

La composition de l'atmosphère joue un rôle non négligeable sur le climat global de la Terre. Actuellement composée à 78% de N₂ et 21% de O₂, les autres gaz de l'atmosphère jouent un rôle par exemple dans l'effet de serre et même si leur taux est relativement faible comme celui du CO₂ (environ 0,03%).

Les échanges de gaz entre la lithosphère, l'atmosphère, la biosphère, l'hydrosphère contribuent aux changements climatiques.

On se propose dans un premier temps de comprendre l'évolution du taux en O₂ dans l'atmosphère de la Terre entre - 4,5 Ga (formation de la Terre) et – 2Ga.

Pour déterminer la composition de l'atmosphère, les géologues se basent sur des « archives » sédimentaires. Les roches sédimentaires sont datées et leur nature peut permettre de déduire la composition de l'atmosphère.

Question : A l'aide des documents présentés, de votre cours (réf.04) et d'une démarche expérimentale que vous proposerez, expliquez comment on a pu déterminer que l'atmosphère primitive ne contenait pas de dioxygène et que ce dioxygène pouvait être présent dans l'eau des océans. (Etapes 1 et 2)

Etape 1 : Des observations

Doc.1 : les gisements de fer

Les gisements de minerais de fer dans le monde

La grande majorité des minerais de fer du monde est constituée de ce qu'on appelle des fers rubanés (*Banded Iron Formation* ou BIF, en anglais). Ces BIF sont constitués d'alternances de lits de silice (plus ou moins ferrugineuse) et d'hématite (**Fe₂O₃, oxyde ferrique où le fer est sous sa forme la plus oxydée Fe³⁺**).

Les fers rubanés présentés ici sont archéens et âgés de - 3,26 à -3,22 Ga. Ces gisements se sont formés sous l'eau par apport de produits issus de l'érosion des continents. Les produits de l'érosion sont transportés par les eaux de ruissellement, les rivières, les fleuves puis se déposent dans des bassins sédimentaires.

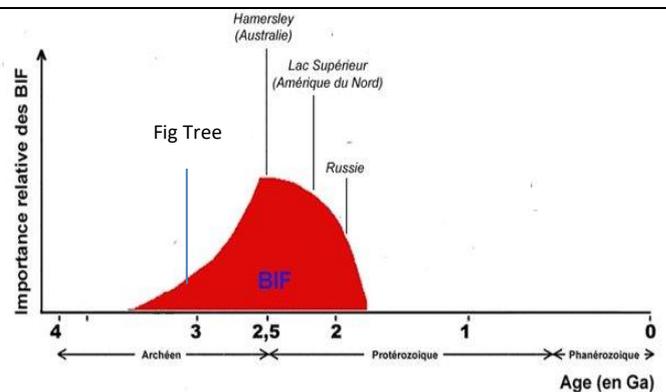
Les fers rubanés de Barberton (site Fig Tree) en Afrique du sud



Doc. 2 : datation des principaux gisements de fers rubanés

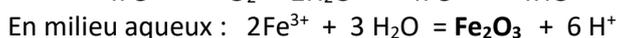
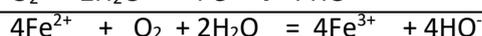
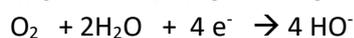
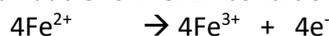
Ces fers rubanés sont tous d'âge archéen ou protérozoïque inférieur (à quelques exceptions près). Les BIF du Protérozoïque inférieur forment de très gros gisements ; les couches sont réparties sur de vastes surfaces et constituent la majorité des gisements d'importance économique majeure.

Il n'en existe plus après cette date (à de rares exceptions près).



Doc.3

Le fer existe à l'état naturel sous deux formes : le fer ferreux noté Fe²⁺ (soluble) et le fer ferrique noté Fe³⁺ beaucoup moins soluble et qui a donc tendance à précipiter. Suivant les conditions du milieu, le fer se trouve sous l'une ou l'autre forme. En condition oxydante, le fer Fe²⁺ est oxydé en fer Fe³⁺.



Etape 2 : expérience pour déterminer les conditions de formation des oxydes ferriques

Réaliser des expériences de façon à déterminer quelles sont les conditions nécessaires à la présence de Fe^{3+} indispensable à la formation des oxydes ferriques Fe_2O_3 présents dans les minerais de fer rubané.

Matériel à votre disposition :

Solution d'hydroxyde de sodium (soude NaOH)

Sulfate de fer (FeSO_4) (s)

Solution de chlorure de fer (FeCl_3 : Fe^{3+} , Cl^-)

Un bulleur (apporte du dioxygène). Bêchers, pipette et propipette, spatule.

Aide :

- La soude est un réactif qui permet de caractériser la présence d'ions Fe^{2+} et Fe^{3+} . En présence de Fe^{2+} ou de Fe^{3+} , on obtient des couleurs de précipité différentes : vert avec Fe^{2+} , orange-rouge avec Fe^{3+}

- FeSO_4 en solution donne des ions Fe^{2+}



Proposer une stratégie de résolution pour montrer que les ions Fe^{2+} sont oxydés en présence d'un oxydant.

- (1) ce que je fais pour montrer que...
- (2) comment je fais (préparation des témoins, matériel, quantité, produits utilisés...)
- (3) les résultats attendus

Etape 2 : expérience pour déterminer les conditions de formation des oxydes ferriques

Réaliser des expériences de façon à déterminer quelles sont les conditions nécessaires à la présence de Fe^{3+} indispensable à la formation des oxydes ferriques Fe_2O_3 présents dans les minerais de fer rubané.

Matériel à votre disposition :

Solution d'hydroxyde de sodium (soude NaOH)

Sulfate de fer (FeSO_4) (s)

Solution de chlorure de fer (FeCl_3 : Fe^{3+} , Cl^-)

Un bulleur (apporte du dioxygène). Bêchers, pipette et propipette, spatule.

Aide :

- La soude est un réactif qui permet de caractériser la présence d'ions Fe^{2+} et Fe^{3+} . En présence de Fe^{2+} ou de Fe^{3+} , on obtient des couleurs de précipité différentes : vert avec Fe^{2+} , orange-rouge avec Fe^{3+}

- FeSO_4 en solution donne des ions Fe^{2+}



Proposer une stratégie de résolution pour montrer que les ions Fe^{2+} sont oxydés en présence d'un oxydant.

- (1) ce que je fais pour montrer que...
- (2) comment je fais (préparation des témoins, matériel, quantité, produits utilisés...)
- (3) les résultats attendus

Etape 2 : expérience pour déterminer les conditions de formation des oxydes ferriques

Réaliser des expériences de façon à déterminer quelles sont les conditions nécessaires à la présence de Fe^{3+} indispensable à la formation des oxydes ferriques Fe_2O_3 présents dans les minerais de fer rubané.

Matériel à votre disposition :

Solution d'hydroxyde de sodium (soude NaOH)

Sulfate de fer (FeSO_4) (s)

Solution de chlorure de fer (FeCl_3 : Fe^{3+} , Cl^-)

Un bulleur (apporte du dioxygène). Bêchers, pipette et propipette, spatule, eau distillée (deminéralisée).

Aide :

- La soude est un réactif qui permet de caractériser la présence d'ions Fe^{2+} et Fe^{3+} . En présence de Fe^{2+} ou de Fe^{3+} , on obtient des couleurs de précipité différentes : vert avec Fe^{2+} , orange-rouge avec Fe^{3+}

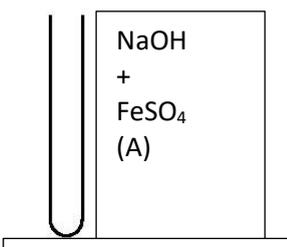
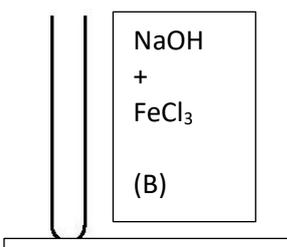
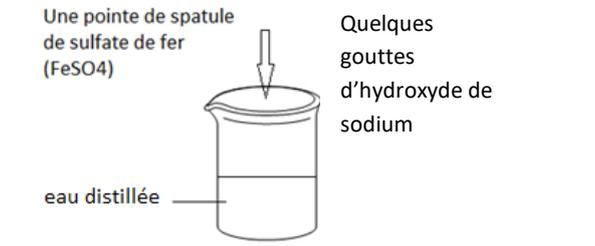
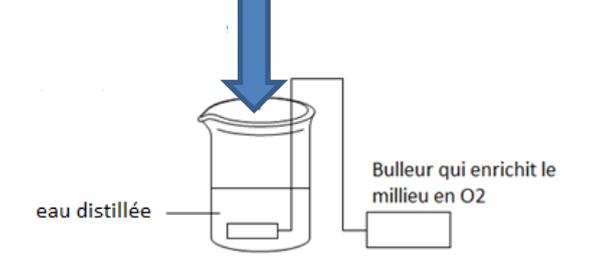
- FeSO_4 en solution donne des ions Fe^{2+}



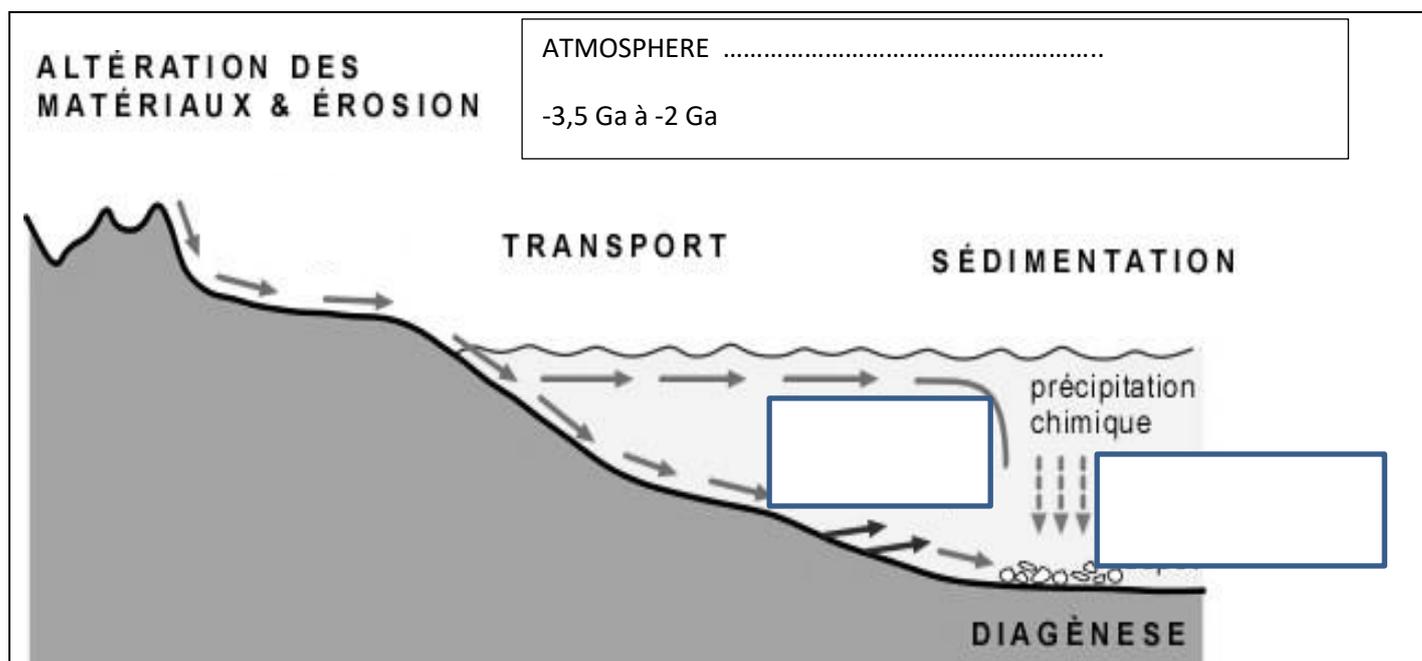
Proposer une stratégie de résolution pour montrer que les ions Fe^{2+} sont oxydés en présence d'un oxydant.

- (1) ce que je fais pour montrer que...
- (2) comment je fais (préparation des témoins, matériel, quantité, produits utilisés...)
- (3) les résultats attendus

Fiche protocole : (voir consignes au tableau pour les quantités)

<p>1: Préparation des témoins pour identification des ions Fe^{2+} et Fe^{3+} L'hydroxyde de sodium en solution se dissout pour donner des ions Na^+ et HO^-. Il réagit avec Fe^{2+} et Fe^{3+} suivant les réactions :</p> $Fe^{2+} + 2 HO^- = Fe(OH)_{2(s)} \quad (A)$ $Fe^{3+} + 3 HO^- = Fe(OH)_{3(s)} \quad (B)$	 <p>NaOH + $FeSO_4$ (A)</p> <p>Précipité</p>	 <p>NaOH + $FeCl_3$ (B)</p> <p>Précipité</p>
<p>2 : Préparer une nouvelle solution à partir de sulfate de fer. Ajouter juste quelques gouttes d'hydroxyde de sodium jusqu'à obtention d'un précipité vert léger.</p> <p>Précipité vert = présence d'ions</p>		
<p>3 : Mettre en place le bulleur dans la solution et aérer.</p> <p>Observation :</p> <p>Déduction :</p> <p>Conclusion :</p>		

Construire un bilan sous forme d'un schéma pour expliquer les conditions de formation des BIF :



Préparation aux étapes 3 et 4 :

Emettre des hypothèses sur l'origine du dioxygène présent dans l'eau :