

Chapitre V : Etudes des grands groupes bactériens

1. Les bactéries photosynthétiques

Les bactéries photosynthétiques, peuvent utiliser l'énergie lumineuse pour leur croissance, ont un avantage métabolique particulier sur celles qui doivent compter sur les sources chimiques, organique ou inorganique, car elles disposent d'une source d'énergie beaucoup plus abondante pour leur métabolisme.

Les bactéries phototrophes se répartissent en cinq groupes majeurs :

Les *Proteobacteria* photosynthétiques, phylum *Proteobacteria*

Les Chlorobi (les bactéries vertes sulfureuses), Phylum *Chlorobi*

Les Chloroflexi (bactéries vertes filamenteuses), Phylum *Chloroflex*

Les Firmicutes photosynthétiques (héliobactéries), Phylum *Firmicutes*

Les Cyanobacteria, Phylum *Cyanobacteria*.

Tableau 21.1 Phylums et propriétés des bactéries photosynthétiques

Phylum	Source de carbone	Métabolisme du carbone
<i>Proteobacteria</i>		
Bactéries pourpres sulfureuses	CO ₂	Calvin-Benson
Bactéries pourpres non sulfureuses	CO ₂ et produits organiques	Photohétérotrophe
<i>Chlorobi</i> : Bactéries vertes sulfureuses	CO ₂	Cycle réducteur des acides tricarboxyliques
<i>Chloroflexi</i> : Bactéries vertes filamenteuses ^a	CO ₂ ou produits organique	Voie de l'hydroxypropionate
<i>Cyanobacteria</i>	CO ₂	Calvin-Benson
<i>Firmicutes</i> : Héliobactéries	Produits organiques	Photohétérotrophe

^aLes *Chloroflexi* possèdent une grande variété métabolique. Voir texte pour plus de détails

Tableau 21.2 Caractéristiques des bactéries photosynthétiques

Groupe	Chlorophylle du centre réactionnel	Antenne (pigments accessoires)
<i>Proteobacteria</i>	Bchl <i>a</i>	Bchl <i>b</i> (caroténoïdes)
<i>Chlorobi</i>	Bchl <i>a</i>	Bchl <i>c</i> ; Bchl <i>d</i> ; Bchl <i>e</i> (caroténoïdes)
<i>Chloroflexi</i>	Bchl <i>a</i>	Bchl <i>c</i> (caroténoïdes)
<i>Cyanobacteria</i>	Chl <i>a</i>	Phycobilines ou Chl <i>b</i> (chez les prochlorophytes)
<i>Heliobacteria</i>	Bchl <i>g</i>	Caroténoïdes

Tableau 21.2 Caractéristiques des groupes principaux de procaryotes photosynthétiques.

Bactéries photosynthétiques anoxygéniques							Bactéries photosynthétiques oxygéniques	
Caractéristique	Vertes sulfureuses ^a	Vertes non sulfureuses ^b	Pourpres sulfureuses	Pourpres non sulfureuses	Phototrophes aérobies anoxygéniques	Cyanobactéries		
Principaux pigments photo-synthétiques	Bactériochlorophylles α plus c, d' ou e (le pigment principal)	Bactériochlorophylles α et c	Bactériochlorophylle α ou b	Bactériochlorophylle α ou b	Bactériochlorophylle α	Bactériochlorophylle α	Chlorophylle α plus phycobiliprotéines, <i>Prochlorococcus</i> a des dérivés divinyles des chlorophylles α et b	
Morphologie des membranes photo-synthétiques	Système photosynthétique en partie dans des chlorosomes indépendants de la membrane cytoplasmique	Présence de chlorosomes en croissance anaérobie	Système photosynthétique contenu dans des complexes membranaires sphériques ou lame-laires, en continuité avec la membrane cytoplasmique	Système photosynthétique contenu dans des complexes membranaires sphériques ou lamellaires, en continuité avec la membrane cytoplasmique		Peu ou pas de membranes intra-cytoplasmiques	Membranes thylacoïdes bordées de phycobilisomes	
Donneurs d'électrons photo-synthétiques	H ₂ , H ₂ S, S	Donneurs photohétérotrophes – divers sucres, acides aminés et acides organiques ; donneurs photoautotrophes – H ₂ S, H ₂	H ₂ , H ₂ S, S	Généralement molécules organiques ; parfois composés soufrés réduits ou H ₂		Donneurs photohétérotrophes : divers sucres, acides aminés et acides organiques	H ₂ O	
Dépôt de soufre	À l'extérieur de la cellule		À l'intérieur de la cellule ^c	À l'extérieur de la cellule dans quelques cas		Rien ici ?		
Nature de la photosynthèse	Anoxygénique	Anoxygénique	Anoxygénique	Anoxygénique	Anoxygénique	Anoxygénique	Oxygénique (parfois facultativement anoxygénique)	
Type métabolique général	Photolithoautotrophes anaérobies obligatoires	Généralement photohétérotrophes ; parfois photoautotrophes ou chimiohétérotrophes (lorsque aérobies et à l'obscurité)	Photolithoautotrophes anaérobies obligatoires	Généralement photoorganohétérotrophes anaérobies ; certains photolithoautotrophes facultatifs (dans le noir, chimioorganohétérotrophes)	Photo-organohétérotrophes anaérobies	Photolithoautotrophes aérobies		
Mobilité	Non mobiles ; certaines avec vésicules gazeuses	Par glissement	Mobiles avec flagelles polaires ; certaines ont des flagelles péritriches	Mobiles avec flagelles polaires ou non mobiles ; certaines avec vésicules gazeuses		Certains sont mobiles avec un seul flagelle (ou plus en petit nombre), polaire ou subpolaire	Non mobiles, nage sans flagelle ou mobiles par glissement ; certaines avec vésicules gazeuses	
Pourcentage en GC	48-58	53-55	45-70	61-72		Rien ici ?	35-71	
Phylum ou classe	<i>Chlorobi</i>	<i>Chloroflexi</i>	α , β -et γ -protéobactéries	α -protéobactéries <i>(Rhodocyclus)</i>		α -, β -et γ -protéobactéries	<i>Cyanobacteria</i>	

^a Caractéristiques des *Chlorobi*.^b Caractéristiques de *Chloroflexus*.^c À l'exception d'*Ectothiorhodospira*.

1.1 Phylum *Chlorobi* (bactéries vertes sulfureuses)

Le phylum des *Chlorobi* n'a qu'une seule Classe (les *Chlorobia*), un seul ordre (les *Chlorobiales*) et une seule famille (les *Chlorobiaceae*). Leur nom provient de ce que la majorité des espèces sont vertes grâce à la bactériochlorophylles caractéristiques, principalement Bchl *c*, **Bchl *d*** ou **Bchl *e***. Les autres sont de couleur brune, principalement à cause de pigments caroténoïdes.

Ce sont des **bactéries vertes sulfureuses**, forment un petit groupe de **photolithotrophes anaérobies strictes** qui utilisent **le sulfure d'hydrogène**, le **soufre élémentaire** et l'**hydrogène** comme **sources d'électrons**.

Ces bactéries abondent dans les zones lacustres anoxiques et riches en sulfures. Bien qu'elles soient dépourvues de flagelles et non mobiles, certaines espèces possèdent des vésicules gazeuses de façon à choisir la profondeur optimale pour la

lumière et le sulfure d'hydrogène. Les pigments photosynthétiques de ces bactéries sont localisés dans des vésicules ellipsoïdes, appelées **chlorosomes** ou vésicules de chlorobium qui sont fixés à la membrane cytoplasmique mais ne sont pas en continuité avec elle.

On trouve les formes dépourvues de vésicules gazeuses dans les boues riches en sulfure du fond des lacs et des étangs. Les bactéries vertes sulfureuses sont très diverses du point de vue morphologique. Elles peuvent être **en forme de bâtonnet, coque** ou **de vibrion** ; certaines se développent isolément, d'autres **forment des chaînes et des amas**. Elles sont de **couleur vert pré ou brun** chocolat. Comme genre représentatifs, citons *Chlorobium*, *Prosthecochloris* et *Pelodictyon*.

Domaine. <i>Bacteria</i>
Phylum XI. <i>Chlorobi</i>
Classe I. <i>Chlorobia</i>
Ordre I. <i>Chlorobiales</i>
Famille I. <i>Chlorobiaceae</i>
Genre I. <i>Chlorobium</i>
Genre II. <i>Ancalochloris</i>
Genre III. <i>Chlorobaculum</i>
Genre IV. <i>Chloroherpeton</i>
Genre V. <i>Pelodictyon</i>
Genre VI. <i>Prosthecochloris</i>

1.2 Phylum *Chloroflexi* (bactéries vertes non-sulfureuses)

Le phylum des *Chloroflexi* compte à la fois des membres photosynthétiques et non photosynthétiques. *Chloroflexus* est le principal représentant des **bactéries vertes non-sulfureuses**. *Chloroflexus* est une bactérie **thermophile, filamenteuses et mobiles par glissement** ; on l'isole souvent de sources chaudes neutres à alcalines, où elle se développe sous forme de tapis orange rougeâtre, habituellement en association avec des cyanobactéries. Peut effectuer une **photosynthèse anoxygénique** avec des composés organiques comme source de carbone, ou croître en aérobiose comme chimiohétérotrophes.

Le **genre** le plus étudié est *Chloroflexus*. Cette bactérie longue et mince 0.5 à 1 µm de diamètre, forme des couches distinctes en tapis, la température de croissance des souches thermophiles est de 45 à 70° C. Il existe des souches mésophiles. *Chloroflexus* et *Heliothrix* utilisent la **Bchl a** comme pigment photosynthétique primaire, mais doit sa couleur orangé aux grandes quantités de pigment Caroténoïdes qu'il produit.

Phylum VI. *Chloroflexi*

Classe I. *Chloroflexi*

Ordre I. *Chloroflexales*

Famille I. *Chloroflexaceae*

Genre I. *Chloroflexus*

Genre II. *Chloronema*

Genre III. *Heliothrix*

Genre IV. *Roseiflexus*

Famille II. *Oscillochloridaceae*

Genre I. *Oscillochloris*

Ordre II. *Herpetosiphonales*

Famille I. *Herpetosiphonaceae*

Genre I. *Herpetosiphon*

Tableau 21.5 Genres importants de bactéries vertes

Groupe/genre	% Mole G + C	Vacuoles de gaz	Morphologie
<i>Chlorobi</i> (genres de bactéries vertes sulfureuses)			
<i>Chlorobium</i>	49–58	–	Unicellulaires, bacilles
<i>Prosthecochloris</i>	50–56	–	Prosthèque ; habitats marins ou salins
<i>Pelodyction</i>	48–58	+	Bacilles en amas de type réseau
<i>Ancalochloris</i>	inconnu	+	Prosthèque ; eaux douces
<i>Chloroherpeton</i>	45–48	+	Longs bacilles ; mobiles par glissement
Consortium	inconnu	+/-	Agrégats microcoloniaux de deux espèces distinctes
<i>Chloroflexi</i> (genres de bactéries vertes filamenteuses)			
<i>Chloroflexus</i>	55	–	Mobile par glissement ; thermophile modéré
<i>Heliothrix</i>	inconnu	–	Mobile par glissement ; thermophile modéré
<i>Chloronema</i>	inconnu	+	Mobile par glissement ; mésophile