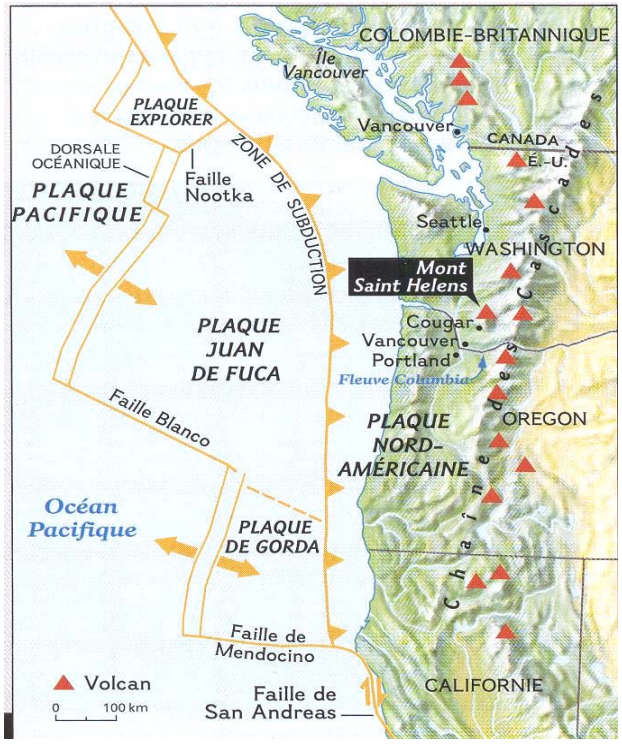
A. une extension (ou allongement)
B. un raccourcissement
C. aucun changement, car les rejets des failles s'annulent

E3. Ces failles sont nées dans un champ de contraintes *(indiquer la ou les bonnes réponses)* :

A. les contraintes sont les forces appliquées responsables de la déformation
B. les contraintes ont la dimension d'une pression
C. ici la contrainte maximale est horizontale et la minimale verticale
D. ici la contrainte minimale est horizontale et la maximale est verticale
E. ici les contraintes verticale et horizontale sont égales

F. Le volcan Saint Helens





A gauche : limites et mouvements des plaques (flèches) ; à droite : secteur du Mont Saint Helens

A gauche : le volcan avant l'éruption de 1980 (altitude 2950 m) ; à droite : un type de roche volcanique échantillonnée au Saint Helens : roche grise, amphibole présente, SiO_2 autour de 60%

F1. Le Mont Saint Helens, en Amérique du Nord, appartient à une chaîne volcanique parallèle à la côte Ouest (chaîne des Cascades). D'après les documents ci-dessus : *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

A. Le Saint Helens est situé dans un contexte géodynamique en divergence
B. Le Saint Helens est situé dans un contexte en convergence
C. Le Saint Helens est situé dans un contexte en collision
D. Le Saint Helens est situé dans un contexte de subduction

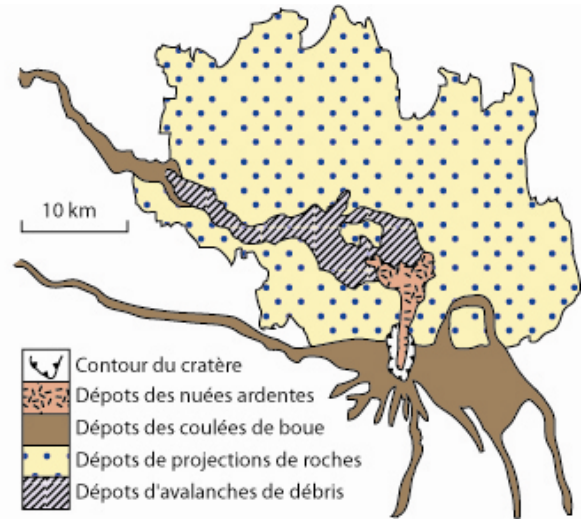
F2. Avant l'éruption de 1980. D'après les docs. ci-dessus : *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

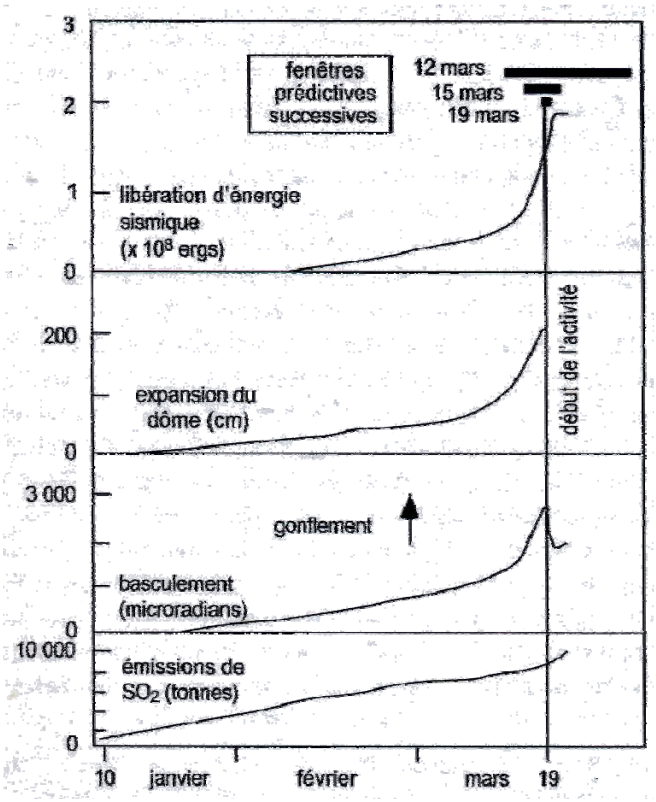
A. Le Saint Helens est un volcan-bouclier formé de coulées d'andésite
B. Le Saint Helens est un dôme formé de coulées de basalte
C. Le Saint Helens est un stratovolcan
D. Le volcan est constitué en partie par des roches volcaniques de type andésitique

A gauche : éruption du 18 mai 1980. A droite : le Saint Helens après l'éruption : altitude 2500m !!

F3. Le volcan pendant et après l'éruption de 1980 : *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

- **A.** Le dynamisme éruptif est effusif
- **B.** Le dynamisme éruptif est explosif
- **C.** La surface affectée par l'éruption est de l'ordre de 40 km^2
- **D.** Les coulées de lave se sont étendues à plusieurs dizaines de km.





F4. La gestion du risque volcanique. Lors d'une éruption ultérieure, en 1982, les autorités américaines ont pu être alertées grâce au suivi de différents phénomènes précurseurs : *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

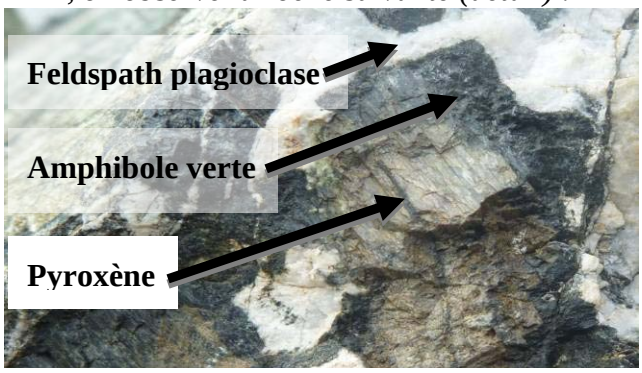
- **A.** Ces mesures permettent de prévoir le jour de l'éruption.
- **B.** Le gonflement qui précède l'activité volcanique est lié à l'accumulation des gaz dans le volcan.
- **C.** L'accroissement de l'émission de SO_2 est dû au dégazage du magma ascendant.
- **D.** Suivre plusieurs paramètres est sans intérêt, un seul suffirait.

Phénomènes précurseurs : paramètres enregistrés dans les stations de surveillance du Saint Helens, en 1982

G. Le Chenaillet, un massif ophiolitique dans les Alpes françaises

***En 1**, on observe des péridotites.*

***En 2**, on observe la roche suivante (détail) :*



***En 3,** on observe la roche suivante :*

G1. Au Chenaillet, on trouve trois types de roches associées (1, 2 et 3). Que représente cette association ? *(indiquez la bonne réponse)*

- **A.** Ces trois types de roches associées représentent un morceau de lithosphère océanique.
- **B.** Ces trois types de roches associées représentent un morceau de croûte océanique.
- **C.** Ces trois types de roches associées représentent un morceau de croûte continentale.
- **D.** Ces trois types de roches associées sur le terrain ne se sont pas formées au même endroit, l'une en domaine continental, les deux autres en domaine océanique.

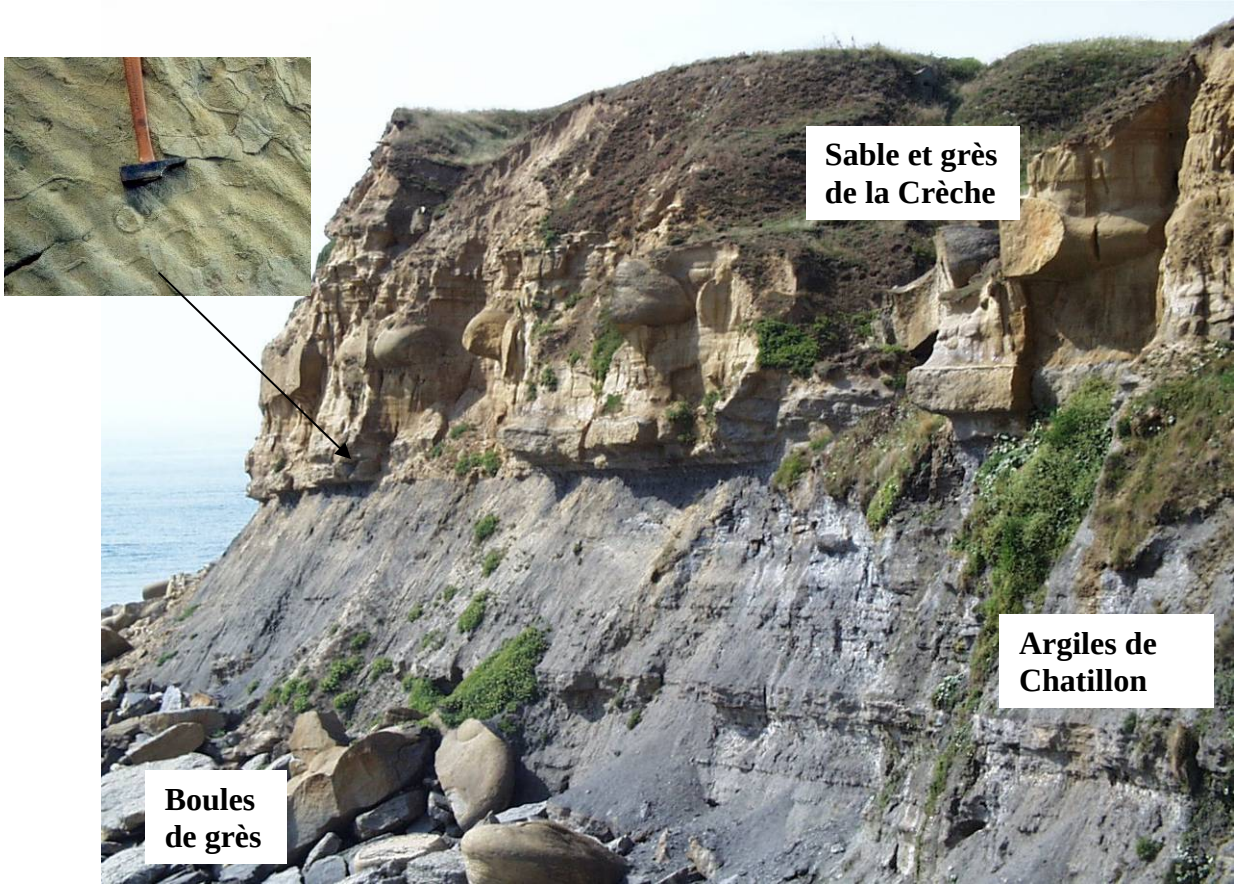
G2. Le secteur 3 du Chenaillet montre : *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

- **A.** Des roches plutoniques en « pillow lavas »
- **B.** Des roches volcaniques en « pillow lavas »
- **C.** Les restes d'un récif corallien
- **D.** Des roches mises en place sous l'eau

G3.** Les minéraux de la roche du secteur 2 montrent une « réaction coronitique » : *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

- **A.** La réaction coronitique fait apparaître un nouveau minéral hydraté : le pyroxène.
- **B.** D'après le principe d'inclusion, c'est l'amphibole qui est apparue secondairement.
- **C.** La réaction coronitique de la roche du secteur 2 entraine son hydratation.
- **D.** La réaction coronitique traduit un métamorphisme hydrothermal de la roche du secteur 2.

H. La falaise du Cran-aux-œufs (Pas de Calais, Jurassique supérieur)



Photos Jean-Luc Franchomme /J-M. Magniez, ac. Lille

H1. Quel(s) argument(s) permet(tent) d'affirmer que les argiles de Chatillon se sont déposées dans un milieu calme ? *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

- **A.** La finesse des sédiments : les argiles dérivent de vases, déposées en eau profonde et calme.
- **B.** Ces argiles contiennent de la pyrite (FeS_2), indicatrice d'un milieu réducteur, peu oxygéné : les eaux étaient peu brassées.
- **C.** Ces argiles contiennent quelques ammonites : ces organismes fixés vivaient exclusivement en eau calme.
- **D.** Ces argiles ont une couleur sombre, indicatrice d'un milieu où la matière organique n'est pas oxydée, donc d'eaux peu brassées.
- **E.** L'épaisseur des strates : pour qu'une épaisseur importante de sédiments se dépose, l'eau doit être calme.

H2. Comment expliquer l'existence de ces boules de grès (grains de quartz et ciment calcaire) ? *(indiquer la bonne réponse)*

- **A.** Ces boules sont le résultat de l'altération des minéraux du grès.
- **B.** Ces boules sont le fruit de l'érosion marine, qui use les blocs en les roulant.
- **C.** Ces boules correspondent à des parties de la roche où la cimentation est plus poussée.

H3. Comment expliquer le profil de la falaise ? *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

A. L'eau érode le grès, roche friable, plus vite que les argiles, roches résistantes : la falaise gréseuse recule donc plus vite.
B. La falaise a plus reculé au sommet qu'à la base car les vagues sont plus violentes lors des hautes mers.
C. L'eau de ruissellement effrite les argiles friables et façonne un plan incliné, tandis que les grès s'éboulent lorsqu'ils sont en surplomb.
D. L'eau infiltrée dans le sable sourd à la base des grès, au toit des argiles imperméables, et sape la falaise de grès.
E. La pente de la falaise d'argile, roche meuble, correspond à la pente d'équilibre d'un tas de sable.

H4. Les argiles de Chatillon pourraient constituer une « roche-mère » de pétrole. Qu'est-ce que cela signifie ? *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

A. Les argiles de Chatillon constituent un gisement de pétrole.
B. Enfouie à une profondeur suffisante, la matière organique des argiles de Chatillon pourrait finir par donner du pétrole.
C. Si cette roche peut être à l'origine de pétrole, celui-ci migre et s'accumule généralement ailleurs, dans des roches réservoirs.
D. La formation de pétrole nécessite également une roche-père.

H5. Entre le dépôt des argiles de Chatillon et celui des grès de la Crèche, l'environnement de dépôt a changé *(indiquer la ou les bonnes réponses)* :

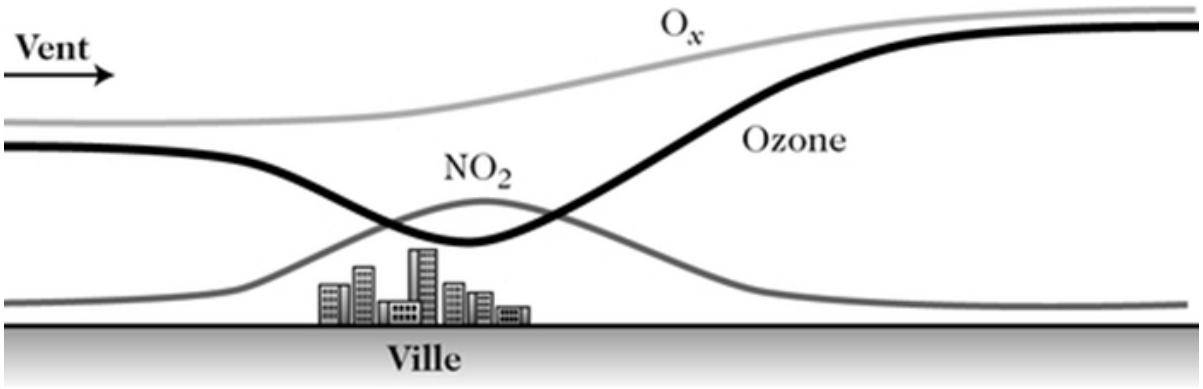
A. Les sédiments sableux du grès, plus grossiers, se sont déposés plus près de la côte.
B. La hauteur de la tranche d'eau a diminué.
C. La ligne de côte a avancé dans les terres.
D. Les tempêtes plus fréquentes ont empêché le dépôt des argiles.

I. Questions diverses

I1. En 1991, le volcan Pinatubo (Philippines) a émis des quantités très importantes de cendres dans l'atmosphère (certaines sources parlent de 30 Gigatonnes). La violence de l'éruption a propulsé les cendres majoritairement dans la stratosphère. Quel en fut l'effet – éventuel – sur le climat ? *(Indiquer la bonne réponse)*

A. Les gaz brûlants libérés lors de l'éruption ont entraîné un réchauffement de la troposphère.
B. Les poussières et aérosols absorbant le rayonnement solaire dans la stratosphère ont entraîné un refroidissement de la troposphère.
C. L'effet de serre additionnel dû au CO_2 libéré lors de l'éruption l'emporte sur l'effet refroidissant des aérosols : la troposphère s'est réchauffée.
D. Cette éruption n'a eu aucune incidence climatique car la stratosphère est située trop loin du sol (15 km en moyenne).

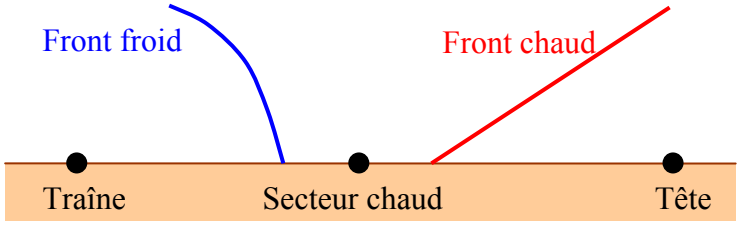
I2. Le diagramme ci-dessous montre l'évolution respective des concentrations d'ozone troposphérique et de dioxyde d'azote (NO_2) au passage d'une ville, ainsi que le niveau total de pollution oxydante (O_x). Que pouvez-vous affirmer ? *(Indiquer la ou les bonnes réponses)*



© R. Delmas, G. Mégie, VH Peuch- Physique et chimie de l'atmosphère- Belin- 2005

A. Les villes entraînent une baisse de la concentration d'ozone troposphérique : elles contribuent donc à la baisse de la pollution.
B. Les villes n'ont pas d'incidence sur le niveau de pollution car la formation d'ozone ne dépend que de l'ensoleillement.
C. Le monoxyde d'azote émis en ville produit localement du NO_2 aux dépends de l'ozone ; mais en aval, par temps ensoleillé, ce réservoir d'oxydes d'azote accroit le taux d'ozone.
D. L'équilibre entre ozone et NO_2 fait que l'impact des villes sur la pollution globale est nul.
E. Au passage de l'agglomération, le niveau de pollution oxydante augmente.

I3. On a schématisé ci-dessous les différents secteurs d'une perturbation typique. Faites correspondre les différents aspects du ciel à chaque secteur : *(indiquer la bonne réponse)*



A. Tête : a ; Secteur chaud : b ; Traîne : c
B. Tête : c ; Secteur chaud : a ; Traîne : b
C. Tête : b ; Secteur chaud : c ; Traîne : a
D. Tête : c ; Secteur chaud : b ; Traîne : a
E. Tête : b ; Secteur chaud : a ; Traîne : c

I4. Cycle des roches.
Les zircons sont des silicates de zirconium qui se forment dans les roches magmatiques. Dans les collines « Jack Hills » à l'Ouest de l'Australie, on a trouvé des zircons dans un conglomérat métamorphisé ; ces zircons sont datés de 4,4 GA. Un conglomérat est une roche détritique caractérisée par la présence de galets et de graviers, mais les zircons sont millimétriques. Que pouvez-vous affirmer à leur sujet ? *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

Image : Aaron Cavosie

A. Les zircons sont détritiques, leur roche-mère initiale est magmatique
B. Les zircons sont des minéraux résistants à l'altération
C. Les zircons ont pu appartenir à plusieurs roches sédimentaires successivement
D. Les zircons ont successivement appartenu au moins à une roche magmatique, une roche sédimentaire, une roche métamorphique
E. Les zircons indiquent que la Terre a au plus 4,4 GA
F. Le conglomérat qui contient les zircons a au moins 4,4 GA

I5. Nous sommes sur la plage de Telheiro, près du cap Saint Vincent, au Portugal. Le bas de la falaise est formé de shales du Carbonifère, le haut de la falaise de grès du Trias. La géométrie des strates montre une discordance. Précisez la chronologie relative des événements :
(indiquer la bonne réponse)

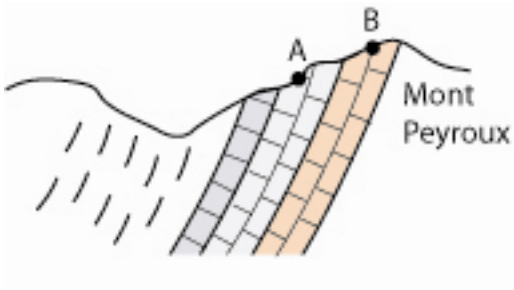
Image : F.M. Rosas

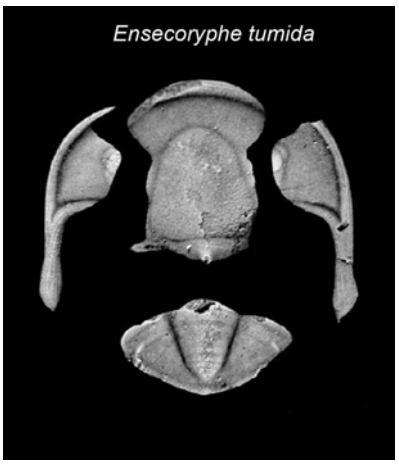
A. Dépôt des sédiments carbonifères ; dépôt des sédiments triasiques ; érosion ; plissement
B. Dépôt des sédiments carbonifères ; érosion ; plissement ; dépôt des sédiments triasiques
C. Dépôt des sédiments triasiques ; érosion ; dépôt des sédiments carbonifères ; plissement
D. Dépôt des sédiments carbonifères ; plissement ; érosion ; dépôt des sédiments triasiques

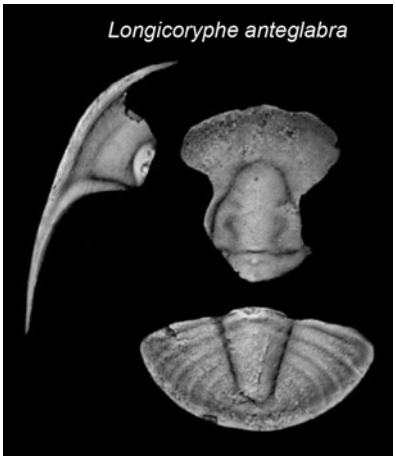
I6. Propriétés des roches sédimentaires : *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

A. Les calcaires et le gypse sont des carbonates
B. Les calcaires et les marnes font effervescence avec HCl dilué
C. Les grains d'un sable siliceux rayent le verre, ils sont très durs
D. Le gypse raye l'ongle et est rayé par le verre

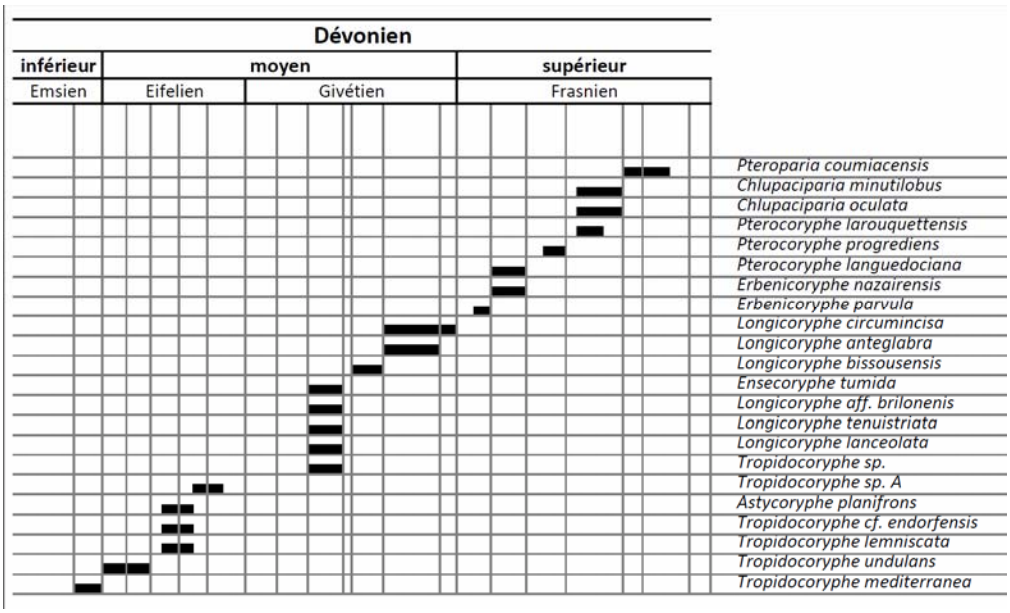
I7. Sur le mont Peyroux, dans la Montagne noire (Hérault), affleurent des couches du Dévonien où l'on a retrouvé différents fossiles d'animaux apparentés. *Indiquez la ou les propositions correctes (données et images : R. Feist, Bull. Geosci. 78, 4 :431-446 (2003)).*







Vue en coupe du Mont Peyroux *Un des fossiles trouvés en A* *Un des fossiles trouvés en B*



Biostratigraphie de ce groupe de fossiles dans la Montagne Noire ; *Aspect entier d'un de ces fossiles (T. sp)*

A. Ces fossiles appartiennent à un groupe d'arthropodes nommés trilobites.
B. Ces fossiles sont caractéristiques de l'ère secondaire.
C. Ces animaux vivaient sur les fonds marins.
D. Ces fossiles sont de bons fossiles stratigraphiques
E. Selon le principe de superposition, la couche B est plus ancienne que la couche A.
F. Ces couches représentent le flanc inverse d'un grand pli couché.

I8. Roches sédimentaires et fossiles : *(indiquer la ou les bonnes réponses)*

A. Une roche qui contient des fossiles est en général une roche sédimentaire
B. Une roche qui ne contient pas de fossiles ne peut être sédimentaire
C. Une roche qui contient des fossiles a le même âge qu'eux
D. Un fossile de faciès est un fossile qui permet de dater une roche sédimentaire