

Nom et prénom (énoncé à rendre complété) :

DST SCS1 – V1

Durée : 35 minutes. 15 points. Sans calculatrice

Exercice 1. Les roches sédimentaires d'Isua. 2 points. 10 minutes.

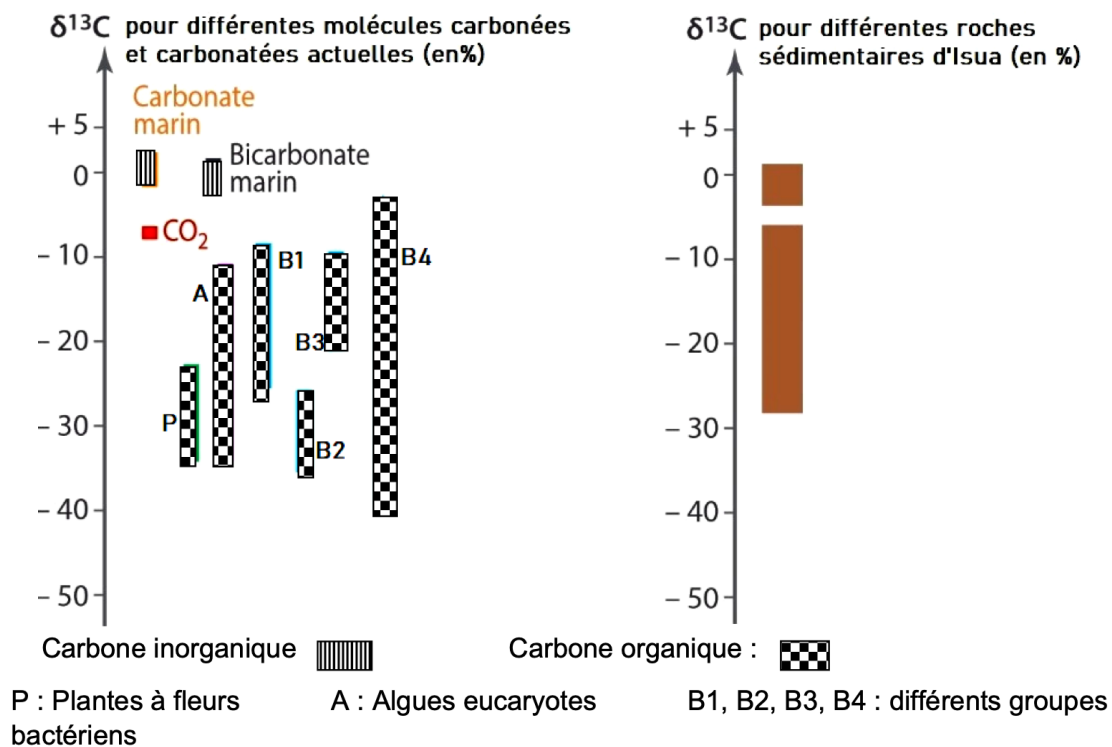
D'après E3C enseignement scientifique, adapté 2023

Document. Variations du rapport isotopique $\delta^{13}\text{C}$ dans diverses molécules carbonées et carbonatées actuelles comparé à celui des roches sédimentaires d'Isua.

Isua est une localité du Groenland où ont été identifiées les plus vieilles roches sédimentaires sur Terre : elles sont datées de -3,8 Ga.

Il existe deux isotopes stables du carbone : ^{12}C et ^{13}C . Les êtres vivants n'utilisent pas de manière équivalente ces isotopes lors de la photosynthèse : le ^{12}C est préférentiellement intégré dans les molécules organiques par rapport au ^{13}C .

Afin d'étudier la proportion de ces deux isotopes dans un échantillon, les scientifiques utilisent le $\delta^{13}\text{C}$ qui rend compte du rapport isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ dans l'échantillon en le comparant à un rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de référence. Un $\delta^{13}\text{C}$ négatif indique que l'échantillon est appauvri en ^{13}C ; un $\delta^{13}\text{C}$ positif indique que l'échantillon est enrichi en ^{13}C , toujours par rapport au standard de référence.



P, A, B1, B2, B3 et B4 sont des organismes photosynthétiques.

Repérer la réponse correcte pour chaque série d'affirmations et **l'écrire** dans votre copie.

a. Les différents rapports isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ indiquent :

- qu'il y avait des êtres vivants eucaryotes (possédant un noyau) il y a 3,8 Ga
- que les cyanobactéries sont à l'origine du dioxygène atmosphérique
- qu'il y avait probablement des êtres vivants il y a 3,8 Ga
- que les plus anciens êtres vivants sont des cyanobactéries

b. La confrontation du rapport isotopique $\delta^{13}\text{C}$ déterminé dans les roches sédimentaires d'Isua à des $\delta^{13}\text{C}$ actuels indique que :

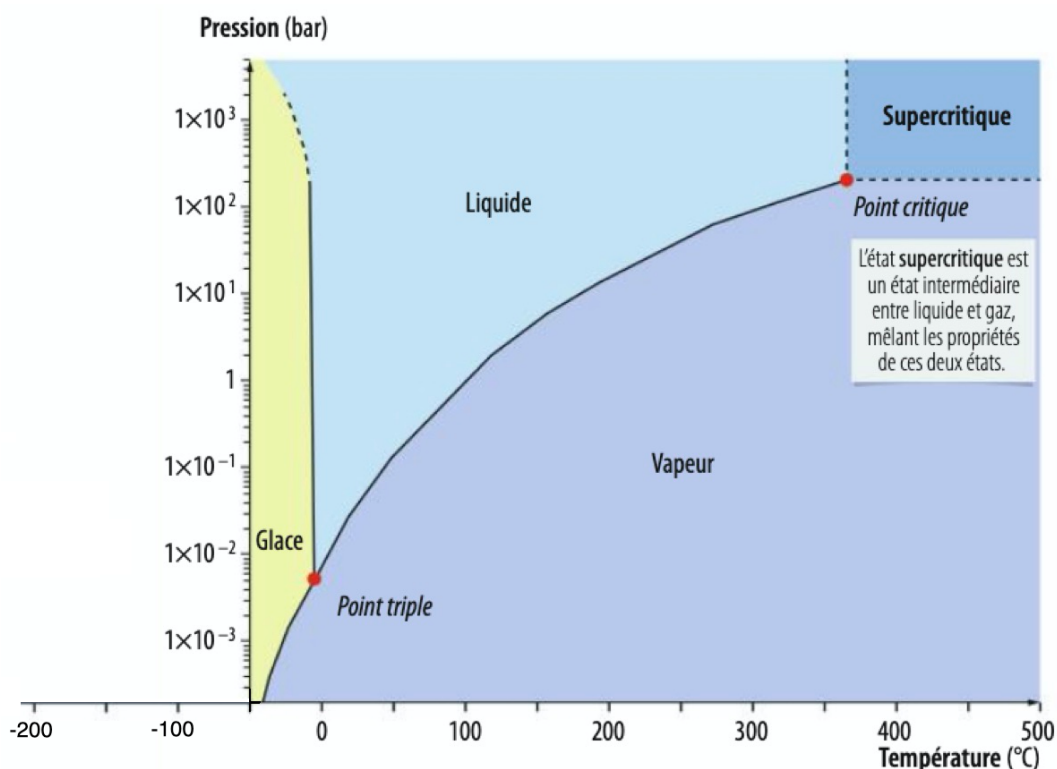
- le $\delta^{13}\text{C}$ augmente quand l'activité biologique augmente
- l'activité photosynthétique était plus importante il y a 3,8 Ga qu'aujourd'hui
- l'activité photosynthétique des cyanobactéries est supérieure à celle des algues eucaryotes
- certaines molécules des roches sédimentaires d'Isua sont issues d'une photosynthèse

Nom et prénom (énoncé à rendre complété) :

Exercice 2. Diagramme pression température des états de l'eau. 3 points. 5 minutes.

D'après Enseignement scientifique Hachette Éducation 2020, modifié.

Document 1. Diagramme pression température des états de l'eau.



Document 2. Caractéristiques de différents objets du système solaire.

Astre	Température (°C)	Pression atmosphérique (bar)
Vénus	477	90
Lune (satellite de la Terre)	-173 à 127	0
Europe (satellite de Jupiter)	- 148	Environ 0

Placer les corps dans le graphique pour déterminer sur quel(s) corps l'eau est susceptible d'exister à l'état liquide en surface.

Exercice 3. Restituer ses connaissances. 4 points. 10 minutes.

D'après E3C enseignement scientifique

Indiquer comment se forme l'ozone (O₃) dans la stratosphère et quel est son rôle sur le développement de la vie terrestre.

Exercice 4. Le cycle de l'oxygène : les flux d'O₂. 3 points. 5 minutes.

Préciser si les processus suivants sont une source, un puits d'O₂ ou sont sans fondement (mettre uniquement une croix dans les cases).

	Source	Puits	Sans fondement
Photosynthèse			
Protocole de Montréal			
Combustion			
Formation des fers rubanés			
Dégazage volcanique			
Cyanobactéries des stromatolithes			
Décomposition de la matière organique			
Oxydation du Fe ²⁺			
Respiration			
Action mutagène des UV sur l'ADN			
Précipitation du carbonate de calcium (calcaire) à partir des ions HCO ₃ ⁻			
Formation des sols rouges continentaux			

Nom et prénom (énoncé à rendre complété) :

Exercice 5. Les galets de pyrite du Witwatersrand (Afrique du Sud). 3 points. 5 minutes.

D'après Enseignement scientifique Belin 2020.

En Afrique du Sud, dans la région du Witwatersrand, on trouve des roches datant de 2,9 milliards d'années (-2,9 Ga) contenant des galets de pyrite (FeS_2) non altérés et parfaitement arrondis. Ces échantillons doivent être récoltés en profondeur, car la pyrite s'oxyde rapidement au contact du dioxygène atmosphérique. Au moment de sa formation, la pyrite est un minéral très anguleux. La forme arrondie des galets suggère qu'ils ont été transportés et érodés dans un flux d'eau s'écoulant rapidement. Aujourd'hui, ce type d'eaux « rapides » est très oxygéné.

Document 1. Échantillon rocheux contenant des galets de pyrite.



Document 2. Cristaux de pyrite non érodés.



Montrer que des galets de pyrite non altérés et arrondis ne pourraient pas se former sur la Terre actuelle, puis **proposer** une ou des hypothèses pour expliquer leur formation il y a 2,9 milliards d'années. **Justifier** sur quel principe repose cette déduction.

Nom et prénom (énoncé à rendre complété) :

DST SCS1 – V2

Durée : 35 minutes. 15 points. Avec calculatrice

Exercice 1. Les roches sédimentaires d'Isua. 2 points. 10 minutes.

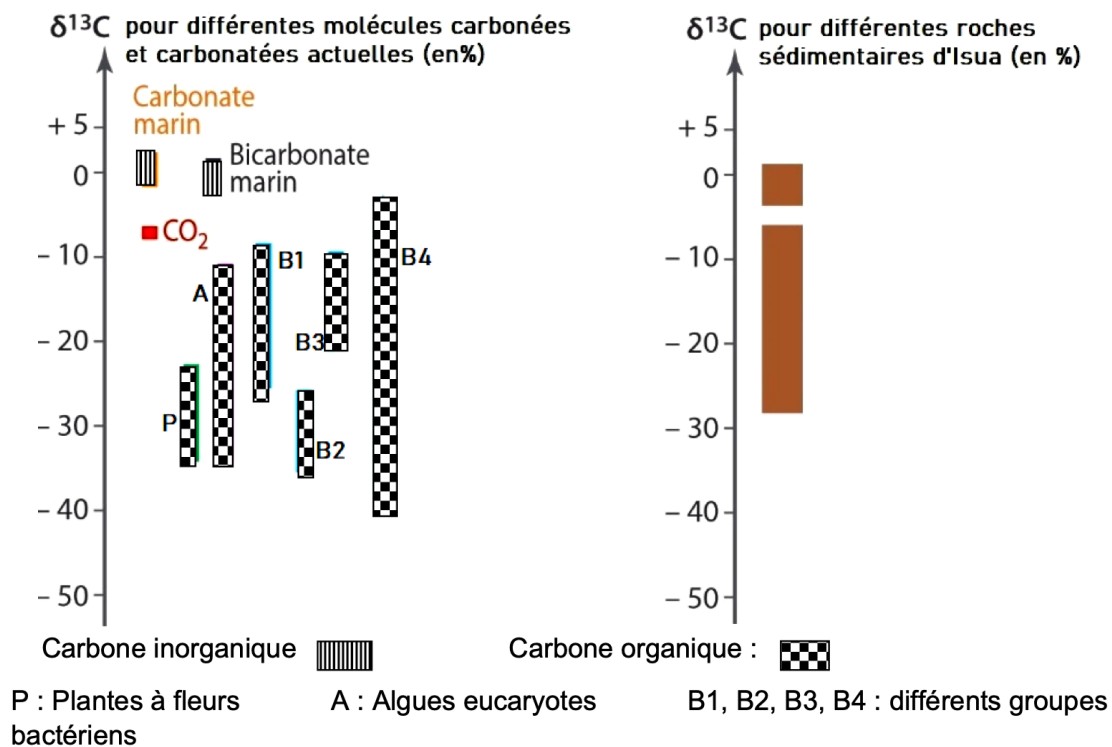
D'après E3C enseignement scientifique, adapté 2023

Document. Variations du rapport isotopique $\delta^{13}\text{C}$ dans diverses molécules carbonées et carbonatées actuelles comparé à celui des roches sédimentaires d'Isua.

Isua est une localité du Groenland où ont été identifiées les plus vieilles roches sédimentaires sur Terre : elles sont datées de -3,8 Ga.

Il existe deux isotopes stables du carbone : ^{12}C et ^{13}C . Les êtres vivants n'utilisent pas de manière équivalente ces isotopes lors de la photosynthèse : le ^{12}C est préférentiellement intégré dans les molécules organiques par rapport au ^{13}C .

Afin d'étudier la proportion de ces deux isotopes dans un échantillon, les scientifiques utilisent le $\delta^{13}\text{C}$ qui rend compte du rapport isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ dans l'échantillon en le comparant à un rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de référence. Un $\delta^{13}\text{C}$ négatif indique que l'échantillon est appauvri en ^{13}C ; un $\delta^{13}\text{C}$ positif indique que l'échantillon est enrichi en ^{13}C , toujours par rapport au standard de référence.



P, A, B1, B2, B3 et B4 sont des organismes photosynthétiques.

Repérer la réponse correcte pour chaque série d'affirmations et l'écrire dans votre copie.

a. Les différents rapports isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ indiquent :

- qu'il y avait des êtres vivants eucaryotes (possédant un noyau) il y a 3,8 Ga
- que les cyanobactéries sont à l'origine du dioxygène atmosphérique
- qu'il y avait probablement des êtres vivants il y a 3,8 Ga
- que les plus anciens êtres vivants sont des cyanobactéries.

b. La confrontation du rapport isotopique $\delta^{13}\text{C}$ déterminé dans les roches sédimentaires d'Isua à des $\delta^{13}\text{C}$ actuels indique que :

- le $\delta^{13}\text{C}$ augmente quand l'activité biologique augmente
- l'activité photosynthétique était plus importante il y a 3,8 Ga qu'aujourd'hui
- l'activité photosynthétique des cyanobactéries est supérieure à celle des algues eucaryotes
- certaines molécules des roches sédimentaires d'Isua sont issues d'une photosynthèse.

Nom et prénom (énoncé à rendre complété) :

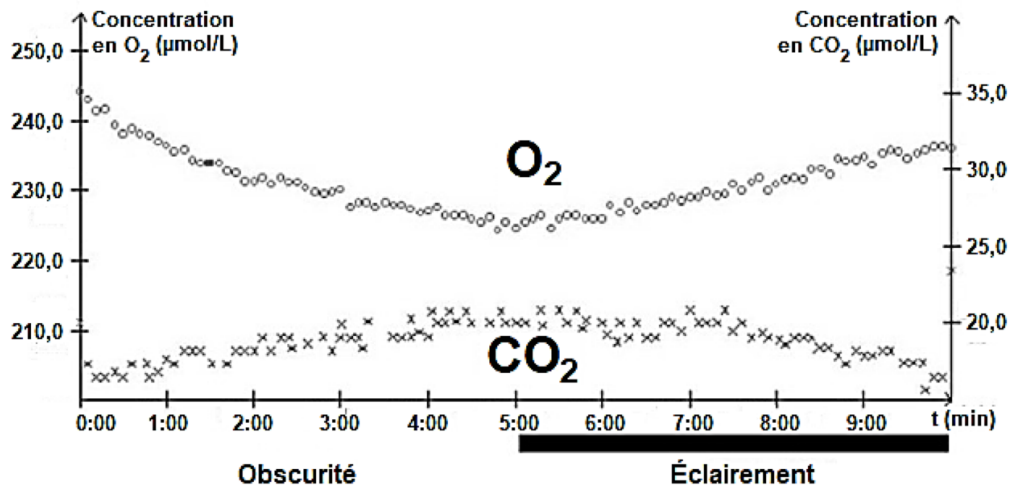
Exercice 2. Le métabolisme des cyanobactéries actuelles. 5 points. 10 minutes.

D'après E3C enseignement scientifique, adapté 2023

Document. Métabolisme des cyanobactéries actuelles

Une culture de cyanobactéries est placée dans une enceinte hermétique. Les teneurs en dioxygène et en dioxyde de carbone sont relevées dans l'enceinte sous différentes conditions d'éclairage. Les résultats sont présentés sur le graphique ci-dessous.

Évolution des teneurs en dioxygène et dioxyde de carbone de la culture de cyanobactéries



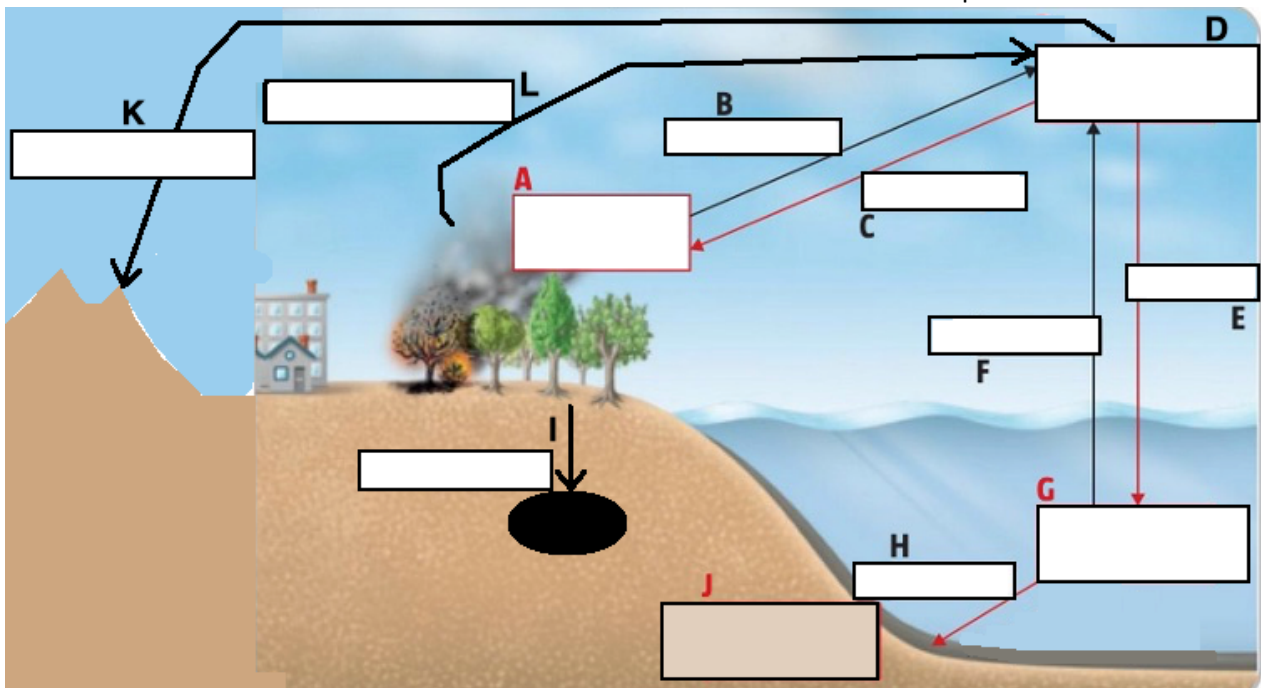
À l'aide du document, **donner**, en le justifiant, le nom du métabolisme utilisé par les cyanobactéries, dans l'expérience, entre 0 et 5 minutes puis entre 5 et 10 minutes.

Exercice 3. Réservoirs et flux de carbone. 3 points. 5 minutes.

D'après Enseignement scientifique Magnard 2020.

Remplacer les lettres par les bons termes (à faire directement sur le schéma du cycle du carbone).

- | | | | |
|------------------|----------------|-------------------|----------------|
| 1. Respiration | 2. Altération | 3. Lithosphère | 4. Dégazage |
| 5. Dissolution | 6. Biosphère | 7. Photosynthèse | 8. Hydrosphère |
| 9. Sédimentation | 10. Combustion | 11. Fossilisation | 12. Atmosphère |



Nom et prénom (énoncé à rendre complété) :

Exercice 4. Les insectes du Carbonifère. 5 points. 10 minutes.

D'après Bouchaud 10/23

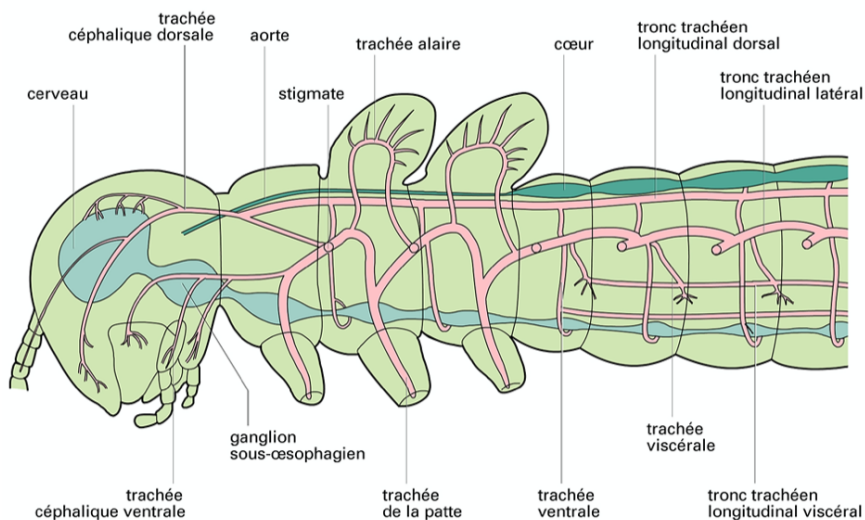
Voici 299 à 359 millions d'années, au Carbonifère, on pouvait trouver des libellules différentes des libellules actuelles.

Les insectes actuels n'ont ni poumons ni système sanguin : il en était de même dans le passé. Le dioxygène pénètre via des orifices appelés stigmates situés le long du thorax, puis arrive directement jusqu'aux organes grâce à un réseau de trachées. Pour conserver une bonne oxygénation, le volume des trachées doit augmenter 20 % plus vite que la taille de l'insecte. Mais les stigmates à proximité du point d'insertion des pattes et le volume des trachées deviennent alors trop gros pour leur thorax. Conséquence : la taille théorique maximale pour un insecte est actuellement d'une quinzaine de centimètres.

D'après ça m'intéresse, 22/06/2022 (consulté le 28/09/2023).

Système respiratoire des insectes actuels

Vue d'ensemble du système respiratoire (système trachéen) des Insectes (d'après : H. Weber, 1933).



Crédits : Encyclopædia Universalis France

Fossile de Meganeura monyi, fossile au Museum d'Histoire Naturelle de Toulouse.



<https://fr.wikipedia.org> (consulté le 28/09/23, modifié le 4/10/23)

Calculer l'envergure de Meganeura (= distance inter-ailes) pour **identifier** le problème posé.

Proposer une hypothèse expliquant la présence de ces insectes au Carbonifère.

Préciser sur quel principe s'appuie votre hypothèse.

<https://lewebpedagogique.com/bouchaud> 24_TES_SCS1_dst.docx

Nom et prénom (énoncé à rendre complété) :

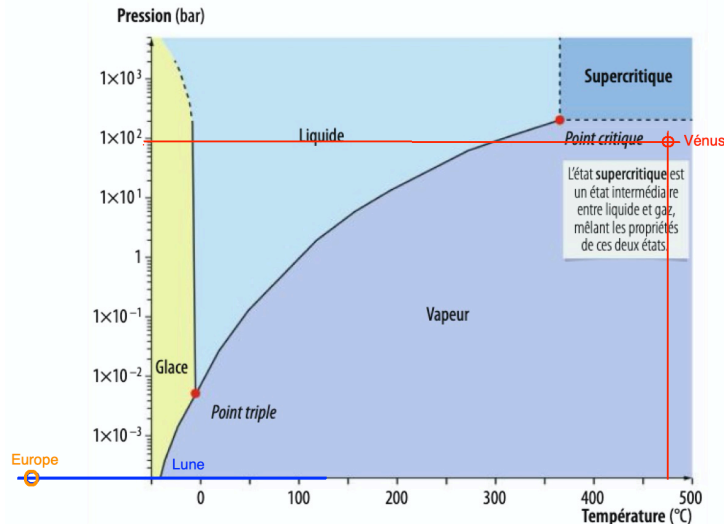
DST SCS1 – V1

Exercice 1. Les roches sédimentaires d'Isua. 2 points. 10 minutes.

a. Les différents rapports isotopiques indiquent : qu'il y avait probablement des êtres vivants il y a 3,8 Ga

b. La confrontation du rapport isotopique ... : certaines molécules d'Isua sont issues d'une photosynthèse

Exercice 2. Diagramme pression température des états de l'eau. 3 points. 5 minutes.



Placement des trois corps : 1,5

Aucun corps n'est situé dans la zone « liquide ». L'eau est donc à l'état liquide sur aucun de ces corps (1,5).

Exercice 3. Restituer ses connaissances. 4 points. 10 minutes.

- L'ozone se forme à partir du O₂ dans la stratosphère, l'O₂ étant dissocié en O sous l'effet des UV. Combiné à O₂, O₃ se forme. O₃ est ensuite dissocié en O et O₂ sous l'effet des UV. **1 point**

- L'ozone absorbe totalement les UV-C, presque entièrement les UV-B et peu les UV-A. Ce sont surtout les UV-A et très peu les UV-B qui atteignent le sol. **1 point**

- Les UV-C ont les longueurs d'ondes les plus courtes et sont donc les plus énergétiques. Ils altèrent les molécules biologiques, et notamment l'ADN (ils provoquent des mutations dans l'ADN). Si la vie est possible hors de l'eau, c'est dû aux UV qui bloquent les UV-C. **2 points**

Exercice 4. Le cycle de l'oxygène : les flux d'O₂. 3 points. 5 minutes.

	Source	Puits	Sans fondement
Photosynthèse	X		
Protocole de Montréal			X
Combustion		X	
Formation des fers rubanés		X	
Dégazage volcanique			X
Cyanobactéries des stromatolithes	X		
Décomposition de la matière organique		X	
Oxydation du Fe ²⁺		X	
Respiration		X	
Action mutagène des UV sur l'ADN			X
Précipitation du carbonate de calcium...			X
Formation des sols rouges continentaux		X	

Exercice 5. Les galets de pyrite du Witwatersrand (Afrique du Sud). 3 points. 5 minutes.

La pyrite retrouvée dans l'échantillon est arrondie (forme en galet), or elle est normalement très anguleuse. Cela suggère un transport par l'eau s'écoulant très rapidement. **1 point.**

Actuellement les eaux qui circulent rapidement sont très oxygénées, ce qui oxyde rapidement la pyrite. Or, celle trouvée est non altérée : cela suggère l'absence d'O₂ voici -2,9 Ga. **1 point.**

On sait comment se forme la pyrite actuellement, et comment elle s'altère. En s'appuyant sur le principe d'actualisme (les lois qui régissent les phénomènes géologiques actuels sont les mêmes que celles qui s'exerçaient dans le passé), on peut en déduire qu'il se produisait la même chose dans le passé. **1 point.**

Nom et prénom (énoncé à rendre complété) :

DST SCS1 – V2

Durée : 35 minutes. 15 points. Sans calculatrice

Exercice 1. Les roches sédimentaires d'Isua. 2 points. 10 minutes.

a. Les différents rapports isotopiques indiquent : qu'il y avait probablement des êtres vivants il y a 3,8 Ga

b. La confrontation du rapport isotopique ... : certaines molécules d'Isua sont issues d'une photosynthèse

Exercice 2. Le métabolisme des cyanobactéries actuelles. 5 points. 10 minutes.

0 à 5 minutes.

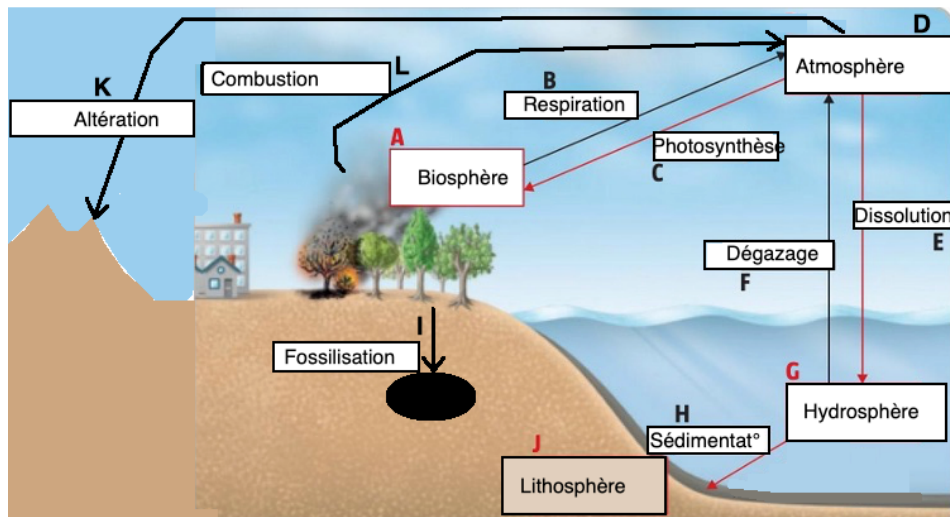
A l'obscurité (0,5), baisse de la concentration en O_2 et hausse de celle en CO_2 dans l'enceinte (0,5) = O_2 consommé et CO_2 produit (0,75). C'est la respiration (0,75).

5 à 10 minutes.

A la lumière (0,5), hausse de la concentration en O_2 et baisse de celle en CO_2 dans l'enceinte (0,5) = O_2 produit et CO_2 consommé (0,75). C'est la photosynthèse (0,75).

Bonus : = 0,5 (quantification)

Exercice 3. Réservoirs et flux de carbone. 3 points. 5 minutes.



¼ de point par bonne réponse

Exercice 4. Les insectes du Carbonifère. 4 points. 10 minutes.

Envergure calculée (échelle de 0,45 cm pour 3 cm) soit $11 \times 3 / 0,45 = 73$ cm (en théorie, 70 cm). **1 point**

On dépasse donc largement les 15 cm actuels. Comment l'expliquer ? **1 point**

En admettant que la physiologie des Insectes soit la même dans le passé que dans le présent (principe d'actualisme) **1 point**, la seule explication plausible est que le taux de dioxygène ait été bien plus élevé qu'actuellement : ainsi, le volume des trachées n'a pas eu à augmenter 20 % plus vite que la taille de l'insecte (ce qui est impossible). **2 points**

Pour information, on estime que le taux d' O_2 dans l'air était de 25 à 35 % contre 21 % aujourd'hui.