

## Partie II exercice 2 - enseignement de spécialité

Atmosphère, hydrosphère, climats

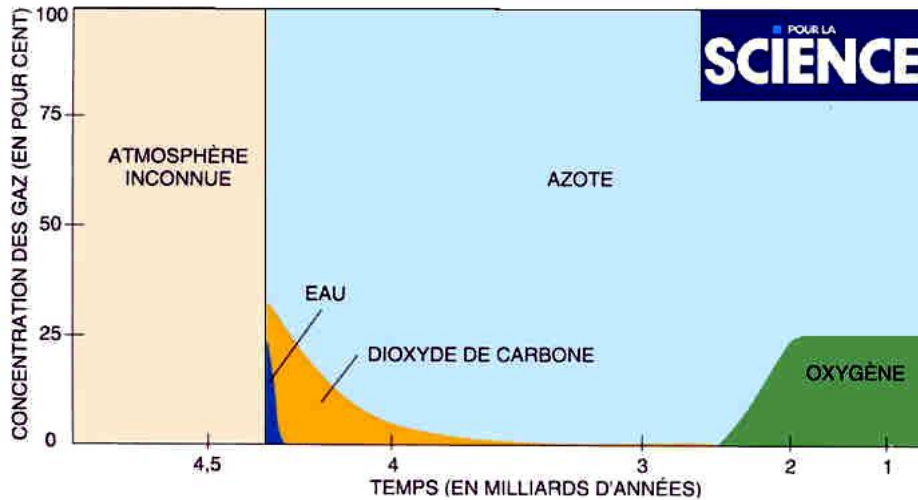
### De l'atmosphère primitive à l'atmosphère actuelle

On cherche à étudier l'évolution de l'atmosphère au cours de l'histoire de la Terre

L'évolution de l'atmosphère terrestre est le résultat d'une longue histoire faite d'interactions entre les différentes enveloppes (lithosphère, hydrosphère, atmosphère) de la planète et entre celles-ci et les êtres vivants qui sont apparus.

**Question : A partir de l'exploitation des documents, vous montrerez que de nombreux indices témoignent de ces interactions expliquant la composition actuelle de l'atmosphère terrestre**

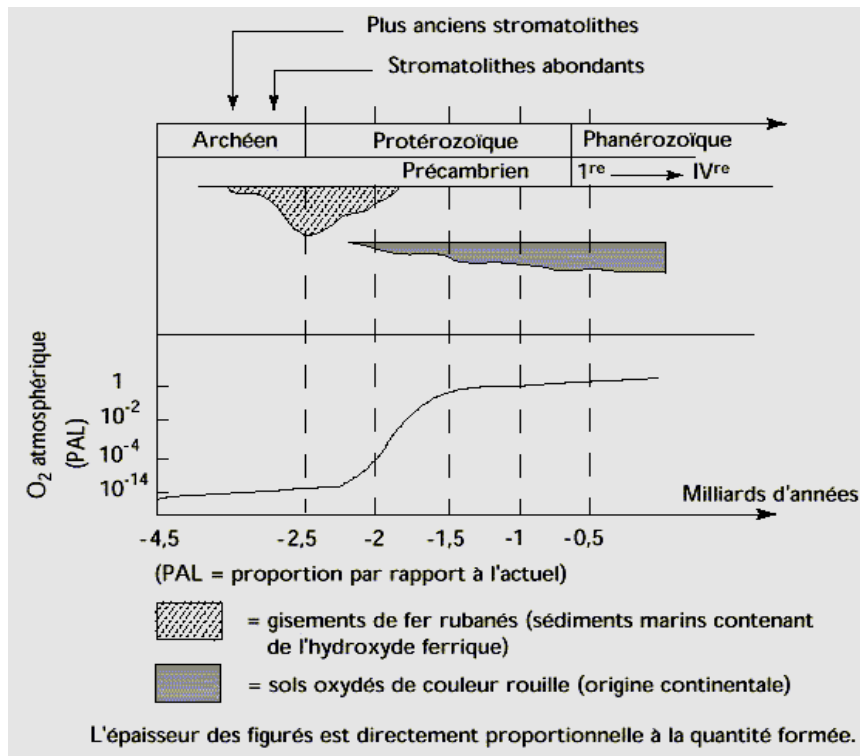
#### DOCUMENT 1 : Evolution des teneurs des principaux gaz de l'atmosphère



Le CO<sub>2</sub> est très soluble dans l'eau liquide et ceci d'autant plus que la température est basse. Il est susceptible de s'associer au calcium présent dans les océans, ce qui entraîne la formation des roches carbonatées (calcaires CaCO<sub>3</sub>).

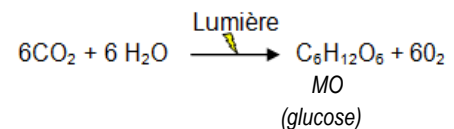
Remarque : Les premiers êtres vivants sont apparus dans les océans il y a 4 milliards d'années.

#### DOCUMENT 2 : Quelques données sur l'évolution de la biosphère et de l'environnement.



-Les stromatolithes sont des formations calcaires construites par des cyanobactéries qui utilisent la photosynthèse pour fabriquer la matière organique qui les constitue. Les plus anciens sont datés de -3,5Ga environ.

Equation globale de la photosynthèse :

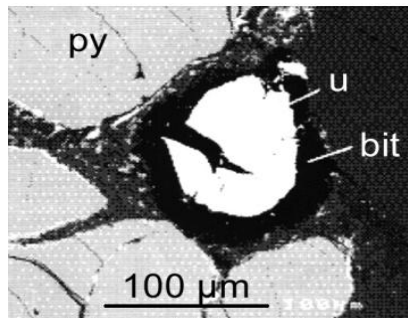


MO= matière organique

-Les fers rubanés et les sols oxydés contiennent du fer sous une forme qui leur confèrent une teinte rouille.

### Document 3 Des sédiments continentaux vieux de 2.9 Ga en Afrique du Sud.

Conglomérat\* à galets de quartz et de pyrite du Witwaterstrand.



y = pyrite / u = uraninite / bit = matière organique.

Le Witwaterstrand, en Afrique du Sud est le plus important gisement d'or et d'uranium du monde. Il date de la fin de l'Archéen (2.9 Ga) et se présente sous forme de conglomérats à galets de quartz et de pyrite, avec des grains d'uraninite (UO<sub>2</sub>).

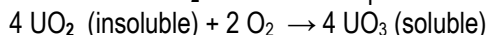
Dans ces roches, l'uraninite est toujours présente sous forme de grains enveloppés d'un ciment de matière organique.

U= uraninite, bit= matière organique, py= pyrite

*\*Un conglomérat est une roche sédimentaire continentale formée par accumulation de galets et de sable*

### Document 4 : Minéraux témoins du caractère oxydo-réducteur du milieu

a- L'uraninite UO<sub>2</sub> est instable en présence de dioxygène, elle précipite en milieu réducteur. Oxydation de l'uraninite :



b- Le fer réduit (Fe<sup>2+</sup>) est soluble, le fer oxydé (Fe<sup>3+</sup>) est insoluble et précipite.

### DOCUMENT 5 La formation de l'océan primitif

La température de la Terre primitive est d'environ 4700°C, elle est donc formée de matière en fusion.

Petit à petit, la Terre se refroidit, les éléments les plus légers remontant vers la surface et les plus lourds (fer) s'enfonçant pour former un noyau. Actuellement, l'hypothèse retenue concernant l'arrivée de l'eau sur Terre est la suivante: l'eau aurait été apportée pour moitié par une pluie de météorites provenant de l'extérieur de la ceinture d'astéroïdes. L'autre moitié de l'eau terrestre aurait pour origine le dégazage du manteau. Cette eau d'abord à l'état gazeux s'est ensuite condensée progressivement pour former les océans actuels

150 millions d'années après sa formation, notre Terre avait des océans riches en fer ferreux (de couleur verte). La température à la surface était certainement de l'ordre de 93°C.

(extrait article - <http://acces.ens-lyon.fr/acces/terre>)

### QCM à rendre avec le devoir (cocher la ou les bonne(s) réponse(s))

#### 1-La vapeur d'eau à l'origine des précipitations neigeuse

La vapeur d'eau issue de l'évaporation de la mer est plus riche en <sup>18</sup>O qu'en <sup>16</sup>O.

Au cours de la condensation de la vapeur d'eau, les atomes de <sup>16</sup>O se retrouvent préférentiellement dans phase liquide et les atomes de <sup>18</sup>O dans la phase gazeuse.

La vapeur d'eau résiduelle, s'appauvrit en <sup>18</sup>O depuis les zones équatoriales (où elle se forme), jusqu'aux pôles.

#### 2-Le delta <sup>18</sup>O des glaces :

Correspond globalement à la quantité de <sup>18</sup>O atmosphérique.

Correspond globalement à la quantité de CO<sub>2</sub> piégé dans les bulles d'air de la glace.

Correspond globalement au rapport <sup>18</sup>O/ <sup>16</sup>O de l'eau formant la glace.

Est d'autant plus élevé que les températures locales où il est calculé sont faibles.

#### 3-Analyse palynologique

Les sédiments d'un lac ou d'une tourbière fournissent des indications sur le climat mondial.

Un diagramme pollinique montre les variations des proportions des différents pollens à un moment donné en différents endroits sur Terre

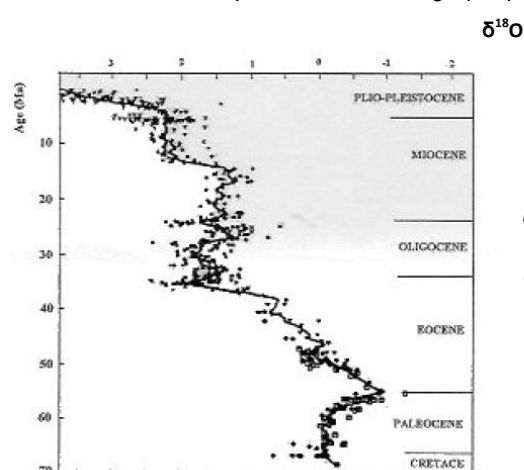
Un diagramme pollinique montre les variations des proportions des différents pollens en un lieu donné sur Terre au cours du temps

### Nom prénom :

#### 4- Analyse d'une courbe isotopique de l'oxygène :

On a mesuré le delta isotopique de l'oxygène dans les tests de foraminifères présent dans des séries sédimentaires de l'Atlantique central sur une période de 70 MA.

Les résultats sont représentés dans le graphique ci-dessous.



Les points caractérisent les différentes carottes de sédiments à partir desquelles ont été effectuées les mesures.

#### Le document permet d'affirmer que :

Le Paléocène et le Crétacé sont les périodes les plus chaudes de la période étudiée dans l'Atlantique central.

Le Plio-pléistocène a été une période plus chaude que le Miocène dans l'Atlantique central

Le calcul du delta isotopique au passage de l'Eocène à l'Oligocène traduit un réchauffement climatique mondial

Le passage de l'Eocène à l'Oligocène s'accompagne d'un refroidissement climatique

<b>Compréhension globale du sujet : 4 idées essentielles chronologiquement</b>	
<p>1-Atmosphère initiale: O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, refroidissement, formation des océans réduits, précipitation du CO<sub>2</sub> dissous piégé sous forme de roches calcaires.                  2 -3,5 Ga, photosynthèse des cyanobactéries (stromatolites) rejette O<sub>2</sub> dans l'océan, ce qui permet la formation des fers rubanés.                  3- -2.9 Ga, O<sub>2</sub> encore absent de l'atmosphère permet la formation des gisements continentaux d'uraninite et l'apport de fer continental à l'océan.                  4- Vers -2Ga, apparition de l'O<sub>2</sub> dans l'atmosphère, le fer oxydé sur place forme les sols rouges (fin des fers rubanés)</p>	
Critères	Eléments de correction :
<p><b>Éléments scientifiques issus des documents :</b>                  (complets, pertinents, utilisés à bon escient en accord avec le sujet...)</p>	<p><b>Document1 :</b> L'atmosphère a évolué depuis sa formation :                  -Atmosphère primitive riche en eau, CO<sub>2</sub> et azote, pas de dioxygène. Disparition progressive CO<sub>2</sub> très faible aujourd'hui, apparition O<sub>2</sub> dans l'atmosphère vers -2.5Ga.                  -Atmosphère actuelle 79 % diazote et 21% dioxygène,                  -Le CO<sub>2</sub> est soluble dans l'eau et se combine avec le calcium pour donner des roches carbonatées.  <b>Document 2 :</b>                  -Vers -3.5Ga, formation des premiers stromatolithes, témoins de l'existence des cyanobactéries qui rejettent de l'O<sub>2</sub> lorsqu'elles font la photosynthèse dans les océans.                  -Au même moment se forment les fers rubanés dans les océans.                  -Vers -2Ga, la formation des fers rubanés marins disparaît, et c'est la formation des sols oxydés continentaux qui augmente en même temps que l'O<sub>2</sub> atmosphérique.  <b>Document 3</b>                  -Un très important gisement d'uranium (uraninite UO<sub>2</sub>) s'est formé à la fin de L'Archéen en milieu <u>continental</u> (conglomérat = roche continentale) vers -2,2GA.  <b>Document.4</b>                  -L'uraninite UO<sub>2</sub> ne se forme (précipite) qu'en milieu réducteur (absence d'O<sub>2</sub>)                  -Le fer Fe<sup>2+</sup> ne précipite qu'en présence d'O<sub>2</sub>  <b>Document.5</b>                  -La température de la Terre passe de 4700°C à 93°C en 150 millions d'années. Ce refroidissement permet la condensation de l'eau de l'atmosphère, ce qui forme les océans qui sont alors riches en fer ferreux (doc.5) l'atmosphère, l'atmosphère réductrice est devenue oxydante.</p>
<p><b>Éléments scientifiques issus des connaissances</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Les roches carbonatées CaCO<sub>3</sub>, constituent un réservoir de CO<sub>2</sub>.</li> <li>▶ l'atmosphère et l'océan sont réducteurs en absence d'O<sub>2</sub>, oxydants avec de l'O<sub>2</sub></li> <li>▶ Le fer ferreux = Fe<sup>2+</sup> est soluble en l'absence de dioxygène.</li> <li>▶ Le fer ferreux vient en majorité des continents dans les eaux de ruissellement, sous forme dissoute.</li> </ul>
<p><b>Éléments de démarche</b>                  L'élève présente la démarche qu'il a choisie pour répondre à la problématique, dans un texte soigné (orthographe, syntaxe), cohérent (structuré par des connecteurs logiques), et mettant clairement en évidence les relations entre les divers arguments utilisés. Un bilan clair est proposé en fin de devoir.</p>	<p><b>Mise en relation et déductions (4 grandes idées)</b>  <b>1. Atmosphère initiale (H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> CO<sub>2</sub>), condensation H<sub>2</sub>O donne océans, dissolution et précipitation CO<sub>2</sub> donne roches calcaires</b>                  -La disparition (<b>document1</b>) quasi-totale de vapeur d'eau initialement contenue dans l'atmosphère primitive est due à sa condensation qui a formé les océans en effet, la température de l'atmosphère passe en 150Ma de 4700°C à 93°C (<b>doc.5</b>).                  -La disparition du CO<sub>2</sub> (<b>doc.1</b>) est due à sa dissolution dans les océans, il y est piégé sous forme de roches calcaires.  <b>2. -3,5 Ga, photosynthèse des cyanobactéries rejette O<sub>2</sub>, ce qui permet la formation des fers rubanés.</b>  <b>3. -2.9 Ga, O<sub>2</sub> encore absent de l'atmosphère permet la formation d'uraninite continentale et l'apport de fer continental à l'océan.</b>                  -La présence de stromatolithes datés de -3,5 Ga (<b>document.2</b>) témoigne de l'existence de la photosynthèse des cyanobactéries qui produisent de l'O<sub>2</sub>: l'océan devient rapidement oxydant.                  -Cette production d'O<sub>2</sub> s'effectue dans les océans riches en fer Fe<sup>2+</sup> en solution (<b>doc.5</b>). L'O<sub>2</sub> oxyde le Fe<sup>2+</sup> qui précipite dans l'océan (<b>doc.4</b>) en formant des fers rubanés (<b>doc.2</b>).                  -Or, le fer provient en majorité des continents, il est transporté en solution par les rivières à l'état réduit (Fe<sup>2+</sup>) (<b>doc.4</b>), il n'y a donc pas d'O<sub>2</sub> dans l'atmosphère à cette époque. Ceci est <b>confirmé par le document 3</b>:                  -Vers 2.9 Ga de gros gisements d'uraninite se forment sur les continents (doc.3), or les conglomérats d'uraninite ne précipitent qu'en milieu réducteur (absence d'O<sub>2</sub>), contrairement à l'océan, l'atmosphère est encore dépourvue d'O<sub>2</sub> (<b>doc. 4</b>)  <b>4 - Vers -2Ga, apparition de l'O<sub>2</sub> dans l'atmosphère, le fer oxydé sur place forme les sols rouges (fin des fers rubanés)</b>                  -Autour de -2Ga des sols continentaux oxydés apparaissent (<b>doc.2</b>) et les gisements de fers rubanés ne se forment plus. Ces événements témoignent de l'enrichissement de l'atmosphère O<sub>2</sub>. En effet le fer est alors oxydé sur place (doc.4) donnant les sols oxydés et la source de fer océanique nécessaire à la formation des fers rubanés se tarit.                  -L'enrichissement et la saturation en O<sub>2</sub> des océans par les êtres vivants photosynthétiques se sont finalement traduits par sa diffusion vers l'atmosphère conduisant à sa teneur actuelle (un peu moins de 20%).</p>