

## Chapitre 4 : Nutrition Bactérienne

Poussée par un mystérieux mécanisme, la bactérie croit et se divise en quelque vingt minutes pour donner naissance à deux bactéries filles qui hériteront de la cellule mère, le même potentiel d'activité, les mêmes structures complexes et ce même impérieux besoin de division. Ainsi, pour bien étudier et comprendre les phénomènes de la nutrition bactérienne, il est impératif de comprendre les besoins élémentaires et énergétiques nécessaires à la croissance de la bactérie, de même que les facteurs physico-chimiques qui la conditionnent.

### 1. Besoins énergétiques et élémentaires

Les bactéries se multiplient à partir des aliments ou nutriments présents dans les milieux de culture. Elles ont toutes un certain nombre de besoins communs : de l'eau une source d'énergie, une source de carbone, une source d'azote et des éléments minéraux. Ainsi, beaucoup peuvent se développer dans ces conditions, par contre d'autres sont complètement incapables car l'un des métabolites essentiels fait défaut et il faut qu'il soit ajouté dans le milieu pour assurer un développement on l'appelle facteur de croissance.

#### 1.1. Source d'énergie

On se référant à la source d'énergie on peut reconnaître deux grandes classes de bactéries :

**A. Phototrophes ou photosynthétiques;** qui puisent leur énergie à partir de rayonnement lumineux. Parmi les bactéries photosynthétiques :

- **Bactéries photo-litotrophes**, ces bactéries dégradent les substrats minéraux ex : le soufre = bactéries sulfureuses (Source d'électrons)
- **Bactéries photo-organotrophes** dégradent les composés organiques tel que les acides gras, lipides, protéines... (Source d'électrons)

**B. Chimiotrophes ou chimiosynthétiques;** qui utilisent l'énergie de l'oxydation de produits chimiques, organiques ou minéraux. Parmi les bactéries chimiotrophes, il existe des bactéries qui dégradent les substrats minéraux = **bactéries chimiolitotrophes** et les bactéries **chimio-organotrophes** qui dégradent les composés organiques, ainsi que la source des électrons est minérales ou organiques respectivement

#### 1.2- Besoins élémentaires

##### 1.2.1- Source de carbone

Le carbone est un élément très abondant dans la cellule bactérienne et il doit être fourni en grande quantité. Il est maintenant facile de connaître les substances qui servent de source carbonée pour les bactéries. Ces exigences aboutissent généralement à deux grandes catégories de microorganismes :

- Les uns capables de se développer sur un milieu inorganique contenant du  $\text{CO}_2$  comme seule source de carbone (**bactérie autotrophe**)
- les autres, exigeant au contraire des composés organiques pour se développer et se reproduire sont habituellement nommés **bactéries hétérotrophes**.

### 1.2.2- Source d'azote

Pour synthétiser leurs protéines qui représentent environ 10% de leur poids sec, les bactéries ont toujours besoin de substances azotées. Rare sont les bactéries qui peuvent fixer l'azote sous sa forme moléculaire : cas des *Rhizobium* qui vivent en symbiose avec les légumineuses, les *Azobacter* et certains *Clostridium*. Au contraire d'autres *Nitrosomonas* et sels d'ammonium. Mais cette source d'azote peut être enfin organique, comme les groupements aminés qui peuvent être incorporé par transamination.

### 1.2.3- Soufre et Phosphore

Parmi les éléments minéraux de la bactérie, le soufre et le phosphore tiennent une place de choix. Le premier est présent dans certains acides aminés et donc dans les protéines sous forme de groupement thioles (-SH). Il est principalement incorporé sous forme de soufre réduit. Le second fait partie des acides nucléiques, de nombreuses coenzymes et de l'ATP. Il est incorporé dans la cellule sous forme de phosphate inorganique et il joue le rôle de central énergétique à l'échelon cellulaire en permettant la récupération, l'accumulation et la distribution de l'énergie dans la cellule.

### 1.2.4- Autres éléments minéraux

Un grand nombre d'éléments chimiques jouent un rôle dans l'équilibre physico-chimique de la cellule, se sont : le sodium, le potassium, le magnésium et le chlore. D'autre font partie constituante d'enzyme ou de coenzyme : le fer des cytochromes, le magnésium de la chlorophylle. On peut aussi citer d'autre élément comme le calcium, le cobalt, le cuivre, le Manganèse, le Molybdène et le Vanadium qui jouent un rôle de cofacteurs ou d'activateurs enzymatiques. Ils sont généralement appelés **Oligoéléments** car ils sont généralement indispensable en quantités infimes ou de traces.

## 2. Besoin spécifiques-Facteurs de croissance

Les facteurs de croissance sont des substances organiques indispensables à la croissance et que la bactérie n'est pas capable de synthétisé. La notion de facteur de croissance est à rapprocher à celle des métabolites essentiels. Ces derniers sont aussi des composés organiques qui proviennent d'une chaîne de biosynthèse et qui sont strictement nécessaire au développement de la bactérie. Ils sont synthétisés par la bactérie. En fonction de ces facteurs de croissance on divise les microorganismes en deux grandes catégories : les microorganismes **prototrophes** qui ne nécessitent pas de facteurs de croissance, les éléments habituels déjà cités leur suffisent et les bactéries **auxotrophes** qui les exigent.

### 2.1. Classification et propriétés

Les facteurs de croissance englobent trois catégories de substances : les acides aminés, les bases puriques et pyrimidiques et les vitamines.

### 2.2. Mode d'action

On devine que les acides aminés sont des facteurs de croissance car ils sont indispensables à la synthèse des protéines ; les bases puriques et pyrimidiques font partie des acides nucléiques et sont ainsi nécessaire à leur élaboration. Les vitamines sont soit des coenzymes soit des précurseurs de coenzymes et leur absence prive les bactéries des fonctions correspondantes.

## 2.3. Syntrophie

Les besoins en facteurs de croissance d'une espèce microbienne peuvent quelques fois être satisfaits par la présence d'une autre espèce qui précisément synthétise ce facteur. Ce phénomène d'interaction métabolique est appelé syntrophie. Il est illustré par l'existence de colonies satellites qui fréquemment, sur un milieu solide comprenant un mélange de germes viennent se développer au voisinage d'une colonie productrice de vitamines.

## 3- Facteurs physiques

Les aliments constitutifs ou énergétiques nécessaires à la bactérie pour sa nutrition doivent lui être apportés dans certaines conditions d'environnements. Un certain nombre de facteurs physiques interviennent au cours de la nutrition. Ils peuvent l'empêcher, l'inhiber ou la favoriser.

### 3.1- La température

Elle influe profondément la multiplication microbienne aussi bien que son métabolisme. Selon la température optimale de développement, on distingue généralement trois catégories de microorganismes :

- Les germes **mésophiles** qui préfèrent une température (moyenne) comprise entre 20 et 40°C.
- Les **psychrophiles** dont la température optimale de croissance est située aux environs de 0°C.
- Les **thermophiles** qui se multiplient préférentiellement entre 45 et 65°C

Cette classification n'a pas de limites strictes, il peut exister des chevauchements entre les trois groupes. Ainsi certains mésophiles peuvent être des thermophiles et inversement. On peut aussi décrire les **psychrotrophes** qui cultivent habituellement à des températures de réfrigération mais qui préfèrent des températures de 10 à 20 ou même 30°C. Les **thermotrophes** qui se développent visiblement à 50°C mais plus nettement aux températures moyennes de 30°C. Cependant, il est impératif de signaler que la majorité des microorganismes sont mésophiles.

### 3.2- Le pH

A l'opposé des moisissures et des levures qui préfèrent pour leur développement un pH acide (3 à 6), les bactéries se multiplient en milieu neutre (7 à 7.5) pour la plus part ces limites sont plus larges et peuvent varier entre 4.4 à 8 (cas d'*E. coli*). On divise généralement les bactéries en deux grandes groupes les **acidophile** et les **basophile**. Les premiers préfèrent des pH des milieux légèrement acides : cas des *Thiobacillus thiooxydans* (pH=2), *Lactobacillus* (pH=6). Les seconds tolèrent ou se développent à des pH élevés, tels les *Vibrio* qui se développent à des pH voisins de 9. Les milieux de cultures sont généralement aptes au bon démarrage d'une bonne croissance de ces bactéries mais l'acidification ou l'alcalinisation produite à partir des métabolites synthétisés par les bactéries peuvent freiner leurs croissances. On utilise généralement des solutions tampons pour corriger ces problèmes. Les tampons les plus utilisés sont  $K_2HPO_4$  et  $KH_2PO_4$ .

### 3.3- Les exigences gazeuses

C'est surtout vis-à-vis de l'oxygène que les exigences gazeuses des bactéries sont précises; certains 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), d'autres enfin sont **aérophiles** (capable de se développer à la surface des milieux liquide en formant un voile).

### 3.4- La pression osmotique

Elle est directement proportionnelle à la concentration des ions et molécules en solutions. Lorsque cette concentration est la même dans le milieu et à l'intérieur de la cellule bactérienne, on parle du milieu **isotonique**. Lorsqu'elle inférieure ou supérieure on dit que le milieu est **hypertonique** dans le premier et **hypotonique** dans le second cas. Cependant, il faut désigner que la plupart des bactéries sont insensibles aux variations de pression osmotique, car elles sont protégées par leur paroi rigide. Il est néanmoins important de signaler que les bactéries marines supportent de grandes concentrations de sels (35g de chlorure de sodium par litre) « les bactéries **halophile** » doivent être cultivés dans des milieux contenant au moins 10 pour mille des sels.