Généralité sur les microorganismes :

Les micro-organismes auraient été les premières formes de vie à se développer sur Terre, il y a environ 3,4 à 3,7 milliards d'années. Le transfert horizontal de gènes, de pair avec un haut taux de mutation et de nombreux autres moyens de la variation génétique, permet aux micro-organismes d'évoluer rapidement (par sélection naturelle), de survivre dans des environnements nouveaux et répondre à des stress environnementaux.

Les micro-organismes sont présents dans toute la structure de la taxonomique. Il est possible de distinguer d'une part les micro-organismes procaryotes qui ne possèdent pas de noyau comme les bactéries et les Archaea, et d'autre part les micro-organismes eucaryotes possédant un noyau. Les eucaryotes microscopiques comprennent les champignons comme les levures et les deux types de protistes, algues et protozoaires.

Les micro-organismes sont souvent décrits comme unicellulaires, quelques protistes unicellulaires sont visibles à l'œil nu et quelques espèces multicellulaires sont microscopiques.

La taille moyenne des cellules bactériennes est de **0,5 à 1 µm**, mais il existe certaines bactéries ayant une taille de plus de **50 µm**. Les cellules eucaryotes ont un diamètre allant de **5 à 20 µm**.

Les micro-organismes unicellulaires étaient les premières formes de vie à se développer sur Terre, il y a approximativement quatre milliards d'années.

On trouve les micro-organismes dans tous les types d'environnement présents dans la nature : ils colonisent tous les écosystèmes, comme les sols, les eaux douces et les eaux marines, l'air.

Les microorganismes du sol :

Leur densité est très difficile à évaluer avec précision mais on admet que **un gramme de sol fertile** contient 10^7 à 10^{10} bactérie par gramme de sol, $7X10^5$ actinomycètes, $4X10^5$ mycètes, 10^2 à 10^9 algue microscopique plus les cyanobactéries, 29000 à 41000 protozoaire.

d'autre calcule estime la biomasse = la quantité de matière vivante dans le sol par hectare.

2,5 à 10 tonnes / Ha de bactérie , 1 à 10 T/Ha de champignon, 100 à 500 kg /Ha d'algue microscopique plus cyanobactérie, 150 à700 kg /ha de protozoaires.

Remarque : la répartition de ces micro-organismes diffèrent selon la nature du sol et sa profondeur.

1- **Les Bacteries :**

On rencontre tout les formes bactériennes les bâtonnets, les coccis, les vibrions ….des espèces aérobies et anaérobies organotrophe, chimiotrophe phototrophe.

2- **Actinomycetes :**

sont un groupe d'eubactéries Gram-positives. La plupart d'entre elles se trouvent dans le sol, et elles comprennent quelques-uns des principaux acteurs de la vie du sol, y jouant un rôle important dans la décomposition des matières organiques, comme la cellulose et la chitine.

3-**Les champignons :**

on distingue la mycoflore tellurique qui sont des hétérotrophes de forme filamenteuse ou cellulaire qui s'applique aux levures, l'abondance des champignons dans le sol dépend de l'humidité et le pH acide, la richesse du sol en composé organique, certaines espèces fongique sont capables de dégrader les composés organique complexe grâces à leur richesses en enzymes (pectine, cellulose).

4- **les algues :**

Les forme terrestre microscopique particulièrement résistante a la dessiccation on le rencontre partout des que l'humidité est présente, les algues sont toujours négligés dans les cultures.

La distribution des algues dans le sol est lié au pH ex : les diatomées prédominent les sols neutres ou alcalins, les algues jaune-verts et les chlorophycées sont abondantes dans les sols acides.

5-**Les protozoaires :**

Se sont des organismes hétérotrophes mobiles, cellulaire, surtout aquatique, mais d'autre vivent dans le sol parmi eux les amibes, sur le plan nutritionnel on distingue 2 groupes :

Les protozoaires saprophytes : s'il est capable de se nourrir de matière organique non vivante par l'intermédiaire d'une membrane, suite à une réaction enzymatique libérant les nutriments présents dans la matière à ingérer.

Les protozoaires holozoiques : possédant tous les caractères d'un animal

6- **les virus :**

Ils ne font pas partie de la microflore par ce qu'ils sont des parasites intracellulaires strictes ils sont trouvés dans le sol sous formes de phage (habitude alimentaire) et /ou cyanophage (cible une bactérie pour une réplication).

Le rôle des micro-organismes dans l'environnement : (intervention dans les cycles biogéochimiques) :

Ex : Cycle de carbone :

Il ya 3 étapes 1-fixation du carbone minérale, 2- la minéralisation, 3- la rétention

1-fixation : c'est un processus au cour des quel certain organismes tirent le carbone continue dans le Co2 de l'air ou l'eau

A- **les organismes photolithotrophe** : algue, plante, cyanobactéries fixe:

Co2 + H2O CH2O + O2

B- **Bactérie photosynthétique** :

CO2 + 2H2 CH2O + H2O

H2S

H2

C- **Bactérie chimiolithotrophe** :

CO2 + substance organique chimique CO2 Organique

2- Minéralisation :

la régénération du CO2, l'oxydation du carbone organique, la décomposition des composés organiques carboné effectué par les consommateurs lors de la respiration et la fermentation (métabolisme) il y a production de l'ATP, et CO2 (qui retourne dans l'atmosphére ou l'eau.

Soit en aérobiose ex: *pseudomonas*, *bacillus*, *actinomyces*, anaérobiose ex: bactérie méthanogène.

3-rétention :

Après la minéralisation une partie du carbone se trouve sous forme de dépôt organique et dépôt minéral.

Rétention dépend de plusieurs processus elle peut être causé par l'accumulation de matière organique par l'attaque de microbienne.

Sous forme de dépôt minéral vont se trouver sous forme de roche calcaire, CO2 dissous dans l'eau ou avec du calcium (dans le sol) qui donne carbonate de calcium.

Les microorganismes de l'eau :

A- **Dans l'eau de mer** :

elle est très variée bactérie, algues, protozoaire, zooplancton, champignons (intervienne dans les cycles comme le sol, autoépuration sécrétion des substance activent sur les germes polluante.

B- **Dans l'eau douce :** il ya aussi

Autoépuration selon deux facteurs abiotique (O2, CO2), biotique.

Par plusieurs phases

Gram – sont 83% *pseudomonas* 39% pigmentées en jaune, 20,9% *acenitobactére*, 1,1% *aeromonas* ,Gram+ sont 11% *cocci*, 6% *bacilles*.

Les microorganismes de l'air :

Rarement à l'état libre il se fixe à divers supports poussière, particule liquide, aérosol

Procaryote et eucaryote :

INTRODUCTION :

La cellule (en latin cellula signifie petite chambre) est l'unité structurale, fonctionnelle et reproductrice constituant tout ou partie d'un être vivant. Chaque cellule est un être vivant à part entière. Les cellules proviennent de 3 lignées embryologiques distinctes : endoderme, mésoderme et ectoderme et plusieurs centaines de types de cellules existent à l'état adulte (environ 220 pour l'homme). On estime qu'il y a 3 x 10^{13} cellules dans le corps humain, subdivisés en 220 types différents, propres à autant de tissus. En effet, chaque type de cellule est propre au tissu dont il fait partie. Cette parenté est indiquée par les protéines qui couvrent la cellule. Toutes les cellules contiennent certains composants fondamentaux communs, ce sont des éléments universel qui marquent leur présence dans import quel organisme :

• **Le (génome)**, information génétique qui contient l'information permettant de coder les autres composants.

• **Les ribosomes**, organites qui traduisent l'ARN en protéines.

• **Le cytosol** ou hyaloplasme renfermant les protéines, enzymatiques ou constitutives.

• **La membrane plasmique**, qui isole la cellule de son environnement, agis comme un filtre ou un système de communication avec l'extérieur.

les cellules ont également en commun certaines capacités tel que :

• La reproduction cellulaire, par division de la cellule.

• Le métabolisme cellulaire, utilisant de la matière brute, pour convertir de l'énergie en énergie cellulaire (ATP).

•La synthèse des protéines, par la transcription de l'ADN en ARN puis par la traduction par les ribosomes de l'ARN en protéine.

Au-delà de ces ressemblances, les cellules ne sont pas construites sur le mêmes schéma, elles ont des architectures très différentes les unes des autres.

Les biologistes distinguent deux types fondamentaux de cellules selon qu'elles possèdent ou non un noyau :

Les procaryotes dont l'ADN est libre dans le cytoplasme (les bactéries, par exemple).

Les procaryotes sont des cellules plus primitives, qui sont apparues en premier au cours de l'évolution, il y a 3,5 milliards d'années. Ce groupe se subdivise en deux autres : celui des eubactéries et celui des archéobactéries.

Les eucaryotes qui ont une organisation complexe (les animaux et les végétaux), renfermant de nombreux organites et dont l'ADN est enfoui dans le noyau entouré d'une membrane nucléaire.

Les cellules Eucaryotes :

Les Eucaryotes sont les cellules qui constituent tout l'environnement que nous voyons, les plantes, les animaux et champignons ainsi que diverses espèces unicellulaires tels que les amibes ou les paramécies. Ils sont caractérisés par la présence d'organites, sortes d'organes intracellulaires. Parmi eux, un organite est toujours présent : **le noyau**, qui contient l'information génétique de la cellule. Il est d'ailleurs à l'origine du nom de ce type (**eucaryote = vrai noyau en latin**). La structure génétique de ces cellules est constituée de plusieurs brins linéaires d'ADN (**les chromosomes**) et par des gènes en "**mosaïque**", c'est à dire que les zones codantes du gène sont découpées en morceaux qui sont séparés par des zones non codantes.

Les originalités des eucaryotes ne se limitent pas à des considérations génétiques. Celles-ci sont souvent de grande taille, ce qui les fragilise et diminue leur surface d'échange avec le milieu extérieur. Mais surtout, elles vont développer un cytosquelette, sorte de charpente intracellulaire mobile qui va permettre à la fois de se rigidifier (et de compenser leur fragilité) et de se déformer de façon contrôlée, phénomène qui est à l'origine du mouvement des animaux, mais aussi des cellules phagocytaires et qui est donc directement responsable de la grande variété des formes animales qui existent.

Caractéristiques Eucaryotes :

• **Le cytoplasme** des eucaryotes n'est pas aussi granulaire que celui des procaryotes, puisque la majeure partie de ses ribosomes sont rattachés au réticulum endoplasmique.

• **La membrane plasmique** ressemble, dans sa fonction, à celle des procaryotes, avec quelques différences mineures dans sa configuration. C'est une membrane à perméabilité sélective, siège des échanges entre le milieu interne et le milieu externe de la cellule. Dans cette structure on trouve une double couche phospholipidique, au-dessus de laquelle se trouvent des protéines périphériques et dans laquelle sont enchâssées des protéines dites « intégrées ».

• **La paroi cellulosique**, quand elle existe (végétaux), est composée de polysaccharides, principalement la cellulose.

• **L'ADN** des eucaryotes est organisé en une ou plusieurs molécules linéaires. Ces molécules se condensent en s'enroulant autour d'histones lors de la division cellulaire. Tous les chromosomes (ADN) sont stockés dans le noyau, séparés du cytoplasme par une membrane.

Les eucaryotes ne possèdent pas de **plasmides (**réplication autonome**)** : seuls quelques organites peuvent les contenir (mitochondrie et chloroplastes).

• **Le noyau** des eucaryotes est une structure sphérique ou ovoïde renfermant les chromosomes observé dans presque toutes les cellules dont il est un des éléments essentiels. Alors que chez les procaryotes les chromosomes, bien que regroupés, ne sont pas séparés du cytoplasme, chez les eucaryotes, la présence d'une membrane nucléaires les isole du reste de la cellule.

• **Nucléole** petit corps sphérique du noyau cellulaire des cellules eucaryotes contenant les acides nucléiques (ARN) et des protéine et qui est le lieu de la synthèse de l'ARN ribosomale. Le nucléole entoure une région du noyau où se situent un ou plusieurs chromosomes dans lesquels se trouvent des copies répétées de l'ADN codant l'ARN ribosomal.

• **Chromatine**, (la forme ou l'ADN se présente) substance basophile présente dans le noyau cellulaire au repos sous la forme d'un feutrage très fin de fibres tortueuses enchevêtrées qui se condense en chromosomes lors de la division cellulaire.

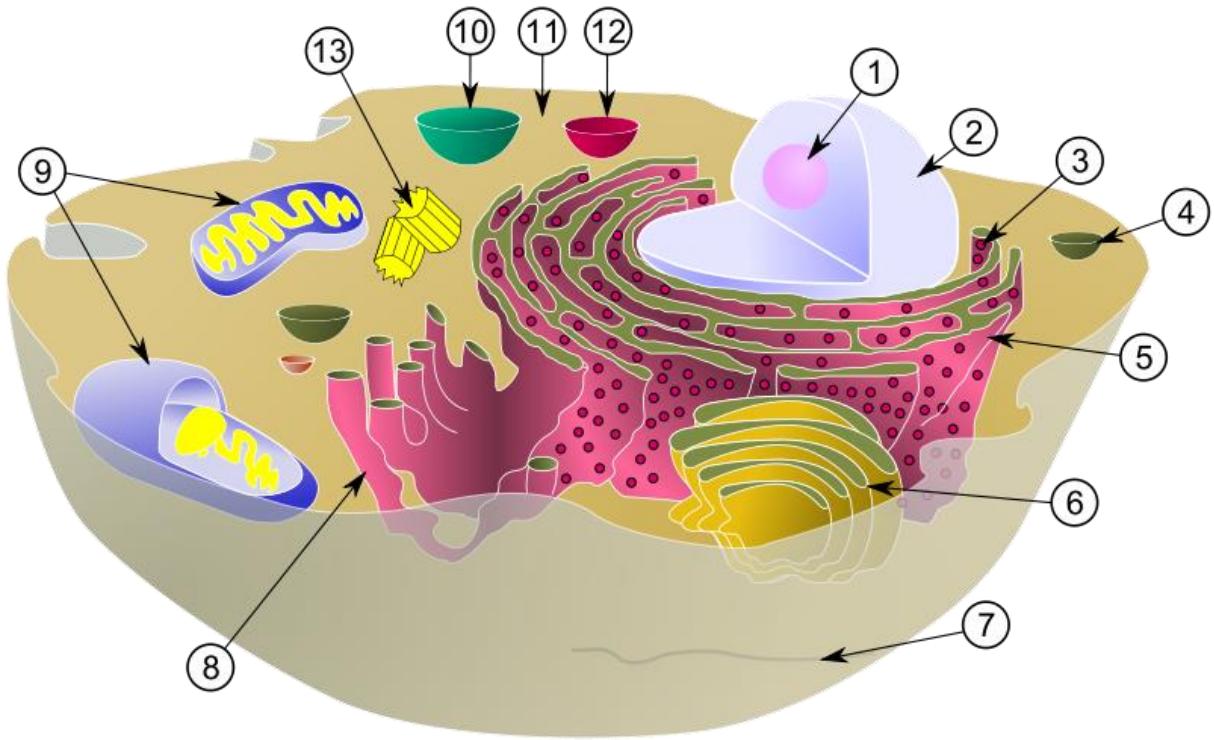


Schéma d'une cellule animale

1:nucléole, 2: noyau, 3:ribosomes, 4:vésicule, 5:réticulum endoplasmique rugueux, 6: appareil de Golgi, 7: cytosquelette, 8: 5:réticulum endoplasmique lisse, 9: Mitochondries,10: Vacuole, 11:cytoplasme, 12:lysosome, 13:centrosome.

• **Certaines cellules eucaryotes** peuvent devenir **mobiles**, en utilisant un cil ou un flagelle (spermatozoïde par exemple). Leur flagelle est plus évolué que celui des procaryotes.

Les eucaryotes contiennent plusieurs organites. Ce sont des compartiments cellulaires baignant dans le hyaloplasme. Ils sont délimités par une membrane plasmique (simple ou double) et possèdent des fonctions spécifiques.

• **Le réticulum endoplasmique** (RE) est une extension de la membrane du noyau. Il est divisé en RE lisse (REL) et RE rugueux (RER), en fonction de son apparence au microscope. Il est formé de feuillets ou de tubules. Il contient des récepteurs permettant de lier les ribosomes impliqués dans la traduction de l'ARN messager pour la sécrétion des protéines et notamment de la majorité des protéines transmembranaires. Il est aussi le site de la synthèse lipidique. Du RE, les protéines sont transportées vers l'appareil de Golgi grâce à des vésicules.

• **L'appareil de Golgi**, il a pour équivalent «le dictyosome» chez les plantes et le «corps parabasal» chez les flagellés) l'appareil de Golgi est un empilement de vésicules membranaires où s'opère la glycosylation (ajout de chaînes glucidiques complexes) et l'encapsulation des protéines sécrétées.

• **Les mitochondries** jouent un rôle important dans le métabolisme de la cellule. Elles contiennent leur propre petite partie d'ADN (l'ADN mitochondrial). C'est là que se déroulent la respiration cellulaire et la fabrication de l'énergie, l'ATP (Adénosine Tri Phosphate). Cette énergie est indispensable aux réactions métaboliques.

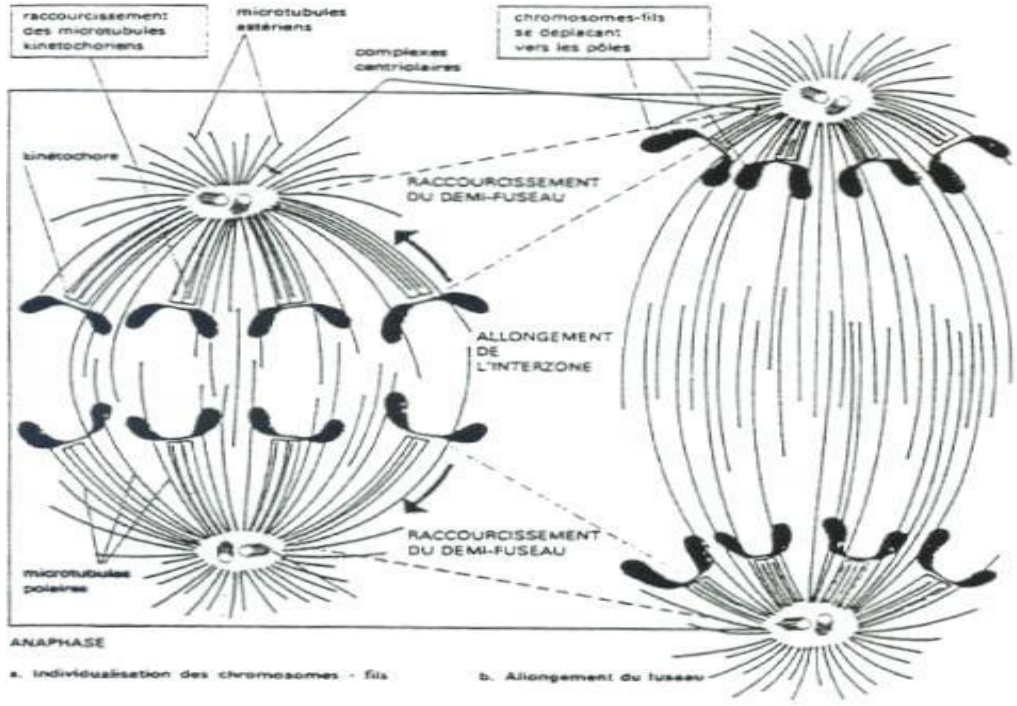
• **Le cytosquelette** permet à la cellule de conserver sa forme et à se mouvoir. Il est également important lors de la division cellulaire, et dans le système de transport intracellulaire.

• **Les chloroplastes** sont présents dans les plantes et les algues (organismes

photosynthétiques). Ils convertissent l'énergie lumineuse du Soleil en énergie chimique utilisée pour fabriquer des sucres à partir de dioxyde de carbone (phase sombre de la photosynthèse). Ils contiennent également de l'ADN. Ils sont dérivés de cyanobactéries qui sont devenues symbiotiques.

• **Lysosomes** ou Peroxysomes, organites intracellulaires qui, renfermant des enzymes hydrolytiques, sont responsables de la lyse cellulaire c'est à dire la dissolution d'éléments organiques (tissus, cellules, micro-organismes) sous l'action d'agents physiques, chimiques ou enzymatiques.

• **De nombreuses cellules animales** comportent à un de leurs pôles une paire de centrioles (diplosome). Ce sont des corpuscules cylindriques formés de tubules groupés par trois. Généralement situés près du noyau, ils constituent avec le cytoplasme environnant le centrosome et jouent un rôle essentiel lors de la division cellulaire. Ainsi ils forment les pôles qui permettront la division cellulaire ; en général absent chez les plantes.



• **Vacuoles**, enclaves inertes, parfois limitée par une membrane, présente à l'état physiologique ou pathologique dans le cytoplasme d'une cellule ou d'un organisme unicellulaire (bactérie, hématozoaire) et pouvant contenir des substances diverses.

Les Procaryotes :

Par opposition, **les procaryotes** sont **les cellules sans noyau**. Ces cellules sont de petites tailles et sans organites intracellulaires.

Leur matériel est constitué d'un unique chromosome circulaire et de divers morceaux d'ADN également circulaires mais beaucoup plus petit, les plasmides. En effet, alors que le chromosome se duplique de façon synchronisée avec la division cellulaire, les plasmides se répliquent de façon indépendante et sont répartis au hasard entre les deux cellules filles lors d'une division.

De plus, certains **plasmides** ont la capacité de s'intégrer provisoirement au chromosome. Enfin, ces cellules ne contiennent pas de cytosquelette. Elles sont en général rigidifiées par un revêtement externe et sont indéformables sauf chez les plus petites espèces (les mycoplasmes). La structure des gènes diffère également de ceux des eucaryotes, chez les procaryotes, ils sont continus et plusieurs d'entre eux sont regroupés au sein d'un même ensemble fonctionnel, l'opéron.

Caractéristiques Procaryotes :

• **Le cytoplasme** des procaryotes (le contenu de la cellule) est diffus et granulaire, du fait des ribosomes (complexe macromoléculaire responsable de la synthèse des protéines).

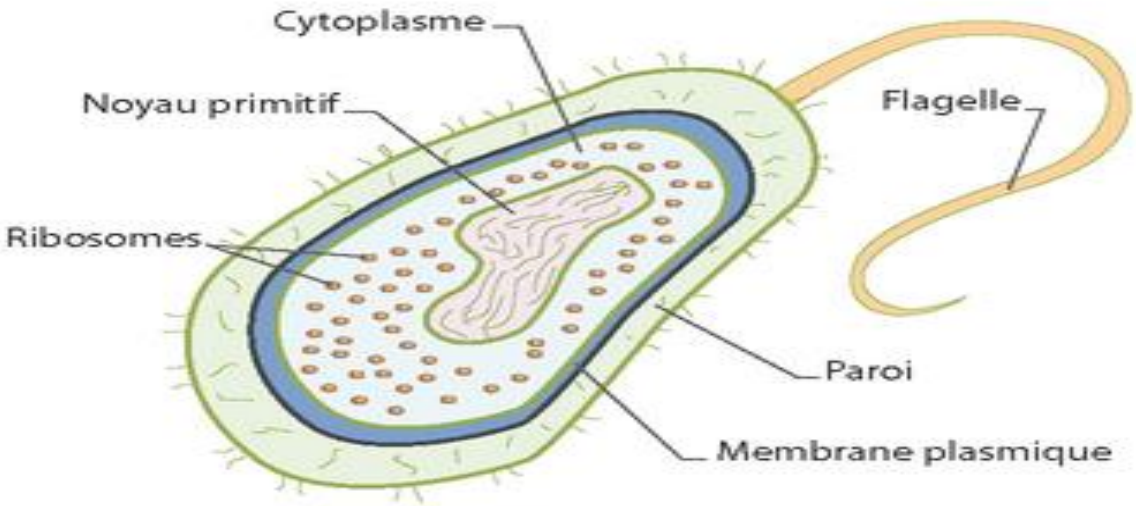
• **La membrane plasmique** constituée par une bicouche lipidique dépourvue de cholestérol. Cette membrane isole l'intérieur de la cellule de son environnement, et sert de filtre et de porte de communication.

• Il y a souvent **une paroi cellulaire résistante**. Elle est formée chez les eubactéries de peptidoglycane un complexe de lipides, de polysaccharides et de polypeptides, et joue le rôle de barrière supplémentaire contre les forces extérieures. Elle empêche également la cellule d'éclater sous la pression osmotique dans un environnement hypotonique.

• **Le chromosome** des procaryotes se compose d'une molécule circulaire super enroulée occupe le centre de la bactérie. Cet emplacement porte le nom de nucléoide. Il n'est pas séparé du cytoplasme par une enveloppe.

Les procaryotes peuvent posséder un ADN extra-chromosomal, organisé en molécules circulaires appelées plasmides. Ils peuvent avoir des fonctions supplémentaires, telles que la résistance aux antibiotiques.

• Certains procaryotes ont **un flagelle** leur permettant de se déplacer activement, plutôt que de dériver passivement.



Flagelle des procaryotes

Types de bactérie :

En fonction de la coloration de Gram (solution de violet de gentiane et une solution de Lugol)**,** on distingue deux types de bactéries.

-Les bactéries gram négatif qui ont des parois très riches en lipides.

-Les bactéries gram positif qui possèdent des parois pauvres en lipides.

Eubactéries et Archéobactéries :

Pendant longtemps, procaryote a été synonyme de bactérie, jusqu'à la découverte en 1977 d'un type cellulaire nouveau grâce aux travaux de biologie moléculaire de **Carl Woese** (professeur à l'Université de l'Illinois à Urbana, **États-Unis**) et **George Fox**, de toute évidence procaryote, mais qui ne sont pas des bactéries. Les bactéries ont donc été renommées eubactéries (vraies bactéries) et ce nouveau type cellulaire archéobactérie. Ces dernières partagent avec les eubactéries la possession d'un chromosome circulaire unique et l'absence de cytosquelette. Mais elles comportent aussi des caractères eucaryotes tels que les gènes en mosaïque et une structure génétique semblable. Ces caractéristiques intermédiaires les ont fait considérer comme les ancêtres des deux groupes. Toutefois, elles disposent de particularités originales, leur membrane notamment est constituée de lipides retrouvés nulle part ailleurs dans le monde vivant. La principale caractéristique des archéobactéries, à l'origine de leur popularité, est leur capacité à survivre dans les milieux extrêmes **:** eaux très acides (pH < 1) ou très salées (mer morte) ou très chaude (> 120C°) ou très froides (< 0C°), bien que la plupart d'entre elles vivent dans des milieux plus cléments.

1- **Les mycoplasmes** :

Les mycoplasmes sont des bactéries naines, d'un diamètre de **100 à 400 µm**, non visibles au microscope optique. Les mycoplasmes ou PPLO (Pleuropneumonie- like organisme) sont des bactéries pathogènes de l'appareil respiratoire humain.

C'est les cellules les plus simples actuellement connues. Elles sont entourées par une paroi externe réduite, souple qui confère à ces cellules une forme aléatoire sans rigidité. La membrane des mycoplasmes contient une quantité notable de cholestérol, absent chez les autres procaryotes bactériens. Ils sont largement répandus dans la nature, chez l'animal, les insectes et les plantes. Chez l'homme, la plupart des espèces qu'on isole sont commensales ou occasionnellement pathogènes. On ne rencontre chez l'homme que les genres *Mycoplasma* et *Ureaplasma,* qui sont isolés de deux sites principaux *:*

***Appareil respiratoire :**

on y trouve *Mycoplasma pneumoniae,* qui n'est pas un commensal, ainsi que Mycoplasma orale *et Mycoplasma salivarium.*

***Voies génitales** : on y rencontre *Ureaplasma et Mycoplasma genitalium, Mycoplasma hominis et Mycoplasma fermentans.*

2- Cyanophycées :

Les cyanophycées sont des êtres vivants photosynthétiques unicellulaires vivant en colonies. Elles possèdent un cytoplasme pourvu d'un appareil chlorophyllien qui se compose de lamelles membranaires, analogues aux thylakoides des chloroplastes. Ces membranes sont associées à un pigment photosynthétique sensible à la lumière, la phycocyanine, qui rend ces cellules aptes à une vie autotrophe.

Comparaison des Archaea avec celles des Bactéries et des Eucaryotes :

Les Archaea sont similaires aux bactéries pour beaucoup d'aspects de la structure cellulaire et du métabolisme. Cependant, les mécanismes et les protéines impliquées dans les processus de réplication, de transcription et de traduction présente des traits similaires à ceux rencontrés chez les eucaryotes. Les particularités des archées par rapport aux deux autres domaines du vivant (Bactéries et Eucaryotes) sont les suivantes :

• la structure et la chimie des **parois cellulaires**, atypiques (absence de peptidoglycane).

• la structure lipidique de leur **membrane** : les lipides des archéobactéries consistent en de longues chaînes d'alcool isopréniques attachées au glycérol par des liaisons éther, alors que les autres organismes fabriquent les lipides de leurs membranes en assemblant deux chaînes d'acides gras avec une molécule de glycérol par l'intermédiaire d'une liaison ester.

• la présence **d'ARN** polymérases inhabituelles, beaucoup plus complexes que les ARN polymérases des bactéries, et étonnamment proches de celles des eucaryotes.

• un **chromosome circulaire** de type bactérien mais comportant des gènes en mosaïque similaires à ceux des eucaryotes.

• **les protéines** intervenant dans les processus de réplication et de réparation de l'ADN ressemblent à celles rencontrées chez les eucaryotes.

Comparaison entre la cellule Eucaryote et Procaryote :

Principales différences entre les cellules procaryotes et eucaryotes

	Procaryotes	Eucaryotes
Organismes typiques	bactéries	protistes, champignons, plantes, animaux
Taille typique	~ 1-10 µm	~ 10-100 µm
Type de noyau	nucléoïde; pas de véritable noyau	vrai noyau avec double membrane
ADN	circulaire	molécules linéaires (chromosomes) avec des protéines histone
ARN/ synthèse des protéines	couplé au cytoplasme	synthèse d'ARN dans le noyau synthèse de protéines dans le cytoplasme
Ribosomes	23S+16S+5S	28S+18S+5,8S+5S
Structure cytoplasmique	très peu de structures	très structuré par des membranes intra cellulaires et un cytosquelette
Mouvement de la cellule	flagelle fait de flagelline	flagelle et cils fait de tubuline
Métabolisme	anaérobie ou aérobie	habituellement aérobie
Mitochondries	aucune	de une à plusieurs douzaines
Chloroplastes	aucun	dans les algues et les plantes
Organisation	habituellement des cellules isolées	cellules isolées, colonies, organismes évolués avec des cellules spécialisées
Division de la cellule	division simple	Mitose (réplication de la cellule) Méiose (formation de gamètes)

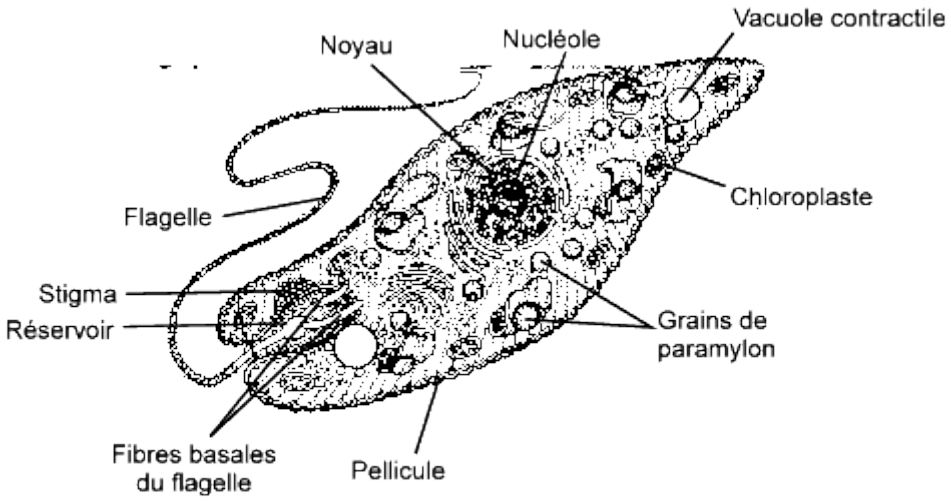
Les différents règnes de la cellule eucaryote :

Le règne des protistes :

a) Généralités sur les protistes :

Les protistes sont des êtres **unicellulaires eucaryotes, dont certains ont des affinités avec le règne animal, et d'autres avec le règne végétal.**

Les protistes présentent la structure type de toute cellule eucaryote, ils peuvent posséder des **cils ou des flagelles pour leur locomotion.**



Habitats et modes de vie :

On trouve les protistes, libres, dans le **plancton, où ils constituent le principal élément de type végétal.**

D'autres protistes, comme les foraminifères, vivent sur le fond des mers et des eaux douces où ils jouent un rôle important dans la formation des sédiments.

Enfin, les sols renferment une grande variété de protistes, qui y forment des éléments indispensables à l'**équilibre écologique.**

Certains protistes libres peuvent être **pathogènes pour l'être humain (Entamœba hystolityca).**

De nombreux protistes **symbiotiques interviennent dans les processus physiologiques de l'organisme-hôte, et participent, par exemple, à la dégradation de la cellulose dans la panse des ruminants.**

Certains protistes (amibes) vivent dans le tube digestif d'hôtes invertébrés ou vertébrés, sans pour autant être des symbiontes, ni des parasites. Ce sont des **espèces dites commensales.**

Classification des Protistes :

• L'application récente de méthodes moléculaires très diverses donne des indications importantes sur les relations entre les Protistes.

• Ces techniques apportent une réponse à beaucoup de question sur la manière de les classer.

• Nous réuniront donc les 15 principaux embranchements de Protistes en **six groupes monophylétiques.**

LES EUGLÉNOZOAIRES

LES ALVÉOLÉS

LES STRAMÉNOPILES

LES RHODOPHYTES

LES CHLOROPHYTES

LES AMIBOZOIARES

LES EUGLÉNOZOAIRES :

• Comprennent les **euglénoïdes et les kinétoplastidés ,** Les premiers eucaryotes à disposer **de mitochondries.**

• Ils illustrent bien l'impossibilité de distinguer des « plantes » des « animaux » parmi les Protistes. Un tiers possèdent des chloroplastes et sont **autotrophes ; les autres n'ont pas de** chloroplastes et sont **hétérotrophes.**

• **Les Euglénozoaires** se déplacent grâce à **des flagelles et sont libres ou parasites.**

LES ALVÉOLÉS :

• Comprennent les **dinoflagellés, les apicomplexés et les ciliés.**

• Ils ont en commun la présence soit d'un espace soit **d'alvéoles** sous leur membrane plasmique.

LES STRAMÉNOPILES :

• Comprennent les **algues brunes, les diatomées, et les oomycètes.**

• On y trouve plusieurs groupe de Protistes hétérotrophes ainsi que certains **groupes d'algues.**

LES RHODOPHYTES :

• Aussi appelés **Algues rouges**, peuvent être des organismes microscopiques ou rivaliser en taille avec **les Algues brunes.**

LES CHLOROPHYTES :

• Aussi appelés **Algues vertes.** Très probablement, les ancêtres du règne végétal étaient les Algues vertes.

• Les **Algues vertes** doivent leur nom à la couleur de leurs chloroplastes. La plupart des Algues verte vivent en eaux douce mais il existe également des espèces marines.

• Les Chlorophytes les plus simples sont **unicellulaires et** possèdent **deux flagelles.** C'est le cas de Chlamydomonas mais il existe aussi des formes multicellulaires.

Divers Algues verte entrent dans le composition du **plancton.** D'autres vivent en **symbiose** avec des **Eumycètes avec** lesquels ils forment une association **: le Lichen.**

LES AMIBOZOIARES : (=amibes)

• Ces organismes sont dotés de pseudopodes avec lesquels ils se déplacent et ingèrent des particules alimentaires.

HABITATS :

• Les habitats des Protistes sont **divers et nombreux.** La grande majorité a besoin **d'un milieu humide:** océans, étangs, lacs. Ce sont donc souvent des organismes aquatiques.

• Ils forment un élément constitutif important du plancton (du grec *planktos, "errant"), groupement* d'organismes qui dérivent passivement près de la surface de l'eau.

Exemple: **phytoplancton (Algues planctoniques), qui constitue la base de la plupart des réseaux alimentaires** d'eau douce et d'eau salée.

LICHEN :

• Les **lichens sont le résultat d'une symbiose entre un champignon hétérotrophe et une algue verte ou une cyanobactérie, autotrophes (chlorophylliens).**

Reproductible (donne naissance à de nouveaux individus, à la formation d'une nouvelle unité fonctionnelle)

• Cette association est : *durable*

• C'est une association à bénéfices réciproques pour les partenaires qui entraîne des modifications morphologiques et physiologiques (ces dernières liées à des interactions génétiques entre les deux partenaires). Le champignon fournit le support, les sels minéraux et la réserve d'humidité; l'algue fournit les nutriments issus de la synthèse chlorophyllienne.

Utilisation des microorganismes dans le traitement des effluents :

Introduction :

Le monde produit un volume extraordinaire de polluants qui mettent à mal les moyens dont disposent les voies d'eau pour assimiler la pollution ou la lessiver. Les ingénieurs hydrauliciens disent que la « la dilution et la solution de la pollution » Cet axiome est en train de prendre des dimensions effrayantes. Chaque année, environ 450 kilométres cubes d'eaux usées sont déchargées dans les fleuves, les rivières et les lacs. Pour diluer et transporter ces eaux sales avant qu'on puisse les réutiliser, on a besoin de 6000 kilomètres cubes supplémentaires d'eaux pures, soit un volume égal aux deux tiers environ de l'ensemble du ruissellement annuel d'eau douce utilisable dans le monde.

Qu'est-ce que les effluents urbains?

les effluents urbains sont les déchets liquides issus des égouts et des usines de traitement des eaux usées urbaines.

Ces déchets sont de deux types :

Les eaux domestiques, qui proviennent des habitations, des entreprises, des établissements et des industries.

Les eaux pluviales.

Principe d'une station :

Une station d'épuration contient un ou plusieurs dispositifs destinés à extraire les différents polluants contenus dans les eaux usées qu'elle reçoit, afin que les rejets ne détériorent pas le milieu naturel récepteur.

Les différents systèmes d'épuration des eaux usées urbaines :

1-Prétraitement

1-1Dégrillage

1-2Dessablage

1-3Déshuilage

1- Les prétraitements

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations uniquement physique ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constituerait une gêne pour les traitements ultérieurs.

1-1Dégrillage

L'objet du dégrillage est de débarrasser l'effluent des matières volumineuses. Il doit toujours s'effectuer avant une opération de relevage.

A l'arrivée, l'eau usée en provenance des égouts passe entre les barreaux métalliques d'une grille qui retiennent les déchets volumineux (papiers, matières plastique, objets divers,…) et l'effluent est relevé jusqu'au niveau de l'usine à l'aide de vis d'Archimède ou de pompes.

Les refus de tamisage sont déversés automatiquement dans un convoyeur compacteur à vis.

1-2Dessablage et Déshuilage :

Principe :

Grâce à la réduction de vitesse de l'écoulement, il est possible de récupérer Les sables (par pompage) et les graisses (qui sont raclées en surface).

Les eaux s'écoulent d'abord dans un premier bassin appelé le « dessableur » où les sables et graviers susceptibles d'endommager les installations en aval (ensablement de conduites, des bassins, usure de pompes et autres organes métalliques…) se déposent au font de bassins. Puis elles passent dans un deuxième bassin, où les graisses seront récupérées en surface.

Les bassins sont équipés d'un pont automoteur et de pompes aératrices installées le long de chaque ouvrage, diffusent de fines bulles d'air qui favorisent la remontée des graisses et corps flottants en surface.

Dessablage :

C'est une technique qui consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation afin de permettre aux particules de sédimenter.
Le domaine usuel porte sur les particules de granulométrie supérieure à 200 microns.
On désire dans ce cas séparer les sables des autres matières présentes dans les eaux en maintenant une vitesse de 0,3m/s.

Déshuilage :

Cette opération se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau.
Injection de l'air dans cette phase permettra l'augmentation de la montée des particules grasses vers la zone de tranquillisation où s'effectue la récupération.
Le temps de séjour est de 5 à12 min avec une vitesse ascensionnelle de 15m/h

2-Traitement Primaire :

La décantation «primaire » s'effectue dans des bassins, le plus souvent de forme cyclonique mais il existe bien d'autres types de décanteurs. Elle permet d'éliminer 70% environ des matières minérales et organiques qui se déposent au fond du bassin où elles constituent les boues dites primaires. Celles-ci sont récupérées par raclage au fond du bassin et envoyées dans des épaississeurs pour y être traitées.

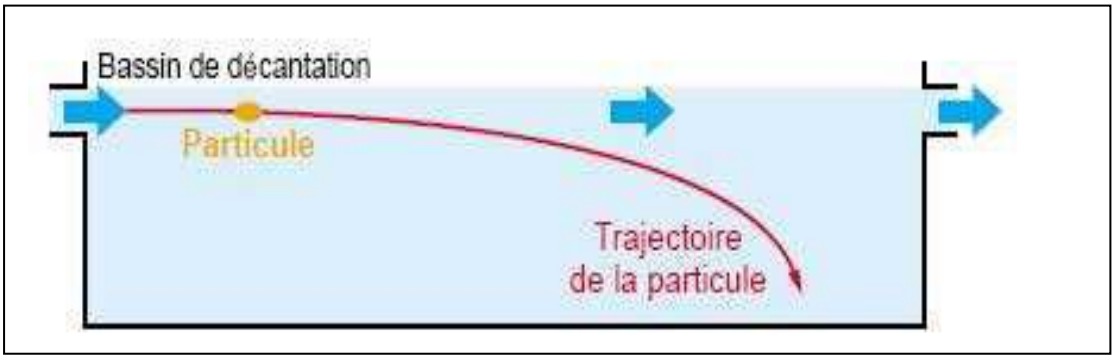
Les performances de la décantation peuvent être améliorées par l'adjonction de produits chimiques (sulfate d'alumine, chlorure ferrique, agents de coagulation…). Cette technique qu'on appelle « floculation »permet de capter 90% des matières en suspension

Principe du décanteur:

Ces appareils utilisent le procédé physique de séparation des matières en suspension (MES) dans un liquide, telles que les boues, sables voire des hydrocarbures. Les particules, dont la densité est supérieure à l'eau, s'accumulent au fond du décanteur sous l'effet de la pesanteur. L'eau clarifiée se situant à la surface est ensuite dirigée vers un filtre. Cette décantation est relativement longue pour les particules très fines qui sont très sensibles aux courants du bac de décantation.

Pour que la décantation puisse se faire correctement, il faut que la vitesse de l'eau soit inferieure à la vitesse de sédimentation des particules *(Vs)*. La vitesse de l'eau est appelée charge hydraulique superficielle ou vitesse de Hazen *(VH)* et permet de dimensionner les décanteurs.

Les décanteurs horizontaux

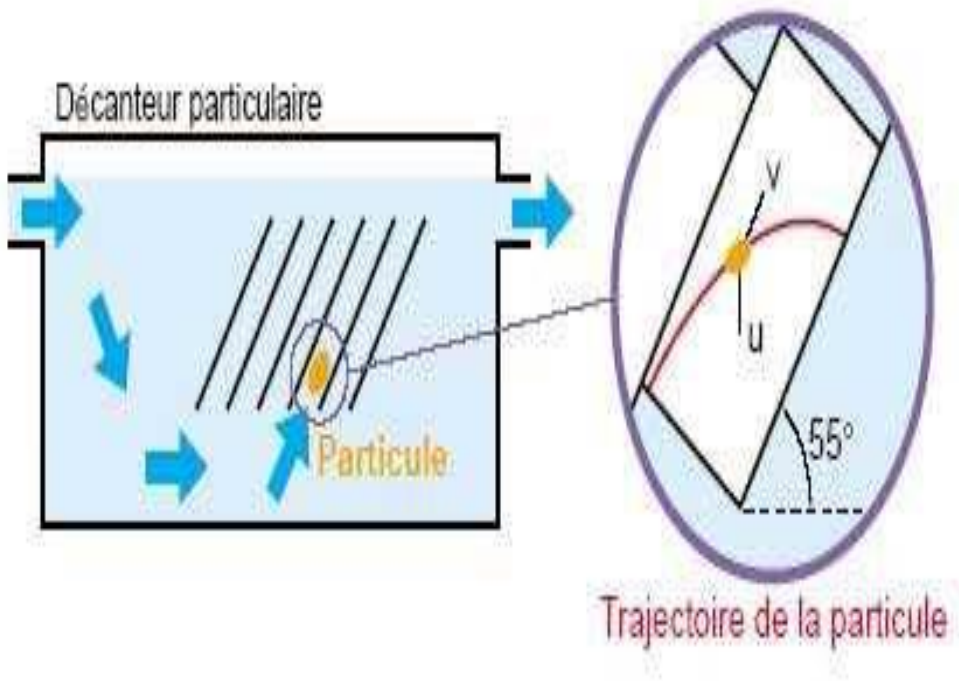


Le décanteur horizontal est constitue d'une cuve parallélépipédique : l'eau chargée de MES pénètre a une extrémité et l'eau décantée ressort a l'autre suivant un écoulement horizontal.

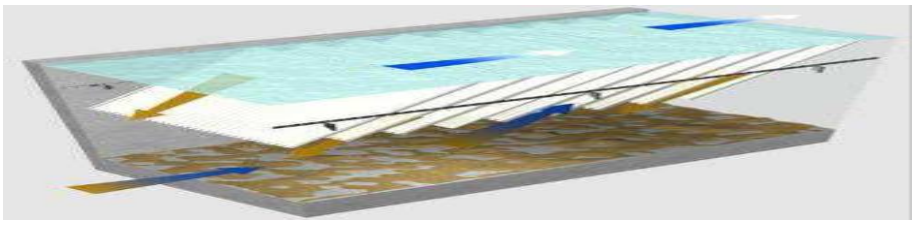
Elle nécessite une surface de bassin de décantation importante avec une vitesse de sédimentation généralement faible

Décanteurs lamellaires

- Il s'agit d'un ouvrage de décantation dans lequel des lamelles parallèles inclinées permettent de multiplier la surface de décantation utile tout en réduisant la surface au sol par rapport à un bassin de décantation classique à flux horizontal. Les décanteurs utilisant des plaques ou des tubes réalisent également une décantation considérable plus rapide que la décantation classique.
- La décantation lamellaire est fondée sur le principe de la décantation à flux horizontal. Ainsi, on constate que la décantation d'une particule est liée uniquement au débit *Q* et a la surface horizontale *S*, et qu'elle est théoriquement indépendante de la hauteur *H* de décantation.



Décanteur lamellaire



Décanteur à contre courant

2- traitement secondaire :

2-1Les boues activées,

2-2 Les disques biologiques,

2-3 Les lits bactériens

Traitement secondaire :

- ✓ **Traitement biologique :**

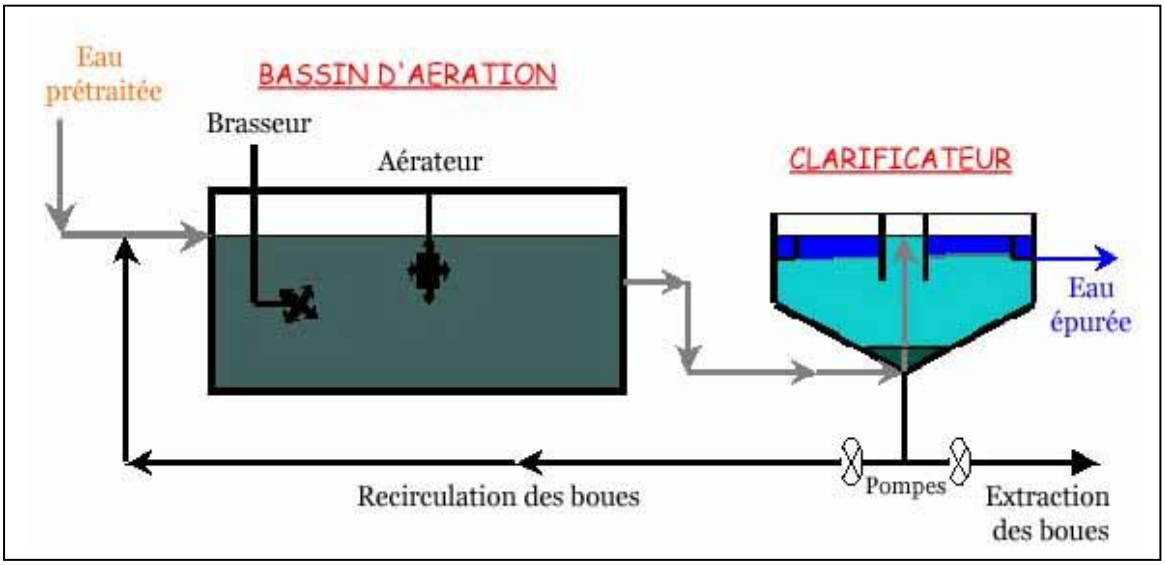
- Après décantation, l'effluent est introduit dans des bassins équipés de dispositifs d'aération (turbines, insufflation d'air…..) où des microorganismes, naturellement présents dans l'effluent, dégradent les matières organiques dissoutes. L'air insufflé leur fournit l'oxygène nécessaire pour respirer et ils se développent en se nourrissant de la pollution organique. Ces microorganismes exercent également un effet physique de rétention de la pollution par leur propension à se rassembler en films ou flocons.

2-1 Les boues activées

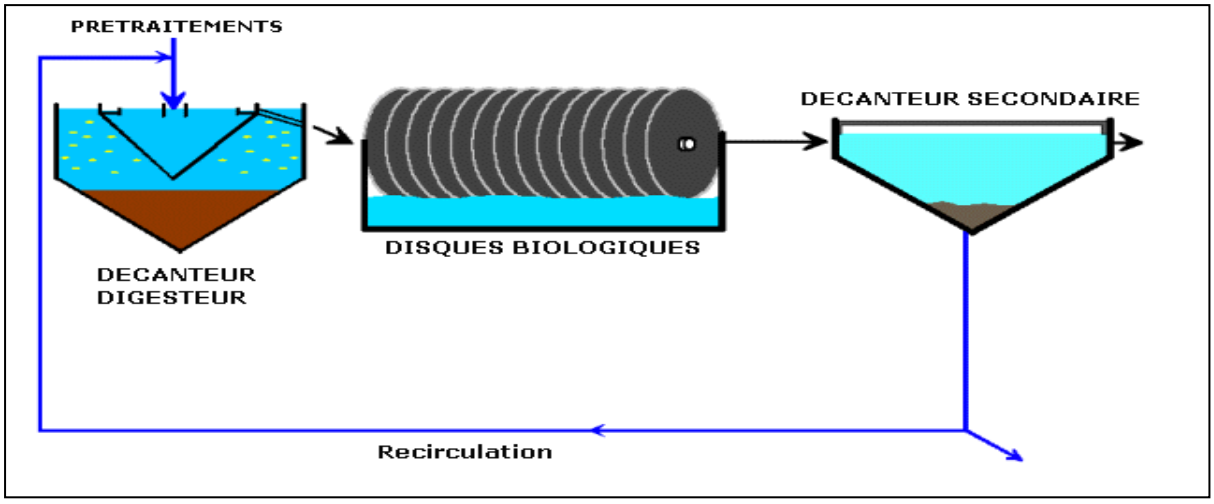
Est très largement utilisé. Il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux à traiter, dans lequel est injectée une boue chargée de bactéries. Les bactéries consomment la matière organique et contribuent à l'élimination de l'azote et du phosphate. A la sortie du réacteur, l'effluent passe dans un clarificateur. La boue décantée est séparée en deux flux : l'un rejoint le réacteur (ensemencement) et l'autre est évacué vers la filière des boues. L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène.

Ces bassins appelés aussi bassins d'oxydation mettent en œuvre une biomasse bactérienne libre associée en flocs. Ces flocons de boues comprennent des microorganismes hétérotrophes et autotrophes nitrifiants lorsque le temps de séjour de la boue est suffisant pour que leur multiplication produise une biomasse active dans le traitement.

Principe des boues activées et clarification



2-2 **Les disques biologiques :**



Les disques biologiques constituent une technique utilisée surtout pour les eaux usées saisonnières de tourisme. Ils ont un diamètre de 2 à 4 mètres et sont à demi immergés. Ils sont fixés sur des axes de rotation horizontaux et tournent lentement (quelques tours par minutes) autour d'un axe horizontal et baignant en partie dans l'eau à traiter et avec le dioxygéne de l'air ambiant.

2-3 Les lits bactériens

- **L'épuration sur lit bactérien :**

Est le plus ancien procédé biologique. Des bactéries sont cultivées sur un substrat neutre, comme de la pierre concassée, de la pouzzolane (sable volcanique), du mâchefer ou du plastique. On fait passer l'effluent sur le substrat. La difficulté consiste à trouver la bonne vitesse du flux d'eau, qui ne doit pas être trop rapide (pour permettre la dégradation bactérienne) ni trop lent (pour une bonne évacuation des MES en excès).

- **Le bio filtre** :

Qui combine les actions épuratrices de la filtration et de l'activité microbienne. C'est un traitement intensif qui est rapide à mettre en place, qui prend peu de place, et qui ne nécessite pas de bassin de clarification. Il est donc beaucoup utilisé dans les unités de traitement individuelles. Par contre, il nécessite un nettoyage fréquent du filtre. Son efficacité serait similaire à celle des boues activées.

- **Clarification et rejets des effluents :**

- La décantation secondaire, également appelée **clarification**, intervient après un traitement biologique ou chimique, afin d'éliminer les flocs issus des traitements biologiques ou chimiques. Lors d'une phase de décantation, l'élimination des micro-organismes se fait principalement par décantation des MES (sur lesquelles ils sont adsorbés).

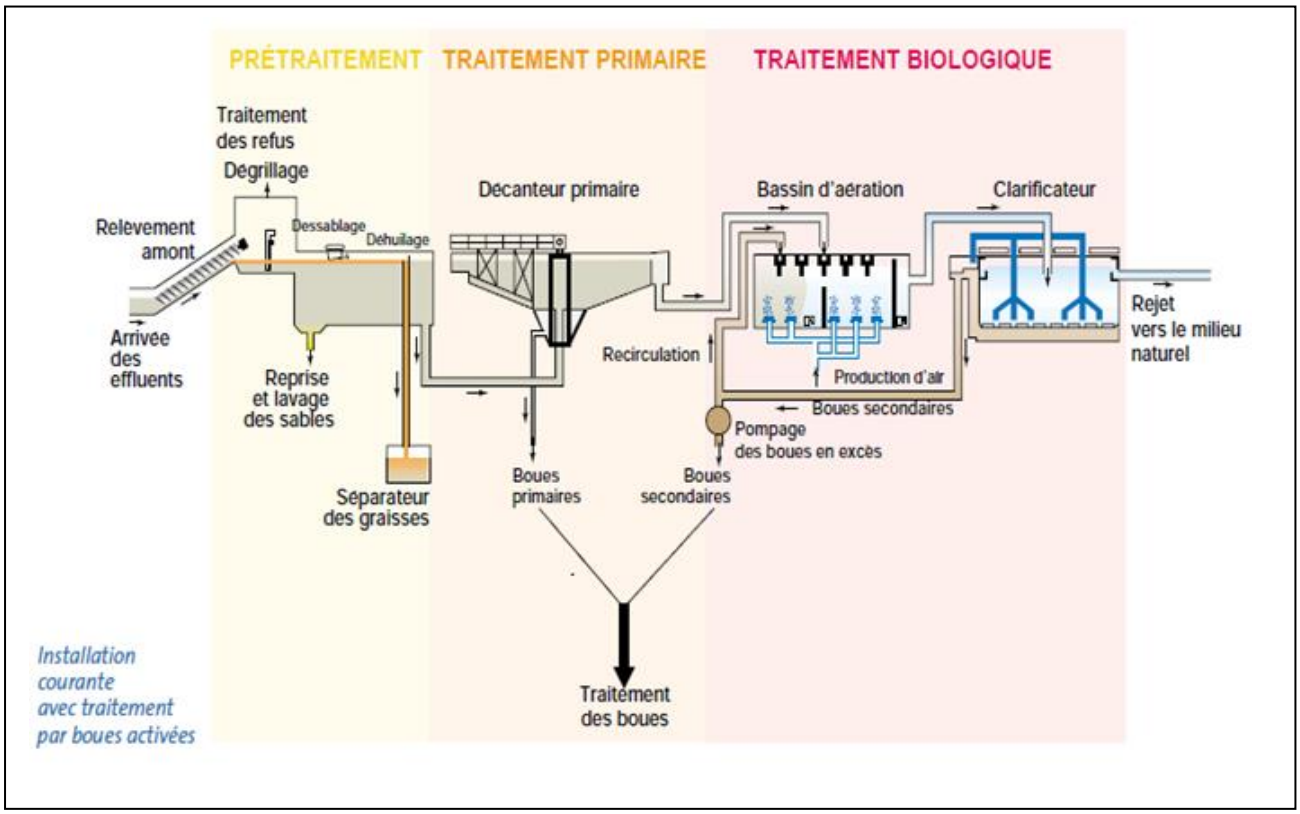
- La clarification permet de séparer par décantation l'eau des boues « secondaires » issues de traitement biologique. Cette décantation se fait dans des ouvrages spéciaux, le plus souvent circulaires, appelés clarificateurs ou décanteurs secondaires.

3-Traitement complémentaire ou tertiaire

- Pour obtenir une épuration plus poussée, notamment lorsque la sensibilité du milieu récepteur l'exige (zone de baignade, vie piscicole, prise d'eau potable en aval de la station….), il peut être nécessaire d'effectuer des traitements complémentaires du type :
- Filtration sur lit de sable.
- Désinfection par le chlore ou d'autres produits oxydants (ozone….).
- Elimination de l'azote.
- Elimination du phosphore

Les traitements chimiques

- **Le chlore :**
- est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes. Les traitements de purification et de clarification en amont ont une très grande importance pour permettre une bonne efficacité du traitement, et éviter d'avoir à utiliser trop de chlore.
- **L'ozone :**
- est un procédé de désinfection permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus

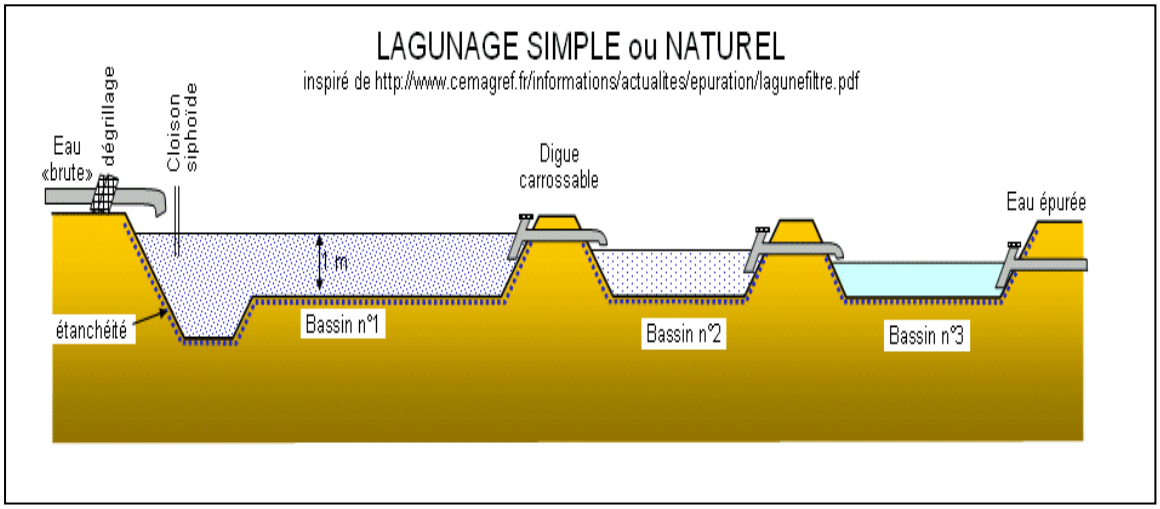


Le lagunage secondaire :

- **Principe :**

- Une station de lagunage est une succession de bassins de rétention peu profonds dans lesquels l'eau s'écoule lentement par gravité. Dans chacun de ces bassins, stagne une tranche d'eau ou évolue un écosystème particulier. Cette technique permet essentiellement de s'appuyer sur une association biologique couvrant toute une chaine alimentaire à savoir ; les bactéries aerobies, les bactéries anaérobies, les algues ou phytoplancton et le zooplancton dans certains cas.

- Pour assurer une bonne fiabilité de fonctionnement, on dispose généralement trois bassins en série : un bassin anaérobie (étant beaucoup plus grand que les autres car il s'agit d'un lieu de décantation plus important), un bassin facultatif et un bassin de maturation.

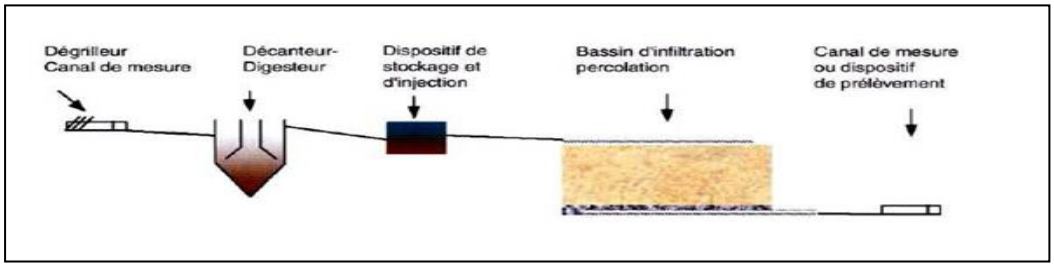


coupe transversale d'un système classique de lagunage

Filtration et Percolation

- **Principe :**

- L'infiltration ou percolation consiste à traiter l'eau par l'intermédiaire du sol ou d'un massif filtrant. Le principe d'épuration par infiltration-percolation consiste a infiltrer, après le passage des eaux usées dans un ouvrage de décantation primaire, l'effluent à épurer a travers un support granulaire fin (massif de sable) non sature sur lequel est fixée la biomasse épuratoire.



système de bassin d'infiltration- percolation

La filtration sur le sable en milieu insaturé permet principalement une oxydation de la matière organique, de nitrifier l'azote ammoniacal (formation de nitrates) et de réduire les germes pathogènes. L'épuration par filtration fait appel à la fois à des processus d'ordre physique, chimique et biologique

Traitement des boues

Les boues récupérées lors de la décantation, le traitement biologique et la clarification doivent être traitées.

Le traitement d'un mètre cube d'eaux usées produit de 350 à 400 grammes de boues. Ces boues généralement très liquides contiennent une forte proportion en matières organiques. Elles sont donc très fermentescibles et susceptibles de causer de nuisances.

Le traitement a pour but de les conditionner en fonction des filières d'élimination :

- ❑ Réduction de leur volume par épaississement, déshydratation, séchage thermique o incinération.
- ❑ Diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation

- **Les formes des boues :**
- Il existe plusieurs formes de boues :

- ❖ Les boues physico-chimiques (qui sont produites dans les stations physico-chimiques).
- ❖ Les boues dites primaires, qui sont le résultat de la décantation des matières en suspension contenues dans les eaux usées brutes. (celles récupérée après le traitement primaire).
- ❖ Les boues secondaires sont formées à partir de la charge polluante dissoute durant la période de dessablage et de déshuilage. (celles récupérée après le traitement secondaire).
- ❖ Les boues "mixtes" formées par les boues primaires et secondaires. Elles vont subir un traitement de stabilisation biologique.
- ❖ **La gestion des boues:**

- Elle représente souvent une préoccupation pour les exploitants des usines de traitement et pour les collectivités locales. L'élimination des boues connait d'importances évolutions, en particulier au niveau des filières et des débouchés finaux : utilisation agricole, compostage, incinération, récupération d'énergie, envoi en centre d'enfouissement technique.

Conclusion

La population mondiale augmentera de 3 milliards d'individus à l'horizon 2030 et cette augmentation concernera à 95 % les pays en voie de développement. La production de nourriture devra doubler pour assurer les besoins et la production de déchets et d'effluents quadruplera dans les villes. En outre, on estime que plus d'un milliard de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et que plus de 3 milliards ne disposent pas d'équipements d'évacuation des eaux usées. Or, l'accès à l'eau potable et à un service d'assainissement fiable est déterminant dans la lutte contre les maladies liées à l'eau. La quasi-absence de traitement efficace pour les déchets et les effluents constitue actuellement l'un des problèmes de santé les plus sérieux.