

## Chapitre 3 : Nutrition bactérienne.

### - Introduction

Pour assurer sa croissance ou sa survie, une bactérie doit trouver dans son environnement de quoi satisfaire ses besoins nutritifs : substances énergétiques permettant à la cellule de réaliser la synthèse de ses constituants et substances élémentaires ou matériaux constitutifs de la cellule.

### 1. Nutrition

Toutes les bactéries ont besoin d'eau, d'une source d'énergie, d'une source de carbone, d'une source d'azote et d'éléments minéraux. Ces besoins élémentaires sont suffisants pour permettre la nutrition des bactéries qualifiées de prototrophes. Certaines bactéries qualifiées d'auxotrophes nécessitent, en plus des besoins élémentaires, la présence de facteurs de croissance.

**1.1. Besoins nutritifs :** les besoins nutritifs des bactéries sont deux types : les besoins élémentaires et les besoins spécifiques (facteurs de croissance).

**1.1.1. les besoins élémentaires :** sont des besoins communs chez toutes les bactéries : source d'énergie, source de carbone, source d'azote et d'éléments minéraux.

#### ➤ Source de carbone

Le carbone est l'élément constitutif le plus abondant chez les bactéries. Les exigences nutritionnelles en carbone conduisent au classement des micro-organismes en deux grandes catégories :

- **Les autotrophes :** sont capables de se développer en milieu minéral (inorganique) en utilisant le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) ou les ions hydrogencarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) comme seule source de carbone pour synthétiser leurs constituants carbonés ;

- **Les hétérotrophes,** exigent des molécules organiques (sucres et dérivés, acides organiques, peptides et acides aminés...), pour leur croissance.

Certains micro-organismes sont capables d'assimiler de nombreuses substances organiques différentes, tandis que d'autres ont des capacités métaboliques restreintes à quelques substrats (voir un seul).

#### ➤ Source d'énergie

Selon la source d'énergie, les bactéries se divisent en phototrophes et chimiotrophes :

- La source d'énergie **des bactéries phototrophes** est la lumière transformée en ATP grâce à des pigments (chlorophylles, bactériochlorophylles, carotènes...). Si la source d'électrons est minérale, les bactéries sont qualifiées de photolithotrophes et si la source d'électrons est organique, les bactéries sont photo-organotrophes.

- **Les bactéries chimiotrophes** puisent leur énergie chimique à partir de l'oxydation des composés minéraux ou organiques. Si le donneur d'électrons est minéral, les bactéries sont **chimolithotrophes** et si le donneur d'électrons est organique, les bactéries sont **chimio-organotrophes**.

#### ➤ **Source d'azote**

La synthèse des protéines nécessite des substances azotées. L'azote moléculaire est fixé par quelques bactéries vivant en symbiose avec des légumineuses ou des champignons ou par des bactéries jouant un rôle dans la fertilisation des sols.

Les micro-organismes peuvent puiser l'azote dans des molécules organiques (acides aminés, bases azotées) ou plus généralement dans des composés minéraux :

- les ions ammoniums,  $\text{NH}_4^+$  ;
- les ions nitrates,  $\text{NO}_3^-$  (grâce à nitrate réductase B dite assimilatrice) ;
- l'azote atmosphérique,  $\text{N}_2$  (grâce à la nitrogénase, présente chez Rhizobium et Azotobacter).

#### ➤ **Source de soufre et phosphore**

Le soufre et le phosphore sont particulièrement importants.

**-Le soufre** : Les acides aminés soufrés (cystéine, méthionine) peuvent fournir le soufre aux micro-organismes. Dans de nombreux milieux de culture, le soufre est fourni sous forme d'ions sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), réduits en sulfites ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) puis en sulfures ( $\text{H}_2\text{S}$ ).  $\text{H}_2\text{S}$  est ensuite incorporé à la sérine pour former la cystéine.

**- Le phosphore** fait partie des acides nucléiques, de nombreuses coenzymes et de l'ATP. Il est incorporé sous forme de phosphate inorganique.

#### ➤ **Autres éléments minéraux**

-Le sodium, le potassium, le magnésium et le chlore jouent un rôle dans l'équilibre physico-chimique de la cellule.

-D'autres éléments comme le fer, le manganèse, le molybdène, le calcium, le vanadium ou le cobalt sont des oligoéléments nécessaires à des concentrations très faibles.

- **le fer des cytochromes, le magnésium de la chlorophylle** font partie constituante d'enzyme ou de coenzyme.
- **le calcium, le cobalt, le cuivre, le Manganèse, le Molybdène et le Vanadium** jouent un rôle de cofacteurs ou d'activateurs enzymatiques.

### 1.1.2. Besoins en facteurs de croissance

Un facteur de croissance est une molécule organique qu'un micro-organisme doit puiser dans son milieu car il ne peut pas le synthétiser. Les facteurs de croissance sont répartis en trois classes :

- les acides aminés, nécessaires à la synthèse des protéines ;
  - les bases azotées (purines et pyrimidines), nécessaires à la synthèse des acides nucléiques ;
  - les vitamines, coenzymes (ou leurs précurseurs) indispensables pour de nombreuses réactions.
- *E. coli* est capable de se développer dans un milieu minéral additionné de glucose : elle peut donc synthétiser tous ses constituants carbonés à partir d'une seule source de carbone (le glucose par exemple). *E. coli* est dite **prototrophe**, car elle n'exige pas de facteur de croissance.
- *Proteus vulgaris* n'a pas cette capacité : il ne peut se développer dans un tel milieu que si de l'acide nicotinique lui est fourni en petite quantité. *Proteus vulgaris* est **auxotrophe** pour l'acide nicotinique, qui représente un facteur de croissance pour cette espèce bactérienne.

### 1.2. Les différents types nutritionnels ou trophiques

Les différents types trophiques sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Classe du besoin	Nature du besoin	Type trophique
Source d'énergie	Rayonnement lumineux	Phototrophe
	Oxydation de composés organiques ou inorganiques	Chimiotrophe
Donneur d'électrons	Minéral	Lithotrophe
	Organique	Organotrophe
Source de carbone	Composé minéral	Autotrophe
	Composé organique	Hétérotrophe
Facteurs de croissance	Non nécessaires	Prototrophe
	Nécessaires	Auxotrophe

## 2. Les conditions physiques

Ce sont des facteurs qui conditionnent l'environnement des microorganismes : Eau, Température, pH, la pression osmotique, oxygène. Ils peuvent favoriser, empêcher ou inhiber la croissance et la nutrition de ces microorganismes.

**2.1. Le taux d'humidité :** L'eau représente 80% des constituants cellulaires, elle présente une grande affinité aux nutriments (sucre, sels) et participe aux réactions d'hydrolyse, elle est indispensable au développement. Il est apporté par l'eau distillée.

## **2.2. La température**

Elle influence le métabolisme et la croissance des microorganismes. Selon leurs températures optimales, les microorganismes sont dits :

- **Psychrophiles** : optimum entre 10 et 15°C (proche de 0°C)
- **Mésophiles** : entre 20 et 40°C (majorité des bactéries)
- **Thermophiles** : entre 45 et 70°C (*Bacillus, Clostridium*)
- **Thermophiles extrêmes** : supérieures à 80°C

## **2.3. Le pH**

C'est la mesure de l'activité des ions hydrogène d'une solution. Le pH a une grande incidence sur l'équilibre ionique du milieu (perméabilité cellulaire et la disponibilité en nutriments). Selon leur pH optimal de croissance, on distingue des bactéries :

- **Acidophiles** : entre 1 et 5,5 (*Lactobacillus*)
- **Neutrophiles** : entre 5,5 et 8,5 avec un optimum de 7 (La majorité des bactéries)
- **Basophiles ou alcalophiles** : entre 8,5 et 11.5 (*Vibrio*).

## **2.4. L'oxygène**

- Certains microorganismes sont **aérobies strictes** (exigent l'oxygène libre pour leur développement).
- D'autres sont **anaérobies strictes** (ne peuvent se multiplier qu'en l'absence d'oxygène libre).
- D'autres sont encore **aéro-anaérobies** ou **anaérobies facultatives** (capables de croître avec ou sans oxygène libre).
- D'autres sont **micro-aérophiles** (ne se reproduisent qu'en présence d'une faible quantité d'oxygène).

## **2.5. La pression osmotique**

C'est la force qui attire l'eau au travers de la membrane qui sépare deux milieux liquides. Le créateur de cette force c'est le sel (NaCl) qui attire l'eau. Tous les microorganismes sont sensibles à l'osmolarité du milieu environnant, selon cette sensibilité on distingue les :

- **Halophiles** : (2,8<NaCl<6,2 M)
- **Non halophiles** : NaCl inférieur à 0,2M
- **Halotolérants** : Hautes concentrations en sel.