

Chapitre 1 : Le monde microbien

1. Historique

Depuis la plus haute antiquité, les microorganismes ont été utilisés empiriquement pour produire et conserver les aliments. De même, la fabrication des laits fermentés et des fromages a été pratiquée depuis des millénaires dans les différentes régions du globe et la découverte des micro organismes nécessitait la fabrication d'un outil : c'est le Hollandais Antony Van Leeuwenhoek (1632-1723) qui conçut le microscope le plus simple. Ainsi, il révéla au monde scientifique la prodigieuse diversité des microorganismes et l'incroyable richesse des milieux naturels, comme l'eau en protozoaires, algues, levures et bactéries.

L'essor de la microbiologie au cours de la seconde moitié du XIXème siècle a été déclenché puis dominé par le génie de Louis Pasteur (1822-1895).

Pendant 20ans, il poursuivit ses recherches sur les fermentations (alcooliques en 1858, butyriques en 1861, acétiques ...) et sur les maladies. C'est à cette époque que Pasteur réfute les thèses sur la génération spontanée (selon laquelle les « animalcules » provenaient de la transformation de la matière organique), en montrant des germes dans l'atmosphère, leur destruction par la chaleur (stérilisation).

Les organismes et les microorganismes ne peuvent donc apparaître spontanément comme on le croyait à l'époque mais ils existent autour de nous dans l'air, l'eau, la terre et leur activité peut se révéler utile (fermentation) ou nuisible (maladies).

Louis Pasteur et Robert Koch (1843-1910) sont les véritables fondateurs de la bactériologie médicale.

2. Place des microorganismes dans le monde vivant

2.1 Classification contemporaine

Avant la découverte des microorganismes (plusieurs centaines de milliers d'espèces connues actuellement), tous les êtres vivants étaient classés à l'intérieur du règne animal ou du règne végétal.

- Les organismes animaux tirent leur énergie de l'oxydation de matériaux organiques, accumulent des substances de réserves sous forme de graisses ou de glycogène, sont animés de mouvements actifs et ils sont dépourvus de parois cellulaires.
- Les végétaux, au contraire sont photosynthétiques, utilisant la lumière comme source d'énergie : ils synthétisent de l'amidon comme réserve nutritive, sont dépourvus de mouvements et possèdent une paroi cellulaire.

La découverte de nouvelles formes vivantes microscopiques rendait de plus en plus difficile leur classement dans le règne animal ou végétal. Parmi elles, les algues et les champignons pouvaient être rapprochés des plantes. Par contre, les protozoaires mobiles et non photosynthétiques étaient plutôt considérés comme des animaux. La place des bactéries restait à fixer.

Heureusement, en 1886, le zoologiste allemand Haeckel proposa une solution en demandant la création pour ces formes microscopiques d'un troisième règne, celui des Protistes qui rassemble les algues, les protozoaires, les champignons et les bactéries.

- Les plantes et les animaux sont des organismes pluricellulaires. Ils laissent apparaître une différenciation cellulaire extrêmement poussée : par exemple, les cellules rénales humaines ont une structure et des fonctions différentes des cellules du cerveau. Les cellules hautement spécialisées sont organisées en tissu constituant eux-mêmes des organes.
- Les protistes eux, sont caractérisés avant tout par une organisation biologique rudimentaire. Unicellulaires ou pluricellulaires, ils présentent toujours le même type de cellule indifférenciée. La cellule bactérienne par exemple, est un organisme complet, indépendant et doué d'un pouvoir autonome de reproduction.

La classification biologique pourrait être ainsi résumée comme suit :

- I. Plantes : plante vasculaires et bryophytes
- II. Animaux ou Métazoaires
- III. Protistes : protistes supérieurs et protistes inférieurs
- IV. Virus, organismes dit « non cellulaires » (un seul type d'acide nucléique)

Les protistes sont traditionnellement divisés en deux grandes classes :

- I. Protistes supérieurs ou Eucaryotes
 1. Algues (excepté les algues bleu-vert)
 2. Protozoaires
 3. champignons
- II. Protistes inférieurs ou Procaryotes
 1. Algues bleu-vert (ou Cyanophycées)
 2. Bactéries ou Schizomycètes
- III. Archéobactéries

2.2. Importance des microbes

Les microbes affectent tous les domaines de la vie.

Exemples :

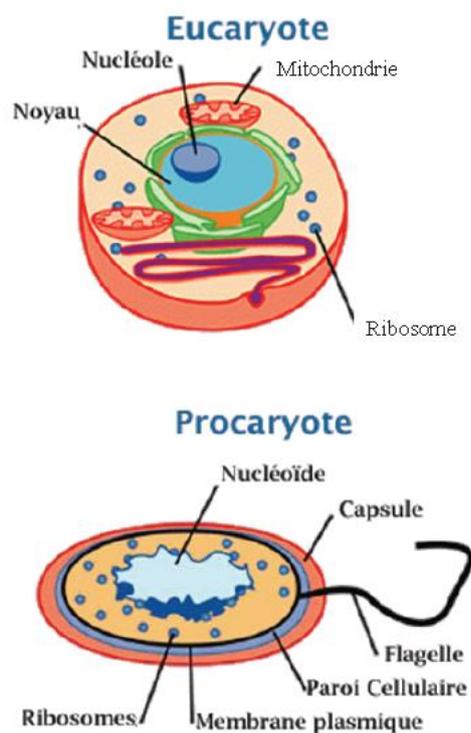
- L'environnement : les microbes assurent le recyclage du carbone, de l'azote et du phosphore (cycles géochimiques), composants essentiels aux organismes vivants. On les trouve en association symbiotique avec les plantes et ils maintiennent la fertilité des sols et peuvent être utilisés pour éliminer les composants toxiques de l'environnement (bioremédiation). Certains microbes sont pathogènes pour les plantes, ils détruisent d'importantes cultures alimentaires, mais d'autres, peuvent aussi servir d'agents de contrôle biologique des maladies.
- La médecine : la capacité de certains microbes à provoquer des maladies comme la variole (Pox virus), le choléra (*Vibrio cholerae*) et la typhoïde (*Salmonella typhi*) est bien connue. Cependant ce sont les microorganismes qui nous ont fourni les moyens de les contrôler, comme les antibiotiques.
- Les aliments : les microbes sont utilisés depuis des centaines d'années pour fabriquer des aliments comme la fermentation, la production de vin, de fromage et de pain. D'un autre côté, les microbes sont responsables de contaminations alimentaires et des microbes pathogènes sont fréquemment portés par les aliments.
- La biotechnologie : traditionnellement les microbes sont utilisés pour synthétiser de nombreux produits chimiques importants comme l'acétone et l'acide acétique. Plus récemment, les progrès des techniques de génie génétique ont permis le clonage des polypeptides important sur le plan pharmaceutique : grâce aux microbes, on a pu les produire en grande quantité.
- La recherche : les microbes sont très utilisés comme modèles organiques pour la recherche biochimique et génétique, car ils sont plus facilement maniables que les cellules animales et les plantes qui sont complexes. Des millions de copies d'une seule cellule peuvent être produits rapidement et à un moindre coût, afin de fournir un matériel expérimental homogène. Un autre avantage est que la plupart des gens n'ont pas d'objection éthique concernant les expériences sur les microorganismes.

3. Caractéristiques générales de la cellule eucaryote et de la cellule procaryote (Voir figure)

Les divers groupes d'organismes vivants doivent être étudiés par rapport à leur unité de structure, la cellule.

On distingue en effet, la cellule eucaryote caractéristique des plantes et des animaux, des protistes supérieurs et la cellule procaryote caractéristique des protistes inférieurs et en particulier des bactéries.

- La cellule eucaryote comprend un « vrai » noyau entouré d'une enveloppe nucléaire, contenant deux jeux semblables de chromosomes (homologues) : elle est diploïde.
- La cellule procaryote ne possède pas un « vrai » noyau mais un appareil nucléaire diffus, non isolé par une membrane, avec un seul chromosome, porteur de la grande majorité des informations génétiques de la cellule : elle est haploïde.



Comparaison procaryotes-eucaryotes

	Procaryotes	Eucaryotes
Organismes	Bactéries	Champignons, plantes, animaux
Taille	Petite taille (1-10 μ)	Grande taille (10-100 μ)
Information génétique	Nucléoïde = 1 molécule d'ADN circulaire + plasmides	Noyau entouré d'une enveloppe
Synthèse des protéines	Polysomes	Polysomes
Gestion de l'énergie	Membrane plasmique	Mitochondries
Division	Scissiparité	Mitose
Cytoplasme	Pas de compartiment intracellulaire	Compartiments endomembranaires

	Procaryote	Eucaryote
Taille	0,2µm (mycoplasmes)-10 µm -voire plus chez certaines bactéries géantes (<i>Epulopiscium fishelsoni</i> : 10 à 500 µm selon la phase de croissance ; <i>Thiomargarita namibiensis</i> de 0,1 à 1 mm)	1 µm (<i>Melanochlorum eukaryotum</i>) - 5 µm (levure) - 100 µm (voire de l'ordre du mètre si on pense aux neurones)
Organisation	Le plus souvent unicellulaire - différenciation rudimentaire	Uni ou multicellulaire - différenciation sophistiquée en tissus et organes chez les eucaryotes supérieurs
Noyau avec membrane	Absent (sauf très rare exception comme <i>Gemmata obscuriglobus</i>)	Présent
Matériel génétique	1 nucléoïde (parfois plusieurs) et parfois des plasmides Matériel génétique dans cytosol	Plusieurs chromosomes Matériel génétique dans noyau et certains organites
Cytosquelette	Pas à proprement parlé (néanmoins protéine FtsZ)	Présent (microtubules, filaments d'actine)
Division	Fission binaire	Mitose (réplication de la cellule) et souvent méiose (formation de gamètes)
Processus d'endocytose	Absent	Présent
Ribosomes	70S : 50S (ARN 23S et 5S) + 30S (ARN 16S)	80S (sauf mitochondrie et chloroplaste) : 60S (ARN 25S et 5,8 S et 5S) + 40S (ARN 18S)
Membranes internes	Très rare (cf. certaines bactéries photosynthétiques, les méthanotrophes, les bactéries nitrifiantes...)	Présentes
Compartiments internes (= organites)	Absents	Présents : compartimentation de la production d'énergie (mitochondrie, chloroplaste), des réactions enzymatiques (péroxydome, lysosome, cytosol), de la synthèse protéique et sécrétion (réticulum endoplasmique, appareil de Golgi) - Quelques eucaryotes « primitifs » tels que <i>Giardia lamblia</i> n'ont pas de mitochondries ou de réticulum endoplasmique.