

SVT	Thème 1 – Sciences, climat et société	Term Ens Scient
Ac	Chapitre 1 – L’atmosphère terrestre et la vie	ESTHER & PIOCHE

Activité 2 : Le dioxygène dans l’atmosphère terrestre au cours des temps géologiques

L’atmosphère primitive était dépourvu de dioxygène (principalement de la vapeur d’eau, du CO₂ et de N₂). On cherche donc à comprendre quand et comment l’atmosphère s’est enrichi en O₂.

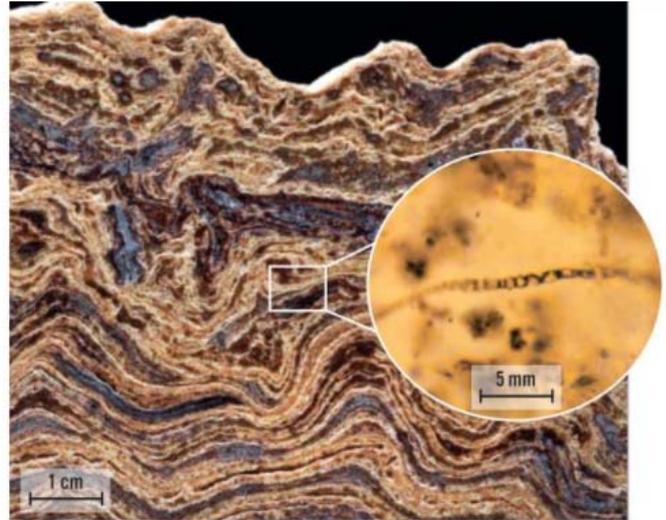
Quels sont les indices de l’apparition progressive du dioxygène dans l’atmosphère terrestre ? Quelle est l’origine de ce dioxygène ?

Document 1 – Les stromatolites, des indices de l’apparition du dioxygène dans les océans (Source : manuel TES Magnard)



Stromatolites en boules (ou en champignons) actuels (Shark Bay, Australie).

- Les stromatolites sont des constructions faites de calcaire et produites par l’action des cyanobactéries.
- On connaît des stromatolites fossiles datés de – 3,5 Ga qui sont les premières traces de vie trouvées sur Terre.



Coupe dans un stromatolithe fossile et cyanobactéries fossiles observées au microscope optique (grossissement × 200).

- Dans cette coupe de stromatolithe, on observe des couches millimétriques construites par les cyanobactéries. Les couches claires sont en calcaire et les couches sombres sont de la matière organique issue du dépôt des cyanobactéries après leur mort.

Document 2 – Des roches, témoins de la présence ou de l’absence de dioxygène (Source : manuel TES Magnard)

L’uraninite (UO₂) est une roche continentale composée de minéraux stables uniquement dans des atmosphères pauvres en O₂.



1,5 cm

Les uranites retrouvées sur Terre ont toutes été datées entre 4,5 et 2 milliards d’années



Échantillon de fer rubané.

Les fers rubanés sont des roches sédimentaires marines constituées d’une alternance de lits silicieux et de lits d’hématite rouge. Leur âge maximal est proche à 3,1 milliards d’années.

Document 3 – Des expériences de réactions chimiques entre le fer et le dioxygène (Source : manuel TES Bordas)

une pointe de spatule de sulfate de fer (FeSO_4) dans de l'eau du robinet



solution incolore d'ions Fe^{2+}

apport de dioxygène par bullage



les ions Fe^{2+} cèdent spontanément leurs électrons au dioxygène selon les équations suivantes :

$$4 \text{Fe}^{2+} \longrightarrow 4 \text{Fe}^{3+} + 4e^- \quad \text{O}_2 + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + 4e^- \longrightarrow 6 \text{H}_2\text{O}$$

solution brune d'ions Fe^{3+}



ajout d'hydroxyde de sodium ($10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$), source d'ions OH^-



formation d'un précipité de rouille d'hydroxyde ferrique $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Document 4 – Des roches continentales récentes, témoins de la présence de dioxygène atmosphérique

Doc 4a: les paléosols rouges continentaux ou red beds

Les paléosols, ou sols fossiles, se sont formés par altération de roches continentales au contact de l'atmosphère. La couleur rouge de certains de ces sols provient de la forte teneur en hématite, minéral d'oxyde de fer de formule chimique Fe_2O_3 . Le fer y est oxydé sous la forme ionique Fe^{3+} .

Dépôts sédimentaires continentaux de couleur rouge, Blyde River Canyon, Afrique du Sud, d'après www.lalechere.co.za



Document 4b: les fers rubanés ou B.I.F. (Banded Iron Formations), des formations océaniques

Les fers rubanés sont formés par une alternance de couches d'oxydes de fer (rouges) et de couches siliceuses (grises). Ce sont des roches sédimentaires qui se sont formées en milieu marin par précipitation de fer et de silice en solution dans l'eau de mer. Les couches rouges contiennent de l'hématite Fe_2O_3 . Le fer y est oxydé sous la forme ionique Fe^{3+} .

Couche grise
Siliceuse

Couche rouge
riche en hématite



Document 5 – Rappels des réactions de photosynthèse

De nombreux organismes chlorophylliens ont la capacité de réaliser un métabolisme produisant du dioxygène. Celui-ci peut se résumer à l'équation-bilan suivante :



De nombreux êtres vivants sont capables de réaliser ce métabolisme dont les origines sont très anciennes et estimées à 3,5 milliards d'années.