Exercice 2 – *Niveau terminale*

Thème « Science, climat et société »

L'origine du dioxygène atmosphérique

Sur 10 points

L'atmosphère primitive de la planète Terre, qui s'est formée il y a 4,6 milliards d'années, présentait une composition différente de celle de l'atmosphère terrestre actuelle. Riche en vapeur d'eau et en dioxyde de carbone, cette atmosphère était dépourvue de dioxygène. Des indices géologiques ont permis de montrer que l'atmosphère terrestre s'est oxygénée bien après la formation de la planète.

Cet exercice s'intéresse à l'origine du dioxygène atmosphérique.

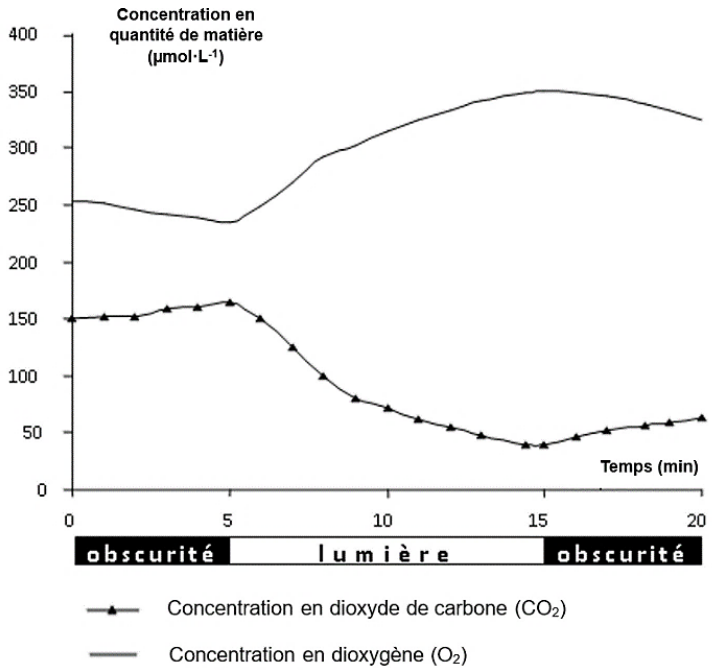
Document 1 – Les stromatolithes, des témoins de l'apparition du dioxygène dans les océans

Les stromatolithes sont des formations sédimentaires produites par l'action de cyanobactéries, bactéries vivant dans les eaux chaudes peu profondes. Les stromatolithes fossiles les plus anciens qui ont été découverts jusqu'à présent sont datés de -3,5 milliards d'années.

On place des cyanobactéries dans une enceinte fermée. Dans ces conditions, aucun échange entre le milieu de culture et le milieu extérieur n'est possible. Les cyanobactéries sont alternativement placées à la lumière et à l'obscurité.

On mesure les échanges gazeux entre les cyanobactéries et leur milieu de culture.

Les résultats sont présentés dans le graphique ci-contre.



Source du graphique : http://svt.ac-dijon.fr

1- Exploiter le document 1 pour montrer que le métabolisme énergétique des cyanobactéries n'est pas le même à la lumière et à l'obscurité.

2- Préciser les réactifs intervenant dans la réaction de la photosynthèse et les produits obtenus grâce à cette réaction.

Document 2 – L'expérience de Ruben et Kamen

En 1941, les chimistes Samuel Ruben et Martin Kamen cherchent à identifier l'origine du dioxygène produit lors de la photosynthèse.

Pour cela, ils placent des algues chlorophylliennes en suspension dans deux milieux différents (A et B) faits d'eau et de dioxyde de carbone. Mais l'eau du milieu A ne comporte pas la même proportion d'isotope de l'oxygène $^{18}_{8}O$ que dans le milieu B. Le dioxyde de carbone présent dans le milieu A et dans le milieu B non plus.

Les deux suspensions sont exposées à la lumière. Le dioxygène produit par les algues est recueilli et la proportion des molécules de dioxygène comportant l'élément $^{18}_{8}O$ est mesurée :

	Proportion de molécules comportant $^{18}_{8}O$ en %		
	eau	dioxyde de carbone	dioxygène produit
Suspension A	0,85	0,20	0,84
Suspension B	0,20	0,68	0,20

Source: d'après "Heavy oxygen (^{18}O) as a tracer in the study of photosynthesis"

(RUBEN S., RANDALL M., KAMEN M et HYDE J.L. (1941)).

3- D'après les résultats obtenus par les chercheurs, identifier l'origine de l'oxygène contenu dans le dioxygène libéré par les algues.

4- À l'aide des connaissances, indiquer le type de réaction chimique subie par l'eau au cours de cette synthèse.

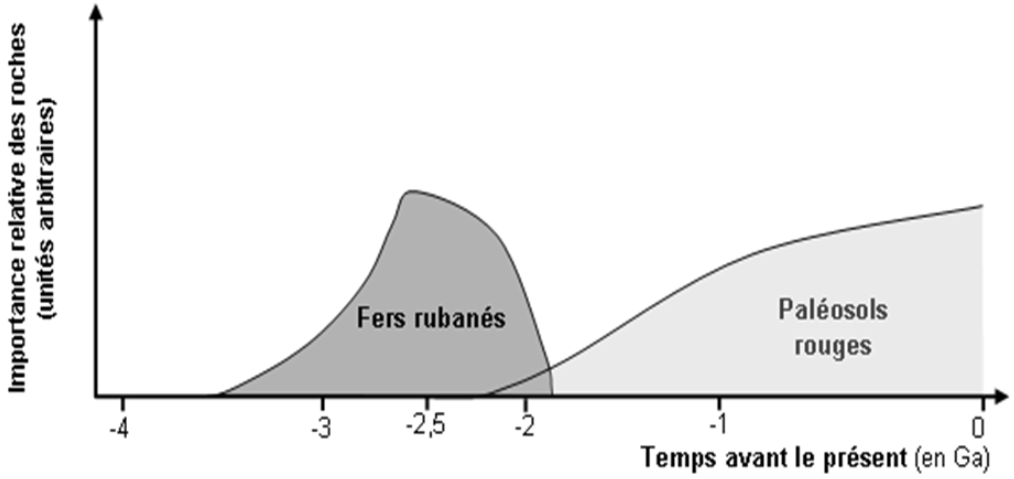
Document 3 – La formation des fers rubanés et des paléosols rouges au cours des temps géologiques

L'hématite est un minéral, de formule chimique Fe_2O_3 produit par oxydation du fer selon l'équation suivante :

$$4\ Fe + 3\ O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3$$

On observe sur Terre plusieurs affleurements de roches présentant de fortes teneurs en hématite :

- les fers rubanés sont des couches sédimentaires qui se sont formées en milieu marin par précipitation de fer et de silice en solution dans l'eau de mer ;
- les paléosols rouges sont des roches sédimentaires qui se sont formées par altération de roches continentales au contact de l'atmosphère.



Source : d'après C. Klein, Nature (1997)

5- À partir des données du document 3, dater l'apparition du dioxygène dans les océans et le début de sa diffusion dans l'atmosphère terrestre.

Les paléontologues ont constaté une explosion de la biodiversité continentale il y a environ 500 millions d'années. Avant cette période, des formes de vie n'ont été observées qu'en milieu océanique.

6- Expliquer en quoi l'oxygénation de l'atmosphère terrestre a pu permettre l'apparition d'organismes vivant en milieu continental.