

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

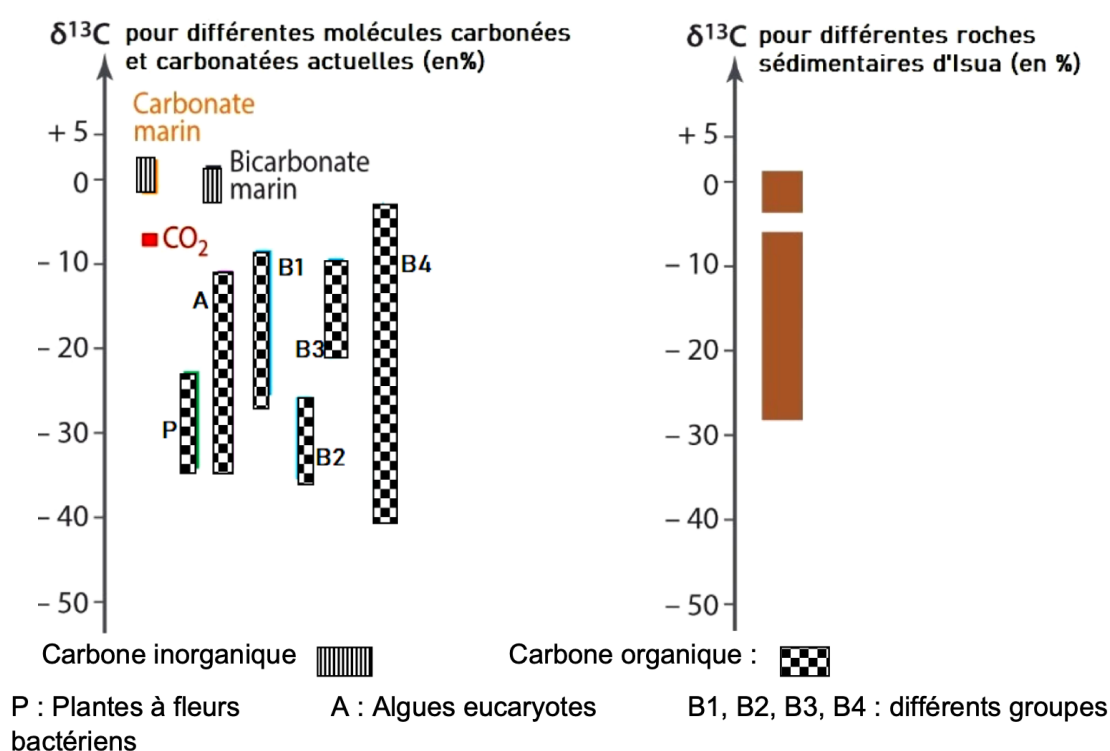
D'après E3C enseignement scientifique, adapté 2023

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

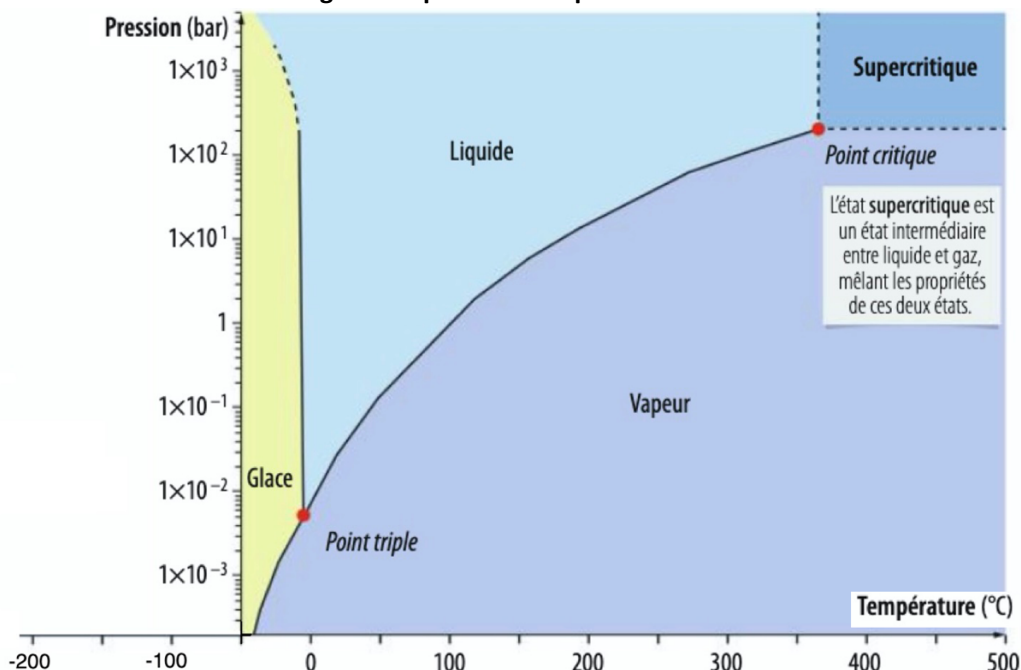
b. La confrontation du rapport isotopique $\delta^{13}\text{C}$ déterminé dans les roches sédimentaires d'Isua à des $\delta^{13}\text{C}$ actuels indique que :

- 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

Exercice 2. Pression, température et 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 expliquer si l'eau peut exister à l'état liquide en surface de ces objets.

Exercice 3. Restituer ses connaissances. 6 points. 15 minutes.

Expliquer comment se forme l'ozone stratosphérique et quel est son rôle sur le développement de la vie.

Préciser comment l'humanité a réussi à inverser la tendance observée à la fin du XX^{ème} siècle.

Exercice 4. Les galets de pyrite du Witwatersrand (Afrique du Sud). 4 points. 5 minutes.

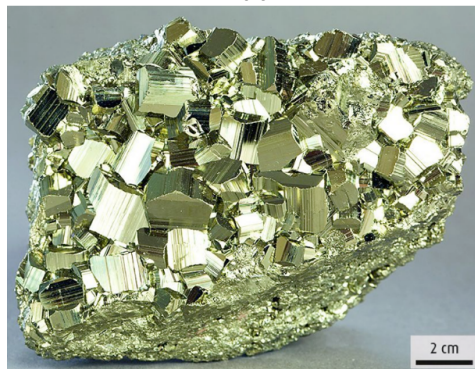
D'après Enseignement scientifique Belin 2020.

En Afrique du Sud, dans la région du Witwatersrand, on trouve des roches datant de -2,9 Ga et 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 O_2 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.

Doc1. Roche contenant des galets de pyrite.



Doc2. 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.

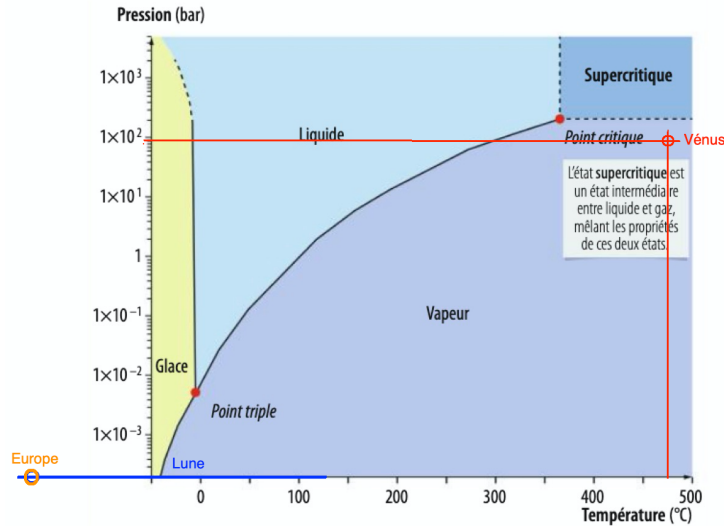
Justifier sur quel principe repose cette déduction (à exposer).

Correction

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 n'est donc à l'état liquide sur aucun de ces corps (1,5).

Exercice 3. Restituer ses connaissances. 6 points. 15 minutes.

Expliquer comment se forme l'ozone stratosphérique et quel est son rôle sur le développement de la vie.

Préciser comment l'humanité a réussi à inverser la tendance observée à la fin du XXème siècle.

- L'ozone se forme à partir du O_2 dans la stratosphère, l' O_2 étant dissocié en O sous l'effet des UV. Combiné à O_2 , O_3 se forme. O_3 est ensuite dissocié en O et O_2 sous l'effet des UV. 1
- 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
- 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
- Il existe un « trou » (= moindre concentration) saisonnier aux pôles dans la couche d'ozone qui a été provoqué par l'utilisation de gaz chlorés issus des industries humaines (ce sont les CFC qui sont des SAO). 1
- Ces CFC étant interdits depuis le protocole de Montréal (1987) et ses divers amendements, le trou a tendance à se résorber progressivement. 1

Exercice 5. Les galets de pyrite du Witwatersrand (Afrique du Sud). 4 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

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' O_2 voici -2,9 Ga. 1

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 + 1