

Chapitre 1 :

Microbiologie, généralités.

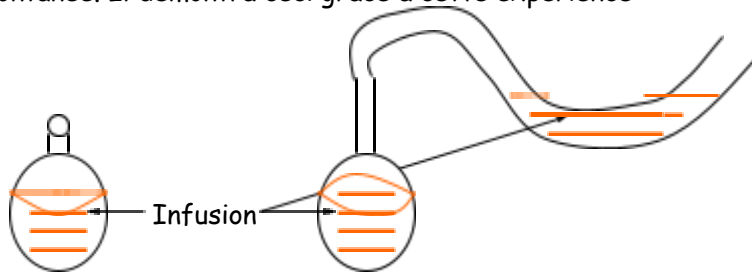
A\ Historique.

En 1680 Anton Van Leeuwenhoek a fait les premières observations en microscopie optique avec un grossissement de 300 fois : c'est la première observation des micro-organismes, appelés à l'époque «animalcules».

Au 19e siècle, Pasteur donne une nouvelle notion des micro-organismes, en précisant leur rôle, et il donne une nouvelle idée de la vaccination.

I\ Notions.

Les travaux de Pasteur sur les ferments démontrent l'absurdité de l'idée de génération spontanée. Il démontra ceci grâce à cette expérience:



Si l'on isole l'infusion de l'air ambiant, il n'y a pas de contamination : le milieu est stérile. Les premiers travaux sur les infusions de foin de Pasteur, ont été repris par Tyndall : il faisait subir une pasteurisation mais observait toujours un développement. Il a donc mis au point une méthode à plusieurs chauffages : la tyndallisation. Cette technique est utilisée contre les bacillus.

II\ Rôle.

Ce fut l'avènement de la microbiologie médicale. Celle-ci a été permise par Koch et par Pasteur. Ces deux chercheurs ont trouvé un protocole sur les agents causants des maladies. Les premiers essais ont été réalisés sur les moutons avec la maladie du charbon (bacillus anthracis). Le bacille de Koch a pour nom systématique : *Mycobactérium tuberculosis*.

Le but de la microbiologie est de trouver les micro-organismes responsables des maladies. Brefeld a eu l'idée d'un milieu de culture solide et Pétri a eu l'idée de la boîte du même nom.

La vaccination est une mise en contact de formes atténuées d'agents microbiens. La première vaccination est celle contre la rage qui a été réalisée vers 1880.

1\ La période moderne.

a\ 1918 à 1928 et de 1928 à 1952.

C'est à ce moment là que l'on a de nouvelles identifications de maladies et de micro-organismes. En 1928, Fleming travail sur *Staphylococcus* sp. mais sa boîte est contaminée par un pénicillium : il y a inhibition de l'activité de *Staphylococcus* : c'est le premier antibiotique.

b\ Travail sur *Escherichia coli*.

Depuis 20 ans, c'est l'avènement du génie génétique. On a assisté à l'apparition de techniques de clonage, d'addition de gènes... le plus souvent grâce à des plasmides de bactéries. Ces travaux ont généralement été réalisés sur *Escherichia coli*.

B\ Présentation.

I\ Généralités.

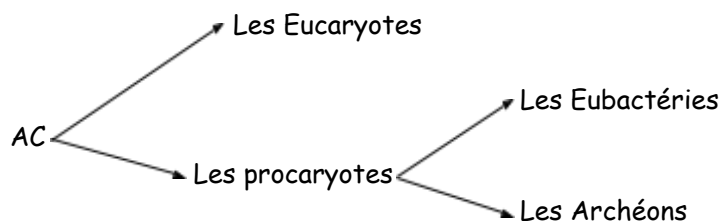
On utilise (ou on a utilisé) plusieurs mots pour parler des micro-organismes : microbe, animal pur, germes, ferments, protistes. Ce sont des organismes unicellulaires, pluricellulaires ou coloniaux à l'intérieur desquels n'a pas lieu de différenciation cellulaire. On observe toutefois des cas spéciaux comme chez les virus, les champignons et des algues. Toutefois, de nombreuses bactéries ne peuvent se développer seules : elles forment donc des colonies (on parle alors de myxobactéries). Certains signaux cellulaires sont assez puissants pour faire se regrouper une colonie bactérienne. Chez les cyanobactéries, on observe des cellules spécialisées comme les hétérocystes.

II\ Caractéristiques.

Les micro-organismes sont partout, nombreux car très diversifiés sur un plan taxonomique (on parle de pléiomorphisme). Ces organismes occupent tous les milieux en quantité importante. Ils ont en plus de grandes capacités métaboliques.

III\ Eléments de classification.

On a trois domaines :



- Les eucaryotes sont présents dans quatre règnes : chez les protistes, les végétaux, les mycètes et chez les animaux.
- Chez les eubactéries on trouve par exemple *Escherichia coli*.
- Chez les archéons, on trouve des organismes de type extrêmophiles, thermoacidophiles, dans les dorsales océaniques. Ils ont une structure interne qui est intermédiaire entre celle des procaryotes et des eucaryotes.

IV\ La théorie des endosymbiontes.

La principale différence entre les procaryotes et les eucaryotes est la présence d'organites chez les cellules eucaryotes. On note aussi la présence de stérols spécifiques aux eucaryotes. On trouve des glycérophospholipides membranaires chez les eubactéries et les eucaryotes qui sont toutefois différents. Ces molécules sont aussi présentes chez les archéons mais leur composition est intermédiaire entre les deux autres.

Chez les eucaryotes, on trouve des diesters d'acide gras. Chez les archéons on trouve des diéthers d'alcool polyisoprénoides qui sont des précurseurs des stérols.

La partie commune :

- Les ribosomes : chez les eucaryotes ils ont de type 80S et de type 70S chez les procaryotes. Ils ont le siège d'action de la streptomycine.
- La membrane plasmique bactérienne n'est pas qu'une membrane d'échanges comme chez les eucaryotes, mais aussi une membrane de synthèses.
- Les cyanobactéries possèdent des thylacoïdes comme les végétaux (**mais pas de chloroplastes**).
- L'ADN : chez les procaryotes, il est sous forme d'un brin circulaire (un seul chromosome). Cet ADN n'est pas associé à des histones. La duplication est réalisée au moment de la division cellulaire.
- Le brassage génétique : il se réalise pendant la fusion des deux gamètes chez les eucaryotes. Ce processus n'existe pas chez les procaryotes : dans ce cas, la cellule mère va donner deux cellules filles identiques entre elles et à la mère. Les rares changements observés ont lieu quand ce micro-organisme réalise des échanges de brin d'ADN avec le milieu extérieur.
- La taille : elle peut aller de 10Å pour les virus jusqu'à 100µm pour les protozoaires.
- Les différentes formes :
 - Les archéons : On trouve par exemple Méthanobactérium qui assure la réaction $CO_2 \rightarrow CH_4$.
 - Les eubactéries : elles sont divisées en deux sous-groupes selon la constitution de leur paroi. On trouve les gram+ et les gram-.
 - Les eucaryotes : on les trouve dans trois règnes distincts : les animaux, les végétaux et les mycètes (ou Fungi ou champignons).

Parmi le groupe des mycètes, on prend l'exemple d'une levure comme *saccharomyces cerevisiae*. Comme espèce de moisissure coenocytique, on trouve *Pénicillium roquefortii* (protiste).

Parmi les protozoaires, on trouve *Plasmodium*.

Chez les algues, on peut trouver *Chlorella*, *Goniolax* (algue rouge), *Dinophysis*, les diatomées (base de la nourriture des baleines).

C\ Ecologie microbienne.

Vers la fin du 19^{ème} et au début du 20^{ème} siècle, Winogradsky et Beijerinck travaillent sur les bactéries, ayant plus un intérêt sur l'aspect fonctionnel que sur l'aspect taxonomique.

I\ Les milieux.

1\ Les eaux.

Les eaux contiennent une grande quantité de bactéries en suspension 10^4 bactéries de micro-plancton par mL dans l'océan et 10^{11} /mL dans les égouts. On trouve de 10^2 à 10^5 algues microphytes par mL, de 100 à 1000 champignons par mL et quelques milliers de prédateurs comme les paramécies : cet ensemble de micro-organismes forme la boucle microbienne. On remarque que les micro-organismes océaniques peuvent faire précipiter le CO_2 .

Les substances nutritives : dans les milieux de culture, ces quantités de substances sont exprimées en g/L alors qu'ailleurs, ces quantités sont exprimées en mg (voir µg) par L. Quand il y a trop de nutriments, on assiste alors à une eutrophisation du milieu qui va entraîner un dysfonctionnement et une surproduction (surpopulation).

⇒ Tous les types micro-organismes existent.

2\ Le sol et les sédiments.

Dans les sols, on trouve peu de microphytes mais beaucoup de bactéries (10^7 /g) de moisissures (10^5 /g) et d'actinomycètes (10^6 /g). Ces organismes sont des décomposeurs qui permettent une reminéralisation des sols. Dans un sol, il y a un phénomène de stratification qui

entraîne différentes teneurs dans les éléments selon la strate. La respiration anaérobie sur le CO_2 est appelée méthanogenèse.

3\ L'atmosphère.

On observe une compartimentation à travers laquelle sont disséminés les micro-organismes par émission de spores. La présence de ces organismes est fonction des ressources présentes.

II\ Animaux et végétaux comme compartiments naturels.

On trouve trois types de micro-organismes :

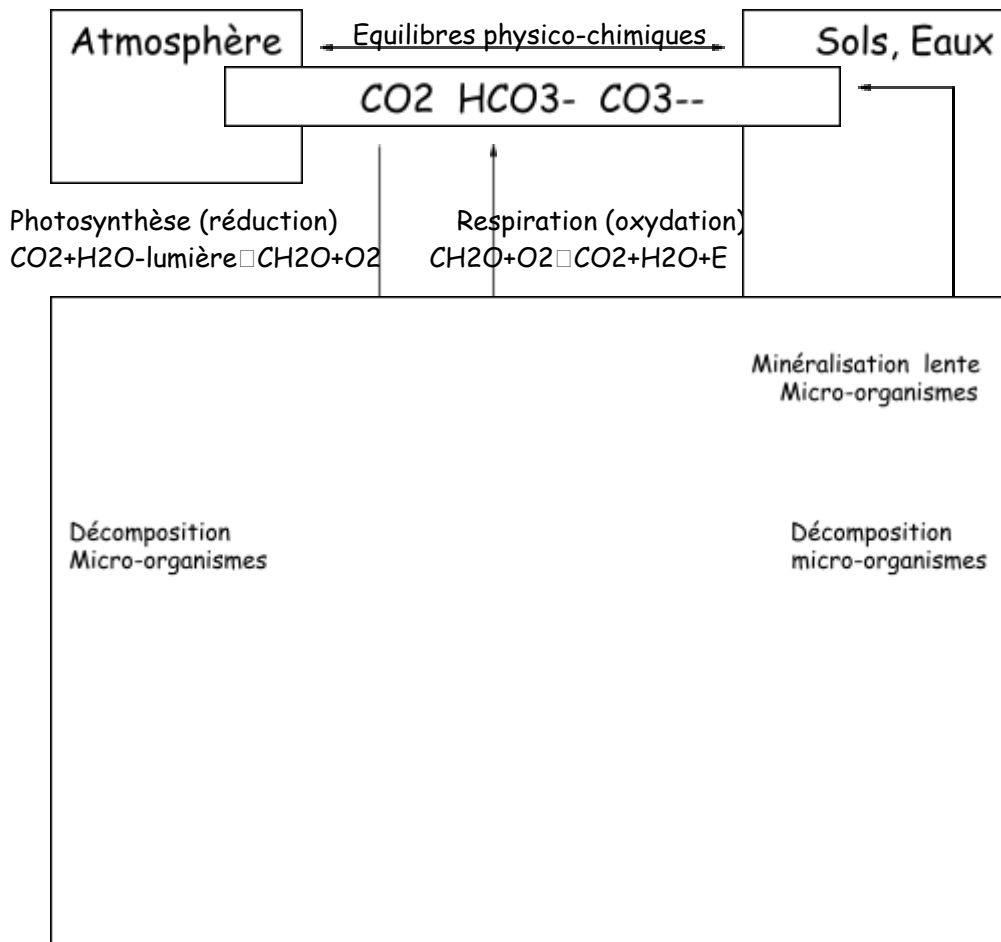
- Les pathogènes : ils déclenchent des pathologies (maladies)
- La microflore commensale : c'est, par exemple, notre flore intestinale, avec *Escherichia coli*.
- Les symbiontes : ils ont une capacité de relation complète (végétaux ou animaux avec des bactéries) pour accomplir les fonctions qu'ils ne peuvent faire qu'à deux.

Exemple : la microflore des ruminants.

On trouve deux chambres de cultures. La première chambre (le rumen) sert à la culture des bactéries micro-cellulolytique (qui digèrent la cellulose). Cette flore est ensuite digérée dans la seconde chambre (le tractus). Les *Méthanobactérium* du rumen produisent du méthane (CH_4).

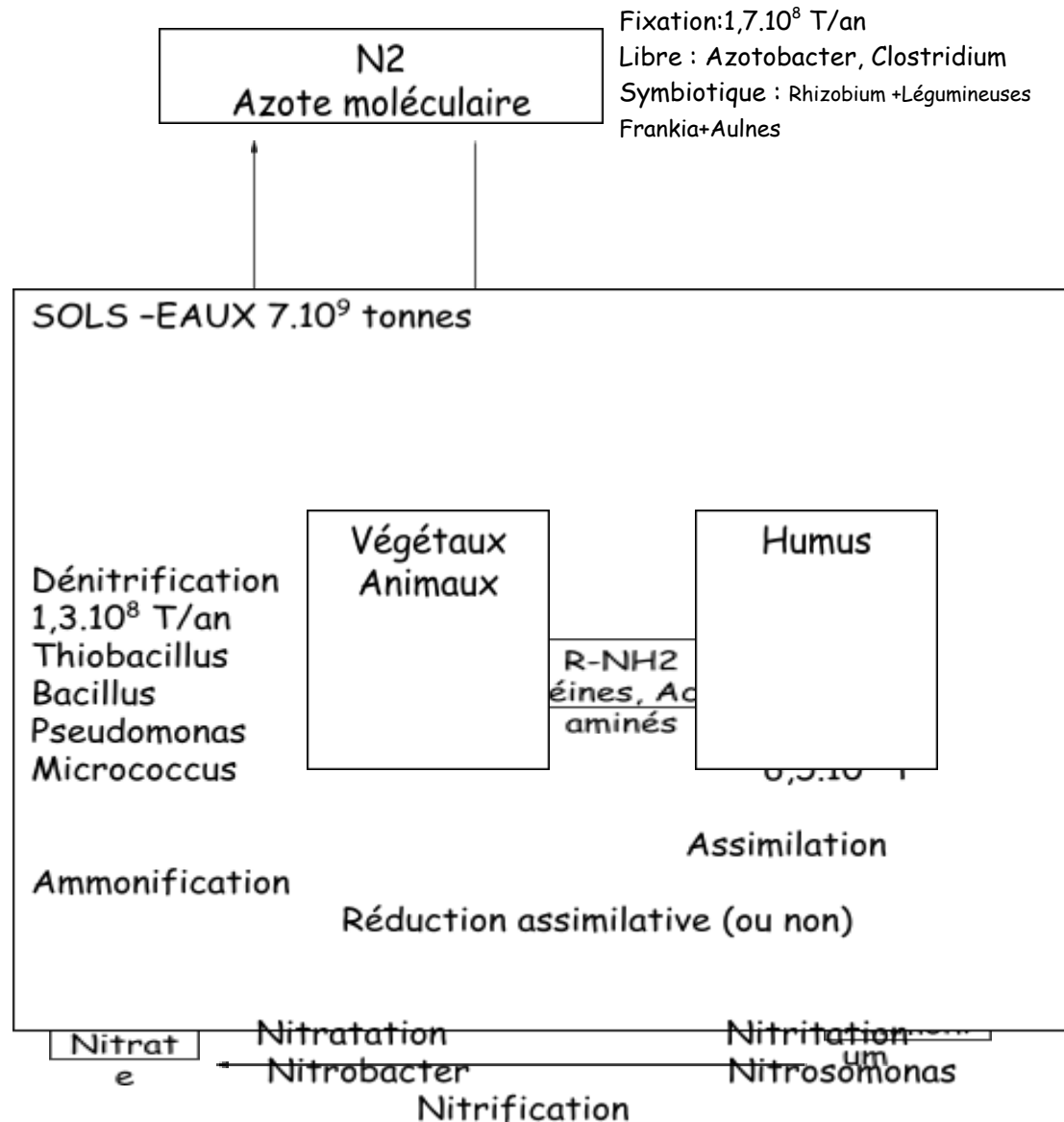
III\ Les cycles.

1\ Le carbone.

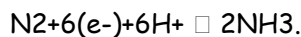


Ce cycle décrit les principales formes chimiques, les compartiments où elles sont engagées, les flux entre compartiments et les équilibres qui en résultent. Le recyclage du carbone concerne 60 à 90% de la matière organique produite.

2\ L'azote.



L'azote doit être fixé pour pouvoir être incorporé dans le cycle de la vie.



Cette réaction est réalisée par une enzyme de type nitrogénase (chez les procaryotes). Azotobacter et les hétérocystes des cyanobactéries sont des fixateurs libres de l'azote.

Les symbioses réalisées par le rhizobium créent des nodosités sur les racines des plantes. La nitrification : les nitrifiants sont chimio-autotrophes (C venant de CO₂, N venant de NH₄⁺ ou de NO₂⁻). $\text{NH}_4^+ + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$. Exemple de cette réaction avec Nitrobacter ou Nitrosomonas.

La dénitrification : dans ce cas, l'azote sert d'accepteur final d'électrons à la place de l'oxygène. $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2\text{O}$ ou N_2 .