

1. la source d'énergie utilisée et la nature du donneur d'électrons

1. b.2. Les microorganismes chimiotrophes (La chimiotrophie) : mécanismes et donneurs d'électrons.

Les bactéries **chimiotrophes** utilisent **l'énergie chimique** (énergie "contenue" dans les liaisons entre atomes) libérées lors de **réactions d'oxydations de substrats réduits** (RH₂) que l'on appelle substrats énergétiques ou sources d'énergie.

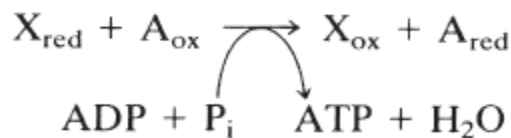
Les levures, les moisissures et la plupart des bactéries, sont incapables d'effectuer la photosynthèse. Ces microorganismes utilisent l'énergie libérée au cours de réactions chimiques.

Les réactions d'oxydation s'effectuent de plusieurs façons :

<p>- Perte d'électron</p> $\text{Fe}^{++} \rightarrow \text{Fe}^{+++} + e^{-} + \text{énergie}$	<p>- Déshydrogénation</p> $\text{R-CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{R-CHO} + 2\text{H}^{+} + 2e^{-} + \text{énergie}$
<p>- Hydratation-déshydrogénation</p> $\text{R-CHO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-COOH} + 2\text{H}^{+} + 2e^{-} + \text{énergie}$	<p>- Déshydrogénation couplée à une décarboxylation</p> $\text{R-CO-COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-COOH} + \text{CO}_2 + 2\text{H}^{+} + 2e^{-} + \text{énergie}$

Dans la cellule, la réaction d'oxydation d'un composé réduit est toujours accompagnée de la **réduction** d'une autre molécule **oxydée** qui joue le rôle d'accepteur d'électrons transitoire ou final. Les accepteurs transitoires d'électrons, qualifiés de transporteurs d'électrons, sont souvent des **coenzymes** qui passent de l'état oxydé à l'état réduit, puis de l'état réduit à l'état oxydé au cours de réactions d'oxydoréductions successives jusqu'à la fixation des électrons sur un accepteur final.

La réoxydation d'une molécule qui vient d'être réduite permet la libération d'énergie qui pourra participer à la formation de liaisons chimiques à hauts potentiels d'hydrolyse, comme les liaisons anhydride phosphorique de l'ATP.



Comme pour les bactéries phototrophes, on distingue au sein des bactéries **chimiotrophes** les :

1-b.2.1 chimio-lithotrophes

Les Bactéries chimiolithotrophes tirent leur énergie de l'oxydation de composés minéraux, utilisent le CO₂ comme source de C, des composés minéraux variés comme source de pouvoir

réducteur, H^+ et d'électrons (substrat à oxyder = *carburant*), des accepteurs d'électrons variés (accepteur à réduire = *carburant*).

Le pouvoir réducteur des ions inorganiques étant trop faible pour être utilisé pour la réduction du CO_2 , toutes ces bactéries possèdent des enzymes membranaires telles que la **NADH-déshydrogénase**.

le flux des électrons cédés par les ions inorganiques provoquent le pompage de H^+ hors de la cellule (**création d'une force protomotrice**) ; leur retour dans la cellule active à la fois l'**ATP-synthase** et la **NADH-DHase** (réduction de NAD^+ ou $NADP^+$ grâce aux électrons issus du flux inverse activé par le gradient de H^+). L'accepteur final est le plus souvent le O_2 (espèces aérobies) mais aussi les NO_3^- dans le cas d'espèces **anaérobies** (*Thiobacillus denitrificans*, *Pseudomonas*) : on parle de « *respiration nitrate* »

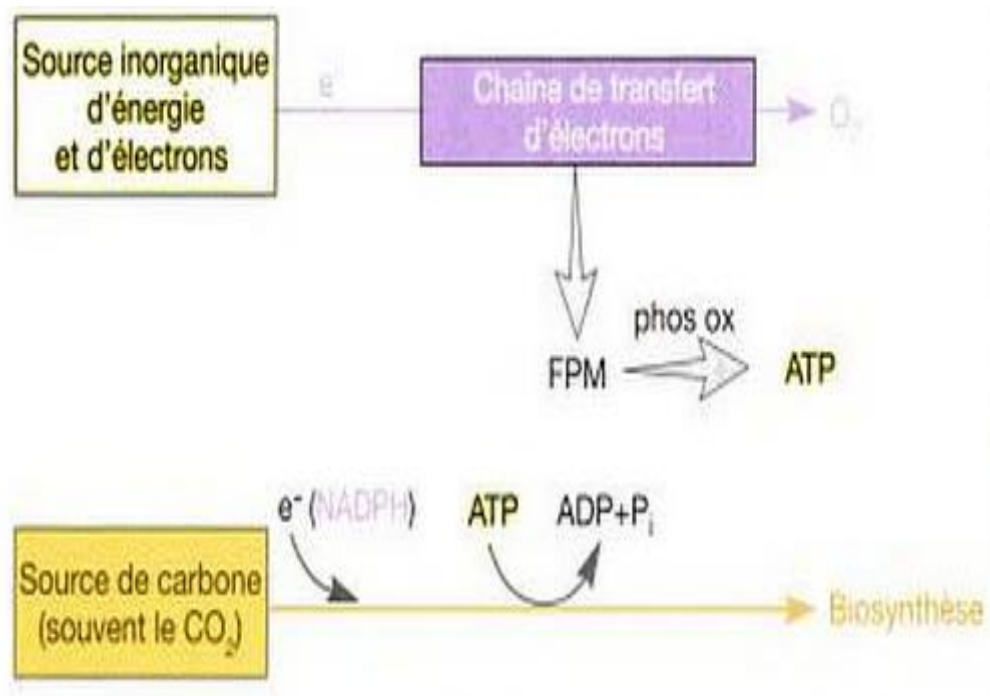


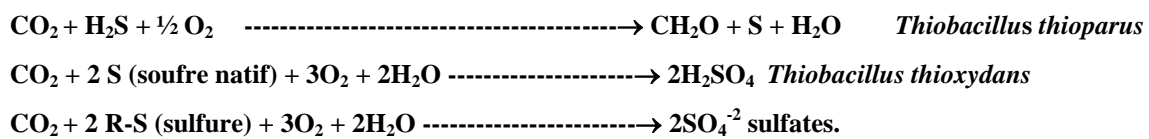
Fig 8. Les processus de fourniture d'énergie chez les chimiolithotrophes.

Les bactéries chimiolithotrophes et archaées oxydent des molécules inorganiques (p.ex., H_2S et NH_3), qui servent de sources d'énergie et d'électrons. Les électrons libérés passent à travers un système de transfert d'électrons, générant une force proton motrice (FPM). De l'atp est synthétisée par phosphorylation oxydative (phos ox). La plupart des chimiolithotrophes utilisent l' O_2 comme accepteur final d'électrons. Certains d'entre eux cependant peuvent utiliser d'autres molécules exogènes comme accepteur final. Notez qu'une molécule autre que la source d'énergie fournit le carbone pour la biosynthèse. Beaucoup de chimiolithotrophes sont autotrophe.

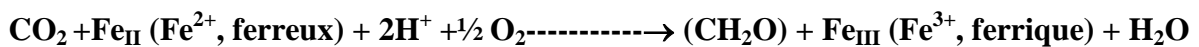
Exemples de quelques chimio-lithotrophes :

Les **Bactéries nitrifiantes** utilisent différents composés *azotés* ; elles participent à la minéralisation des protéines qui se réalise par étapes dans le sol. Elles possèdent la capacité d'utiliser l'ammonium ou le nitrite comme seule source d'énergie et d'effectuer la fixation autotrophe du CO₂ via le cycle de Calvin. Toutes les bactéries nitrifiantes appartiennent à un des genres suivants : *Nitrobacter, Nitromonas, Nitrococcus, Nitrospina et Nitrospira*.

Les **Sulfobactéries**, libres ou symbiotiques, utilisent les composés *soufrés* et produisent des *sulfates* (Bactéries sulfo-oxydantes ou sulfo-bactéries) :



Les **Sidérobactéries** : appelées aussi bactéries ferrugineuses ou ferrobactéries constituent une partie de la microflore normale des eaux souterraines. Utilisent les composés *ferreux*, Fe_{II} (Fe²⁺) :



Les **Hydrogenomonas** utilisent le dihydrogène atmosphérique :



1.b.2.2 Les chimio-organotrophes

Les micro-organismes chimio-organotrophes utilisent la matière organique préexistante à la fois comme source d'énergie, de C et de pouvoir réducteur. Les Bactéries de ce type sont les plus nombreuses et diffèrent par leurs rapports avec le dioxygène et par l'origine de la matière organique qu'elles utilisent.

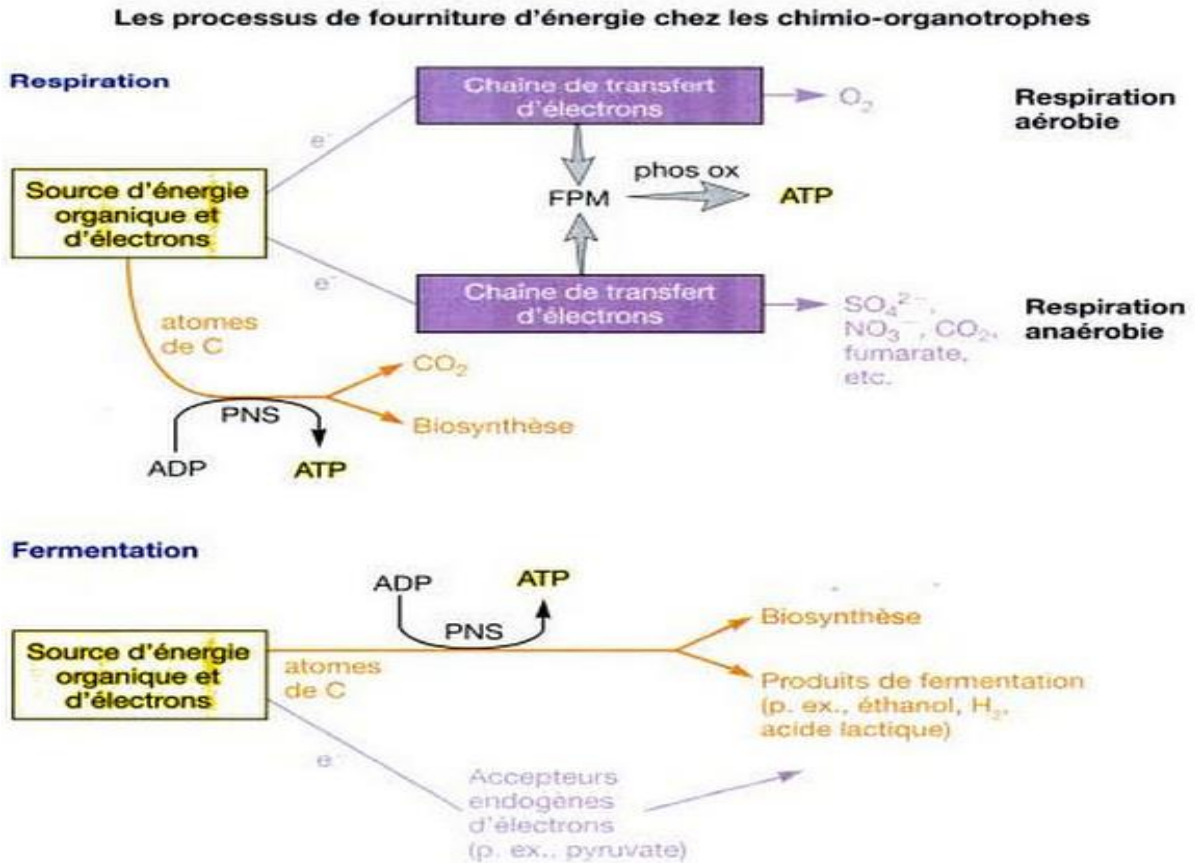


Fig. 9. Les processus de fourniture d'énergie chez les chimio-organotrophes. Des molécules organiques servent de sources d'énergie et d'électrons pour les trois processus de fourniture d'énergie employés par les chimio-organotrophes. Dans les respirations aérobie et anaérobie, les électrons traversent un système de transfert d'électrons. Cela génère une force proton motrice (FPM) qui est utilisée pour synthétiser la plupart de l'ATP cellulaire, par un mécanisme appelé phosphorylation au niveau du substrat (PNS). Dans la respiration aérobie, l' O_2 qui joue ce rôle. Au cours de la fermentation, des molécules organiques endogènes agissent comme accepteurs d'électrons, le flux d'électron n'est pas couplé à une synthèse d'ATP, et celle-ci n'est formée que par phosphorylation au niveau du substrat.