

Chapitre 4 : Nutrition bactérienne

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. Eau

L'eau représente 80 à 90 p. cent du poids cellulaire. Elle joue un rôle fondamental en solubilisant les nutriments, en assurant leur transport et en assurant les réactions d'hydrolyse. Un paramètre appelé **Aw (activity of water, activité de l'eau)** quantifie la disponibilité de l'eau. Dans un nutriment, une partie de l'eau est plus ou moins liée aux composants (sels, protéines) et elle n'est pas disponible pour les micro-organismes qui ont besoin d'eau libre pour se développer. L'activité de l'eau se définit comme le rapport de la pression de vapeur saturante du milieu à la pression de vapeur saturante de l'eau pure à la même température. Ce rapport, inférieur ou égal à 1, peut être assimilé à **l'humidité relative du milieu**. Les bactéries exigent un certain seuil d'humidité et pour des Aw faibles, leur croissance est ralentie.

Les endospores peuvent survivre dans un environnement dépourvu d'eau libre.

Le degré d'humidité des aliments a une influence sur leur conservation et leur séchage est un procédé de conservation fondé en partie sur la diminution de l'Aw.

1.2. 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. 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 à partir de 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**.

1.3. Source de carbone

Le carbone est l'élément constitutif le plus abondant chez les bactéries.

Les bactéries phototrophes et la plupart des bactéries chimolithotrophes peuvent utiliser le dioxyde de carbone comme unique source de carbone et elles sont dites **autotrophes**. Pour les autres bactéries la source de carbone assimilable doit être un substrat organique et ces bactéries sont qualifiées de **hétérotrophes**.

Les bactéries hétérotrophes peuvent dégrader de nombreuses substances hydrocarbonées : alcools, acides organiques, sucres ou polyholosides. La liste des substrats carbonés utilisables par une souche bactérienne comme unique source de carbone et d'énergie constitue l'auxanogramme de la souche. Les techniques auxanographiques, généralement réalisées en milieu liquide et en utilisant des microméthodes (systèmes API, BioLogue, ...), sont utilisées pour l'identification des souches et pour des enquêtes épidémiologiques. La bactérie à étudier est placée dans un milieu dépourvu de toute source de carbone autre que celle apportée par le nutriment dont on veut étudier l'assimilation. Selon que la bactérie est capable ou non

d'assimiler le nutriment qui lui est proposé, on observera une culture (présence d'un trouble) ou une absence de culture (le milieu reste limpide).

1.4. 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.

Pour la majorité des bactéries la source d'azote est constituée par d'autres composés inorganiques (ammoniac, sels d'ammonium, nitrites, nitrates) ou par des sources organiques (groupements amines des composés organiques).

1.5. Éléments minéraux

Le soufre et le phosphore sont particulièrement importants.

• **Le soufre** est présent dans certains acides aminés (groupement thiol) et il est le plus souvent incorporé sous forme de sulfate ou de composés soufrés organiques. Pour certaines bactéries, le soufre doit être apporté sous forme organique (méthiononine, cystéine, biotine, thiamine) qui se confond avec le besoin en facteurs de croissance (Cf. *infra*).

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

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.

Dans l'organisme, le fer est lié à la transferrine ou à la lactoferrine et il n'est pas directement disponible pour les bactéries. Aussi, pour assurer leur multiplication, les bactéries pathogènes ont développé des mécanismes leur permettant de capter le fer chélaté à la transferrine et à la lactoferrine.

1.6. Facteurs de croissance

En présence d'eau, d'une source d'énergie, d'une source de carbone, d'une source azote et d'éléments minéraux, de nombreuses bactéries sont capables de croître et elles sont qualifiées de **prototrophes**. Les bactéries **auxotrophes** nécessitent, en plus, un ou plusieurs facteurs de croissance qu'elles sont incapables de synthétiser.

Un facteur de croissance ne doit pas être confondu avec un métabolite essentiel. Les facteurs de croissance et les métabolites essentiels sont des composés organiques strictement nécessaires à la nutrition. Toutefois, un métabolite essentiel peut être synthétisé par une bactérie alors qu'un facteur de croissance doit être présent dans l'environnement car la bactérie est incapable de le synthétiser. Dans un milieu contenant du glucose, une source d'azote et des sels minéraux une bactérie telle que *Escherichia coli* est capable de se multiplier alors que ce n'est pas le cas pour *Proteus vulgaris*. La croissance de *Proteus vulgaris* exige l'adjonction supplémentaire de nicotinamide. La nicotinamide est indispensable pour la croissance de ces deux espèces, mais contrairement à *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli* est capable d'en assurer la synthèse. La nicotinamide est un métabolite essentiel pour ces deux espèces, mais elle n'est un facteur de croissance que pour *Proteus vulgaris*.

La notion de facteur de croissance est relative à un genre, à une espèce voire même à une souche.

1.7. 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

Les bactéries d'intérêt vétérinaire sont principalement des bactéries chimio-organotrophes. Elles sont généralement hétérotrophes et elles peuvent être prototrophes ou auxotrophes. Les bactéries appartenant à la classe des *Chlamydiae* et à l'ordre des *Rickettsiales* tirent leur énergie de la cellule qu'elles parasitent et elles sont qualifiées de paratrophes