

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche  
Scientifique

SAHLA MAHLA

المسار الأول لطالب الجزائري  
Université de Blida



Faculté DES SCIENCES DE LA NATURE TE DE LA VIE

Département AGRO-ALIMENTAIRE

Master 02:

**Spécialité : Sécurité Agroalimentaire et Assurance  
Qualité**

Technologies de Traitements des Rejets Liquides

Pr MEGATELI Smain

Année 2020/2021

# Programme

Intitulé de la matière 1 : Technologies de Traitements des Rejets Liquides

Crédits : 08

Coefficients : 04



## Contenu de la matière

### Introduction générale:

- Les usages d'eau en IAA
- Caractéristiques des effluents des IAA (Rappels)
- Critères d'évaluation de la pollution
- Eau de process (caractéristiques et procédés)

Effluents: techniques d'épuration?

Usages?

# Programme

Principes généraux de l'épuration : description d'une chaîne d'épuration

Procédés d'épuration :

المصدر الأول للطالب الجزائري



Prétraitements : le criblage (dégrillage) ; déshuilage.

Traitements primaires : la décantation ; la coagulation-floculation ; la flottation.

Traitements secondaires : (traitement biologique) :

- Les Procédés intensifs
- Les Procédés extensifs

Traitements tertiaires :

Filtration sur lit de sable

Adsorption sur charbon actif

La désinfection

Traitement des boues

4. Techniques membranaires (Microfiltration-Ultrafiltration- Osmose Inverse)

# Introduction Générale

Origines,  
caractéristiques,  
Traitements??

Eau: Opérations  
annexes

Eau H<sub>2</sub>O

Matières  
premières

**Activité  
Industrielle:  
Transformation-  
fabrication d'un  
produit alimentaire**

Produits

Eau  
polluée:  
Effluent

???

SAHLA MAHLA  
المصدر الأول للطالب الجزائري



# Introduction

## 1. Exemples d'utilisations d'eau en Agro-alimentaire

- Ingrédient de fabrication: pour fabriquer les produits (eaux de procédé): (cas des jus de fruits (39% d'eau), du lait reconstitué etc...),
- soit en la faisant intervenir dans le procédé de fabrication comme:
  - Fluide thermique: eau de refroidissement,
  - Agent de Lavage, désinfection: nettoyage sans ou avec produits chimiques (eaux de lavage) des équipements,

# Caractéristiques des IAA

## 1. fortement consommatrice d'eau:

SAHLA MAHLA



- 20 à 30 litres d'eau pour produire 1 kg de fromage (camembert),
- 80 litres d'eau pour produire 1 kg de sucre,
- 3 litres d'eau pour produire 1 kg de bonbon

## 2. génèrent par conséquent de gros volume d'eau résiduaire: (eau polluée)

**Cas de l'industrie laitière,**

**3,6 litre d'eau usée pour chaque litre de lait produit.**

# Caractéristiques des Rejets IAA

## 3. Une très grande variabilité des caractéristiques de leurs rejets: ( quantité et qualité):

▪ pH variable ( 5 à 11) : suivant les lavages et l'agent de lavage

▪ très riche en Matière Organique biodégradable

DBO5 : 360 et 3200 mg/l , DCO:950 à 5000 mg/l; graisses :110 à 800 mg/l : le rapport DCO/DBO5  $\approx$  2

• MES : 90 à 1040 mg/l,

• NTK : 40 à 190 mg/l et P : 4 à 120 mg/l

▪ et micro-organismes.



# L'eau de Process

Origines, caractéristiques ??

Eau H<sub>2</sub>O de Process



**Activité Industrielle:**  
Transformation-fabrication d'un produit alimentaire

Produits



Traitements??

# Origines

- Les **eaux souterraines** (nappes),
- Les **eaux de surface** stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières, fleuves) et des **eaux de mer**.

## Caractéristiques des eaux souterraines

La composition chimique dépend de la **nature géologique du terrain** qui retient l'eau:

- Les eaux circulant dans des sols calcaires sont bicarbonatées calciques et présentent souvent une dureté élevée
- Les eaux circulant dans un sous-sol sablonneux ou granitique sont acides et peu minéralisées.

# Caractéristiques des eaux surfaces

La **composition chimique** des eaux de surface dépend de la nature des terrains rencontrés durant leur parcours.

Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains.

- Une concentration importante en **matières en suspension**. Dans le cas des eaux de barrage, le temps de séjour provoque une décantation naturelle des éléments les plus grossiers : la turbidité résiduelle est alors faible et colloïdale
- la présence de **matières organiques** d'origine naturelle provenant du métabolisme, puis de la décomposition des organismes végétaux ou animaux vivant à la surface du bassin versant ou dans la rivière,
- sa teneur en gaz dissous (oxygène, azote, gaz carbonique) dépend des échanges à l'interface eau- atmosphère et de l'activité métabolique des organismes aquatiques au sein de l'eau.

# Caractéristiques des eaux souterraines

| Caractéristiques                       | Eaux souterraines                           | Eaux de surface                      |
|--|---|--------------------------------------|
| Température                            | Relativement constante                      | Variable en fonction des saisons     |
| MES, Turbidité                         | Faible ou nulle                             | Variable, souvent élevée             |
| couleur                                | La précipitation Fe-Mn; substances humiques | Dépend de la teneur en argile, algue |
| <b>Ca-Mg: Dureté</b>                   | Variable selon la région                    | Souvent élevée                       |
| Fe- Mn : affecte la couleur de l'eau   | Généralement présent                        | Souvent absent                       |
| Micropolluants inorganiques-organiques | Présents si pollution                       | Présents si pollution                |

# Conclusion

On doit faire attention à la composition de l'eau?

Donc on doit l'analyser:



## Plan physicochimique:

pH; Titre alcalimétrique TA; Titre alcalimétrique Complet TAC; le Titre Hydrotimétrique TH (Dureté) à compléter par l'analyse des micropolluants organiques et inorganiques.

## Plan Microbiologique:

Paramètres microbiologiques à vérifier:

- Coliformes totaux
- Escherichia coli
- Entérocoques

## Plan Microbiologique:

- **Coliformes totaux:**

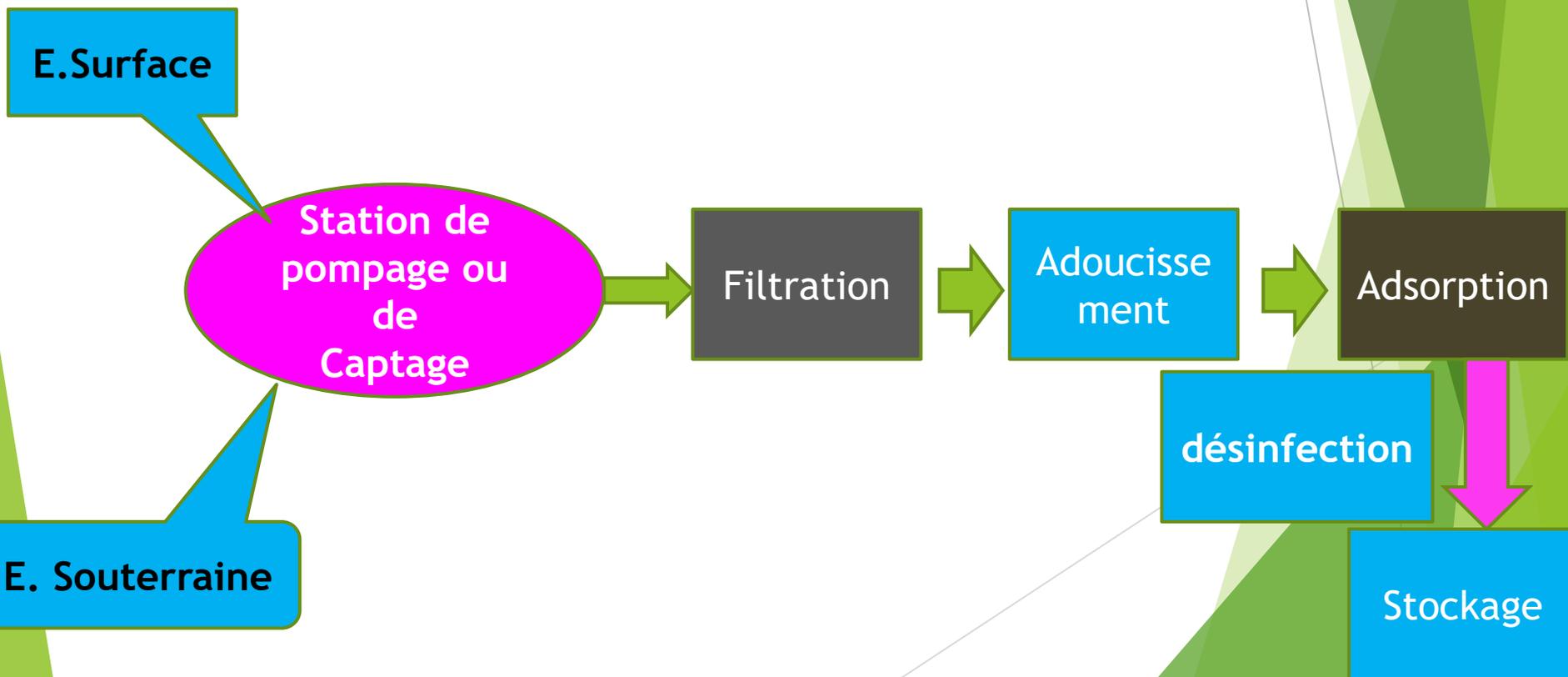
Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries présentes naturellement sur les végétaux et dans les sols. Ces bactéries ne sont généralement pas dangereuses pour la santé.

- **Escherichia coli**
- **Entérocoques**

sont des bactéries d'origines fécales que l'on retrouve dans le tube digestif des humains et des animaux: causes de plusieurs maladies (gastro-entérite)

## Procédés de traitements:

- Filtration sur lit de sable,
- Adoucissement par résines échangeuses d'ions,
- Adsorption sur charbon actif (déchloration)



**Filtration sur lit de sable:** réduit la teneur des matières en suspension

SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



Filtre industriel

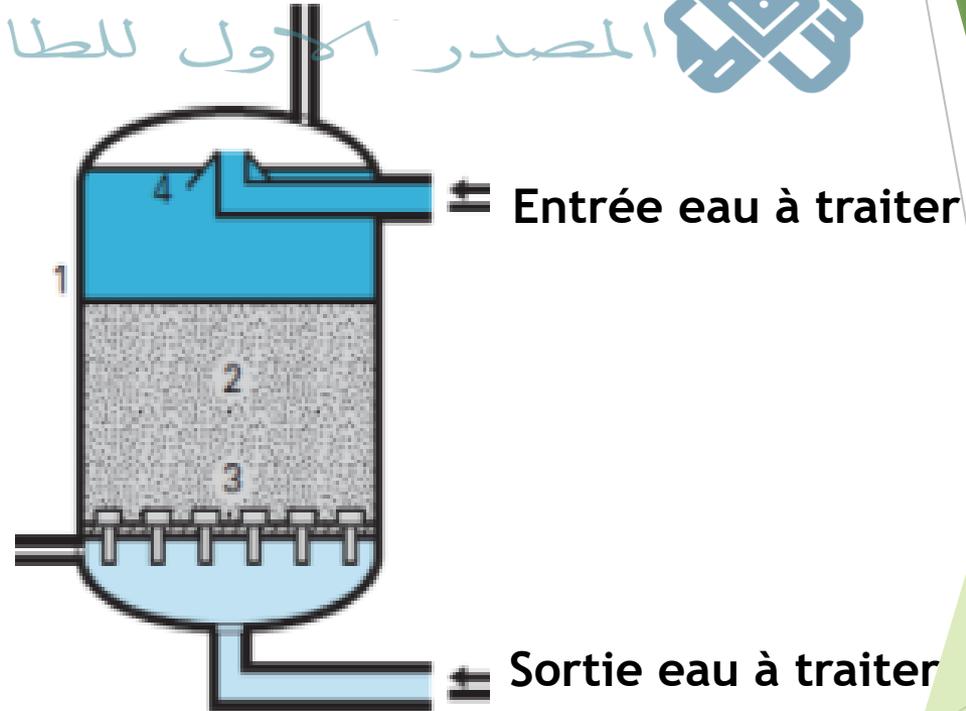


Schéma d'un filtre à sable

**Adoucissement sur résines échangeuses d'ions:** Réduit la dureté de l'eau pour protéger les équipements contre le phénomène d'entartrage (dépôt de calcaire)

**résines échangeuses d'ions:???**

**Principe:**

L'eau dure passe à travers une colonne garnie de résine échangeuse de cations: R-Na<sub>2</sub>

Elle va fixer les ions Calcium et Magnésium selon les équilibres suivants:



Le fonctionnement d'un adoucisseur est contrôlé par la mesure de la dureté de l'eau à l'entrée et à la sortie,

# Généralités sur les Effluents



Quels paramètres permettent de caractériser vos effluents ?

المصدر الأول للطلاب الجزائريين :  
Plusieurs paramètres permettent de caractériser vos effluents :



- ➔ Les valeurs des paramètres physico-chimiques permettent de caractériser la qualité de vos effluents. Les principaux paramètres physico-chimiques sont décrits dans le tableau ci-dessous.

| Paramètres   | Description  | Origines potentielles  |
|--|--|--|
| pH : potentiel hydrogène                                     | Il indique le caractère acide (pH entre 0 et 7) ou basique (pH entre 7 et 14) de vos effluents.  | -  |
| Température des effluents                                    | La température des effluents peut influencer leur composition, et peut également diminuer l'efficacité des traitements d'épuration en place.                       | -  |
| MES : Matières En Suspension                                 | Elles constituent l'ensemble des particules de plus de 0,45 µm de diamètre que l'on peut trouver dans une eau. Elles peuvent être de nature organique ou minérale. | Matières stercoraires, fumier  |
| DBO <sub>5</sub> : Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours | C'est une mesure de la matière organique biodégradable, réalisée sur 5 jours.  | Matières organiques, sang, graisses, produits laitiers entraînés dans les eaux de lavage |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>DCO : Demande Chimique en Oxygène</b></p> | <p>C'est une évaluation de la charge polluante des eaux usées. Elle consiste en la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation par voie chimique des substances organiques et minérales contenues dans une eau.</p> | <p>Matières organiques, sang, graisses, produits laitiers entraînés dans les eaux de lavage</p>  |
| <p><b>Phosphore total</b></p>                   | <p>Directement assimilable par les végétaux aquatiques, des apports trop importants en phosphore provoquent des développements excessifs d'algues phytoplanctoniques ou filamenteuses. C'est le phénomène d'eutrophisation.</p>  | <p>Matières organiques, produits de nettoyage, produits laitiers entraînés dans les eaux de lavage</p>   |
| <p><b>Azote global</b></p>                      | <p>Ce paramètre quantifie la pollution azotée d'un effluent. L'azote peut, comme le phosphore, engendrer l'eutrophisation des eaux naturelles.</p>   | <p>Matières organiques, lisiers, produits laitiers entraînés dans les eaux de lavage</p>   |
| <p><b>Chlorures</b></p>                         | <p>Ils représentent la concentration en ions chlorure des effluents.</p>   | <p>Produits de désinfection, salage des cuirs, fabrication de saumure pour la production de produit fini, utilisation de produits conservés dans une solution de saumure</p> |

↻ Le **débit** est une autre donnée importante à connaître concernant vos effluents. Le débit désigne le volume d'eau traversant une surface à un instant donné, en l'occurrence, c'est le volume d'effluent qui sort de l'entreprise pendant un temps donné. Il existe deux débits caractéristiques des effluents à connaître :

- le **débit de pointe** : il correspond au débit maximal instantané,
- le **débit moyen** : c'est la valeur moyenne du débit sur une période donnée. Cette moyenne peut être faite sur une heure (**débit horaire**) ou une journée (**débit journalier**).

↻ Les **flux (en g/jour) des paramètres physico-chimiques** sont également des données nécessaires pour caractériser vos effluents. Les flux s'obtiennent en multipliant les concentrations des paramètres physico-chimiques par le débit journalier.

- ↻ La grandeur qui permet par ailleurs de caractériser la quantité d'effluents rejetés est l'**équivalent habitant (EH)**. Il correspond à la quantité de pollution émise par jour par un habitant pour ses besoins domestiques. Un équivalent habitant représente un flux de 60 g de DBO<sub>5</sub>/jour (ratio de DBO<sub>5</sub> réglementaire). La valeur des autres paramètres correspondant à un équivalent habitant est donnée dans le tableau ci-dessous :

| Paramètres   | Flux équivalent à 1 EH (g/j) |
|--|------------------------------|
| DBO <sub>5</sub> : Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours | 60                           |
| MES : Matières En Suspension                                 | 70                           |
| DCO : Demande Chimique en Oxygène                            | 135                          |
| NTK : Azote Kjeldhal   | 12                           |
| P <sub>total</sub> : Phosphore total                         | 2.5                          |

## Objectifs du traitement

Dans le cas des eaux polluées (pollution d'origine urbaine ou industrielle), elles sont transférées au milieu naturel et par conséquent elles ne doivent pas polluer le milieu récepteur : Préservation de la qualité des écosystèmes aquatiques (environnemental ); la réutilisation d'une partie de l'eau traitée (économique).

**Ces Objectifs se traduisent par une réglementation officielle : Normes de potabilité (OMS : organisation Mondiale de la santé)**

## Objectifs du traitement

# SAHLA MAHLA

الجامعة الجزائرية للطلاب

Entreprise



Produits



Effluents

1. Environnemental: Pas d'effets sur l'environnement  
Normes de Rejets (JORA, OMS)

1. Economique: Réutilisation de l'eau traitée????  
OMS

## Caractéristiques d'un effluent laitier

**Tableau 1. Composition moyenne de l'effluent laitier [12].**

| Paramètres                        | Unités              | Valeurs Moyennes | Valeurs Maximales | Normes Algériennes |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Couleur                           | /                   | Blanche          | /                 | /                  |
| Température                       | °C                  | 25               | 30                | 30                 |
| pH                                | /                   | 6                | 3 - 11            | 6,5 – 8,5          |
| MES                               | mg/l                | 587              |                   | 30                 |
| DBO <sub>5</sub>                  | mgO <sub>2</sub> /l | 2460             | 4800              | 40                 |
| DCO                               | mgO <sub>2</sub> /l | 4270             | 7500              | 120                |
| DCO/DBO <sub>5</sub>              | /                   | 1,73             |                   |                    |
| Graisses                          | mg/l                | 120              |                   |                    |
| N Total                           | mg/l                | 150              |                   | 40                 |
| N (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) | mg/l                | 8,47             |                   |                    |
| N (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | mg/l                | 20,45            |                   |                    |
| P total                           | mg/l                | 90               |                   | 2                  |
| (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup>  | mg/l                | 21               |                   |                    |

**Tableau 2. Valeurs moyennes des paramètres du lait produit par la laiterie [12].**

| pH  | DBO <sub>5</sub><br>(g/l) | DCO<br>(g/l) | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup><br>(mg/l) | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>(mg/l) | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>(mg/l) |
|-----|---------------------------|--------------|--|--|---|
| 7,4 | 76,00                     | 133,00       | 62,71                                  | 408,85                                 | 435,71                                  |

Exemple:

Une laiterie fromagerie rejette en moyenne 1200 m<sup>3</sup>/j d'eaux usées. Ces rejets se caractérisent par une charge organique exprimée en DCO de 4,27 g/l.

المصدر الأول للطالب الجزائري  
A combien d'habitants équivaut cette pollution?

Correction:

La pollution en (g/j):

$$1200 \text{ m}^3/\text{j} \times 4,27 \text{ (g/l)} \times 1000 = 5\,124\,000 \text{ g/j}$$

On sait :

Un équivalent habitant représente un flux de 135 g/j

DCO:

$$5124\,000/135 = 37955,55 \text{ habitants} \sim \mathbf{38000 \text{ habitants}}$$

# SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



**Comment Atteindre ces Objectifs?**

**Usage des Procédés ?**

## II. Technologies applicables

SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



- I. Traitements pour réduire et/ou éliminer les matières en suspension: Matières qui peuvent provoquer le colmatage des équipements ou de conduites:

La décantation gravitaire ou centrifuge:

Filtration sur membranes (Microfiltration-Ultrafiltration à écoulement tangentielle):

Très intéressantes en cas de réutilisation des eaux

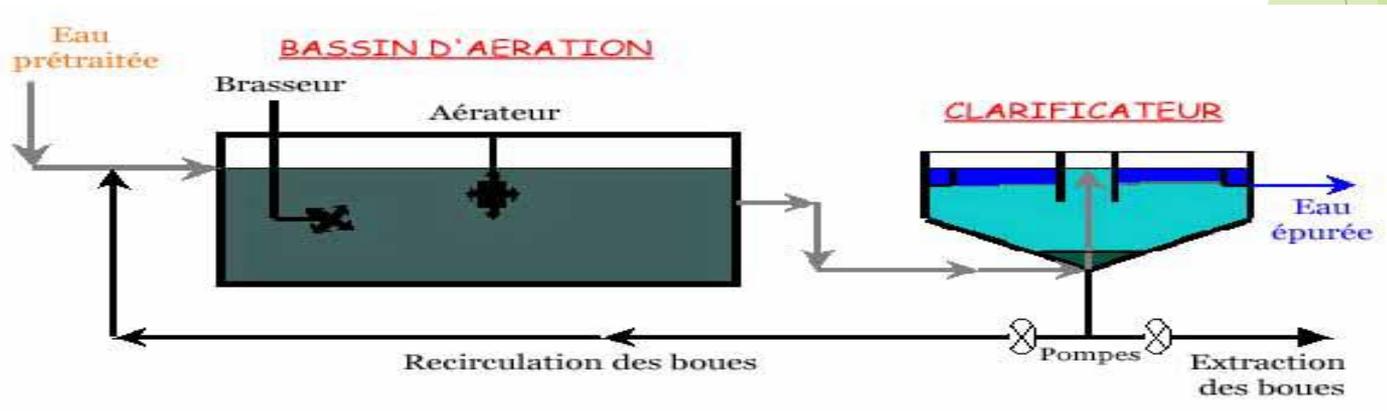
# Technologies applicables

II. Traitements pour réduire et/ou éliminer la matière organique colloïdale ou dissoute:

La présence de matière organique favorise la formation de biofilm dans les conduites et les unités, posant notamment des risques de colmatage et de contamination des produits alimentaires.

## Procédés

1. Traitement Physico-chimique: Coagulation -Floculation
2. Traitement Biologique : La dégradation de la matière organique par les micro-organismes:
  - 2.1. Par boue activée:

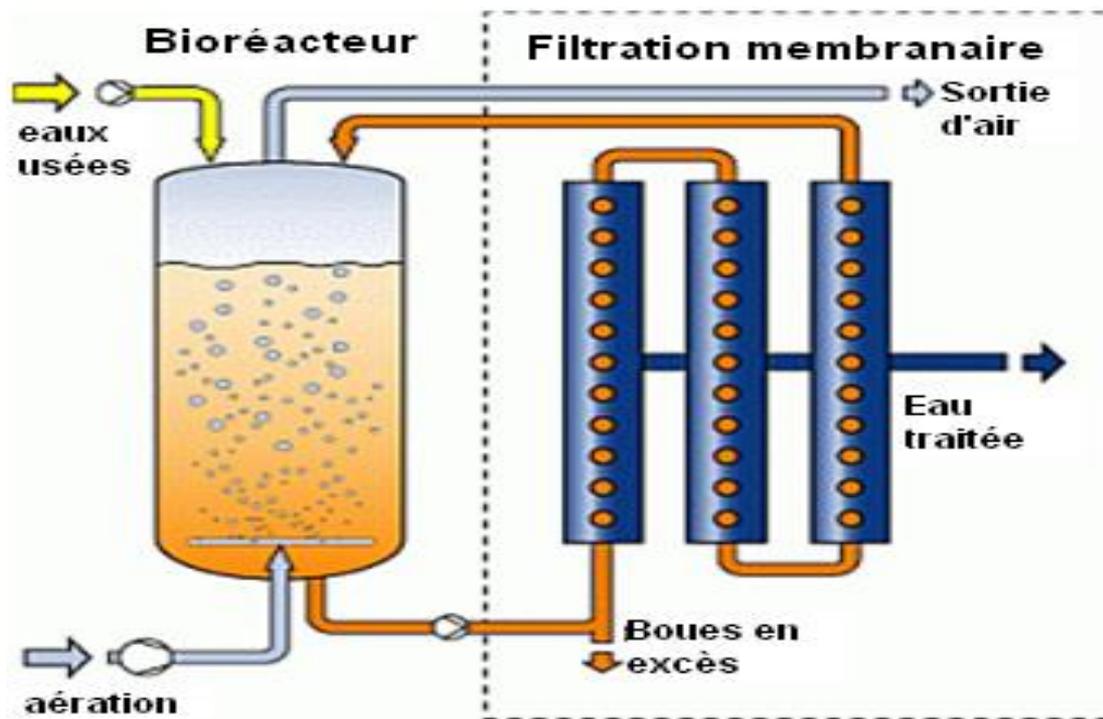


# Revue des Technologies applicables

SAHLA MAHLA

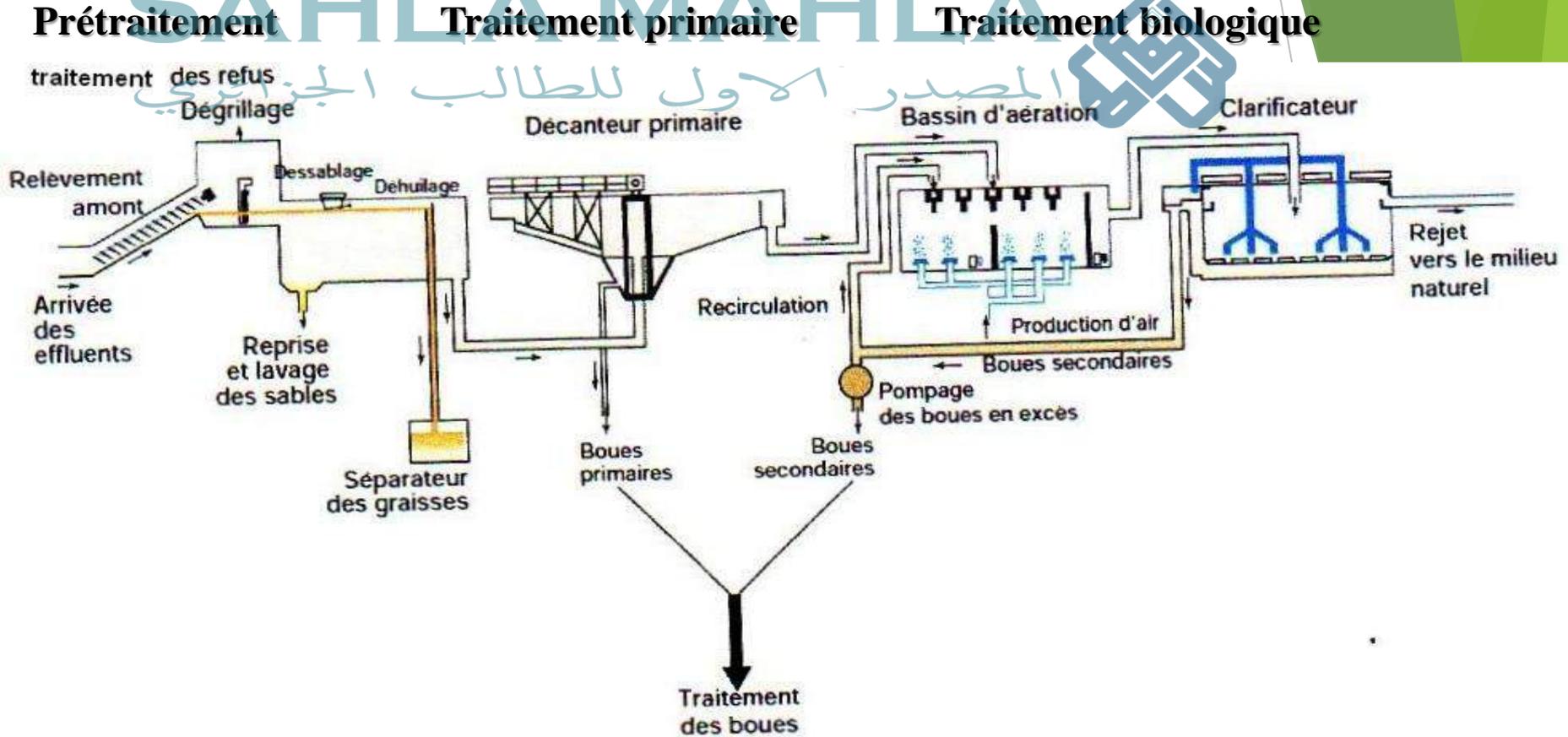
2.2. Par Réacteur à Membranes

المصدر الاول للطالب الجزائري



# Procédés d'épuration

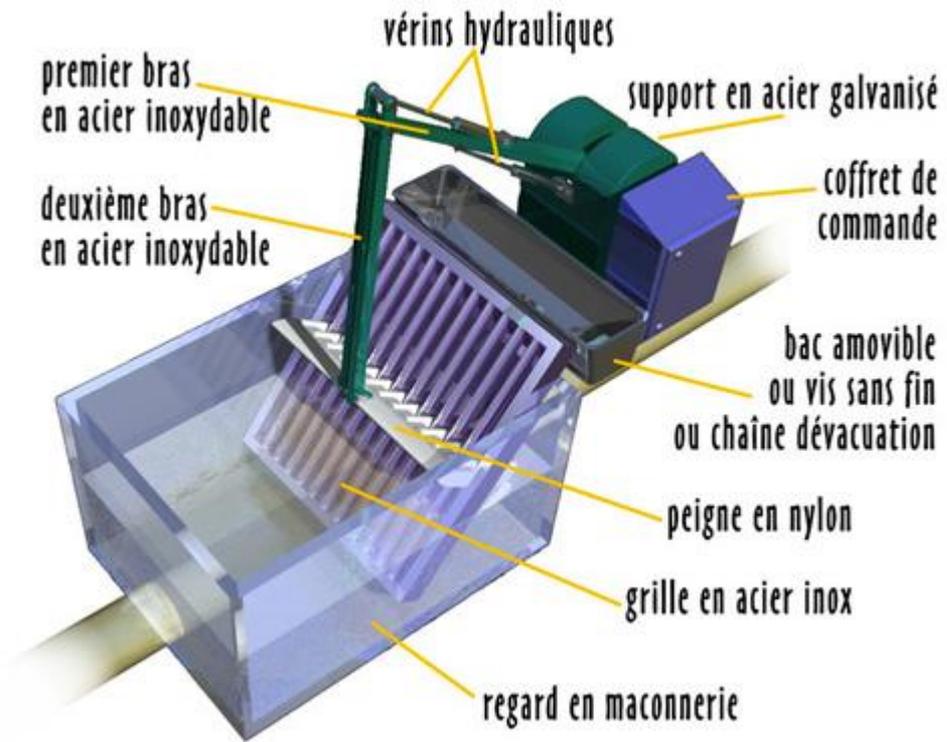
Quelles sont les différentes étapes d'épuration des eaux usées au niveau d'une station de traitement?



Procédé de traitement par boues activées.

# • Prétraitement

• Dégrillage : À l'arrivée, l'eau usée en provenance des égouts passe à travers une grille métallique qui retient les déchets volumineux (papiers, feuilles, matières plastiques, débris végétaux etc.,).



SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



Le dégrilleur est conçu pour retenir les matières volumineuses et déchets de toutes sortes contenus dans les eaux usées. Il est localisé le plus souvent en amont d'une filière de traitement des eaux usées. L'opération est plus ou moins efficace selon l'écartement entre les barreaux de la grille.

On peut distinguer :

- le prédégrillage (écartement supérieur à 40 mm)
- le dégrillage moyen (écartement compris entre 40 et 10 mm)
- le dégrillage fin (écartement compris entre 10 et 6 mm)
- le tamisage (écartement compris entre 6 et 0,5 mm)

Cet équipement doit être correctement dimensionné de façon à obtenir une vitesse de passage de l'eau suffisante pour plaquer les déchets contre la grille mais pas trop élevée afin d'éviter de les réentraîner.

Le dégrillage optimal est obtenu quand la grille est un peu colmatée



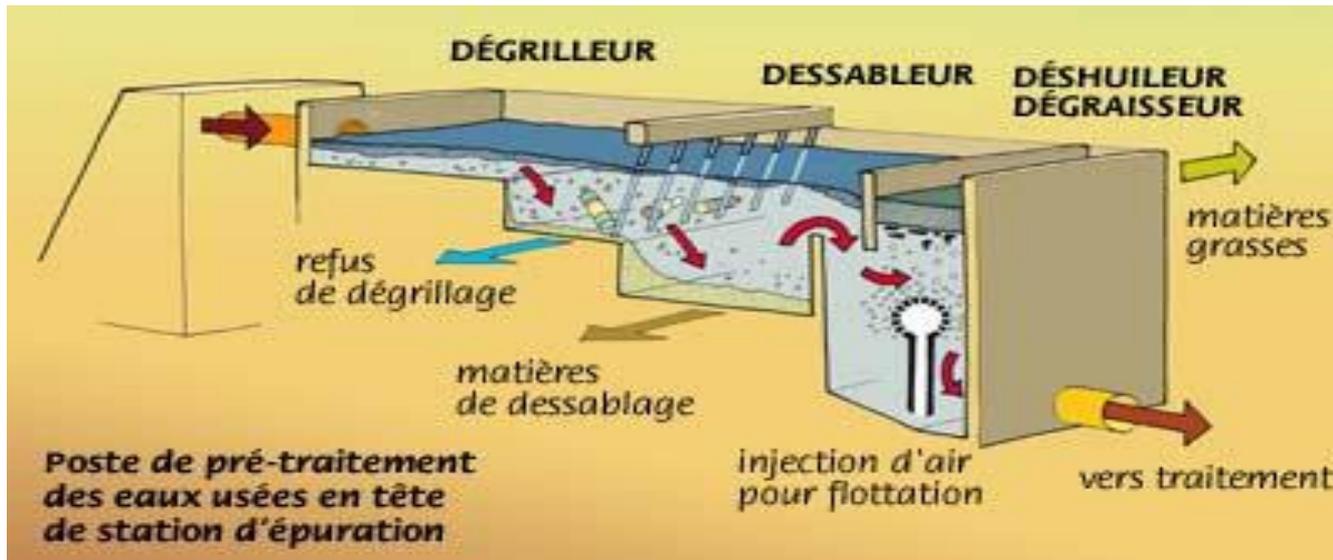
## • Prétraitement

• **Dessablage** : l'élimination de sable et gravier (substances capables d'endommager les installations en aval (ensablement de conduites, des bassins, usure des pompes)).

المصدر الاول للطالب الجزائري

• **Dégraissage-déshuilage** :

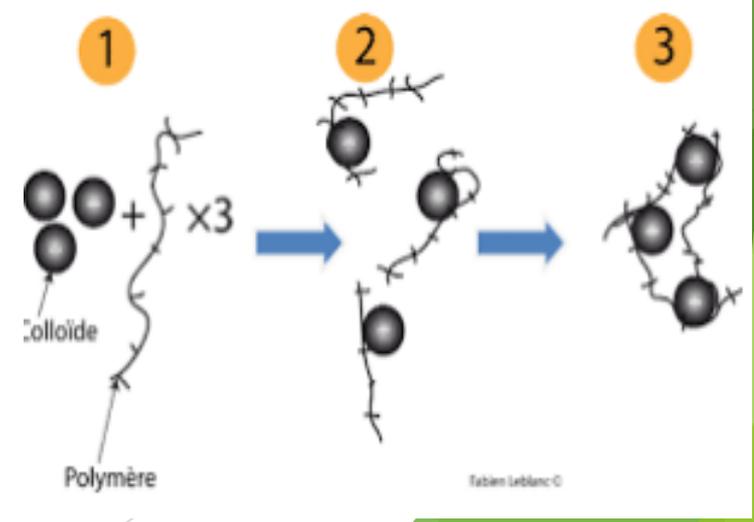
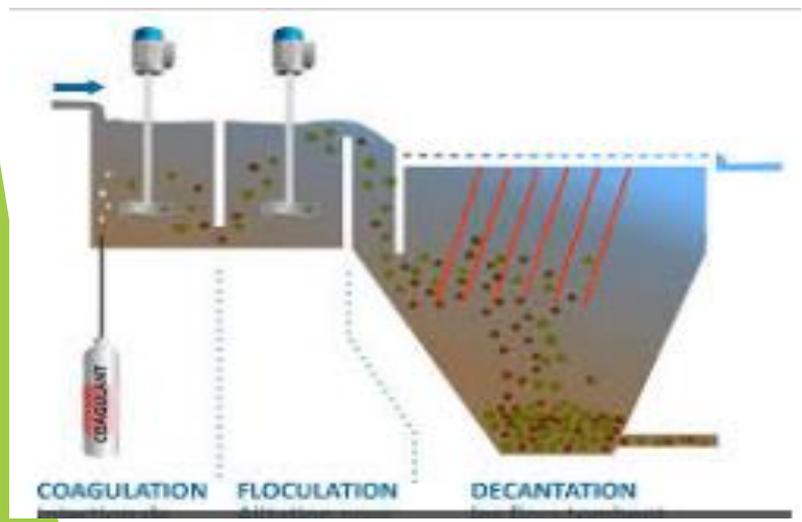
**Elimination des huiles et des graisses** par un simple raclage. L'injection de fines bulles d'air dans le bassin de dégraissage-déshuilage (du bas vers le haut) permet de faire remonter les huiles et graisses en surface (flottation).



# •Traitement primaire :

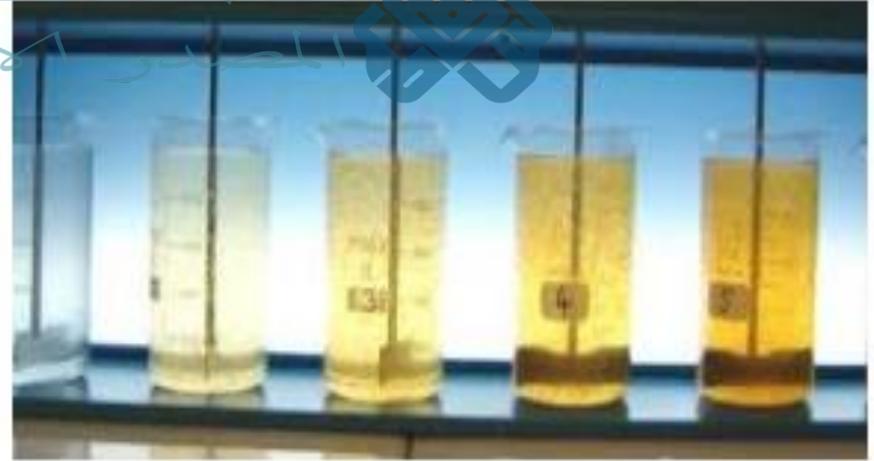
L'élimination de la matière en suspension (MES) facilement décantable (matières minérales et organiques) : 60 à 70% de MES.

Les performances de la décantation peuvent être améliorées par addition de produits chimiques (agents coagulants : chlorure ferrique ou sulfate d'aluminium) : **la coagulation- floculation**



# JART TEST POUR L'OPTIMISATION DE LA COAGULATION-FLOCCULATION

SAHLA MAHLA



# Traitement biologique :

les micro-organismes naturellement présents dans l'effluent, dégradent la matière organique dissoute. L'air introduit fournit aux micro-organismes l'oxygène nécessaire pour leur développement.



Comme techniques d'épuration biologique on distingue :

## Procédés Extensifs:

- Le Lagunage,

## Procédés Intensifs

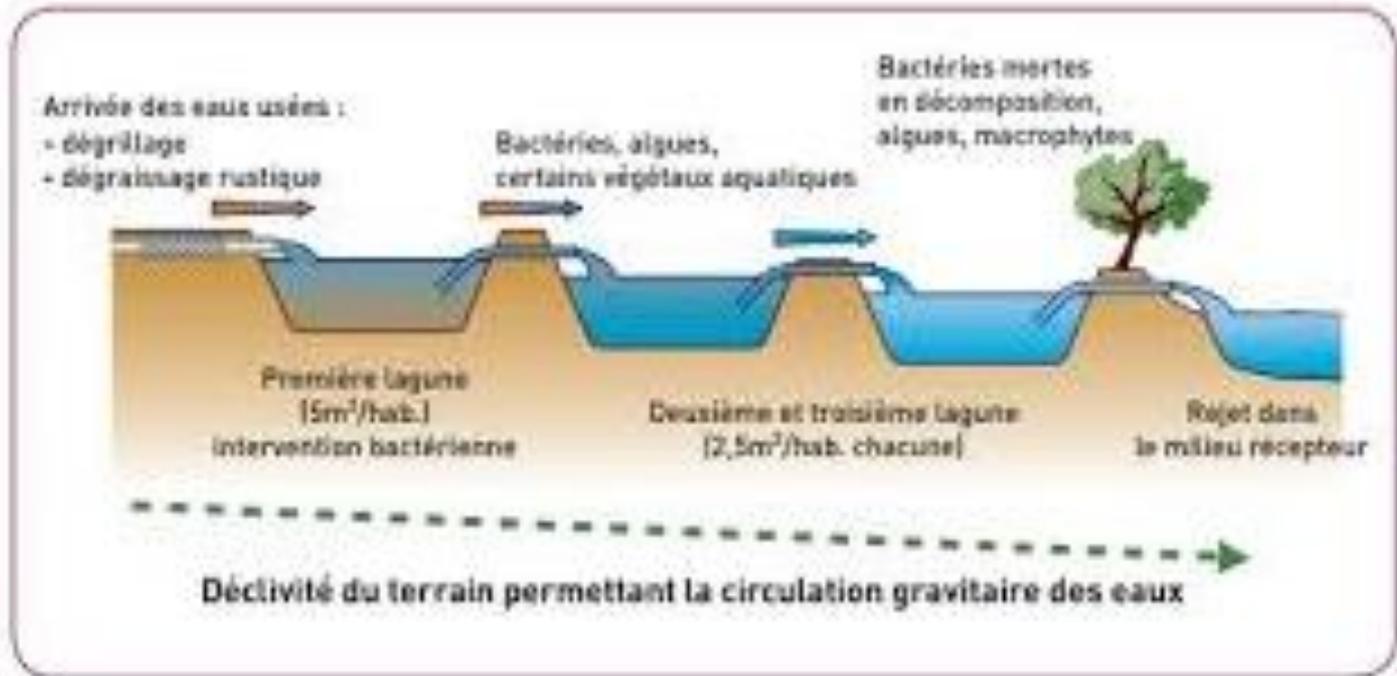
- Les lits bactériens (bactéries fixées sur support),
- Les disques biologiques;
- Les biofiltres
- Les boues activées,
- Les réacteurs biologiques à membranes,

# Description des procédés Biologiques

SAHLA MAHLA



1. Les Procédés Biologiques Extensifs « lagunage » : Il utilise les micro-organismes naturels pour traiter les eaux usées : Bactéries, algues et du zooplai



## Description des procédés Biologiques

SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



**Le dispositif est constitué de 3 bassins en série, dimensionnés au total pour un temps de séjour des eaux usées d'au moins 150 jours.**

- le premier permet l'abattement de la pollution carbonée,**
- le second permet l'abattement de l'azote (70%) et du phosphore (60%)**
- le troisième affine le traitement et fiabilise le système en cas de dysfonctionnement d'un bassin amont ou lors d'une opération d'entretien.**

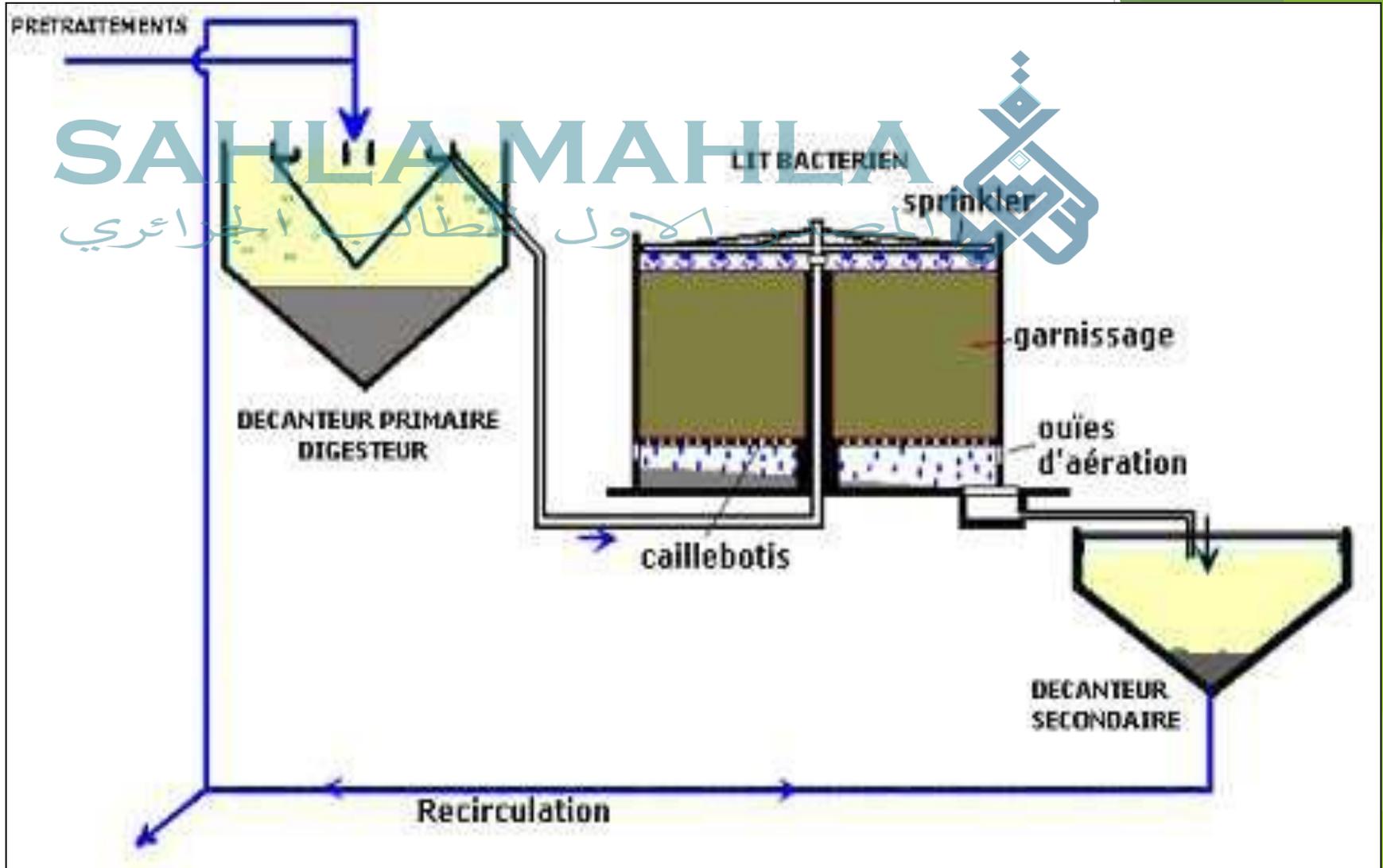
## Avantages et inconvénient:

SAHIL MAHLA



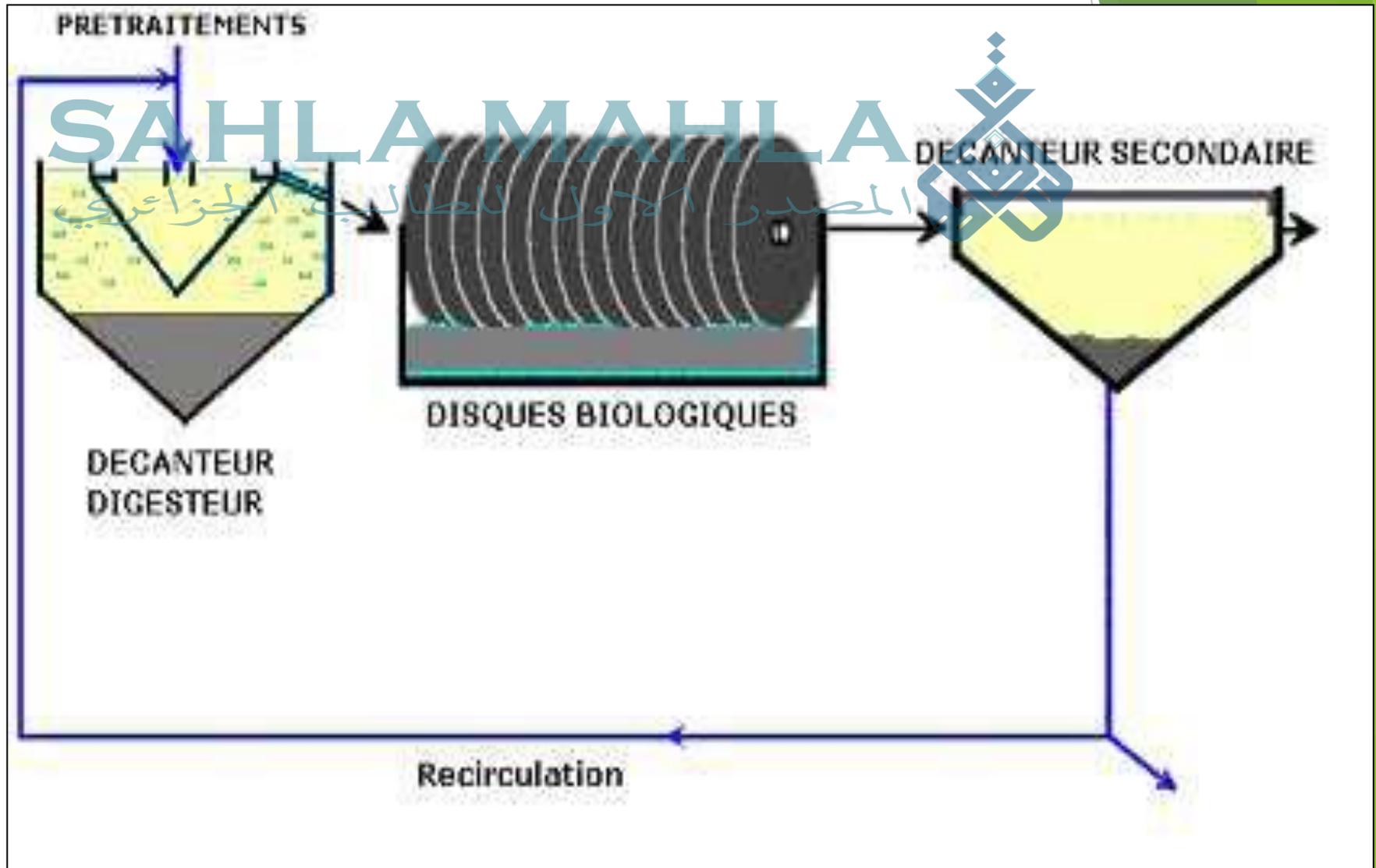
- Passage de l'exploitant une à deux fois par semaine ;
  - très faible technicité requise pour l'exploitant ;
  - curage contraignant et coûteux des boues
- 
- + bien adapté au réseau unitaire (charge hydraulique - dilution) ;
  - + coûts d'investissement limités (en absence de forte contrainte d'étanchéité) ;
  - + boues peu fermentescibles ;
  - + raccordement électrique inutile ;
  - + bonne élimination de l'azote (70%) et du phosphore (60%).
- contraintes de nature de sol et d'étanchéité ;**

# Les installations à culture fixées



Procédé de traitement par lit bactérien

# Les installations à culture fixées



Procédé de traitement par disque biologique

## **Epuration sur disque biologique :**

### **Dispositif :**

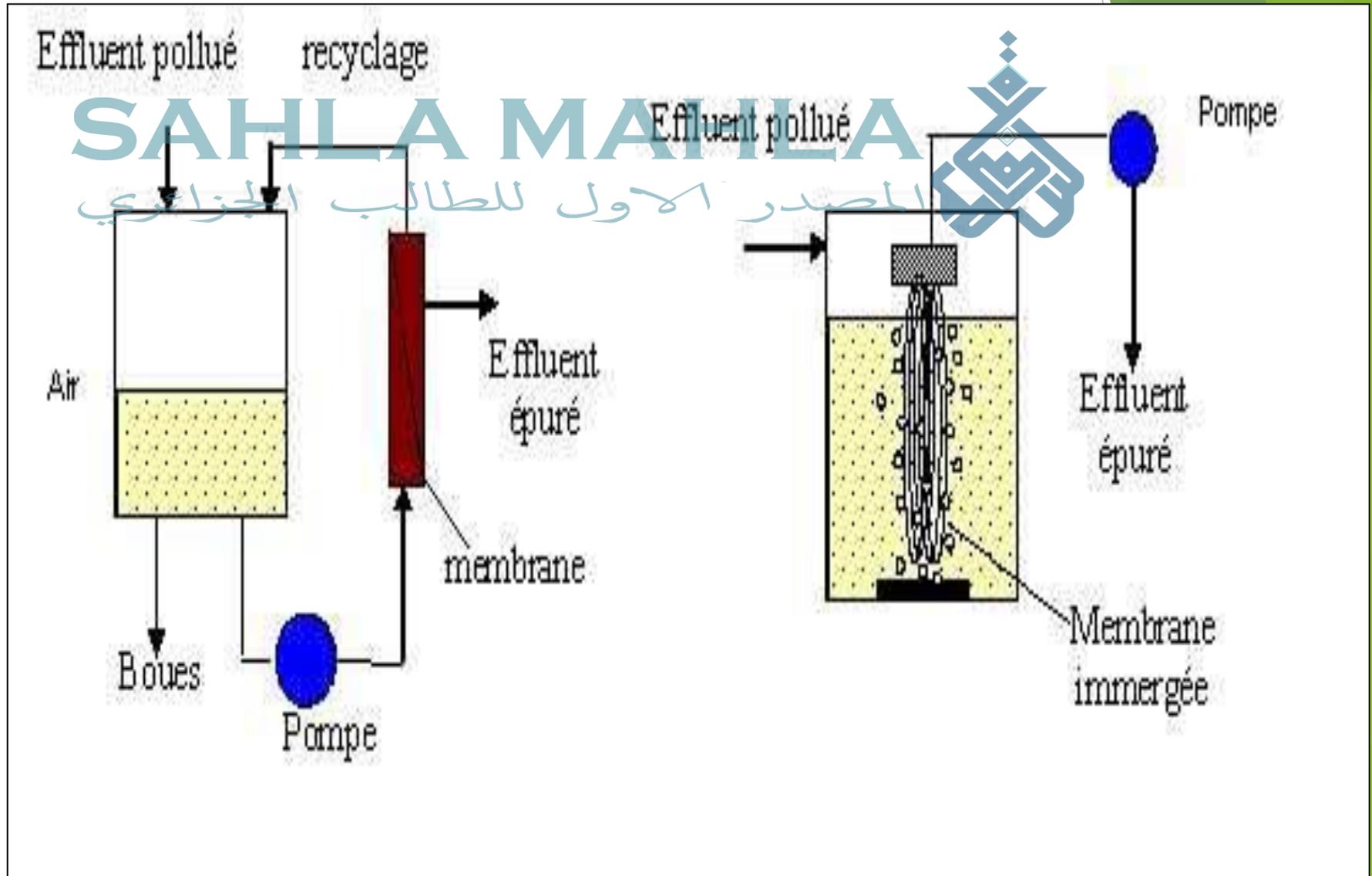
Le bio disque est un assemblage de plusieurs disques (en acier inox ou matériau non corrodable dont le diamètre varie entre 2 et 2,9 m), montés et fixés sur un axe (lui-même lié à moteur). Le tout est immergé dans une cuve semi-cylindrique.

L'axe est mis en rotation lente (1 à 6 rotation/minute), selon le diamètre des disques et les caractéristiques de l'effluent à épurer.

### **Principe d'épuration :**

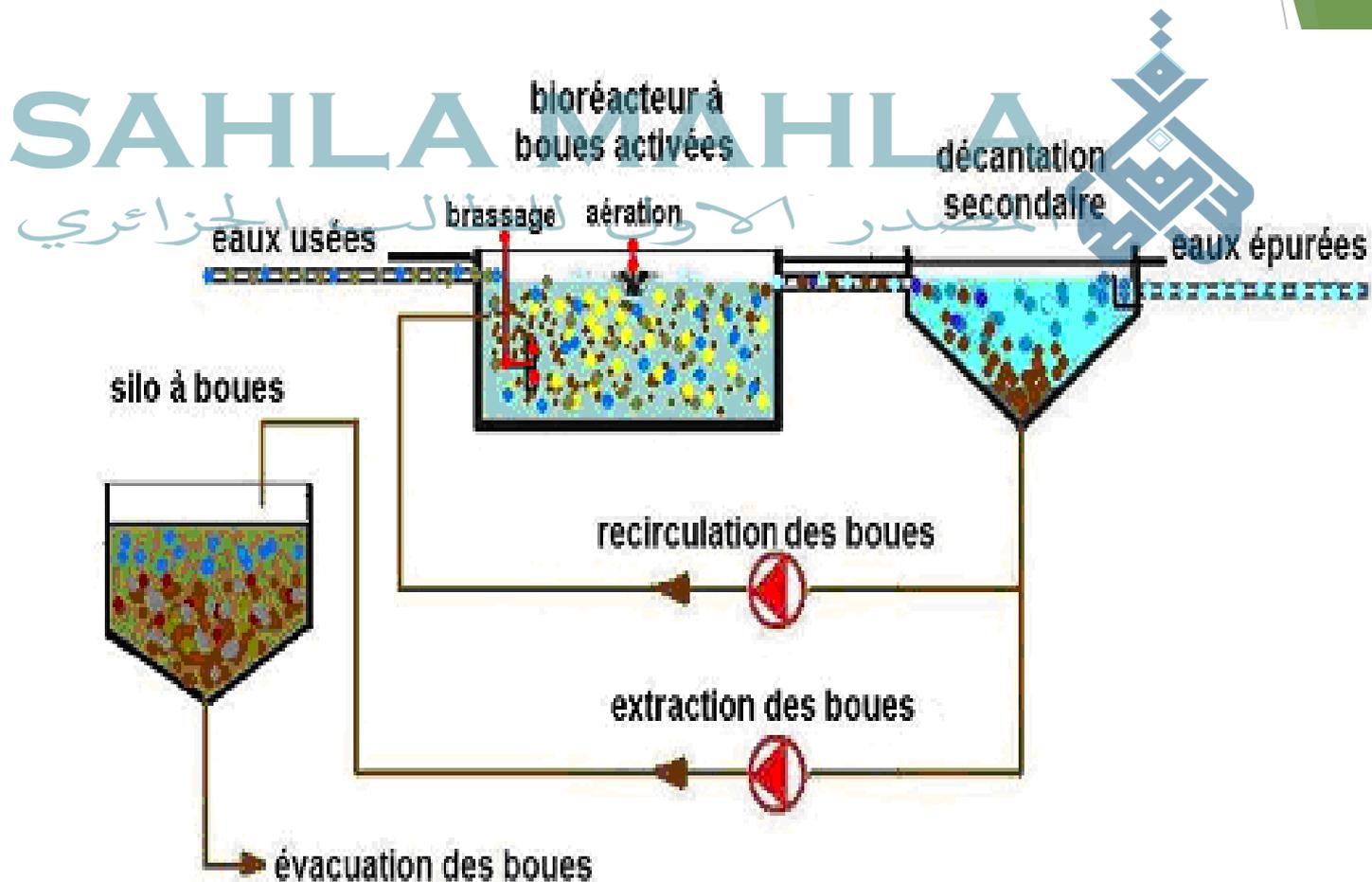
Sur le bio disque mis en rotation se développent naturellement une flore bactérienne (biofilm : gazon). Le bio disque est en partie immergé dans l'effluent à épurer. Pendant cette durée l'autre partie du disque est en contact avec l'air atmosphérique permettant aux bactéries l'absorption de l'oxygène. Les bactéries fixées sur l'autre partie du disque assurent la dégradation de la matière organique.

# Les installations à culture fixées



Traitement par bioréacteur à membrane

# Epuration par boue activée



# L'épuration par boues activées

Un procédé à boues activées comporte les éléments suivants :

- bassin d'aération (bassin à boues activées ou bassin d'oxydation) , dans lequel de l'air est injecté de manière à obtenir une teneur en oxygène dissous suffisante pour l'activité biologique aérobie,

La pollution azotée.....  $\text{NO}_3^-$

- bassin de décantation secondaire (dit aussi clarificateur): l'eau clarifiée est rejetée (sauf traitement tertiaire) et les boues décantées sont renvoyées en plus grande partie vers le bassin d'aération, la partie excédentaire étant dirigée vers un circuit ou un stockage spécifique.

dans le cas d'effluent fortement pollué en azote un compartiment dit anoxique est conçu: zone du bassin à boues activées non aéré:

$\text{NO}_3^-$  .....  $\text{N}_2$

# Tableau comparatif des performances épuratoires

|                | DBO5     | DCO      | MES  | N-NK | P   |
|----------------|----------|----------|------|------|-----|
| Filtre à sable | 98%      | 98%      | 98%  | 90   | 70  |
| Lit Bactérien  | 60%      | 60%      | -    | 50%  | -   |
| lagunage       | 80 à 90% | 80 à 90% | 70%  | 60%  | 50% |
| BRM            | 99,5%    | 96%      | 100% | 93%  | -   |

# Les procédés d'épuration modèles utilisés par qq firmes

SAHLA MAHLA



Cas Danone : dispose de propre station:

I. **Dégrillage, Dessablage, Dégraissage- déshuilage,**

II. **Traitement biologique à boue activée couplé à un traitement par membrane**

Cas de la fromagerie : Paul Renard

I. **Dessablage- dégraissage**

II. **Traitement biologique par boue activée dans deux bassins circulaire en parallèle.**

# Chaîne d'épuration des effluents LACTALIS « ex-Beni-Tamou »

# SAHLA MAHLA

المصدر الاول للطالب الجزائري



L'arrivée de l'effluent

Traitement primaire

Dégrillage

Dessablage

Relevage

Neutralisation et Homogénéisation

Déshuilage

Traitement secondaire

Bassin d'oxydation 1<sup>er</sup> stade

Décantation primaire

Eau

Bassin d'oxydation 2<sup>ème</sup> stade

Décantation secondaire

Boue

Boue

Eau

Traitement tertiaire

Filtre à sable

Sortie eau dépolluée

Traitement des boues

Bassin d'épaississement

Bassin de stabilisation

Trémie des boues



# Performance de la STEU de la laiterie de Béni Tamou

Tableau représente les caractéristiques de l'effluent de la laiterie à l'entrée et à la sortie de la STEU.

|                    | Entrée de la station | Sortie de la station | Normes (JORA)                |
|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|
| <b>DBO5 (mg/l)</b> | <b>1200</b>          | <b>30</b>            | <b><math>\leq 40</math></b>  |
| <b>DCO (mg/l)</b>  | <b>2400 à 3000</b>   | <b>85</b>            | <b><math>\leq 130</math></b> |

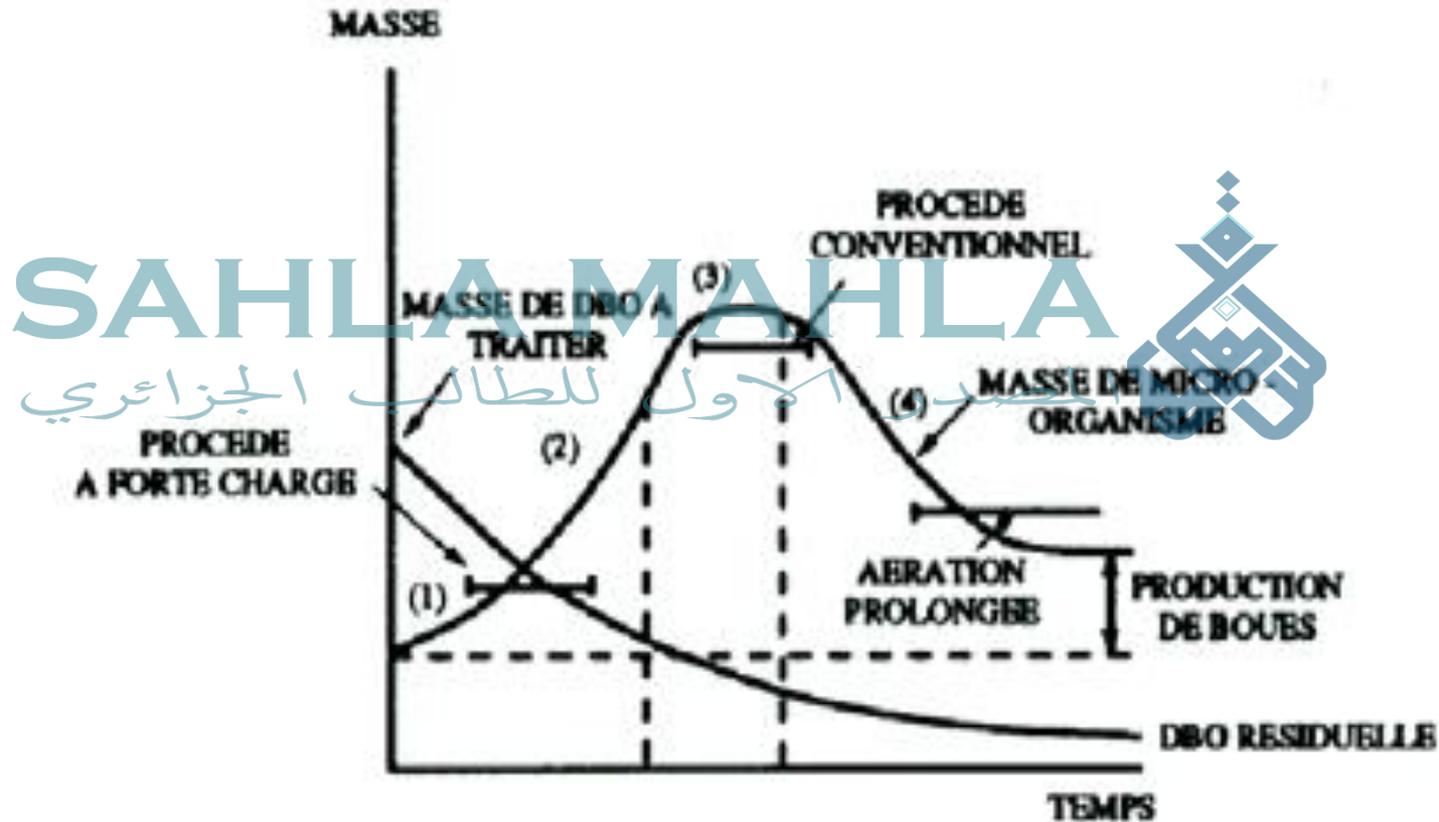
**Ces données assurent le respect des normes Algériennes concernant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.**

# SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



**Besoins en oxygène**



## Courbe de l'épuration, la croissance

- (1) : phase de latence ou d'acclimatation des micro-organismes en milieu nutritif avec une vitesse de croissance très faible
- (2) : phase de croissance exponentielle
- (3) : phase de croissance ralentie ou stationnaire où la diminution de la masse d'aliments ainsi que d'autres facteurs limitants font que la masse des cellules reste stationnaire
- (4) : phase de décroissance où les micro-organismes ne sont plus alimentés et se détruisent par respiration endogène.

# Rappel: Epuration Biologique aérobie

## Dégradation aérobie de la MO

SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



## O<sub>2</sub> Processus consommateurs d'O<sub>2</sub>

Réaction de synthèse  
de la biomasse

Auto-oxydation progressive  
de la masse cellulaire:

**La respiration endogène**



**Bilan globale de l'épuration**



$$\text{Quantité (O}_2\text{)} = a' \times \text{Le} + b' \times \text{Xa} \quad (\text{Kg/J})$$

**Le:** La charge polluante DBO5 éliminée

**Xa:** la concentration des boues dans le bassin d'aération,

**(a', b')** coefficients qui sont fonction de la charge massique Cm

**Pour un système à Faible Charge:**  $a' = 0,65$  et  $b' = 0,065$

**Pour un système à Moyenne Charge:**  $a' = 0,60$  et  $b' = 0,08$

Bilan des boues au niveau du bassin d'aération:

$$Q_b(\text{excès}) = (MM) + (MO) + a_m \times L_e - b \times X_a$$

(Kg/J)

(MM) Charge polluante minérale Kg/J

(MO) charge polluante organique Kg/J

**Le:** La charge polluante DBO5 éliminée

**Xa:** la concentration des boues dans le bassin d'aération,  
**(am, b)** coefficients qui sont fonction de la charge  
massique **Cm**

$$[ \text{Boues en excès} ] = 1,2 \cdot 10^3 / I_m$$

**80 < I<sub>m</sub> < 150 ml/g :** boues de bonne décantabilité

Si on fixe I<sub>m</sub> à 100 on peut calculer la [ **Boues en excès** ]

## Age des Boues:

SAHILA MAHLA

المصدر الاول للطالب الجزائري



L'âge des boues  $A_b$  est défini par le rapport entre la quantité de boues dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement:

$$A_b = X_a / Q_{boue}$$

# les Techniques membranaires

## Généralités:

SAHLA MAHLA المصدر الأول للطالب الجزائري

Les procédés membranaires sont des procédés de séparation de phase « solide/liquide; liquide/liquide ; liquide/gaz ou gaz/gaz » à travers une membrane semi-perméable ou sélective sous l'action d'une force:

### **Une force de pression :**

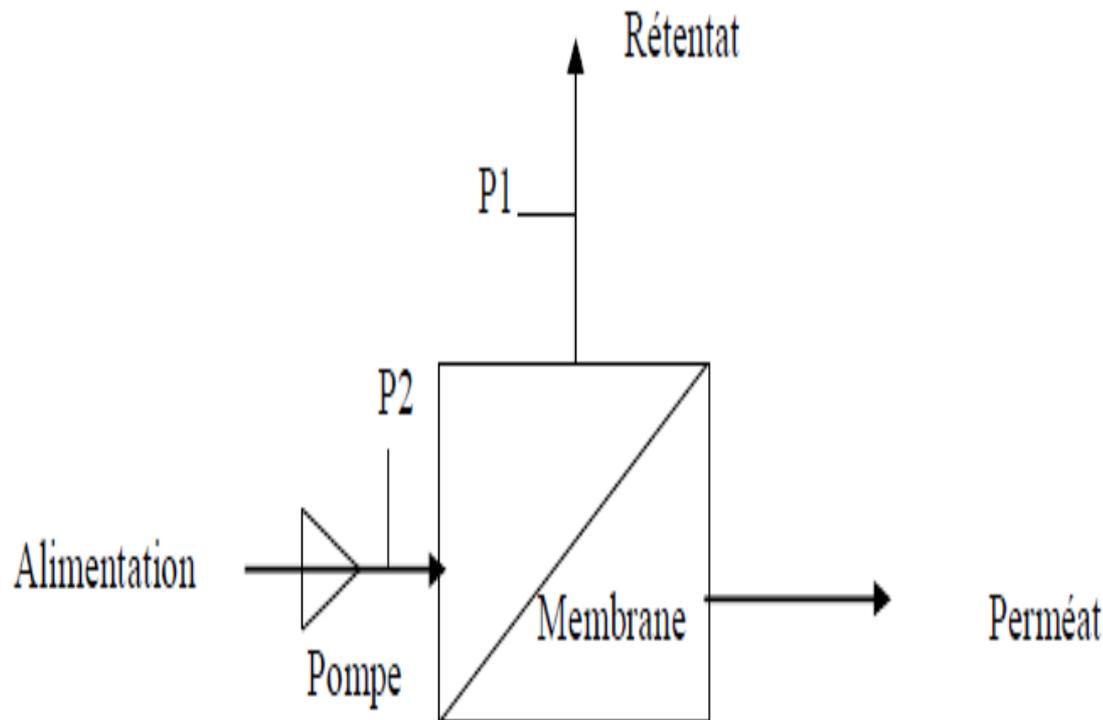
Osmose Inverse OI ; Nanofiltration NF ; Ultrafiltration UF ;  
Microfiltration MF

**Un gradient de concentration:** Dialyse

**Une force électrique :** cas de l'Electrodialyse.

**Sous l'effet de la pression le liquide à traiter est fractionné en deux parties :**

- **Perméat (filtrat) : riche en molécules non retenus par la membrane**
- **Rétentat : riche en molécules retenus par la membrane**



## Membrane:???

La membrane est un matériel poreux ou dense de nature minérale ou organique, homogène ou plus généralement composites.

Il existe différents types de membranes :

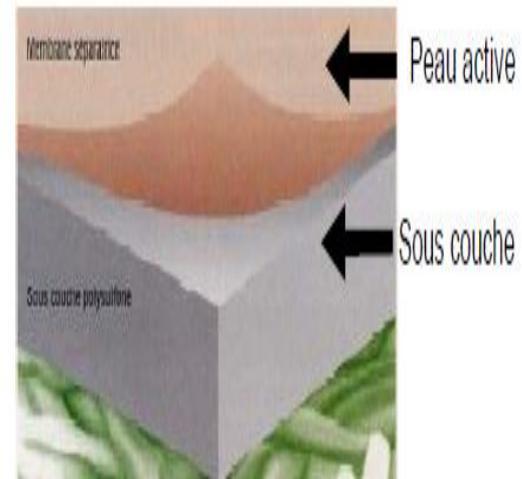
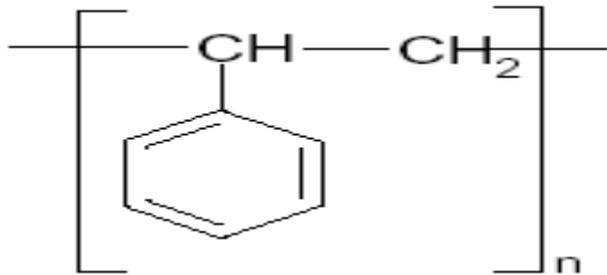
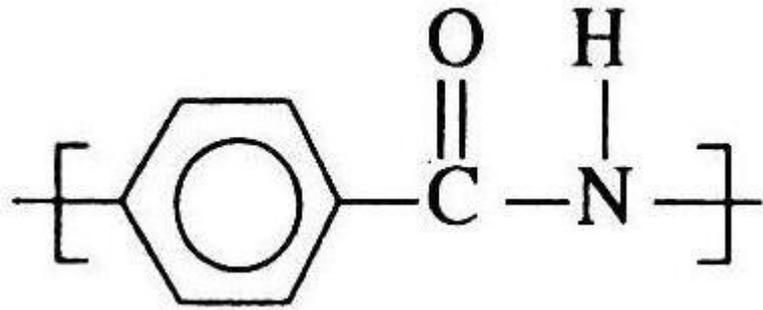
### **Les membranes minérales (ou inorganique):**

Ces membranes présentent une structure composite : elles sont composées d'un support macroporeux à base d'alumine ou de carbone sur lequel sont déposées un nombre variable de couches d'oxydes minéraux (aluminium,  $ZrO_2$ ,  $TiO_2$ ...).

Le rôle de ces couches filtrantes de faible épaisseur est d'assurer la séparation des solutés grâce à un rayon de pore adapté, alors que le support assure la résistance mécanique

## Les membranes Organiques:

Ces membranes sont fabriquées à partir de polymère naturelle (comme la cellulose ou acétate de cellulose) ou de synthèse (polyamides aromatiques, poly-sulfone etc,,)



# Les Caractéristiques des membranes

## 1. Le seuil de coupure : g/mol ou Dalton

المصدر الأول للطالب الجزائري

Il correspond à la masse molaire du plus petit composé dont la rétention observée est 90 %, 

Le seuil de coupure s'exprime en Da (usages) ou kDa (1 Da = 1 g. mol<sup>-1</sup>).

## 2. La perméabilité

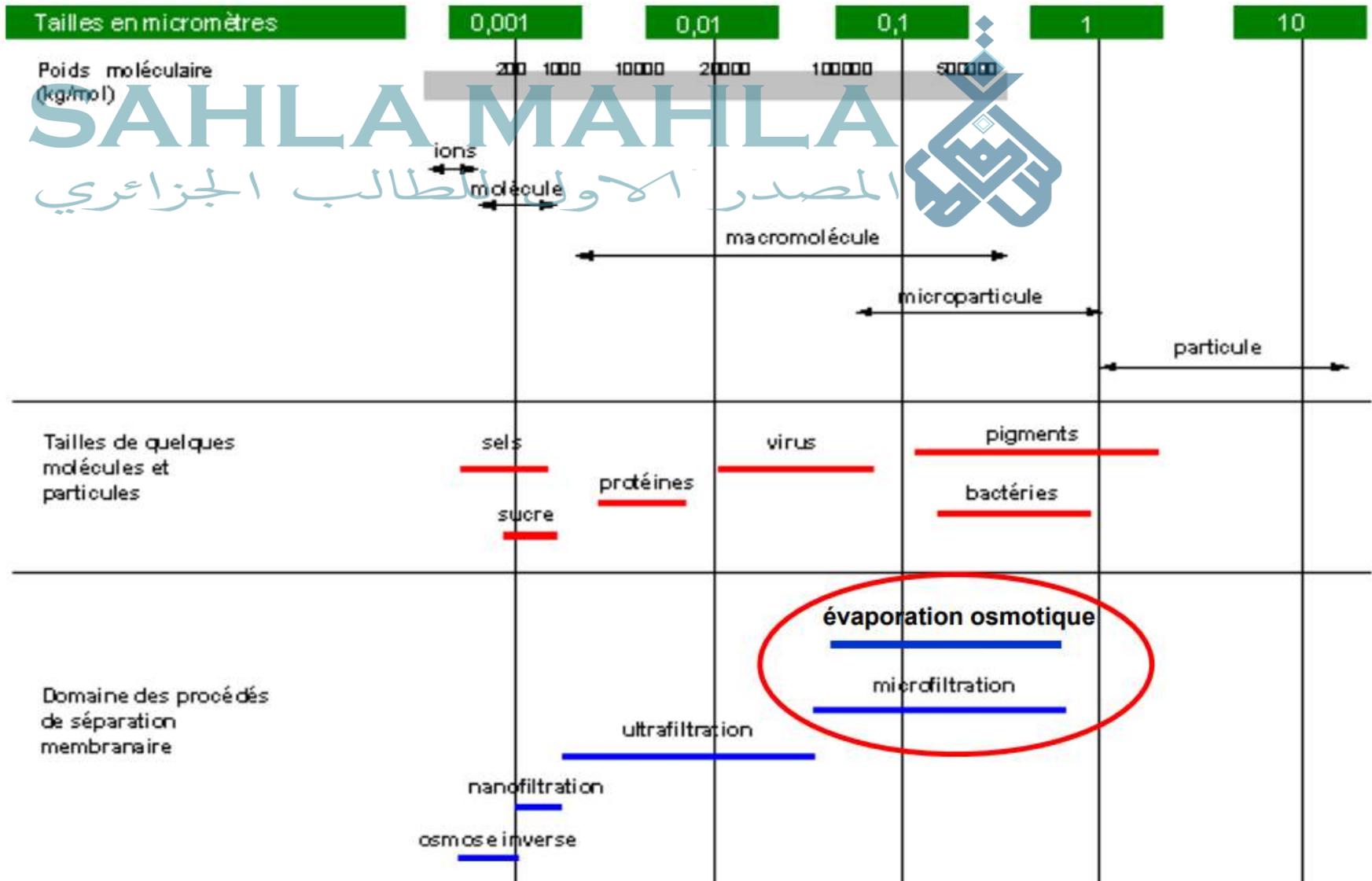
On définit la perméabilité  $L_p$  d'une membrane à travers l'équation qui donne le flux de perméat:

$$\emptyset \text{ solvant} = (\text{Debit } Q / \text{surface de la membrane}) = L_p * PTM$$

$L_p$  : perméabilité de la membrane (m s<sup>-1</sup> Pa<sup>-1</sup> ou L h<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> bar<sup>-1</sup>)

PTM : pression transmembranaire (Pa): C'est la force motrice qui permet le transfert à travers une membrane = (Pentrée + Psortie)/2

# PRESENTATION DES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

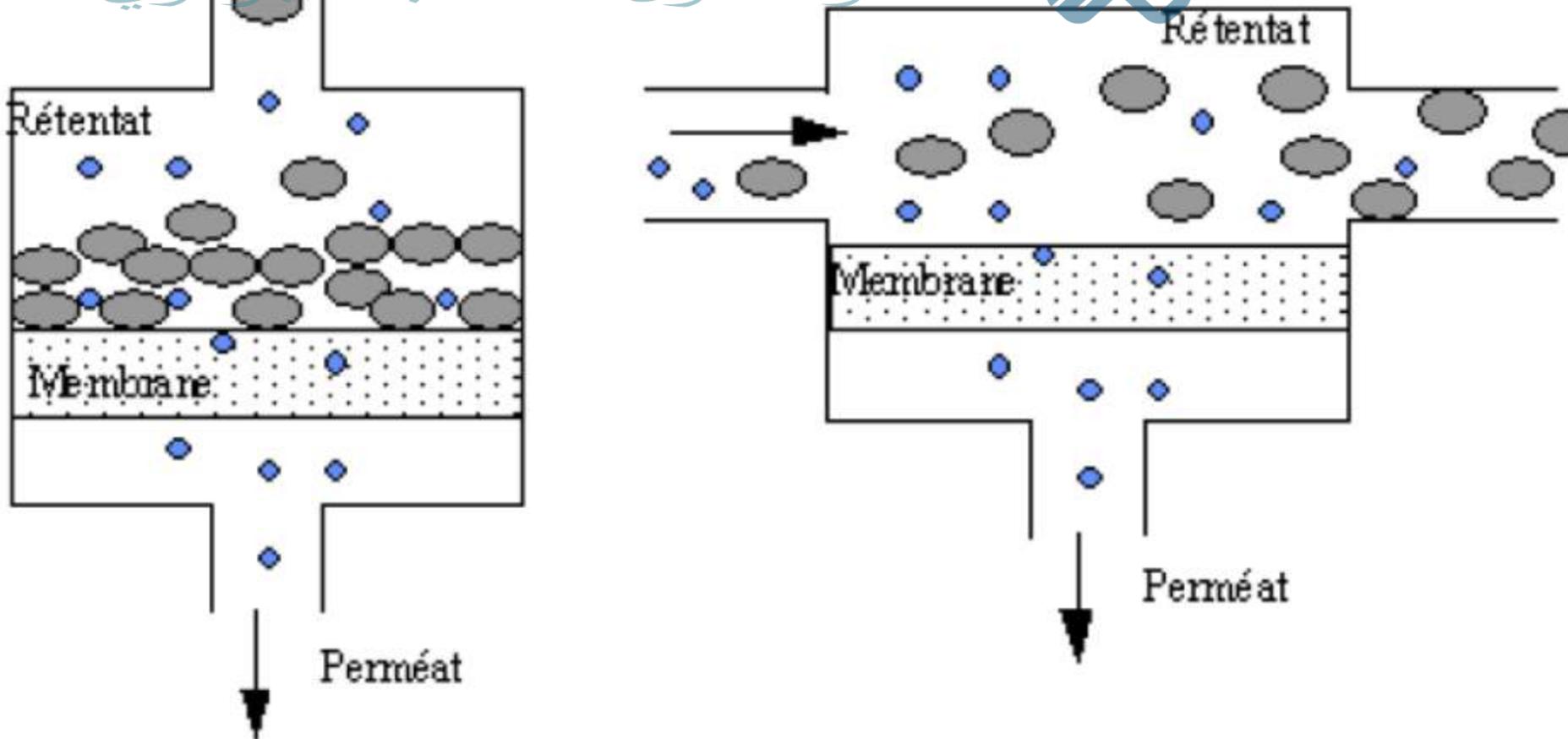


# PRESENTATION DES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

## CAS DE LA MICROFILTRATION TANGENTIELLE

SAHLA MAHLA

المصدر الاول للطالب الجزائري



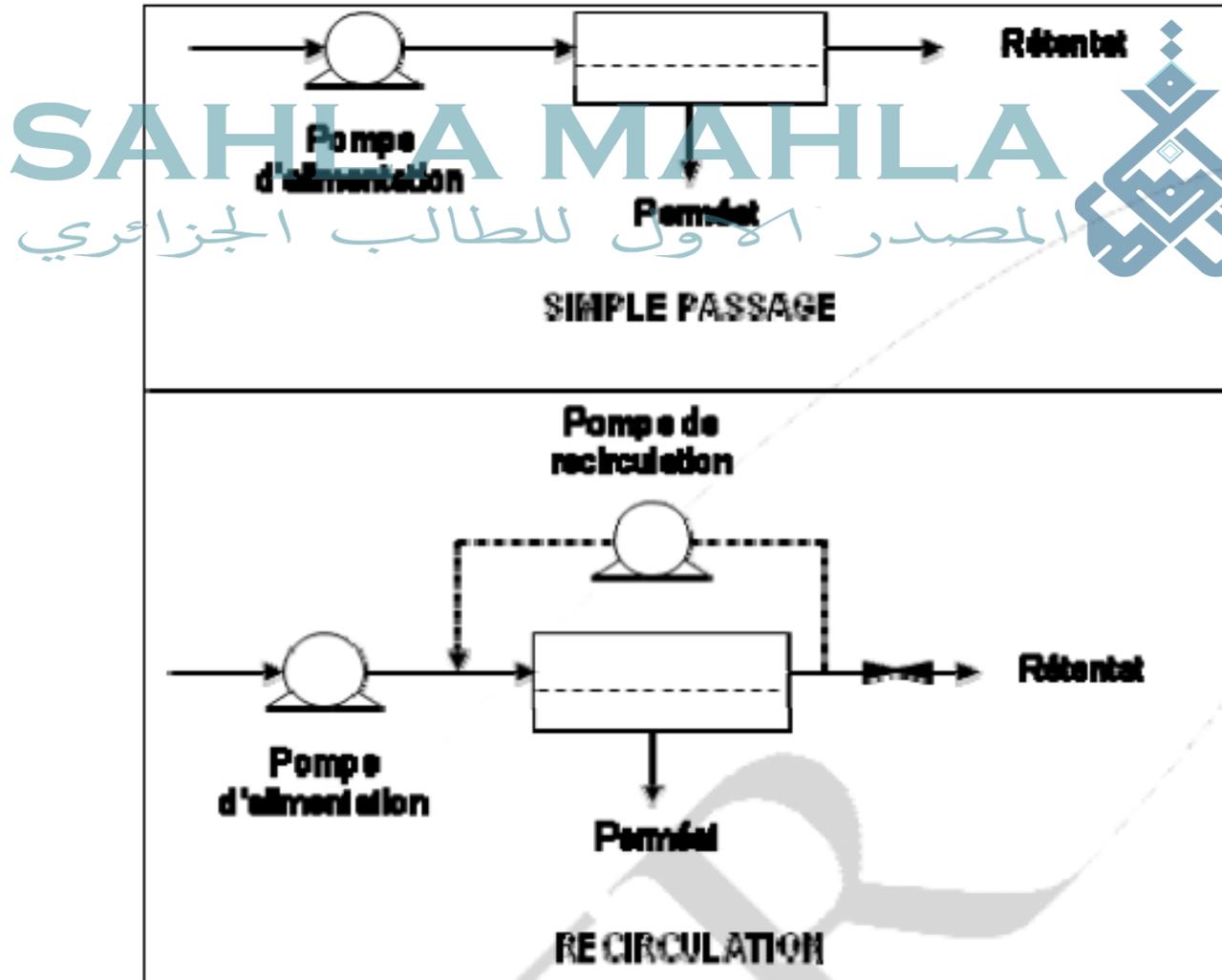


Figure 10 : Système à simple passage et système à recirculation.

# Avantages et Applications des techniques membranaires

## Quelques Avantages

**Produit de meilleure qualité:** la membrane remplace les produits chimiques et permet de concentrer des produits à basse température: conservation des propriétés nutritionnelles et organoleptiques,

**Coût de production:** très intéressant comparativement aux techniques de concentrations comme l'évaporation

**Raisons environnementales :** techniques très efficaces et offrent la possibilité de recycler les effluents sans risques

# Avantages et Applications des techniques membranaires

SAHLA MAHLA

Quelques Applications

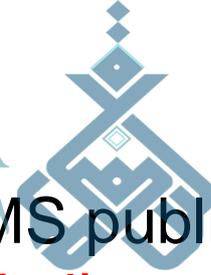
المصدر الأول للطالب الجزائري



- ✓ Epuration bactérienne du lait en remplacement de la pasteurisation
- ✓ Clarification des jus de fruits et préconcentration des jus (cas de jus de pomme)
- ✓ Fractionnement des constituants : Lactosérum : Lactose +protéines
- ✓ Production d'eau par dessalement d'eau de mer et traitement des eaux

# Directives de l'Organisation Mondiale pour la Santé

SAHLA MAHLA



L'Organisation Mondiale pour la Santé OMS publie des directives pour la réutilisation sécuritaire de l'eau de procédé de transformation alimentaire dans son *Codex Alimentarius*.

Ce répertoire regroupe un ensemble de directives s'appliquant à l'industrie agroalimentaire.

Il est important de noter que l'application de ces directives n'est pas une obligation, la législation locale relève de chaque état.

# Directives de l'Organisation Mondiale pour la Santé

SAHLA MAHLA

المصدر الاول للطالب الجزائري



Avec l'accord *de l'autorité compétente*, de l'eau *non potable* peut être utilisée pour la production de vapeur, la réfrigération, la lutte contre les incendies et autres opérations *non liées aux aliments*.

Toutefois, de l'eau non potable peut être utilisée, avec l'autorisation expresse de l'autorité compétente, dans certaines zones de manipulation des aliments, à condition de ne présenter aucun risque pour la santé.

# Directives de l'Organisation Mondiale pour la Santé

SAHLA MAHLA



- ❑ L'eau recyclée à l'intérieur d'un établissement devrait être traitée de façon que son emploi ne comporte aucun risque pour la santé. Le traitement devrait faire l'objet d'une surveillance constante.

Toutefois, l'eau recyclée n'ayant fait l'objet d'aucun traitement ultérieur peut être utilisée quand son emploi ne présente aucun danger pour la santé et ne risque pas de contaminer les matières premières ou le produit fini (cas d'unité de production des jus concentrés),

- ❑ L'eau recyclée **devrait emprunter un réseau** de distribution séparé facile à identifier. Le recours à un procédé de traitement de l'eau, ainsi que l'emploi d'eau recyclée pour tout traitement de transformation des denrées alimentaires devraient être soumis à l'autorisation de l'autorité compétente.

# SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



**END**

## Traitements des boues

### 1. Origine des boues

Une STEP peut produire trois grandes catégories de boues:

المصدر الأول للطلاب الجزائري



**Boues de traitement primaire** : 70 % des MES éliminée lors du Traitement Primaire

**Boues de traitement physico-chimiques** : les matières particulaires ou colloïdales éliminées par addition d'un réactif coagulant (sels de fer ou d'aluminium) : 90 % des MES (une partie importante de sels minéraux issus des eaux brutes et de l'agent coagulant).

**Boues de traitement biologique** : ces boues sont essentiellement formées par les résidus de bactéries "cultivées" dans les ouvrages d'épuration.

## Traitements des boues

### 2. Objectifs visés par le traitement des boues :

Les boues se présentent au départ sous forme liquide et avec une forte charge en **matière organique** hautement **fermentescibles**.

Ces deux ppts sont gênantes (**en volume** et **odeurs**).

On distingue trois grands types de traitement :

## 2.1. **Des traitements de réduction de la teneur en eau des boues** (augmente la teneur en MS) :

- diminuer la quantité de boues à stocker et à épandre :  
épaississement par gravité (dans des concentrateurs, égouttage ou par centrifugation),
- déshydratation partielle ou séchage (naturel ou thermique : 95% MS).

2.2. **Des traitements de stabilisation**: réduire la fermentescibilité des boues pour atténuer ou supprimer les mauvaises odeurs (utilisation de la chaux  $\text{CaO}$  ou  $\text{Ca(OH)}_2$  ; thermique ou biologique (aérobie ou anaérobie): **+ 20 à 50 %  $\text{CaO}$  pour augmenter pH12**

2.3. **Des traitements d'hygiénisation** : éradiquer la charge en micro-organismes pathogènes. Ils ne sont mis en œuvre que dans des contextes particuliers.

Une boue est considérée comme hygiénisée quand, à la suite d'un traitement, elle satisfait aux exigences définies dans le tableau ci-dessous :

| Salmonelles     | Entérovirus       | œufs d'helminthes pathogènes viables |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|
| < 8 NPP/10 g MS | < 3 NPPUC/10 g MS | < 3/10 g MS                          |

*NPP : Nombre le Plus Probable*

*NPPUC : Nombre le Plus Probable d'Unités Cytopathiques*

*MS : Matière Sèche*

**Exemple** : La quantité de boue générée, au niveau d'une station d'épuration par boues activées, pour chaque litre d'eau épurée représente 80% de la valeur initiale de  $DBO_5$  estimée à 3000 mg/l.

1. Calculer la quantité, en Kg, de boues générées pour un volume total d'eau épurée de **25000 m<sup>3</sup>** :
2. Déduire la quantité nécessaire de chaux à ajouter pour stabiliser la quantité de boue générée.

**On donne** : La quantité d'eau dans les boues récupérées est de 80%.

Dans le cadre du traitement d'un effluent d'abattoir (ci-joint caractéristiques) des essais sur JART TEST ont été réalisés.

Tableau 1. Les Caractéristiques de l'effluent d'abattoir.

| Paramètres | pH   | Conductivité (mS/cm) | Turbidité (NTU) | DCO (mg/l) | P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/) |
|------------|------|----------------------|-----------------|------------|---------------------------------------|
| Valeur     | 6.53 | 5.78                 | 234             | 4150       | 1567                                  |

Commenter les résultats trouvés

Des essais de coagulation par le sulfate de fer  $\text{FeSO}_4$ , ont donné les résultats suivants:.

| Dose coagulant (mg/l)          | 50 | 100 | 200 | 250 | 300 |
|--------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| % de réduction de la DCO       | 45 | 55  | 82  | 80  | 60  |
| % de réduction de la turbidité | 40 | 60  | 92  | 79  | 70  |

| pH                             | 7  | 9  | 10 | 11 | 12 |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|
| % de réduction de la DCO       | 59 | 63 | 80 | 81 | 78 |
| % de réduction de la turbidité | 1  | 5  | 85 | 90 | 89 |

Commenter les résultats trouvés puis déduire la dose optimale en coagulant ainsi que le pH optimal