



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور بالجلفة
Université Ziane Achour Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des sciences de la nature et de la vie



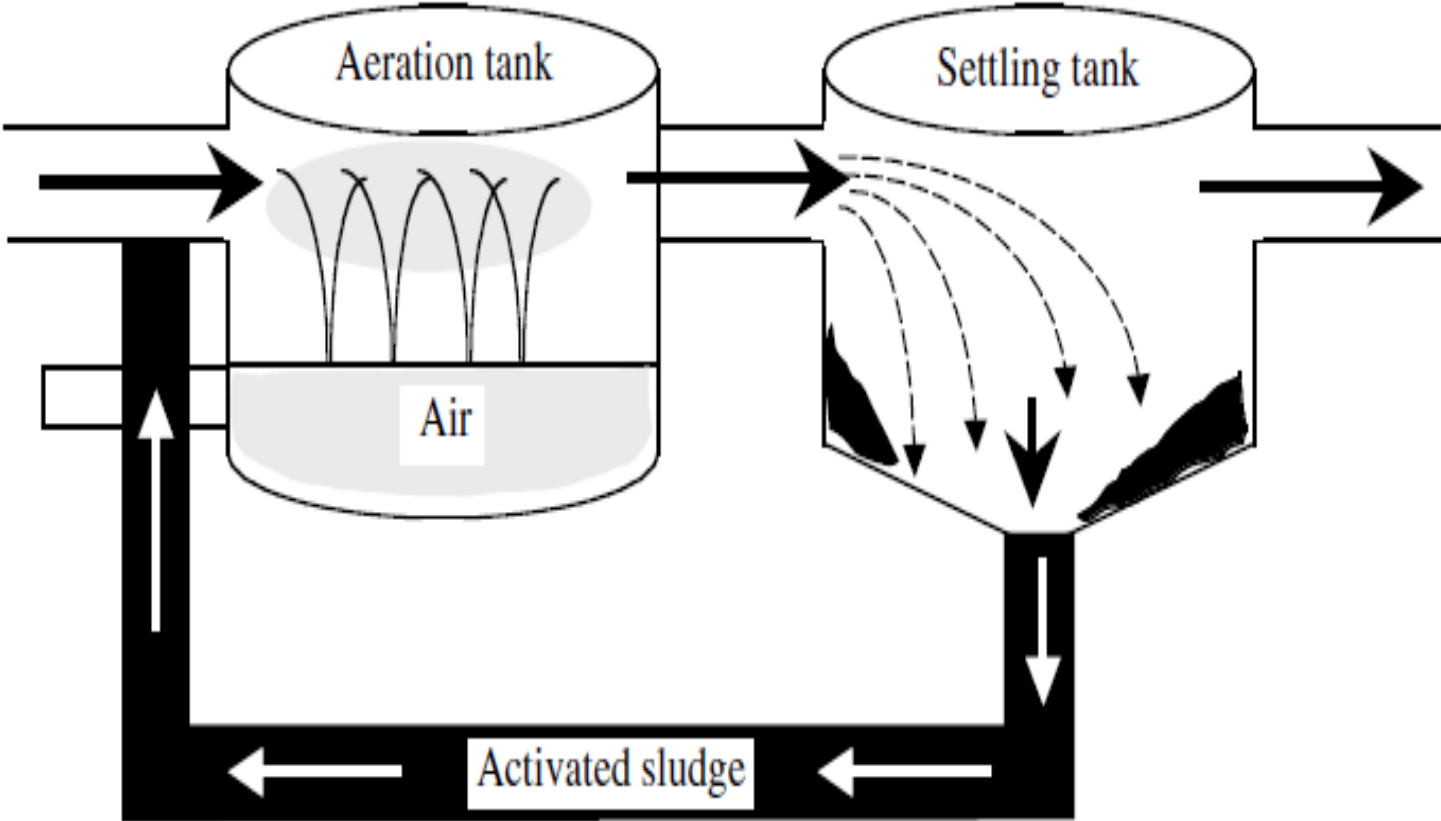
Master 2 Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Module : Traitement des effluents des industries agroalimentaires

Chargé du module : Mohamed Hachi

E-mail : hachi.mouh3@gmail.com

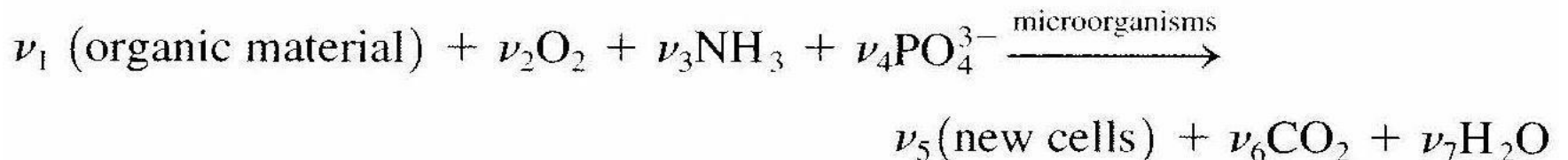
Traitement secondaire (traitement biologique par boues activées)



Les objectifs d'un traitement biologique

- Oxyder biologiquement la pollution dissoute, colloïdale ou
- particulaire, composés organiques et nutriments en composés simples tel que H₂O et CO₂.
- Capter/emprisonner les particules colloïdales non sédimentables dans le biofilm (flocs biologiques).
- À la fin de la biodégradation, on a une biomasse plus dense que l'eau, séparable par décantation/sédimentation.

Réaction :



L'oxydation des polluants organique permet d'obtenir des produits moins nocifs.

Dans un procédé industriels, l'objectif de ce traitement est souvent de réduire les teneurs en polluants dans les effluents pour qu'ils soient plus facilement gérés par l'environnement ou les traitements subséquents.

La biodégradation de composés organiques est un processus naturel qui est mis à profit en accéléré dans les procédés biologiques.

Types de procédés biologiques

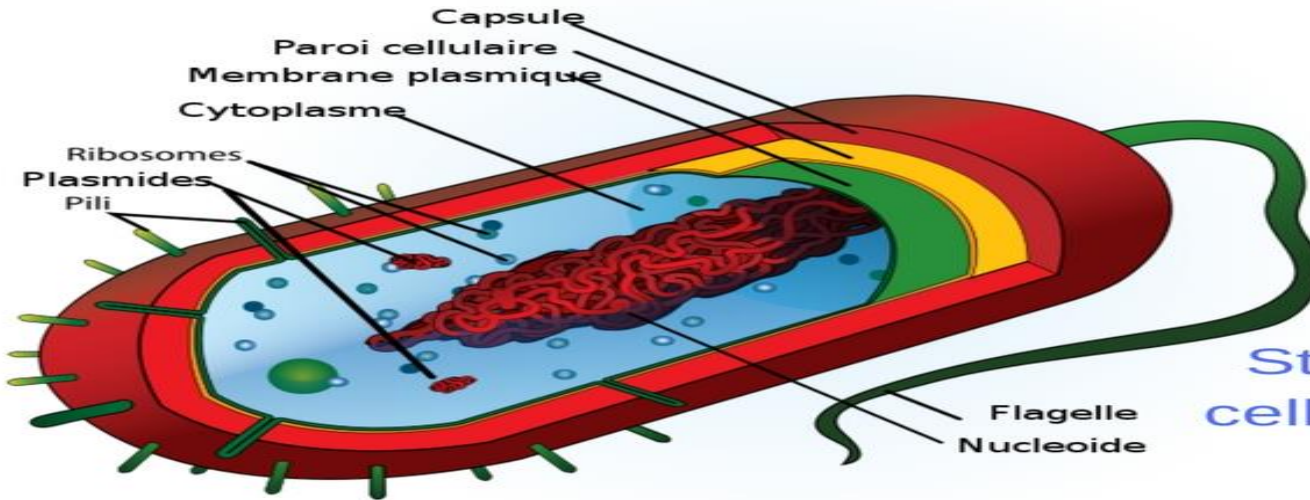
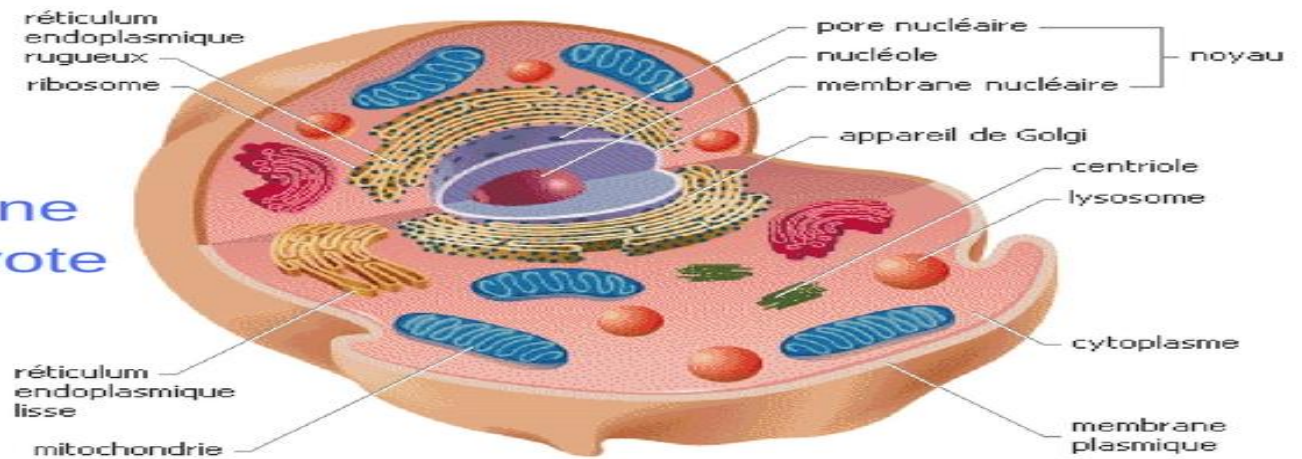
- Procédés à biomasse en **suspension** : La biomasse est maintenue en suspension grâce à l'aération; en général, aérobie par boues activées.
- Procédés à biomasse **fixée**: La biomasse est fixées sur un support solide aéré à contre courant ou co-courant avec de l'air . Le lit peut aussi être submergé.

Définition

Dans un procédé biologique, on retrouve une diversité de microorganismes

- Protistes (microorganismes) inférieurs (procaryotes)
- Protistes (microorganismes) supérieurs (eucaryotes)
- Animaux
- Virus
- Plantes : mousse , algues

Structure d'une cellule eucaryote



Structure d'une cellule procaryote

RÈGNE DES PROTISTES

WWW.HELLO-NATURELOVERS.COM

Table 7-4
Typical composition
of bacteria cells^a

Constituent or element	Percent of dry weight
Major cellular material	
Protein	55.0
Polysaccharide	5.0
Lipid	9.1
DNA	3.1
RNA	20.5
Other (sugars, amino acids)	6.3
Inorganic ions	1.0
As cell elements	
Carbon	50.0
Oxygen	22.0
Nitrogen	12.0
Hydrogen	9.0
Phosphorus	2.0
Sulfur	1.0
Potassium	1.0
Sodium	1.0
Calcium	0.5
Magnesium	0.5
Chloride	0.5
Iron	0.2
Other trace elements	0.3

Composition typique d'une cellule bactérienne

• Formule empirique d'une cellule:



• Existent en forme de tiges, de sphères et de spirales

• Se reproduisent en se divisant

Il existe des milliers d'espèces de bactéries Majoritairement de 0.45 micron

^aAdapted from Madigan et al. (1997).

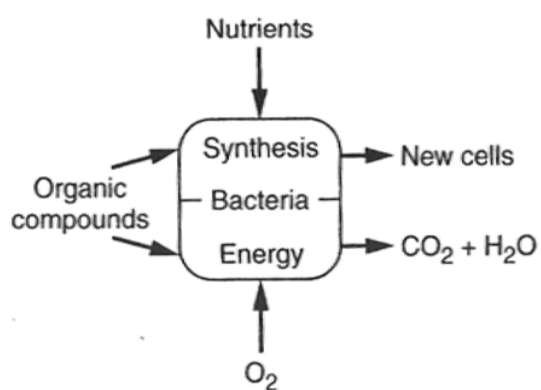
Différentiations des bactéries

Suivant la source de carbone qu'elles consomment :

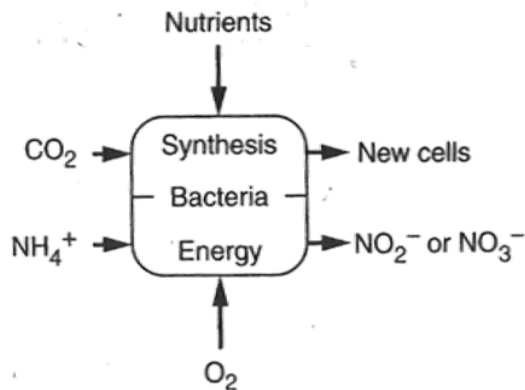
- Hétérotrophes : qui utilisent le carbone de la matière organique (substrat, le composé à détruire)
- Autotrophes : qui utilisent le carbone de la matière inorganique (CO₂ , par ex: bactéries nitrifiantes)

Suivant leur affinité avec l'oxygène : bactéries

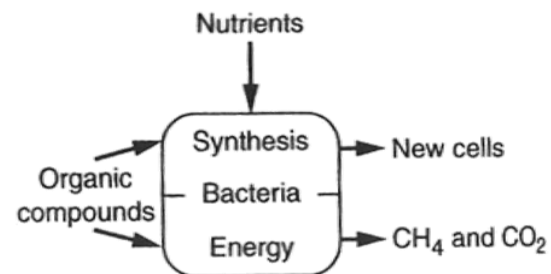
- Aérobie obligatoires : ne peuvent subsister en l'absence d'oxygène.
- Anaérobie obligatoires : ne peuvent subsister en présence d'oxygène moléculaire.
- Facultatifs : survivent avec ou sans oxygène dissous .



(a)



(b)



(c)

Figure 7-9

Examples of bacteria metabolism: (a) aerobic, heterotrophic, (b) aerobic, autotrophic, (c) anaerobic, heterotrophic.

Différentiations des bactéries

•Selon la température

Table 7-5

Temperature classification of biological processes

Type	Temperature range, °C	Optimum range, °C
Psychrophilic	10–30	12–18
Mesophilic	20–50	25–40
Thermophilic	35–75	55–65

•Selon le pH optimal de croissance

- Neutrophiles : pH neutre
- Acidophile : pH < 6
- Alcalophile : pH > 8

Les performances des procédés biologiques pour le traitement des eaux usées dépendent de la dynamique d'utilisation du substrat (polluant) et de la croissance microbienne.

La conception et l'exploitation efficace de tels systèmes, nécessite une compréhension des réactions biologiques qui se produisent et une compréhension des principes fondamentaux qui régissent la croissance des microorganismes.

Il nous faut développer des relations pour représenter:

- Le taux de croissance microbienne
- Le taux d'utilisation du substrat soluble
- Le taux de production de biomasse en fonction du substrat soluble
- Le taux de production de substrat soluble de la matière particulaire organique biodégradable
- Le taux de production de débris cellulaire suite au déclin de la biomasse
- Le taux de consommation d'oxygène
- La fraction de biomasse active de la production de MVS
- Le rendement net de la biomasse et le rendement observé

Profil de la croissance bactérienne en batch

La croissance bactérienne dans un réacteur batch est caractérisée par des phases identifiables.

Que se passe-t-il dans un réacteur batch dans lequel, au temps zéro, le substrat et les éléments nutritifs sont présents en excès et seule une très petite population de biomasse existe.

Pendant le processus de consommation du substrat, quatre phases de croissance distinctes se développent de manière séquentielle.

Phase de latence

Phase d'adaptation des bactéries à leur nouvel environnement

Les cellules synthétisent les enzymes nécessaires à la métabolisation du substrat

Presque pas de reproduction cellulaire, taux de croissance quasi nul

Phase exponentielle de croissance (ou phase logarithmique)

Croissance maximale et constante.

Le seul facteur qui affecte le taux de croissance exponentielle est la température.

Phase stationnaire

La concentration de biomasse demeure constante.

La croissance globale s'arrête même si les cellules conservent leur activité bactérienne: autant de cellules naissent et meurent.

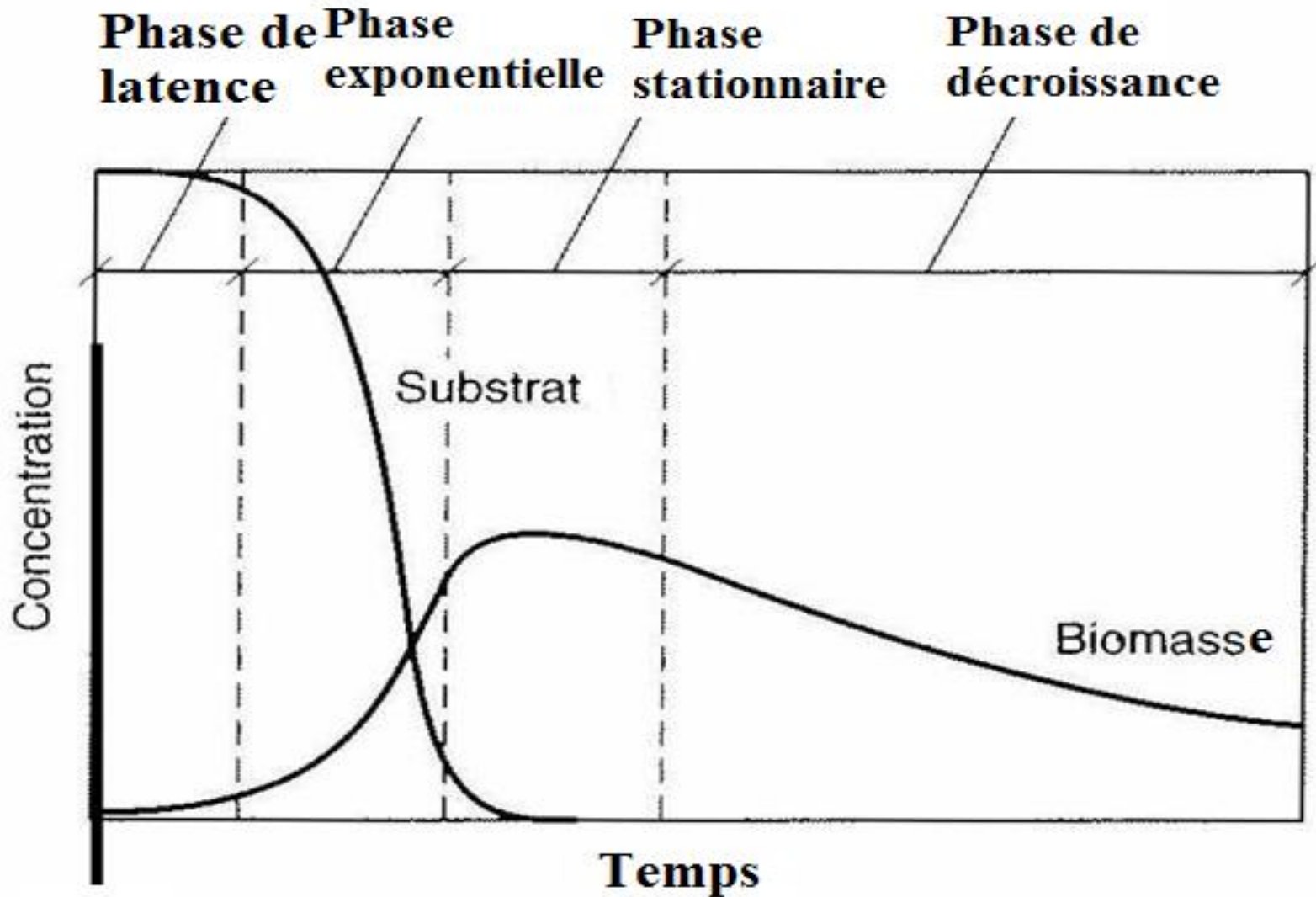
Phase de décroissance (ou de déclin) : les ressources sont épuisées.

Les cellules épuisent leurs réserves intracellulaires

Le taux de mortalité des cellules augmente

La concentration des cellules vivantes diminue.

Profil de la croissance bactérienne en batch



$$\text{Rendement de la biomasse } Y = \frac{\text{g. de cellules produites}}{\text{g. de substrat consommé}}$$

Estimation du rendement de la biomasse , Y, et de l'oxygène requis à partir de la stœchiométrie :

L'approche la plus utilisée pour définir le sort du substrat soluble biodégradable est de préparer un bilan de masse sur la DCO. La DCO est utilisée parce que la concentration du substrat soluble biodégradable dans les eaux usées peut être définies en termes d'équivalent en oxygène, lequel peut être conservé dans la biomasse ou servir à l'oxydation.

En général, la stœchiométrie exacte impliqués dans l'oxydation biologique d'un mélange de composés d'eaux usées n'est jamais connu.

Bilan de masse sur la DCO :

$\text{DCO utilisé} = \text{DCO (cellule)} + \text{DCO (substrat oxydé)}$

La quantité d'oxygène utilisé peut être calculée en considérant :

- 1- L'oxygène utilisé pour l'oxydation du substrat en CO_2 et H_2O
- 2- La DCO de la biomasse (cellule)
- 3- La DCO des composés non dégradables

A partir de la formulation générale pour représenter la biomasse :



La DCO de la biomasse (cellule) peut être évaluée de :



$$DCO (biomasse) = \frac{\Delta(\text{O}_2)}{\Delta(\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2)} = \frac{5 (32 \text{ g / mole})}{113 \text{ g / mole}} = 1,42 \text{ g O}_2 / \text{g biomasse}$$

En général, la biomasse est représentée par la mesure de MVS, matières solides volatiles en suspension, la mesure est simple et se fait en très peu de temps. Il est à noter que les MVS mesurés incluent d'autres matières particulaires organiques, en plus de la biomasse.

Néanmoins, la mesure des MVS est utilisée comme un indicateur apparent de la production de biomasse et fournit également une mesure utile des solides dans le réacteur.

Exemple :

Un procédé de traitement biologique en aérobie, sans recyclage, reçoit des eaux usées avec une concentration de DCO = 500 g /m³ . Le débit d'eau est de 1000 m³/j . À l'effluent la concentration finale est de DCO = 10 g/m³ et la concentration de biomasse (MVS) = 200 g /m³.

1- Quel est le rendement de la biomasse en terme de g MVS/g DCO consommé.

2- Quel est la quantité d'oxygène utilisé .



Merci pour votre attention

