Time: 14:00 to 17:00 hrs **Date: August 29, 2019**

INSTRUCTIONS:

Les étudiants doivent finir **le test écrit n°3 et le test écrit n°4 en 3 heures**.

SVP, cochez "**V**" dans la case ou les cases correspondante(s) à votre/vos réponse(s) sur la **FEUILLE DE REPONSES**.

CORRECTIONS:

"Choisir UNE SEULE proposition correcte" indique qu'il n'y a qu'une seule réponse correcte. Pour ces questions, la correction est la suivante :

- Pour une **réponse correcte** : 1 point
- Pour une **réponse fausse** : 0 point
- Si **plusieurs réponses** sont cochées : 0 point.

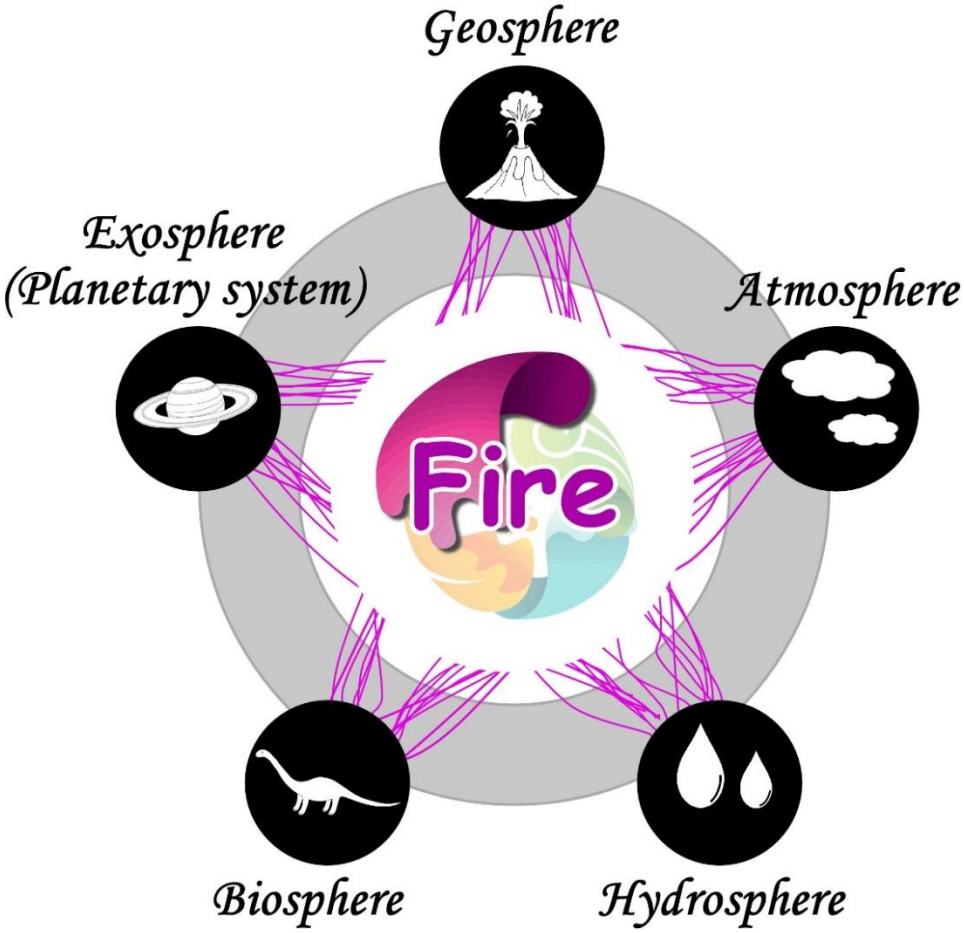
"Choisir TOUTES les propositions correctes" indique qu'il y a plus d'une bonne réponse. Pour ces questions, la correction est la suivante :

- Pour chaque **réponse correcte** : +1 point.
- Pour chaque **réponse incorrecte** : - 0.5 point. (Minus 0.5 point)

Aucune question ne sera notée en dessous de 0.

Thème: Feu (Chaleur & Energie)

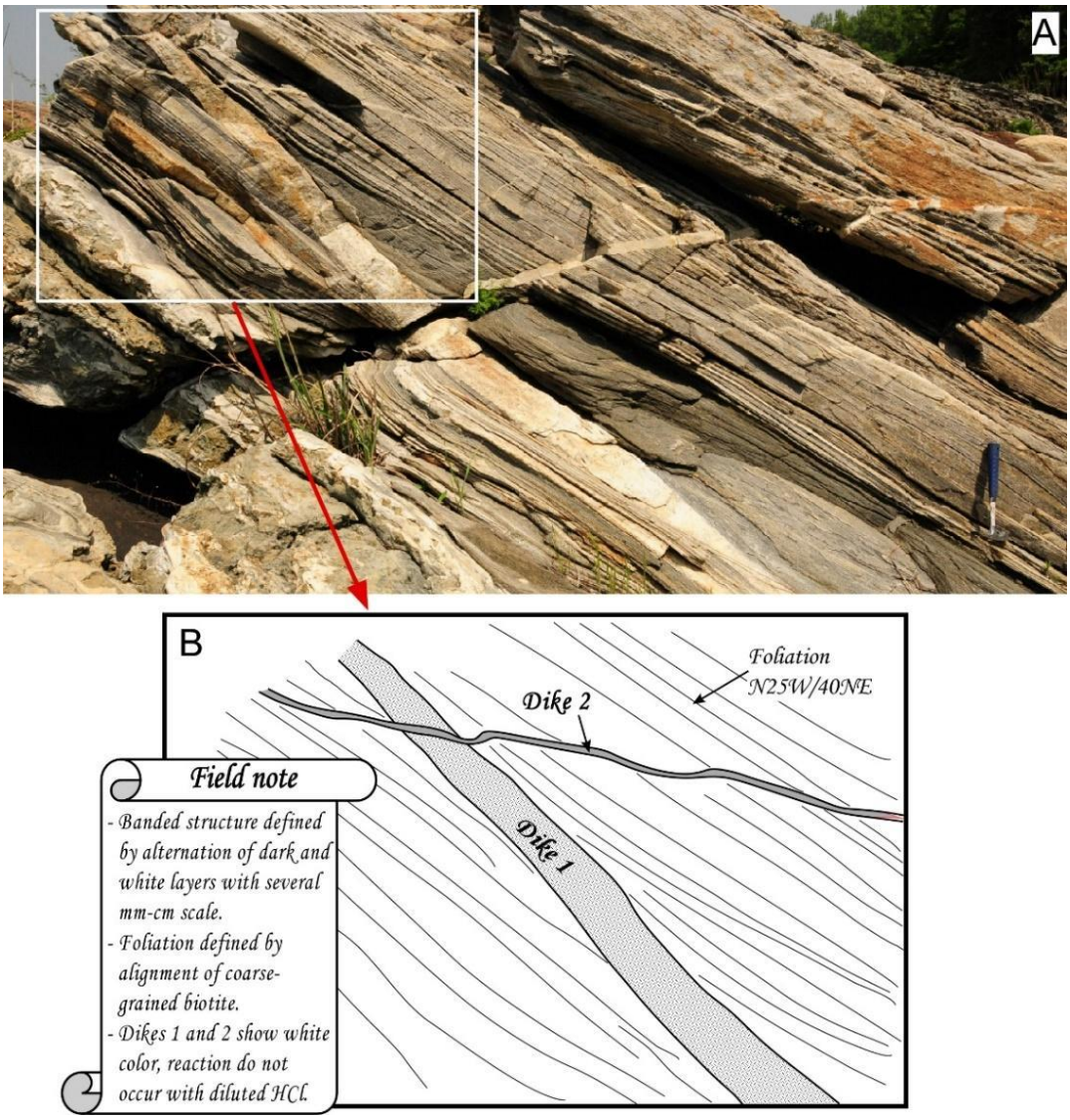
La chaleur et l'énergie de la Terre proviennent de différentes sources. Bien que la plupart de la chaleur sur Terre provienne du Soleil, il y également des sources de chaleur interne. En accord avec la théorie de la tectonique des plaques et des points chauds (mouvement du manteau, convection) la chaleur de la jeune Terre et la décroissance radioactive des isotopes à l'intérieur de la Terre causent des évènements catastrophiques comme des tremblements de Terre et du volcanisme. L'énergie interne de la Terre est utile pour les humains (source chaude, géothermie). Au sein du système Terre, l'énergie ne reste ni au même endroit ni se dissipe, elle change constamment.



Dans ce test, nous évaluons les connaissances et la réflexion autour du thème chaleur et énergie aussi bien pour la Terre que pour les objets célestes du système solaire en ce qui concerne la géosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère.

Introduction aux questions Q1-Q3:

La figure A est la photo d'un affleurement. La Figure B est un croquis de la zone encadrée en blanc dans la Figure A qui montre les caractéristiques géologiques majeures avec des notes de terrain partielles.



Field note *= note de terrain*
Banded structure defined by alternation of dark and white layers with several mm-cm scale *= structure en bandes définie par une alternance de couches sombres et de couches blanches d'une échelle du mm au cm.*
Foliation defined by alignment of coarse-grained biotite = *Foliation définie par l'alignement grossier de biotite.*
Dike 1 and 2 show white color, reaction do not occur with diluted HCl = *les dykes 1 et 2 présentent une coloration blanche, il n'y a pas de réaction sur ces dykes lorsqu'on ajoute de l'HCl.*

Q1) Sélectionner TOUTES les propositions correctes relatives à cet affleurement.

a) La foliation est formée par une pression de surcharge
b) La structure en bande résulte du métamorphisme régional
c) La roche foliée est du marbre
d) Le quartz et le feldspath sont des minéraux majeurs du dyke 1
e) La calcite est le minéral majeur du dyke 2
f) La calcite est le minéral majeur des dykes 1 et 2

Q2) Quel est l'ordre chronologique de mise en place des différentes unités de roche ? (choisissez uniquement une seule réponse)

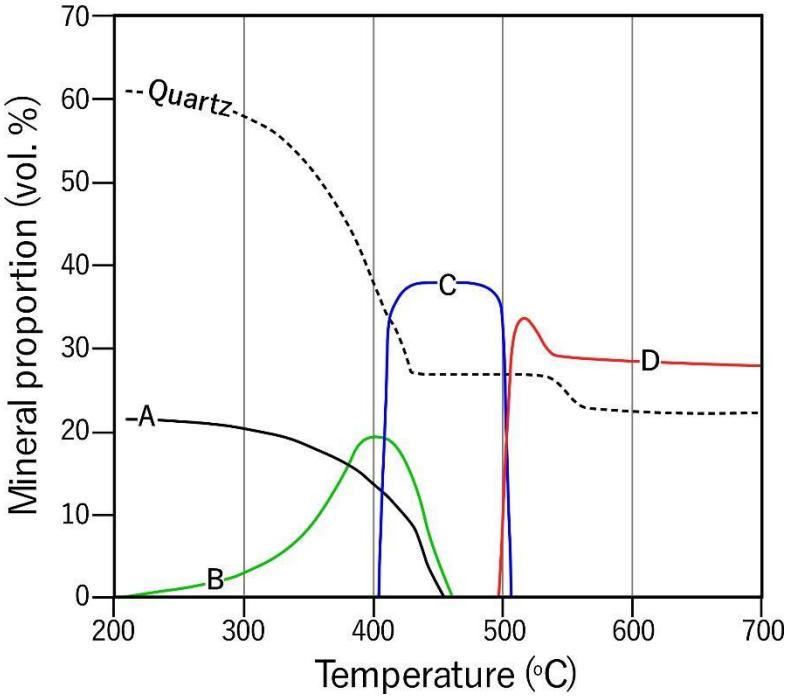
a) Le dyke 1 est l'unité la plus vieille car il ne montre aucune preuve de compression
b) Le dyke 2 est l'unité la plus vieille car il ne montre aucune preuve de compression
c) L'unité foliée est plus vieille que le dyke 2 mais plus jeune que le dyke 1
d) L'unité foliée est la plus vieille car les dykes ne présentent pas de preuve de compression
e) L'unité foliée est la plus vieille car elle apparaît en dessous des dykes

Q3) Lequel de ces principes géologiques est utilisé pour répondre à la question 2 ? (Choisissez uniquement une seule réponse)

a) Principe de l'horizontalité originelle
b) Le principe de superposition
c) La succession de faune
d) La discordance
e) Le principe de recoupement

Introduction à la question Q4:

La figure ci-dessous montre le changement de proportion modale (volume en %) des minéraux métamorphiques A à D qui ont été formés suite à un métamorphisme thermique impliquant des températures allant jusqu'à 700°C.



Q4) Sélectionner TOUTES les propositions correctes.

a) La coexistence des minéraux A et B indiquent un métamorphisme de basse température (en dessous de 400°C)
b) Les minéraux B et C apparaissent ensemble autour de 500°C
c) La présence du minéral C indique un intervalle de température limité pour ce métamorphisme
d) La coexistence des minéraux C et D indique un métamorphisme de température de 600°C ou plus
e) Les minéraux C et D apparaissent à une distance plus éloignée de l'intrusion magmatique que les minéraux A et B
f) Les proportions relatives des minéraux métamorphiques peuvent être changées en raison de l'augmentation de la température durant le métamorphisme
g) La teneur en eau dans les minéraux métamorphiques augmente en raison de l'augmentation de la température lors du métamorphisme

Introduction aux questions Q5-Q6:

Durant le feu le plus meurtrier de l'année 2018 en Californie, 8 527 feux ont brûlé 766 439 hectares. Il s'agit de la zone la plus vaste ayant brûlée selon le département forestier et de protection des feux Californien et du centre de coordination nationale sur les incendies. La Figure A montre le feu s'étendant sur le côté de la colline à Guinda, en Californie, le premier juillet 2018.
La Figure B est une image satellite présentant les radiations visibles ce même jour, dans cette zone.
La fumées et les nuages peuvent être facilement distingués par leur couleur sur l'imagerie satellite. Cela inclut les particules sombres de carbone dont les particules noires et marrons, qui constituent un problème majeur dans le contexte de changement climatique.

Figure A

Figure B

Q5) En se basant sur les deux figures, choisissez TOUTES les descriptions appropriées concernant les particules de carbones sombres.

a) Les particules sombres de carbone absorbent davantage la radiation solaire incidente dans l'atmosphère que les nuages
b) Les particules sombres de carbone dans l'atmosphère peuvent augmenter la température de surface de la Terre sur le court terme
c) Les particules sombres de carbone peuvent causer une inversion de couche dans l'atmosphère
d) Les particules sombres de carbone sont rarement transportées dans l'atmosphère depuis leur source vers d'autres endroits

L'utilisation de combustibles fossiles rejette également des particules sombres de carbone dans l'atmosphère. Après avoir été déposées sur le glacier, elles influencent la quantité de radiation énergétique locale et assombrissent significativement la zone, comme on peut le voir sur la figure C.

Figure C

La figure D présente la longueur du glacier Alpin au cours du temps (Fig D-3) qui diminue drastiquement depuis la fin du 19ème siècle. Afin d'établir les raisons du retrait rapide du glacier, les scientifiques ont travaillé sur différents facteurs possibles comme les précipitations hivernales (Fig D-1), la température en été (Fig D-2) et les émissions de suie estimées en provenance de l'Europe (Fig D-4).

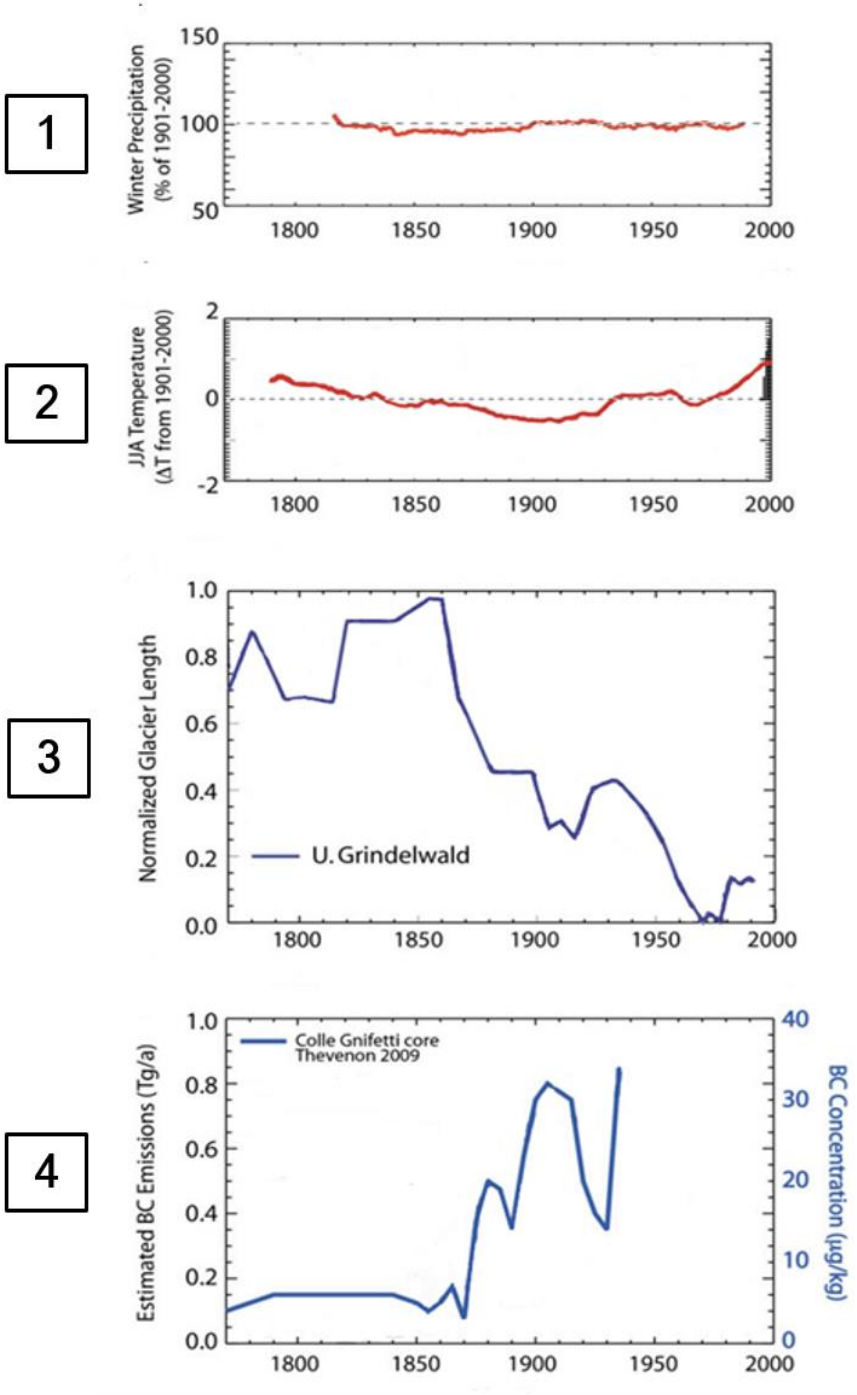


Figure D

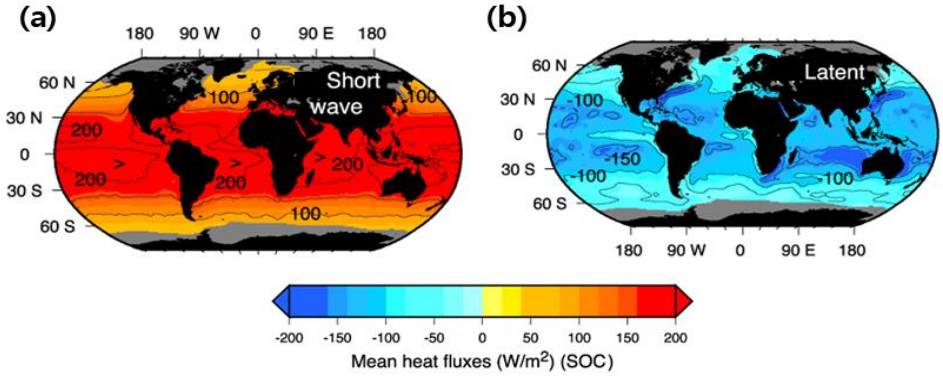
JJA pour l'axe Y de la Fig. D-2 correspond à l'été : **J**uin, **J**uillet, **A**oût. **BC** pour l'axe Y de la Fig. D-4 signifie "Black Carbon" = « Carbone noir »

Q6) Selon les informations ci-dessus, choisissez TOUTES les interprétations appropriées relatives au retrait rapide du glacier.

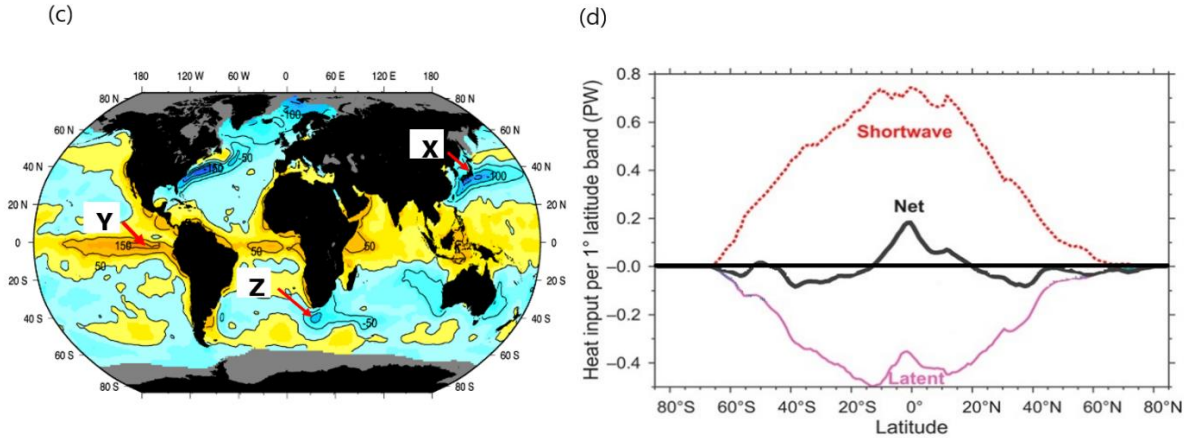
a) Le glacier Alpin a commencé à diminuer rapidement car la température en été a rapidement augmenté à la fin du 19ème siècle
b) La diminution graduelle des précipitations en hiver est responsable du retrait récent du glacier Alpin
c) Le retrait du glacier Alpin à la fin du 19ème siècle n'est probablement pas lié à la température
d) Les suies industrielles ont probablement influencé le retrait du glacier Alpin
e) Des chutes de neige plus importantes au cours du 20ème siècle ont été responsables du retrait rapide du glacier Alpin

Introduction à la question Q7:

L'océan et l'atmosphère échangent constamment de la chaleur, comme montré sur les figures ci-dessous. La figure (a) montre la distribution de la radiation solaire incidente annuelle moyenne (*short wave*). La Figure (b) est la perte de chaleur latente de l'océan par évaporation. On peut obtenir la distribution du flux net de chaleur (c) en soustrayant la quantité totale de chaleur perdue dûe à l'évaporation par la radiation solaire incidente (un signe positif représente un transfert de chaleur de l'atmosphère vers l'océan, l'inverse correspond à un signe négatif). La figure (d) montre la distribution latitudinale de chacun des trois paramètres (a) (b) (c). La distribution du flux de chaleur net dans l'océan Pacifique équatorial est lié au phénomène El Nino qui résulte de la variation de température moyenne de l'océan qui devient plus importante.



Mean heat fluxes *= flux moyen de chaleur*



Q7) Choisissez TOUTES les propositions correctes.

a) La quantité de (a) (radiation solaire) augmentera si un énorme volcan entre en éruption
b) Le mécanisme majeur de transfert de chaleur de l'océan vers l'atmosphère est l'évaporation comme montré à la figure (b)
c) En plus de la chaleur latente, il y a d'autres processus par lesquels les océans perdent de la chaleur vers l'atmosphère
d) La salinité de la mer en surface à 20°N et 20°S est plus faible que la salinité en région équatoriale
e) Un courant chaud et salé circule dans la zone marquée « X »
f) Le flux net de chaleur dans la zone marquée « Y » augmentera quand le phénomène El Nino aura lieu
g) « Y » a la plus basse température de surface parmi les zones marines « X » « Y » et « Z »
h) Le courant océanique autour de la zone « Z » joue un rôle important dans le transfert de chaleur de l'océan Indien à l'océan Atlantique

Introduction aux questions Q8-Q9:

Bien qu'il soit actif, le Soleil semble statique dans la zone des longueurs d'ondes visibles. La Figure A montre des images du Soleil dans le visible (a) et dans l'ultraviolet (b). L'image (c) est un magnétogramme solaire datant du 28 octobre 2003. Les tâches foncées en (a) sont des tâches solaires. L'image (c) montre la force du champ magnétique dans la direction de la ligne de mire. Ici, les régions sans champ magnétique sont en grise et celles avec différentes polarités sont en noir et blanc. La partie brillante dans le centre bas de (b) est une éruption solaire. Une éruption solaire relâche une quantité énorme de matière et d'énergie. La lumière émise et chargée de particules atteint la Terre et impacte l'environnement ainsi que la vie humaine. Quand une large éruption solaire apparaît, la lumière et l'énergie prendront un certain temps pour atteindre la Terre.

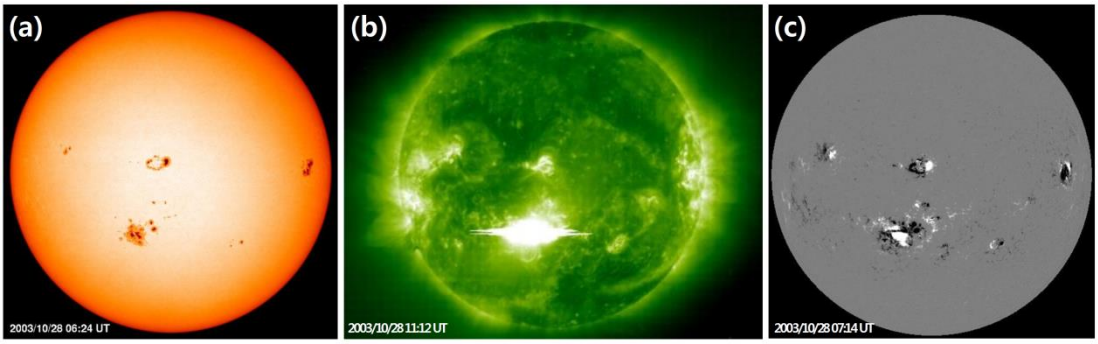


Figure A

La Figure B montre le temps d'arrivée, le temps d'exposition aux différentes longueurs d'ondes de la lumière, les particules chargées et les vents solaires du Soleil atteignant la Terre. Si les données d'observation du Soleil sont partagées en temps réel aux systèmes de prévisions de météorologie spatiale, les dommages causés à la Terre pourraient être réduits.

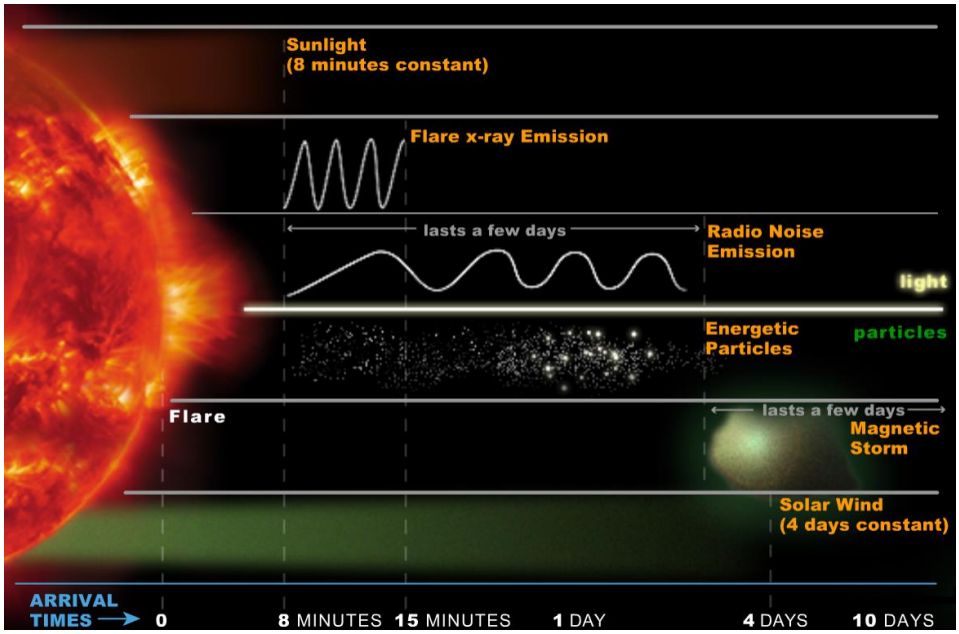


Figure B

Flare X-ray emission *= Emission de rayons X dû à l'éruption*
Radio Noise Emission *= émission des ondes radio*
Magnetic storm *= orage magnétique*
Solar wind *= vent solaire*

Q8) Sélectionnez TOUTES les propositions correctes qui peuvent être déduites de la figure A.

a) Le champ magnétique est fort autour des tâches solaires
b) Le champ magnétique est faible autour des tâches solaires
c) La taille des éruptions solaires est indépendante de la taille des tâches solaires
d) Si le Soleil a plusieurs larges tâches pendant un temps long, la température moyenne de la Terre augmentera
e) Quand une éruption solaire apparaît, la densité des gaz est plus faible en comparaison avec les zones où il n'y a pas d'éruption solaire

Q9) En se basant sur la figure B, choisissez TOUTES les propositions correctes.

a) La lumière visible prend environ 8 minutes pour atteindre la Terre
b) La lumière visible voyage plus vite que les rayons X émis par l'éruption solaire
c) Les particules énergétiques avec une masse plus importante arrivent en premier sur Terre
d) La plupart des particules de haute énergie atteignent la Terre en quatre jours
e) Les particules de haute énergie émises par le Soleil perturbent la magnétosphère terrestre, générant des orages magnétiques
f) L'énergie électromagnétique de grande longueur d'onde émise par le Soleil perturbe la magnétosphère terrestre, causant des orages magnétiques
g) La météorologie de l'espace autour de la Terre dûe à l'activité solaire peut être prédite en observant les changements des tâches solaires

Introduction à la question Q10:

Le rover d'exploration de Mars « Curiosity » a rassemblé une base de données depuis qu'il a atterrit sur Mars en 2012, surveillant constamment l'environnement comme la température et la pression de Mars. Les Figures A et B montrent les changements de température et de pression mesurés au cratère Gale (proche de l'équateur martien) que « Curiosity » a exploré pendant 1300 sols après son atterrissage. « Sol » correspond au jour solaire moyen martien. Les graphiques montrent à la fois le maximum et le minimum de chaque valeur par date. La figure A permet de comparer également le changement de température de Mars avec le changement de température annuelle à Los Angeles.

L'atmosphère martienne est essentiellement composée de dioxyde de carbone. Il y a une 'calotte polaire' où du dioxyde de carbone froid existe sous forme de glace. La 'calote polaire' augmente ou diminue en volume selon les saisons.

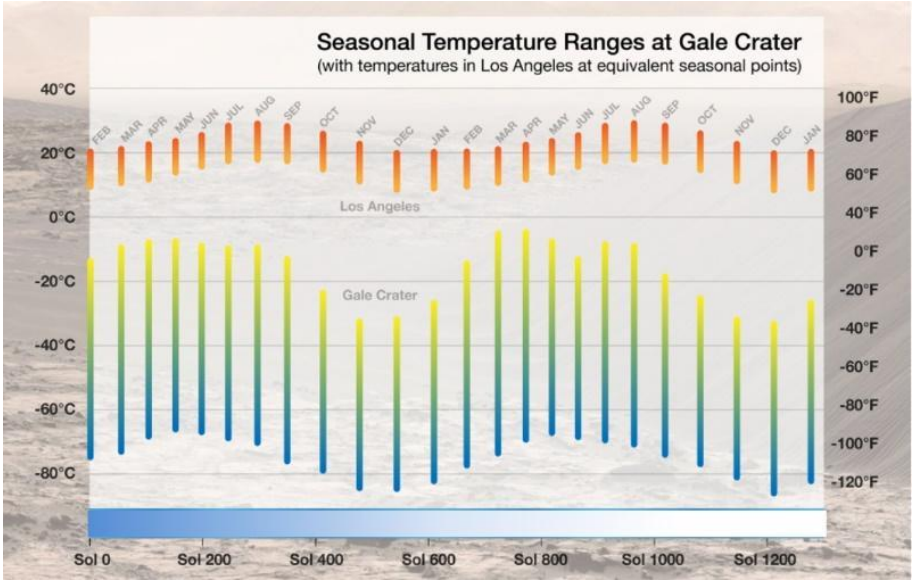


Figure A : Evolution de la température saisonnière au cratère Gale

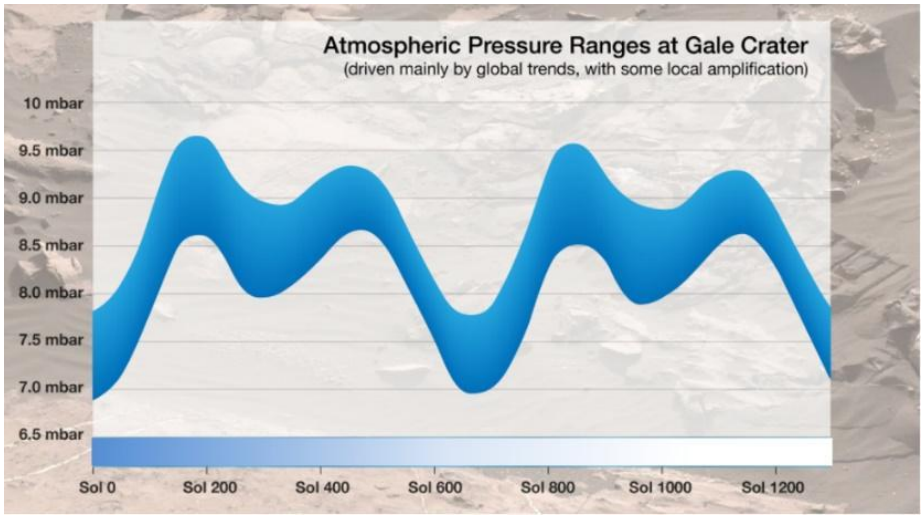


Figure B : Evolution de la pression atmosphérique au cratère Gale

Q10) Sélectionnez TOUTES les réponses correctes pour les figures A et B.

a) Une année sur Mars correspond à environ 350 Sol
b) La date de 900 Sol correspond à l'été martien dans le cratère Gale
c) La différence de température diurne à la surface de Mars est plus grande que celle à la surface de la Terre
d) L'intervalle annuel de température à la surface de Mars est plus grand que celui de la Terre
e) La température de surface martienne est plus basse que la température de surface de la Terre car Mars est plus petite que la Terre
f) La pression atmosphérique martienne est similaire à la pression atmosphérique terrestre.