

Besoins Nutritionnels

La nutrition doit apporter à la bactérie, comme à toutes les cellules, les éléments qui la constitue. Les macromolécules doivent être constituées de C, H, O, N, S, P. En plus petite quantité: Ca, Na, K et les oligo-éléments: Fe²⁺, Cu²⁺, Mg²⁺, ..

Pour une vie possible il faut également une source d'énergie et une source d'électrons que l'on doit trouver dans l'alimentation, pour permettre à la cellule de réaliser toutes ses fonctions et faire ses propres synthèses.

1. Les besoins élémentaires et énergétiques des bactéries

• Source d'énergie et d'électrons

En général, toute réaction de construction sont énergétiquement défavorables. Cad qu'il faut bcp d'énergie venant de l'extérieur. Il y a deux types de trophiques:

- phototrophes: source d'énergie est la lumière,
- chimiotrophes = l'énergie provient de l'oxydation de la matière organique ou minérale.

Résultat = production d'ATP.

Les réactions chimiques produisent de l'énergie nécessaire à l'organisme.

Pour faire l'ensemble des réactions chimiques dans l'organisme, il faut des électrons; il y a aussi deux types trophiques:

- lithotrophe = source d'électron minérale,
- organotrophe = source d'électron organique.

électrons	énergie	Lumière PHOTOTROPHE	Oxydation CHIMIOTROPHE
Minérale LITHOTROPHE		Photo litho trophe <i>ex: cyanobactéries bactéries pourpres</i>	Chimio litho trophe <i>ex: bactéries de la nitrification Nitrobacter</i>
Organique ORGANOTROPHE		Photo organo trophe	Chimio organo trophe <i>majorité des bactéries</i>

• Source de Carbone

La moitié du poids d'une bactérie est due au atome de Carbone. La source de carbone peut-être atmosphérique comme le CO₂, cad minérale = autotrophe. Mais la source de carbone peut-être également organique = hétérotrophe.

Remarque:

chez certaines bactéries hétérotrophes, le CO₂ est nécessaire pour un bon développement. Il n'est plus nécessaire comme source de carbone mais comme protecteur du système respiratoire des bactéries. Ces bactéries peuvent être cultivées dans des jarres = enceintes fermées enrichies en CO₂ (ex: Brucella, Neisseria).

Hétérotrophe: organisme capable de se développer grâce à la matière organique. Certaines espèces utilisent une grande variété de sources de carbones; d'autres cependant vont être très exigeantes quant à la source organique du Carbone (ex: Pseudomonas methanica qui a besoin de méthanol ou de méthanal).

On utilise la diversité des source de Carbone (des sucres) utilisables par une bactérie pour l'identifier au travers d'études du type auxanogramme (ex : Citrate de Simmons), ou des galeries API20NE.

• Source d'Azote

L'azote est nécessaire pour la synthèse des protéines et des acides nucléiques.

Pour les bactéries, il existe 3 grandes sources d'azote:

- quelques bactéries sont capables de fixer l'azote atmosphérique (ex: Azotobacter; Rizobium). L'azote atmosphérique représente une source inépuisable (78%).
- bcp de bactéries utilisent l'azote sous forme minérale cad NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺.
- La majorité des bactéries utilisent l'azote sous forme organique R-NH₂ (peptones du milieu)

Les voies minérales et organiques sont utilisables par toutes les bactéries suivant ce qu'il y a dans le milieu.

- **Source de Souffre et de Phosphore**

Le soufre et le phosphate sont des composés importants.

Le soufre intervient dans la composition des acides aminés (AA)= cystéine, méthionine.

Le soufre est incorporé facilement sous forme organique dans les peptones. On le trouve aussi sous forme minérale: apport sulfate / Thiosulfate.

Remarque: la mise en évidence de la réduction du Thiosulfate par la production de H₂S (précipité noir de FeS) traduit une respiration du Thiosulfate et non son incorporation par la bactérie.

Le Phosphate est important pour l'ATP, les acides nucléiques et les coEnzymes (comme le NADP). Le phosphore est essentiellement apporté sous forme minérale: PO₄³⁻. Il peut également jouer un rôle de tampon.

Les autres éléments comme le Na, K, Cl, sont indispensables et apportés sous formes de sels minéraux. Les oligoéléments sont présents sous forme de traces dans les produits chimiques qui composent les milieux (indispensables au fonctionnement de la cellule mais en quantité infimes sinon toxiques).

2. Les besoins spécifiques

- **Définitions**

Métabolite essentiel: composé organique indispensable à la croissance des bactéries et dont elles sont généralement capables de synthétiser.

Facteur de Croissance: c'est un métabolite essentiel que la bactérie n'est pas capable de synthétiser et qu'il faut lui apporter dans le milieu de culture pour permettre son développement.

Bactérie prototrophe: qui n'ont pas de besoins en facteurs de croissance, ex: E. coli.

Bactérie auxotrophe: qui ont besoin d'un ou plusieurs facteurs de croissance pour se développer (=bactérie exigeante), ex: Proteus vulgaris.

- **Classification et propriétés des facteurs de croissance**

Les facteurs de croissance agissent en très petites quantités (quelques µg/L à quelques 20mg/L).

La croissance des bactéries auxotrophes est proportionnelle à la concentration en facteur de croissance, cela permet de faire un dosage microbiologique des facteurs notamment quand ils sont dans un mélange de substances naturelles complexes.

Intérêt: on utilise la bactérie pour faire une reconnaissance spécifique d'une molécule particulière au sein d'un mélange complexe.

$$d^2 = f (\log [c])$$

D'autre part les besoins en facteurs de croissance sont étroitement spécifiques. Enfin on peut avoir des multiexigences, par exemple *Lactobacillus* nécessite 18 AA, donc on ajoute du lait au milieu de croissance.

3. Interactions nutritionnelles

- **Les différents types d'interactions**

cf document associé

- **Symbiose et Synergie**

Relation entre hôte et bactérie.

Vers tubicoles: vivent en profondeur. Ils abritent des bactéries sulfureuses, cad qui oxydent les SH₂. Ces bactéries sont donc chimiolithoautotrophes.

Les bactéries développent des vitamines, AA, glucides, protéines, ... Cette matière organique sera utilisée par les vers qui en ont besoins.

Rumen: les ruminants se nourrissent exclusivement de matières végétales or se sont les microorganismes qui sont capables de dégrader la cellulose. Donc la matière végétale est dégradée par des bactéries qui se trouvent dans la panse des ruminants.

Plus exactement ce sont des groupes de microorganismes qui s'associent entre eux qui vont dégrader la cellulose. Ils peuvent détruire les liaisons β1-4 des végétaux. Cela donne des résidus de composés plus simples qui sont pris en charge par les bactéries les plus simples => fermentation. Ce type de produit est détecté par le métabolisme comme de la nourriture, énergie, nutriment ou comme CH₄ qui est éliminé.

- **Syntrophie**

Les besoins en facteurs de croissance d'une espèce bactérienne peuvent parfois être satisfaits par la

présence d'une autre espèce qui synthétise et secrète le facteur pour lequel la première souche est auxotrophe. Ce phénomène d'interaction s'appelle la syntrophie au staltisme.

Syntrophie: développement d'un germe auxotrophe au contact d'un autre capable de synthétiser et d'excréter un facteur de croissance pour lequel l'auter est exigeant.

Ex: Haemophilus influenzae est polyauxotrophe pour l'hémine (V) et le NAD (X).

Milieux de sélection	H. influenzae
Milieu minimum (M.M.)	-
MM + X	-
MM + V	-
MM + X + V	+
MM + Staphylococcus	-
MM + X + Staph.	+
MM + V + Staph.	-

- **Antagonisme**

C'est le fait que certaines espèces ne peuvent pas cohabiter au sein d'un même environnement. Il existe deux grands mécanismes possibles:

- production par une des souches de substances de types antibiotiques,

Exemple: certaines bactéries produisent des bacteriocines = « nisine A » active contre Salmonella

- production naturel du métabolisme qui va être négatif pour le développement de d'autres bactéries

Exemple: Lactobacillus a un métabolisme de fermentation lactique donc forte production d'acide lactique ce qui diminue le pH du milieu; or les bactéries n'aiment pas le pH acides, ceci empêche le développement de nombreux gènes.

- **La compétition trophique**

Elle s'observe lorsque deux espèces différentes doivent se développer dans un même milieu. Assez rapidement, une des deux populations décroît jusqu'à disparaître sans la production d'acide ou d'antibiotiques. Ceci est du à deux facteurs:

- l'affinité des deux souches pour le facteur limitant,
- la vitesse de multiplication des germes.

C'est la plus rapide et la plus sensible qui va se développer.