

Cour 2 : Organisation spéciale de la communauté microbienne

Les VBNC

Les interactions micro-organismes/micro-organismes

1. Biofilms :

Dans leur environnement naturel, certains microorganismes sont attachés à une surface, et englobés dans une matrice d'exopolysaccharide. Ce mode de développement est appelé biofilm.

L'étape initiale : d'attachement fait intervenir des appendices générateurs de mouvements (flagelles) qui permettront d'approcher la surface à coloniser. Ce sont donc les bactéries mobiles qui s'organisent en biofilm.

Dans un deuxième temps : une association stable avec la surface ou avec d'autres micro-organismes déjà présents s'établit. Ces rassemblements de bactéries conduisent à l'élaboration du biofilm.

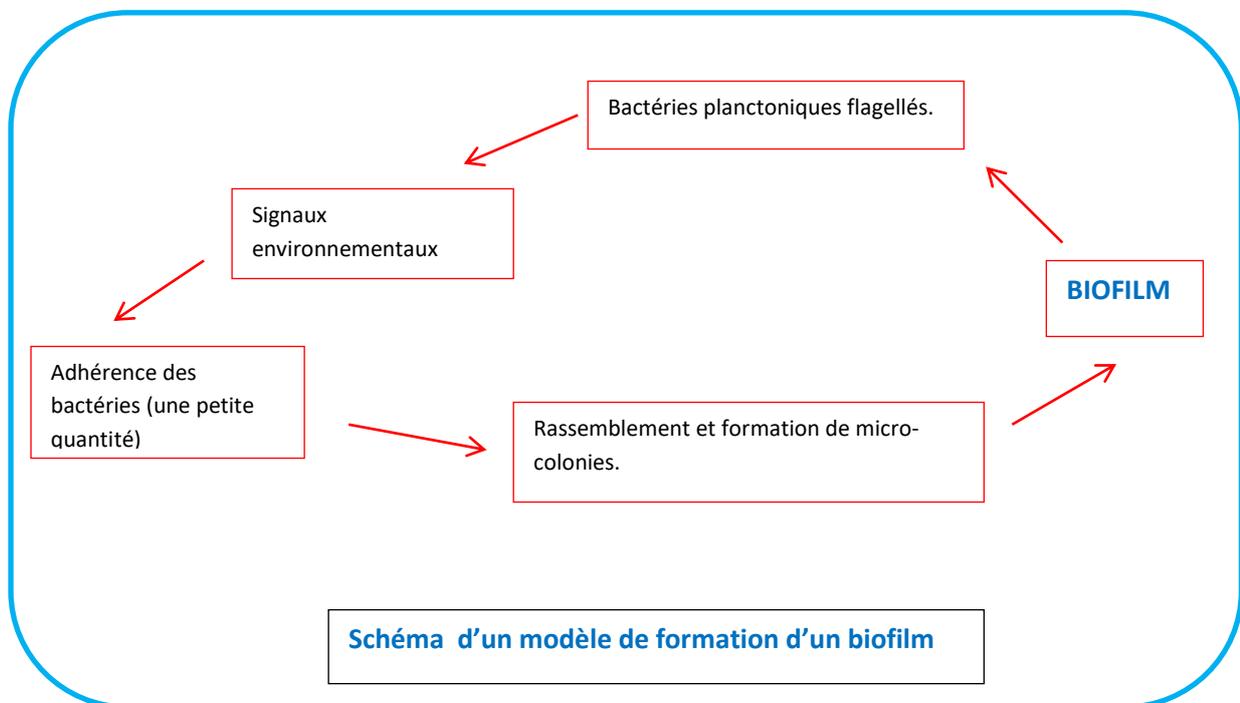
Il y'a également la formation d'une matrice d'exopolysaccharide, **Cette matrice renforce la structure du biofilm tout en lui conservant une grande plasticité.**

Au sein du biofilm, les micro-colonies sont séparées par des canaux aqueux qui forment un réseau **de circulation permettant, d'une part, d'acheminer l'oxygène et les nutriments dans les régions enfouies du biofilm, et d'autre part, d'évacuer les déchets.** Le matériel soluble peut diffuser à travers la matrice d'exopolysaccharide et être utilisé par les bactéries.

Ainsi, nous pourrons observer que l'état métabolique d'une bactérie à l'intérieur d'un biofilm dépend de sa localisation au sein de la structure.



Structure du Biofilm



2. Les Tapis microbiens :

Les tapis microbiens sont formés par des constructions **de cyanobactéries**.

Les cyanobactéries sont des micro-organismes photosynthétiques, de ce fait ils sont rapprochés aux algues. Et en raison de l'absence d'une membrane isolant le matériel nucléaire (ADN) du contenu du cytoplasme, elles ont été rapproché aux bactéries et rangés parmi les procaryotes. Ce sont donc des bacteries.

On trouve ces constructions microbiennes surtout dans les régions côtières, notamment aux USA et sur le nord méditerranéen.

3. Le manteau fongique (Mycorhize)

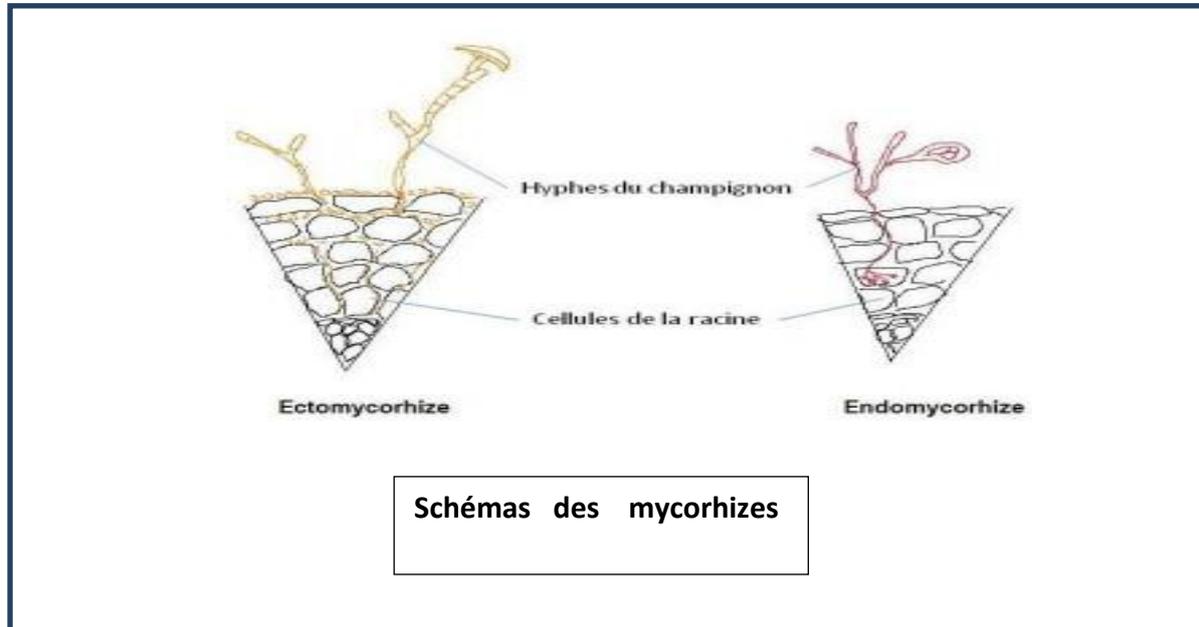
Le mycorhize est le résultat d'une symbiose entre un champignon et une plante. La symbiose est un type de relation entre organismes à "bénéfice mutuel", c'est-à-dire que les deux organismes tirent profit de l'association.

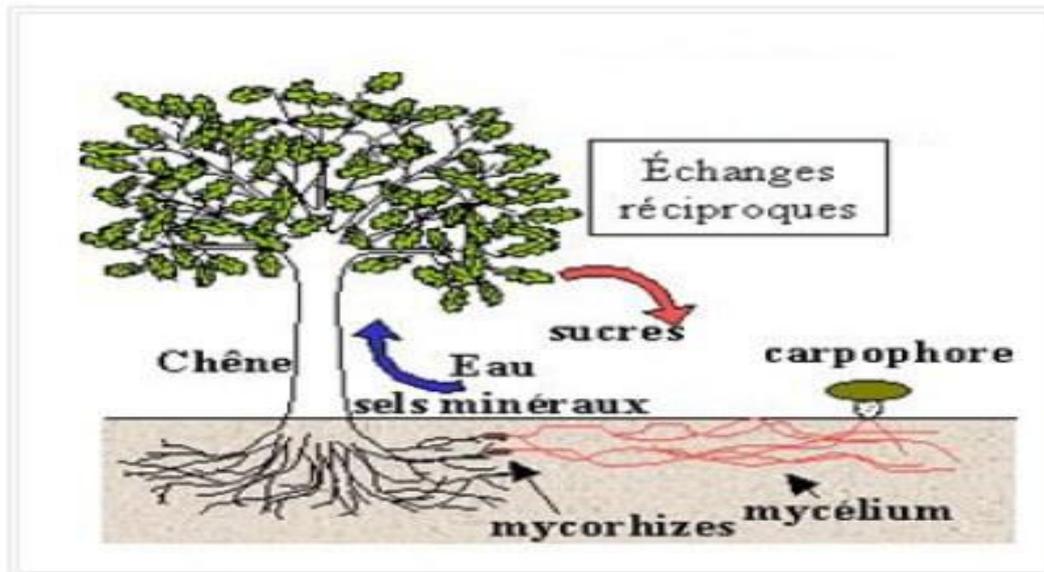
Le champignon va coloniser les racines de la plante par ses hyphes, de fins filaments capables d'explorer un grand volume de sol.

Si le développement du champignon est réalisé à l'intérieur des cellules de la racine, on parle **d'endomycorhize**. Ce phénomène est extrêmement courant : environ 80 % des plantes vasculaires sont associées en endomycorhize.

Dans le cas des **ectomycorhizes**, les hyphes du champignon ne rentrent pas à l'intérieur des cellules racinaires. Environ 10 % des végétaux réalisent ce type d'association.

Les champignons ectomycorhiziens forment des fructifications parfois comestibles : les truffes, bolets, pézizes...





Exemple d'un mycorhize

Rôle des mycorhizes :

- Ce qu'il faut savoir c'est que Le phosphore soluble est peu disponible dans le sol, ainsi, les **mycorhizes jouent** un rôle essentiel dans la **mise à disposition de cet élément pour la plante.**
- Le réseau d'hyphes (filaments du champignons) permet une meilleure exploration du sol.
- Enfin, les mycorhizes sont également un lieu de stockage de polyphosphates qui seront dégradés et transférés à l'hôte en cas de besoin.

Les bactéries viables et non cultivables « VBNC »

1. Définition :

Ce sont des **bactéries** viables mais non cultivables, c'est-à-dire des bactéries qui sont dans un état de très faible activité **métabolique** et ne se divisent pas, mais qui sont vivantes et ont la capacité de devenir cultivables une fois mises dans un milieu plus propice.

Les bactéries en état VBNC ne peuvent pas croître sur des milieux de croissance standards.

Les bactéries peuvent entrer dans un état dit VBNC en réponse à un stress, en raison d'**éléments nutritifs** défavorables, ou de **température** inadéquate.

Les cellules qui sont dans l'état VBNC sont **morphologiquement plus petites**, et **démontrent une réduction du transport des éléments nutritifs, du taux de respiration, et de synthèse de macromolécules.**

Les bactéries VBNC peuvent rester dans cet état pendant plus d'un an.

Il a été montré que de nombreux agents pathogènes (pathogènes pour les humains) et non pathogènes peuvent entrer dans l'état VBNC.

Cet état a des implications importantes dans la **microbiologie**.

2. Facteurs entraînant la mort cellulaire :

Ces facteurs peuvent être naturels ou provoqués par des procédés industriels :

- > Températures hautes utilisées pour la stérilisation ou la pasteurisation
- > Choc osmotique
- > Utilisation de Solvants organiques
- > Forte concentration saline
- > pH trop acide ou trop basique
- > Manque de substrats nécessaires à la survie
- > Conservation prolongée à de basses températures
- > Confrontation à une Enzyme (exemple : lysozyme)
- > Confrontation aux Antibiotiques

3. Analyses et méthodes de recherche des bactéries non cultivables :

- **La Fluorométrie :**

Cette technique nécessite l'utilisation de système de microscopie à fluorescence.

Nous rajoutons un réactif fluorescent, et nous observons sous microscope.

- **La double coloration CTC-DAPI :**

La double coloration **CTC-DAPI** permet de dénombrer et de différencier les cellules mortes des cellules vivantes.

Le CTC est un sel de fluorescence rouge. Le CTC est le colorant permettant de dénombrer les cellules **viables**, la réduction du CTC par les cellules est le signe que la respiration cellulaire a lieu, cela signifie que le métabolisme est actif.

La coloration au DAPI permet de dénombrer la totalité des cellules, ce fluorophore se lie spécifiquement à l'ADN et émet une fluorescence bleue.

Les colorations peuvent être réalisées simultanément, ou séparément sur deux échantillons.

- **Méthode LIVE/DEAD® BacLight**

« LIVE/DEAD® BacLight » :est une méthode qui permet de dénombrer les cellules mortes et vivantes en même temps. Ce test est utilisé pour l'étude des cellules viables Procaryotes et microorganismes unicellulaires Eucaryotes.

- **Méthode PCR :** ciblage d'un fragment d'ADN pour faire une identification précise et directe.

4 /Exemples de VBNC :

Exemple : Le *Vibrio* :

Le changement climatique mondial apparaît être à l'origine de la réapparition de formes dormantes de *Vibrio*, conduisant à une augmentation mondiale des infections à *Vibrio*.

De nombreux types de bactéries, dont les pathogènes humains, sont capables d'entrer dans cet état (Non cultivable), conservant une structure cellulaire et une biologie, et continuant une expression significative des gènes alors que ces bactéries ne sont pas cultivables par les méthodes classiques de laboratoire.

Exemple 2: Listeria monocytogenes

C'est un pathogène d'origine alimentaire avec une remarquable capacité à persister, à long terme, dans une variété d'aliments prêts à être consommés.

Interactions micro-organismes / micro-organismes

1. Signaux de communication :

Quorum-sensing :

Les bactéries communiquent entre elles avec des molécules chimiques qu'elles relâchent dans leur environnement, ces molécules chimiques sont captées par d'autres bactéries. Plusieurs informations sont ainsi échangées, dont des renseignements sur la proximité et l'absence d'autres bactéries.

Cette aptitude leur permet d'accomplir des activités concertées comme si elles ne formaient qu'un seul organisme.

Et cette aptitude est appelée : « quorum-sensing ».

➤ Exemple et intérêt du « quorum sensing » :

Le **quorum sensing** confère aux bactéries de nombreux avantages.

Par exemple :

Lorsque les bactéries pathogènes s'infiltrant dans le corps humain, elles ne sécrètent pas immédiatement de toxines pour ne pas signaler leur présence au système immunitaire : une trop petite armée serait facilement vaincue par les défenses de l'hôte.

À la place, elles investissent toute leur énergie à se multiplier jusqu'à ce que la colonie bactérienne détecte, grâce aux signaux de communication, qu'elle

est numériquement avantagée. À ce moment, un signal est relâché pour sécréter massivement et en même temps des toxines, causant un maximum de dommages.

Le quorum sensing permet également aux bactéries de s'organiser en biofilms : de véritables «forteresses» composées de communautés bactériennes protégées par une matrice de polymères.

Exemple : Dans les poumons des personnes atteintes de fibrose kystique, des **biofilms** se forment et deviennent impossibles à éradiquer par les antibiotiques, ces derniers étant conçus pour agir sur des bactéries solitaires, pas des bactéries organisées.

2. Interactions et dynamiques microbiennes :

La dynamique microbienne : représente **la croissance microbienne**. Cette croissance est déterminée par dénombrement de biomasse vivante.

Au cours de sa croissance un micro-organisme va interagir avec son environnement et avec d'autres micro-organismes qui sont avoisinants.

Exemple (interaction : micro-organisme en même culture):

On s'intéresse au phénomène « **Killer** » chez les levures du genre *Saccharomyces cerevisiae*. Celui-ci intervient lorsqu'une souche dite "killer" sécrète une toxine létale vis-à-vis d'une autre souche dite sensible.

Remarque: nous faisons parfois des cultures mixtes de micro-organismes dans des buts précis, exemple : obtention de certaines substances.

3. La succession écologique :

➤ **C'est quoi ?**

Réponse : La **succession écologique** est le **processus** naturel d'évolution et développement d'un **écosystème** . Il regroupe plusieurs stades.

➤ Il y'a deux types de successions :

La succession primaire : c'est l'établissement d'une vie sur un substrat qui n'a jamais été colonisé.

La succession secondaire : c'est l'établissement d'une vie sur un substrat qui a déjà été colonisé par d'autres espèces.

3.1 Conséquences de la succession microbienne dans la dégradation de la matière organique :

Ce sont les conséquences de l'évolution et le développement d'un micro-organisme dans son environnement.

Exemple : dégradation de la matière organique dans le sol, qui se fait par des micro-organismes précis.

La **figure** qui suit, résume le processus de dégradation de la matière organique dans le sol.

Cette dégradation se fait en plusieurs étapes et par des micro-organismes différents.

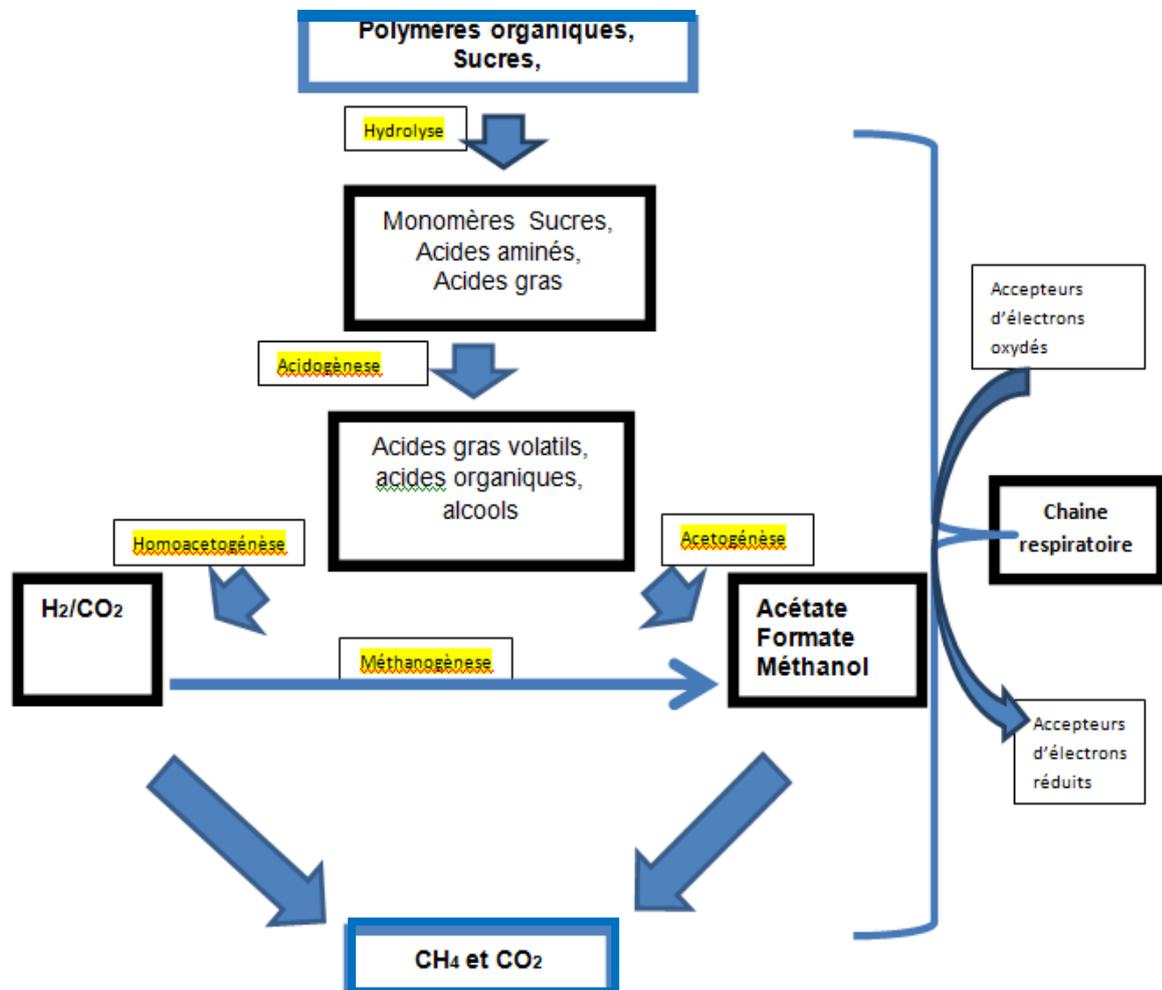


Figure : Schémas des principales voies mis en jeu dans la dégradation anaérobie de la matière organique.