

## Chapitre IV. Etude et intérêt de quelques types métaboliques

Les lithotrophes aérobies (cas des **bactéries nitrifiantes**)

### 1. bactéries nitrifiantes et métabolisme

Les **bactéries nitrifiantes** constituent un ensemble de micro-organismes très diversifié. Les nitrifiants sont des **chimiolithoautotrophes** qui acquièrent des électrons par l'oxydation de l'**ammoniaque** ( $\text{NH}_3$ ) ou du **nitrite** comme donneurs d'électrons.

Les électrons sont fournis à la chaîne de transport d'électrons (CTE) au départ soit de l'ammoniaque ( $\text{NH}_3$ ), oxydé en nitrite, ou du nitrite, oxydé en nitrate. **L'oxygène joue le rôle d'accepteur terminal d'électrons.**

**Aucun microbe ne peut effectuer les deux réactions**, ainsi certaines sont classées comme **oxydant l'ammoniaque** tandis que d'autres sont reprises comme **oxydant le nitrite**.

Toutes les bactéries terrestres **oxydant l'ammoniaque** appartiennent aux genres *Nitrosomonas*, *Nitrospira* et *Nitrosococcus*.

L'oxydation du **nitrite** est effectuée par des espèces de **bactéries appartenant au genre Nitrobacter** et du **genre Nitrococcus**.

La plupart des microorganismes nitrifiants utilisent le  $\text{CO}_2$  comme source de carbone. Le  $\text{CO}_2$  est fixé suivant le cycle de CALVIN et l'enzyme D-ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygénase (RubisCO) catalysant la formation de 3-phosphoglycérate (voir cycle de de CALVIN).

### 2. Les étapes de la nitrification

La nitrification est un processus en deux étapes successives distinctes : la **Nitritation** puis **Nitratation**.

**a- Nitritation** (nitrosation) : est réalisée par les bactéries **nitrosantes** parfois nommées ABO (Ammonia–Oxidizing Bacteria). En réalité, la nitritation proprement dite se s'effectue en deux termes.

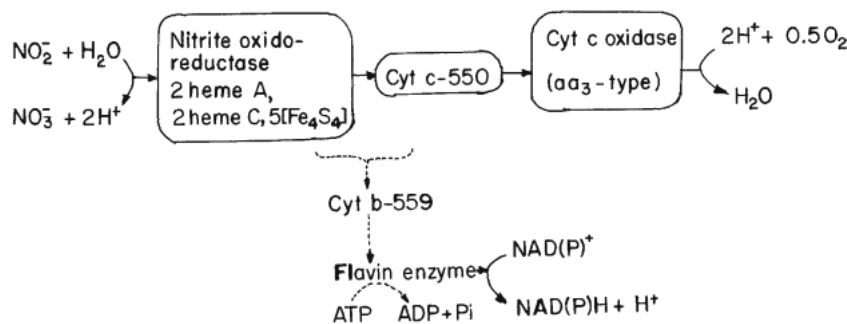
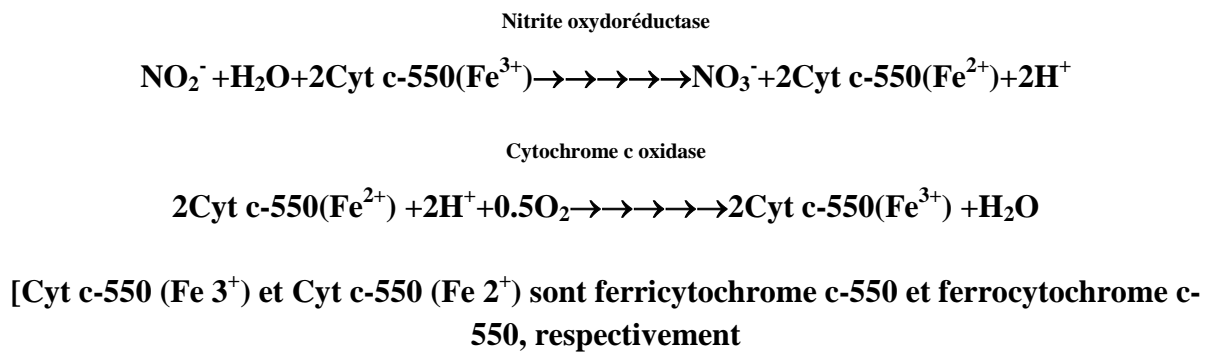
**Premièrement**, L'ammoniac est oxydé en **hydroxylamine** ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ) par l'enzyme membranaire, **ammonium monooxygénase**. Dans cette réaction, l'atome d'oxygène de



**Figure 1.** Les voies de transport d'électrons, de translocation de protons et de transduction d'énergie de *Nitrosomonas*. Les lignes découpées indiquent les étapes de transfert d'électrons qui n'ont pas été établies de manière concluante par l'expérience.

**b. Nitratisation :** est réalisée par les bactéries **nitratantes** que l'on appellera aussi NOB (Nitrite–Oxidizing Bacteria). Ce groupe bactérien convertit le **nitrite** en **nitrate** grâce à une enzyme membranaire ; la **nitrite oxydoréductase**. Cette enzyme catalyse l'oxydation du nitrite en nitrate ou la réduction du nitrate en nitrite. C'est une enzyme inductible localisée du côté interne des membranes cytoplasmiques et intracytoplasmiques.

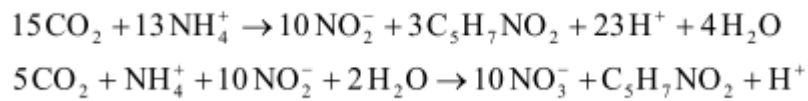
L'eau servant de source d'oxygène. Les électrons produits lors de cette réaction sont transférés à une cytochrome-oxydase de type **aa<sub>3</sub>** via les cytochromes a- et c- (Figure 2 ).



**Figure 2.** Les voies de transfert d'électrons proposées pour l'oxydation du nitrite par *Nitrobacter winogradskyi* (adopté principalement sur la base des travaux de Aleem et al., 1963, 1965; Yamanaka et al., 1981a; Tanaka et al., 1983; Nomoto et al., 1993) tirets avec des flèches, non vérifié ; Cyt, cytochrome ; Pi, phosphate

#### 4. Bilan de la nitrification

Pendant la nitrification, l'assimilation du carbone se déroule simultanément avec l'oxydation des sources d'énergie correspondantes conduisant à la croissance des microorganismes. les microorganismes sont représentés par le composé  $C_5H_7NO_2$  .



### 5- Le rôle des bactéries nitrifiantes et nitrification pour l'environnement.

- Les **bactéries nitrifiantes** contribuent de façon importante au **cycle de l'azote** en convertissant la forme la plus réduite d'azote du sol, **l'ammoniac**, en sa forme la plus oxydée, **le nitrate**. Ce dernier, constitue pour la plupart des **plantes**, la forme **chimique préférée** d'absorption d'azote du sol ou de l'eau.

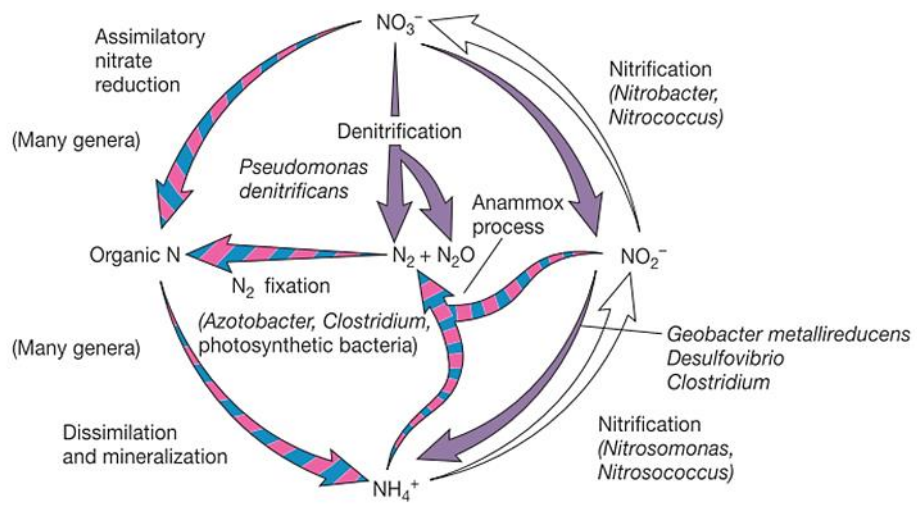
- les **bactéries nitrifiantes jouent un rôle** important pour le bon fonctionnement de l'écosystème du sol, pour contrôler les pertes d'azote du sol par lessivage et dénitrification du nitrate.

L'oxydation biologique de **l'ammoniac** est la première étape de l'élimination de l'azote lors du traitement des déchets. Avec l'augmentation spectaculaire des déchets azotés due à l'expansion de l'élevage, des industries productrices d'azote et des activités humaines, la manipulation des déchets azotés est devenue un facteur critique dans la gestion de l'environnement.

L'élimination de l'azote du traitement des déchets est d'une importance environnementale extrême, car le rejet de déchets non traités peut entraîner une **eutrophisation dévastatrice** de l'environnement, en particulier autour des zones très peuplées.

Même dans les cas où le traitement ne conduit pas à une dénitrification réussie, la nitrification permet d'éviter la contamination de l'environnement par des sels d'ammoniac potentiellement toxiques.

Le traitement des déchets est de loin l'application biotechnologique la plus importante de l'AOB(Ammonia-Oxidizing Bacteria).



**Figure 3. Cycle de l'azote**