

# La nutrition bactérienne

# Les conditions de croissance bactérienne



Les Nutriments



Les facteurs physicochimiques

# Les Nutriments

## Introduction générale

Pour vivre et se multiplier chaque microorganisme a besoin de **nutriments** :

I- **Les besoins élémentaires** = Eléments nutritifs de base  
un milieu minimum :

Eau

Source de carbone

Source d'énergie

Source d'électrons

Source d'azote

Soufre et le phosphate

Autres éléments minéraux

II- **Facteurs de croissance** = Substances organiques, indispensables à la croissance, non synthétisées par la bactérie.

Ces besoins déterminent:

Les **Groupes nutritionnels** = **types trophiques**

# I- Besoins élémentaires:

**I-1- Source de carbone:** Selon la nature de cet élément essentiel pouvant constituer jusqu'à 50 % de la cellule.

- La nature du carbone détermine le type trophique de la bactérie

## I-1-1- *les Autotrophes* :

Bactéries capables de se développer en milieu **purement** minéral (milieu minimum – source de carbone), le  $\text{CO}_2$  étant l'unique source de carbone.

## I-1-2- *les hétérotrophes* :

Bactéries exigeant des composés organiques, tel que le lactate, l'acétate, le succinate .....etc

**NB.** Parmi les hétérotrophes, certaines espèces ont des exigences strictes, *Ex. Pseudomonas methanica* n'utilise que le méthane ou le méthanol comme source de carbone.

## **I-2- Source d'énergie:**

### **I-2-1- *Les phototrophes ou photosynthétiques***

Energie à partir des rayons **lumineux** : espèces photosynthétiques  
synthèse l'ATP à partir de l'ADP et du Pi

- organes photosynthétiques = **pigments**  $\neq$  **la chlorophylle végétale**,
- donneur d'électrons : minéral ou organique (sans libération d' O<sub>2</sub>).
- chez les végétaux, le donneur est H<sub>2</sub>O ( avec libération d'O<sub>2</sub>)

### **I-2-2- *Les chimiotrophes ou chimiosynthétiques***

Source d'énergie = oxydation de composés organiques ou minéraux.

## **I-3- Sources d'électrons:**

(donneur d'électrons pour les réactions biochimiques tels que NADH, CH<sub>4</sub>, succinate)

### **I-3-1- *Chez les phototrophes : On à deux types***

#### **I-3-1-1- *Les photolithotrophes:***

Donneur d'électrons minéral (milieu minéral)

Exemple 1 : Bactéries vertes (*Chlorobacteriaceae*)

Exemple 2: Bactéries sulfureuses pourpres (*Thiorhodaceae*)

#### **I-3-1-2- *Les photoorganotrophes:*** Donneur d'électrons organique

Exemple : Bactéries pourpres non sulfureuses (*Athiorhodaceae*)

## I-3-2- *Chez les chimiotrophes : On a deux types*

I-3-2-1- *Les chimiolithotrophes*: Donneur d'électrons  
minéral (milieu minéral)

Bactéries vivant généralement dans le sol ou l'eau

Exemple 1: *Nitrosomonas* : oxydant l'ammoniaque ( $\text{NH}_4$ )

Exemple 2: *Nitrobacter* : oxydant les Nitrites ( $\text{NO}_2$ )

I-3-2-2- *Les chimioorganotrophes*: Donneur d'électrons  
organique

La majorité des bactéries entrent dans cette catégorie

## I-4- La source d'azote:

l'azote est nécessaire à la synthèse des protéines (10% du poids sec).

➤ L'azote peut être d'origine:

### I-1-1-Minérale :

- \*  $\text{NH}_4$  et  $\text{NO}_3$  utilisés par la plupart des bactéries
- \*  $\text{NO}_2$  utilisé par les bactéries du genre *Nitrobacter*
- \*  $\text{N}_2$  utilisé par les bactéries fixatrices d'azote libre (*Azotobacter*) ou symbiotiques (*Rhizobium*)

### I-1-1- Organique :

A partir des protéines, acides aminés ( $\text{R-NH}_2$ ) qui libèrent le  $\text{NH}_4$  après une désamination ou  $\text{NH}_2$  après une transamination.

## I-5- La source Soufre et le phosphore:

- Le soufre (S) est nécessaire pour la synthèse des protéines, précisément au niveau des groupements thiols (-SH) des AA soufrés (cystine et cystéine) et d'autres métabolites tels que les antibiotiques.  
Il est incorporé sous forme minérale de sulfates ( $\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) ou sous forme organique (R-SH).
- Le phosphore (P) est incorporé sous la forme de phosphate inorganique, fait partie des acides nucléiques, de certains coenzymes et de l'ATP.

## **I-6- Autres éléments minéraux**

Sont indispensables pour la croissance bactérienne, jouent différents rôles.

### ***I-6-1- Les oligoéléments:***

Na, K, Mg, Cl: rôle dans l'équilibre physicochimique,

Fe: pour les cytochromes (structure cellulaire)

Mg: pour la (structure et fonction des enzymes)

### ***I- 6- 2- Micro-éléments:***

Leurs quantités sont sous forme de quelques traces.

Co, Cu, Mo, Mn et autres: cofacteurs ou activateurs d'enzymes.

## II- Facteurs de croissance

Substances organiques, indispensables à la croissance, non synthétisées, Microorganismes dits **auxotrophes** par opposition aux **phototrophes**.

### II-1- *Nature des facteurs de croissance :*

Acide aminé: synthèse des protéines,

Bases azotées puriques ou pyrimidiques: acides nucléiques,

Vitamines: rôle de coenzyme ou de précurseurs de coenzyme.

### II-2- *Propriétés des facteurs de croissance :*

#### II-2-1- *Action à très faible concentration*

25 mg/l dans le cas des acides aminés, 10 mg/l pour les bases azotées, 1 à 24 mg/l pour les vitamines,

#### II-2-2- *Spécificité stricte:*

Un simple changement de position d'un groupement ôte son rôle au facteur de croissance.

# Les facteurs physicochimiques

**I- Effet du pH sur la croissance**

**II- Effet de l'oxygène sur la croissance**

**III-Effet de la température sur la croissance**

**IV- Effet de la pression osmotique sur la croissance**

## I- Effet du pH sur la croissance

La majorité des bactéries prolifèrent en milieux neutres pH= 7 ou légèrement alcalins (tampons exp :  $K_2HPO_4$  et  $KH_2PO_4$ ).

Il existe des bactéries présentant des tolérances particulières au pH:

- I-1 Certaines exigent des pH bas: on parle de bactéries **acidophiles** cas de *Thiobacillus thiooxydans* qui a un pH optimal de l'ordre de **2**
- I-2 Inversement, les bactéries qui exigent un pH élevé sont dites des **basophiles** exp: *Vibrio* a un pH optimal de **9**
- I-3 Les bactéries ne se développant qu'au voisinage de la neutralité sont dites **neutrophiles**.

## II- Effet de l'oxygène sur la croissance

Les bactéries réagissent différemment vis-à-vis de l'oxygène :

- II-1-** Certaines sont **aérobies** : vivent en présence de l'oxygène , la présence d' O<sub>2</sub> est nécessaire et **obligatoire**.
- II-2-** Autres sont dites **anaérobies** strictes: vivent en l'absence totale d'O<sub>2</sub>, la présence d'O<sub>2</sub> est mortelle pour ses bactéries.
- II-3-** Certaines sont **anaérobies facultatives** ou **aéro-anaérobies facultatives**: peuvent vivre en présence **ou** en absence d'O<sub>2</sub>
- II-4-** Les **microaérophiles** sont des bactéries qui vivent en présence d'une **faible** quantité d'O<sub>2</sub>

### III- Effet de la température sur la croissance

Les limites de température entre lesquelles les organismes vivants peuvent **croître** sont:

-5°C : point de congélation de l'eau dans les cellules vivantes

+ 80°C : thermolabilité des protéines et des acides nucléiques,

Selon la température optimale de développement,

Type de bactérie	T°C minimum	T°C optimale	T°C maximale
Psychrophiles	- 15°C	+10°C	+20°C
Mésophiles	5°C à 10°C	30°C à 37°C	40°C à 44°C
Thermophiles	40°C	42°C à 55°C	60°C à 80°C

## IV- Effet de la pression osmotique sur la croissance

La bactérie accumule dans le cytoplasme une concentration élevée en substrats



$$PO_{\text{int}} < PO_{\text{ext}}$$

Si forte augmentation de l'osmolarité du milieu extracellulaire   
risque d'efflux d'eau  **Plasmolyse**

pour éviter cela, la bactérie doit ajuster sa pression osmotique interne à une valeur supérieure à celle du milieu externe,

C'est **l'osmorégulation** : accumulation de  $K^+$ , d'acides aminés, sucres etc...

Selon ce pouvoir d'osmorégulation, on distingue 4 groupes de bactéries:

Groupes	Exemple	[NaCl] tolérée
Non Halophiles	<i>E. coli</i>	0 a 4 %
Halophiles	<i>Pseudomonas marina</i>	0,2 a 5 %
Halophiles modérées	<i>Pediococcus halophilus</i>	2,3 a 20,5 %
Halophiles extrêmes	<i>Halobacterium</i>	5 a 36 %