

TD 2 - Les milieux profonds, sources d'énergie pour les êtres vivants

1. Les transferts d'électrons :

Une échelle redox vous est présentée en **Figure 1**. Identifiez les donneurs et accepteurs d'électrons potentiels. Définissez les termes réducteur, oxydant, potentiel d'électrode (E°). Quel composé serait un très bon réducteur / un très fort oxydant ? Indiquez par une flèche le sens de transfert des électrons sur l'échelle.

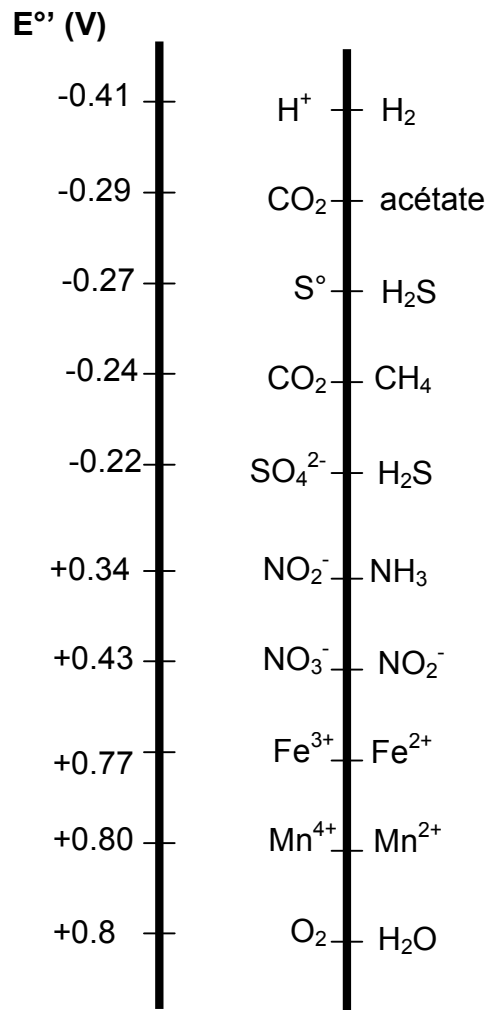


Figure 1 - Echelle des potentiels d'électrode de quelques couples redox impliqués dans les métabolismes microbiens (pH 7).

2. La production de matière organique :

2.1. Exemple de la photosynthèse oxygénique.

Définissez le terme "photosynthèse". Identifiez le donneur d'électrons et la source d'énergie utilisés dans ce métabolisme. Selon quel mécanisme l'énergie est-elle convertie en ATP (donnez seulement les grandes lignes) ?

Ecrivez les deux demi-équations électroniques de la photosynthèse oxygénique.

2.2. Une autre forme de photosynthèse.

La **Figure 2** vous présente quelques caractéristiques métaboliques d'une bactérie, isolée dans des sédiments de rivière. Cette bactérie peut être cultivée dans un milieu dépourvu d'O₂. D'après les données de la figure, quelles sont la source d'énergie et la source d'électrons utilisées par cette bactérie? Ecrivez les demi-équations électroniques correspondant au métabolisme de cette bactérie. Comment qualifier ce type de métabolisme?

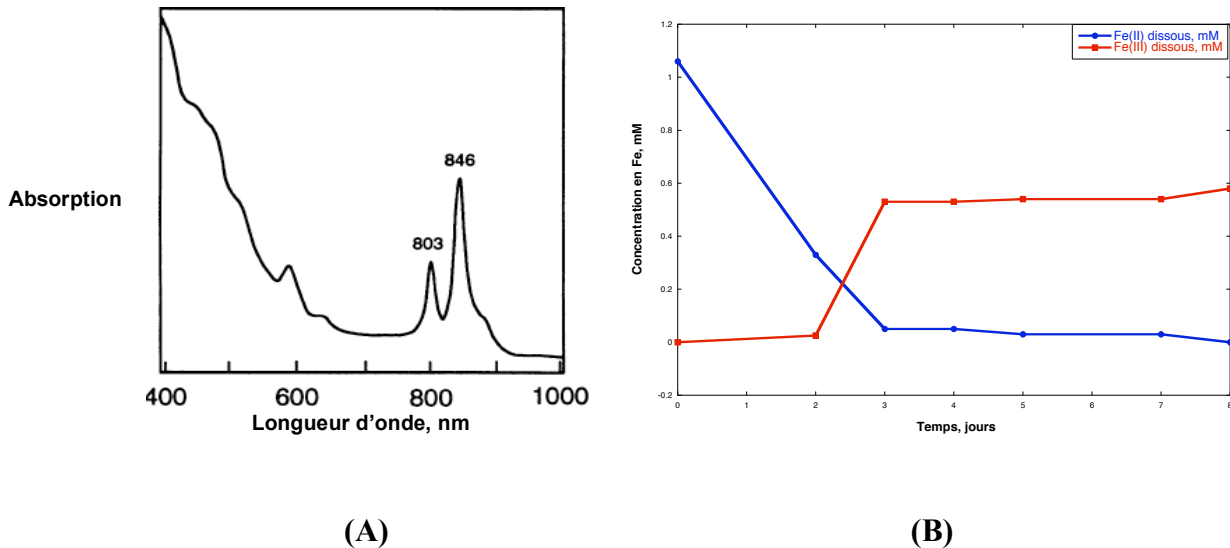
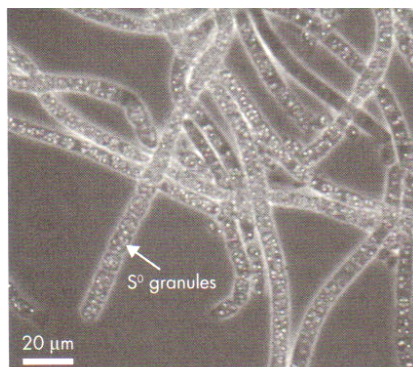


Figure 2 – (A) : Spectre d'absorption de cellules de *Rhodobacter sp.* (D'après Ehrenreich et al., 1999) (B) Evolution des concentrations en Fe³⁺ (Fe(III), ■) et Fe²⁺ (Fe(II), ●) au cours d'une culture de *Rhodobacter sp.*

2.3. Comment produire de la matière organique dans les environnements sans lumière?

Les bactéries présentées sur la **Figure 3** sont observées au niveau de fumeurs noirs, sous forme de tapis bactériens de plusieurs centimètres d'épaisseur. Elles vivent à proximité des cheminées hydrothermales d'où sont émis des panaches riches en H₂S. Sachant que ces bactéries sont autotrophes vis-à-vis du carbone, identifiez le donneur d'électrons utilisé par les microorganismes présentés. Quel est le produit de ce métabolisme? Ecrivez les demi-équations redox correspondantes. Quelle est la source d'énergie utilisée par ces microorganismes? Comment qualifier ce type de métabolisme?

Figure 3 – Microphotographie de filaments de *Beggiatoa sp.* ayant accumulé des granules de soufre élémentaire (Konhauser, 2006).



2.3. Bilan énergétique de la production de matière organique.

Les rendements énergétiques des différents métabolismes évoqués précédemment sont liés à la nature des molécules utilisées comme donneur et accepteur d'électrons. Ils peuvent être évalués en déterminant l'énergie libre standard de Gibbs ΔG° des réactions en jeu. Comment est calculée cette valeur? Pour quelles valeurs de ΔG° , les réactions considérées seront thermodynamiquement plus favorables? En conséquence, des trois métabolismes vus dans cette partie, quel est le plus favorable d'un point de vue énergétique?

3. La dégradation de la matière organique :

3.1. Exemple de la respiration aérobie.

Définissez le terme « respiration aérobie ». Ecrivez les demi-équations électroniques de la respiration aérobie. Identifiez l'accepteur terminal d'électrons.

3.2. Comment dégrader la matière organique sous la surface ?

Quelle contrainte peut limiter le développement d'organismes pratiquant la respiration aérobie en profondeur? D'après l'échelle redox (**Figure 1**), quels composés peuvent jouer le rôle d'accepteur final d'électrons ?

La bactérie présentée en **Figure 4** est cultivée en l'absence d'oxygène. Elle transforme les minéraux riches en Fe^{3+} attachés à sa membrane externe en minéraux contenant du fer plus réduit. Par ailleurs, elle peut utiliser H_2 comme donneur d'électrons et l'acétate comme source de carbone. En utilisant ces données et l'échelle des couples redox (**Figure 1**), identifiez l'accepteur final d'électrons de la bactérie *S. putrefaciens* et écrivez les demi-équations électroniques correspondant à ce métabolisme. Comment qualifier ce type de métabolisme ?

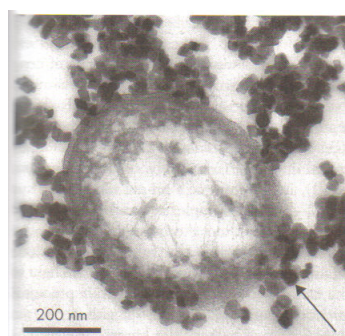


Figure 4 – Image de microscopie électronique à transmission de minéraux d'hématite (Fe_2O_3) attachés à la membrane externe d'une cellule de *Shewanella putrefaciens* (Konhauser, 2006).

Des deux mécanismes de dégradation de la matière organique étudiés, indiquez lequel est le plus efficace d'un point de vue énergétique.

4. Bilan

En un tableau bilan, résumez la diversité métabolique en classant les métabolismes par leur source d'énergie, d'électrons et de carbone.

Placez dans cette table les métabolismes décrits au cours du TD.