

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

Sciences de la Nature et de la Vie / Département des sciences écologie et environnement

MasterII Biodiversité et environnement

Cours Ingénierie de l'environnement (Semestre 3) / Section A

Chapitre IV. Epuration biologique, traitement des boues

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physique, physico-chimique et biologique. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore.

Le processus d'épuration par boues activées est le plus répandu dans le monde. En Algérie, ce procédé est le plus utilisé aujourd'hui dans la plupart des stations d'épuration assurant un traitement secondaire.

Bien que les performances épuratoires et la fiabilité de ce procédé soient éprouvées, plusieurs types de dysfonctionnements biologiques peuvent apparaître. Le plus fréquent est le développement excessif de bactéries filamenteuses, susceptibles d'entraîner une dégradation de la décantation des boues (consécutive à l'augmentation de l'indice de boue).

Le foisonnement des boues constitue un problème biologique majeur qui affecte les stations d'épuration fonctionnant selon le principe des boues activées.

Dans une démarche d'un développement durable dans le domaine du traitement des eaux usées, les stations d'épuration qui devraient répondre à des besoins immédiats de collecte et de traitement des eaux usées, doivent actuellement faire face à de nouvelles problématiques dans la gestion et le respect des normes en vigueur en matière de rejet ou de réutilisation de la ressource. vant nous nous intéresserons à la méthanisation.

I. EPURATION BIOLOGIQUE

1. introduction :

Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes d'auto épuration existant dans la nature. L'auto épuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution. Les techniques d'épuration utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. Ces techniques sont soit anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, soit aérobies, c'est-à-dire nécessitant un apport d'oxygène. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs.

➤ **Les procédés biologiques extensifs:** Les techniques dites extensives sont des procédés réalisent l'épuration à l'aide de cultures bactériennes fixées sur support fin (Infiltrationpercolation, filtres plantés à écoulement vertical et filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal). Ou encore à l'aide de culture bactériennes libres (lagunage naturel, lagunage à macrophytes et lagunage aéré).

➤ **Les procédés biologiques intensifs:** Ils regroupent toute une série de techniques ayant en commun le recours à des cultures bactériennes qui consomment les matières polluantes. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques. Il existe deux grandes catégories de procédés biologiques artificiels :

Les procédés aérobies regroupent :

- Les installations à cultures libres (boues activées), dans lesquelles la culture bactérienne est maintenue en suspension dans le courant d'eaux usées à traiter ;
- Les installations à cultures fixées, (lits bactériens, biofiltres et disques biologiques), où la culture bactérienne " biomasse" reposant sur un support.

2. Description des phénomènes biologiques :

La décomposition de l'ensemble des matières organiques (protéiniques, lipidiques ou glucidiques), formées d'un éventail de produits, est le résultat de la vie des micro-organismes autotrophes et hétérotrophes, qui se développent spontanément dans les eaux résiduaires en milieu anaérobie ou aérobie. Ces bactéries utilisent comme substrat préférentiel les matières organiques carbonées biodégradables qui sont mesurées par la DBO5. Le moteur de toute

dégradation des substances organiques est constitué, en fait, par les enzymes sécrétées par les bactéries qui sont des catalyseurs organiques se transformant et se régénérant au cours des processus mis en œuvre. On distingue les enzymes extracellulaires, qui provoquent la destruction des structures moléculaires trop complexes pour pénétrer au sein des capsules bactériennes, et les enzymes intracellulaires, qui assurent l'assimilation et par suite, sont à l'origine des phénomènes vitaux à base de la prolifération des cellules.

Selon que la combustion intracellulaire (ou oxydation) est aérobie ou anaérobie, la nature des produits de dégradation élémentaires ou déchets sera différente: CO_2 , H_2O , NH_3 ou NO_3 en aérobiose et CO_2 , CH_4 et acides gras en anaérobiose.

Il faut considérer que, quoique théoriquement l'épuration biologique des eaux usées puisse s'effectuer par voie aérobie ou anaérobie, c'est la première de ces techniques qui est universellement utilisée. En effet, du fait du caractère beaucoup plus exothermique du métabolisme aérobie, le processus est plus rapide et plus complet, avec comme contrepartie, la production d'une masse cellulaire beaucoup plus importante.

3. Objectif de l'épuration biologique :

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière organique polluante biodégradable contenue dans l'eau usée (décantée ou non), en la transformant en partie en biomasse, plus facilement biodégradable. L'autre partie de la charge polluante est éliminée sous forme de substances minérales oxygénées ultimes, produites du métabolisme microbien, en phase soit gazeuse (CO_2), soit soluble (Nitrites, phosphates, sulfates...).

4. Métabolisme microbien :

4.1. Etude du métabolisme aérobie :

4.1.1. Elimination de la pollution organique carbonée :

Elle s'effectue dans un réacteur où l'on met en contact les microorganismes épurateurs avec l'eau à épurer. Si la masse bactérienne est en suspension dans un bassin aéré, on parlera de procédés à cultures libres type boues activées, si la biomasse est fixée ou retenue sur ou par un support solide on parlera de procédés à cultures fixées type lit bactérien ou biofiltre bactérien. Le processus d'épuration aérobie s'effectue grosso modo en trois étapes essentielles successives :

- ✓ Adsorption et absorption des matières polluantes solubles et colloïdales de l'effluent par les cellules bactériennes ;
- ✓ Oxydation biochimique et dégradation enzymatique des matières ainsi fixées. Cette opération fournit l'énergie aux micro-organismes (catabolisme), qui sera nécessaire à la synthèse

cellulaire et à la multiplication des micro-organismes (anabolisme), aboutissant à un accroissement de la masse cellulaire totale;

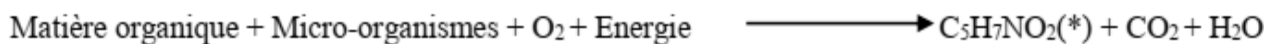
✓ Autodestruction de la matière cellulaire (respiration endogène). Les micro-organismes impliqués sont du type facultatif, hétérotrophe. Ils utilisent à la fois le carbone organique comme source d'énergie et comme source pour la synthèse cellulaire.

Les mécanismes réactionnels de la métabolisation aérobie de la pollution carbonée sont les suivants.

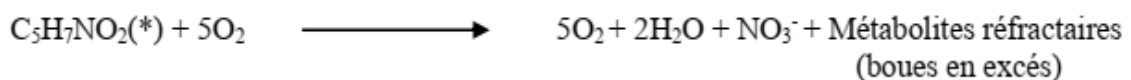
➤ **Réaction de catabolisme** Nutriments



➤ **Réaction d'anabolisme** Nutriments



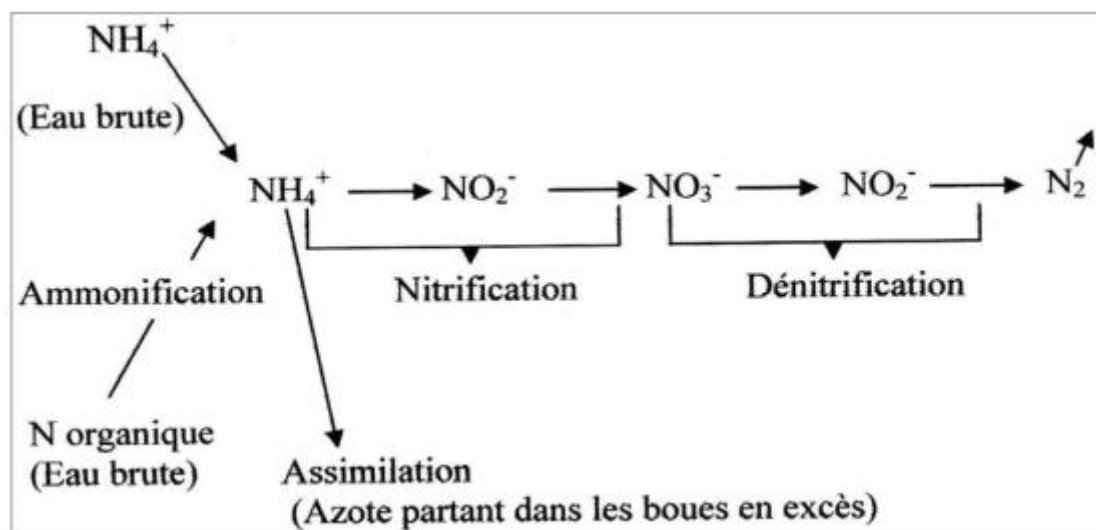
➤ **Oxydation biomasse** (respiration endogène)



(*) $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$: formule qui décrit la composition élémentaire de la matière vivante des bactéries

4.1.2. Elimination de la pollution azotée :

La dégradation bactérienne de la pollution azotée s'effectue en plusieurs étapes représentées sur la figure 1.



- **L'ammonification:** il s'agit de la transformation de l'azote organique (c'est-à-dire lié à un radical carboné) en azote ammoniacal, réalisée par des réactions de type hydrolyse, désamination oxydative et désamination réductive.

- **L'assimilation:** il s'agit de l'utilisation d'une partie de l'azote ammoniacal pour la synthèse cellulaire, c'est-à-dire comme élément constitutif de la biomasse.

- **La nitrification:** cette réaction réalise l'oxydation par voie biologique de l'azote ammoniacal en nitrites puis en nitrates en faisant intervenir des micro-organismes strictement aérobies caractérisés par un métabolisme autotrophe vis-à-vis du carbone, c'est-à-dire qu'ils synthétisent leur matière vivante à partir du carbone minéral (carbonate). Les micro-organismes impliqués appartiennent à deux groupes très spécifiques :

1. Les nitrosobactéries (genre Nitrosomonas): oxydation de (NH_4^+) en (NO_2^+) .

2. Les nitrobactéries (genre Nitrobacter): oxydation des nitrites (NO_2^-) en nitrates (NO_3^-) .

Le métabolisme bactérien autotrophe entraîne un temps de génération (temps nécessaire au doublement de la population) très long (de l'ordre de 24 h); l'activité nitrifiante s'avérant fortement influencée par la température dans la mesure où les bactéries sont mésophiles (optimum vers 30°C) et vont donc être très sensibles aux baisses de température.

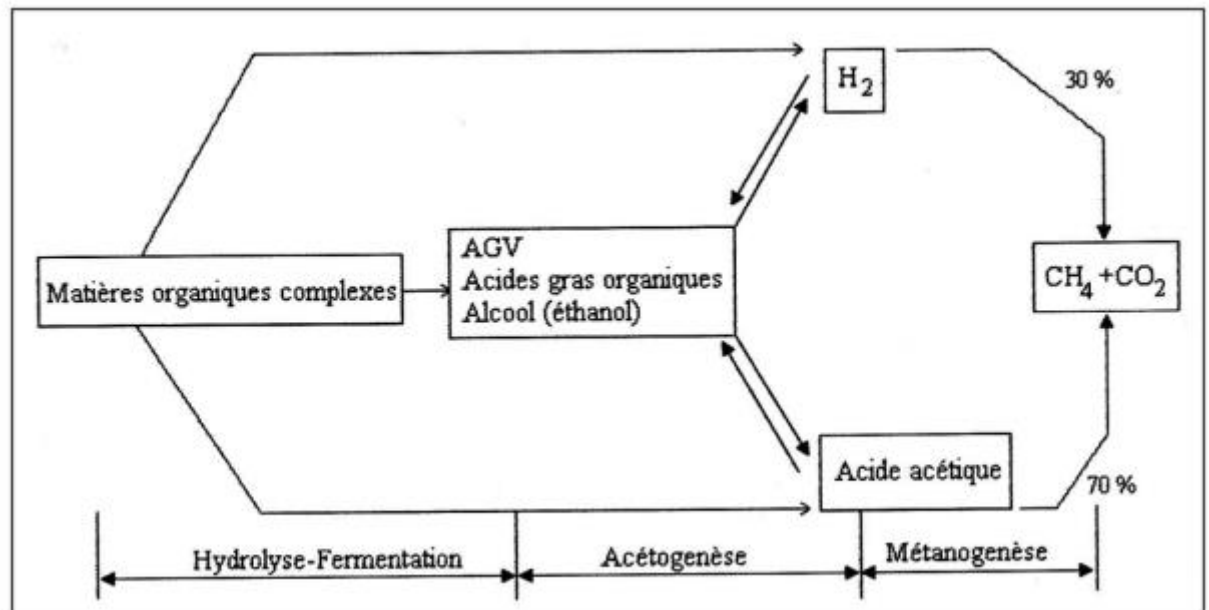
- **La dénitrification:** il s'agit de la réaction de réduction par voie biologique des nitrates en azote gazeux qui retourne ainsi sous sa forme primitive dans l'atmosphère.

Les nitrates jouent le rôle d'accepteur final d'électrons à la place de l'oxygène. Les bactéries impliquées (genre acinetobacter, pseudomonas, moraxella alcaligènes...) ont un métabolisme hétérotrophe; la dénitrification implique nécessairement la présence d'une pollution carbonée qui peut être directement puisée dans l'eau brute ou ajoutée... et le maintien d'une concentration en oxygène dissous nulle (milieu anoxie).

4.2. Etude du métabolisme anaérobie :

La dégradation en milieu anaérobie de la pollution organique (appelée fermentation méthanique) s'effectue en deux étapes principales (figure . 2) :

- Une phase acide de liquéfaction (hydrolyse) des composants organiques aboutissant à la formation d'acides gras volatils (AGV);
- Une phase de gazéification ou méthanogènes dont les produits finals sont les gaz CH_4 (méthane) et CO_2 .



À chaque phase de fermentation intervient un groupe spécifique de micro-organismes. On distingue plus particulièrement :

- Les bactéries fermentatives, responsables de l'hydrolyse de la matière organique (protéines, lipides, polysaccharides) et de leur dégradation en acides gras volatils (essentiellement acides acétique, propionique), en alcool (éthanol), en H₂ et CO₂.
- Les bactéries acidogènes «produisant H⁺» et utilisant les substrats précédents pour produire des acétates, de l'hydrogène et quelquefois du CO₂.
- Les bactéries méthanogènes qui produisent le biogaz (CH₄ + CO₂) à partir des substrats élaborés dans les phases précédentes.

Ces bactéries qui sont des anaérobies strictes vont régler la bonne marche d'un réacteur anaérobie. Leur temps de génération s'avérant dix fois inférieur à celui des acidogènes. Elles constituent le facteur limitant de la méthanisation.

5. Notion de biodégradabilité :

La biodégradabilité est un phénomène complexe, qui concerne toutes les transformations des polluants dans l'eau, sous l'action du métabolisme d'organismes vivants. La matière organique dans les eaux résiduaires peut être subdivisée en un certain nombre de catégories.

a- La matière organique non biodégradable : est biologiquement inerte (ou réfractaire) et traverse le système à boues activées sans modification de concentration. Selon l'état physique, deux formes peuvent être identifiées :

- **La matière organique soluble inerte** : qui quitte le système avec la même concentration qu'à l'entrée.

- **La matière organique particulaire inerte**: qui se retrouve dans les boues pour être évacuée lors de leur extraction.

b- La matière organique biodégradable : peut également être divisée en deux fractions selon la rapidité d'utilisation par les bactéries :

- **La fraction rapidement biodégradable**: qui est considérée comme des molécules à structure simple qui peuvent être utilisées directement par les bactéries hétérotrophes et participent à la croissance de la biomasse.

- **La fraction lentement biodégradable**: qui est constituée de molécules complexes, qui doivent être transformées en substrat rapidement biodégradable avant d'être utilisées.

I.5.1. Rapport de biodégradabilité :

Le rapport de biodégradabilité K est défini par $K = DCO/DBO_5$, il représente la fraction de la DCO qui est biodégradable.

Tableau I.1 : Caractéristiques du rapport de biodégradabilité « K ».

Valeur de K	Caractère de l'effluent
1,5	Bonne biodégradabilité
2 à 3	Biodégradabilité moyenne
4 à 5	Biodégradabilité faible
> 5	Non biodégradable

6. Influence des conditions du milieu sur les phénomènes biologiques :

6.1. Influence du pH :

Les limites du pH pour la croissance et la reproduction bactérienne ont été étudiées par de nombreux auteurs. Les systèmes de biooxydation utilisés classiquement tolèrent une gamme de pH allant de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8. En milieu anaérobie, la gamme possible est même plus réduite avec un pH de 6,8 à 7,5.

6.2. Influence de la conductivité :

La conductivité est un paramètre qui influe sur la croissance des bactéries. Il est important de la contrôler dans le bassin d'aération, d'autant plus que les bactéries sont sensibles à sa variation.

6.3. Influence de température :

Des variations de température affectent tous les processus biologiques. La vitesse de réaction augmente jusqu'à une valeur optimale variable selon les micro-organismes qui se différencient en fonction de leur zone optimale de développement : psychrophiles (de 10 à 20°C) ; mésophiles (de 25 à 35°C) ; thermophiles (de 50 à 60°C). Les températures basses ralentissent l'activité bactérienne et plus particulièrement les bactéries nitrifiantes ou méthanogènes. En aérobiose, l'élévation excessive de température n'est jamais très favorable car elle agit négativement sur la dissolution de l'oxygène dans l'eau.

I.6.4. Influence des substances toxiques:

De nombreuses substances ont un effet toxique sur l'activité des micro-organismes. Il peut y avoir inhibition partielle ou totale de l'épuration selon la nature de la substance incriminée ou sa concentration. On appelle concentration bactériostatique celle qui bloque temporairement le développement bactérien, et concentration bactéricide celle qui tue les bactéries. Bon nombre de substances minérales et la plupart des métaux sont toxiques tant pour les systèmes biologiques, aérobie qu'anaérobie. Il en est de même pour de nombreux composés organiques.

II. PROCEDES D'EPURATION DES EAUX PAR BOUES ACTIVEES

1. Introduction :

Le procédé d'épuration par boues activées est le plus répandu dans le monde. En Algérie, ce procédé est le plus retenu aujourd'hui dans les stations d'épuration assurant un traitement secondaire. Les boues activées sont utilisées comme épuration biologique dans le traitement des eaux usées.

La boue activée, composée essentiellement de micro-organismes floculants, est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usée. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension. Ce processus est en fait une intensification de ce qui se passe dans le milieu naturel. La différence provient d'une plus grande concentration en micro-organismes, et par conséquent, d'une demande volumique en oxygène plus importante. De plus, pour maintenir en suspension la masse bactérienne, une agitation artificielle est nécessaire. La date de naissance du procédé boues activées remonte à l'an 1914, quand deux chercheurs anglais Edward ARDERN et William LOCKETT présentèrent à la société de chimie industrielle de LONDRE un compte rendu de leurs travaux intitulés «Expériences sur l'oxydation des eaux d'égout sans intervention de filtre».

2. Description de fonctionnement du procédé :

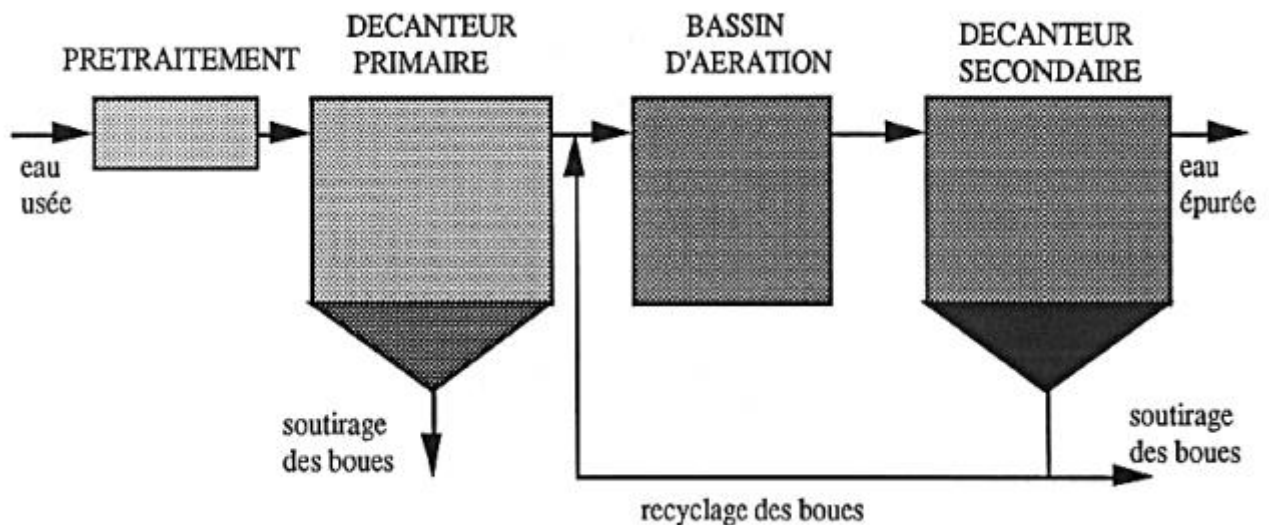
Le procédé à boues activées repose sur la constatation suivante: une eau résiduaire, dans laquelle on fait barboter de l'air, voit se développer progressivement une flore bactérienne au détriment des matières organiques polluantes. Dans les conditions idéales d'aération, ces microorganismes se multiplient et s'agglomèrent en petits flocons qui se déposent lorsqu'on arrête l'aération. Cette masse est appelée floc bactérien. Si, après vidange de l'eau épurée, on recommence l'opération avec une nouvelle charge d'eau usée, en conservant la boue formée précédemment, l'épuration se révèle plus rapide, d'où l'idée de recycler les boues au cours d'un traitement en continu.

3. Principe de fonctionnement du procédé :

Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter appelé bassin d'activation. Afin d'éviter la décantation des flocons dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante. Le bassin d'aération peut être précédé d'un décanteur primaire, dans le but d'éliminer les matières en suspension décantables, et sera suivi d'un clariflcateur, qui assurera la séparation de l'effluent épuré avec les boues. Celles-ci seront en partie recyclées dans le bassin d'aération pour en

assurer

le réensemencement et la concentration permanente, et en partie extraites vers le traitement des boues (boues en excès). La conception générale du traitement est traduite par la figure.1.



4.Composition et propriété du floc biologique:

La boue activée apparaît comme une suspension de particules floconneuses de quelques dixièmes de millimètre à quelques millimètres de diamètre, ou flocs, constituées de bactéries, de matières organiques inertes ou minérales, maintenues par une substance mucilagineuse, produit de l'activité bactérienne. Une boue activée normale contient également une microfaune abondante de protozoaires et petits métazoaires. L'essentiel de l'épuration est dû à des bactéries Gram négatives, mobiles, parmi lesquelles nous citerons: "Pseudomonas, Aeromonas, Arthrobacter, Flavobacter, Achromobacter, Alcaligenes". Il faut également signaler certaines espèces dont la présence est gênante dans la mesure où elles interviennent pour contrarier la décantation des boues. Ce sont les bactéries filamenteuses dont l'espèce la plus connue est le Sphaerotilus. Ces bactéries se développent souvent dans les milieux déséquilibrés en azote et riches en éléments facilement assimilables (cas des rejets de laiteries, de sucreries).

5. Procédé conventionnel (Alimentation en piston) :

L'entrée de l'eau prétraitée et des boues recirculées ne se fait qu'en tête du bassin. Les concentrations en pollution, la teneur en oxygène dissous et les besoins d'aération varient tout au long du parcours de l'eau, le développement des bactéries filamenteuses est favorisé.

5.1. Contact-stabilisation:

La boue recirculée est réaérée ce qui permet la dégradation de la pollution adsorbée lors de la phase de contact. Ce concept permet un gain de place et limite fortement l'apparition des filamenteuses.

5.2. Alimentation étagée :

L'introduction de l'eau prétraitée se fait en différents points du bassin d'aération, ce qui nous produit une bonne répartition de la biomasse.

5.3. Mélange intégral (complet) :

Le bassin est homogène en tous points pour les différents paramètres. Les teneurs en biomasse, en oxygène dissous et en pollution présentent une équi-répartition spatiale. La floculation des boues est bonne mais le développement des filamenteuses est favorisé.

6. Ouvrages et équipements du traitement biologique :

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mis en contact avec la masse bactérienne épuratrice ;
- Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération, et un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, d'éviter les dépôts, de favoriser la diffusion de l'oxygène partout où il en est besoin. Très fréquemment, le même dispositif est utilisé pour l'aération et le brassage ;
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne ;
- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le clarificateur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration recherché ;
- Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat.

7. Paramètres de fonctionnement d'un réacteur biologique :

En traitement d'eau, un réacteur biologique pourra se caractériser suivant trois paramètres essentiels: la charge (massique et volumique), l'aptitude des boues à la décantation et l'âge de ces boues.

7.1. Charge massique et volumique :

On appelle charge massique (C_m) le rapport entre la masse de nourriture (exprimée généralement en terme de (DBO_5) entrant journallement dans le réacteur et la masse de boue contenue dans ce réacteur.

Cette notion de charge massique est importante, car elle conditionne pour une boue activée :

- Son rendement épuratoire: les faibles charges massiques correspondant à des rendements épuratoires élevés, les fortes charges massiques, correspondant à des rendements plus faibles ;
- La production de boues biologiques en excès : à faible charge la respiration endogène étant, de par la limitation en substrat, plus importante qu'à forte charge, la production de biomasse résultante est plus faible ;
- Le degré de stabilisation des boues en excès produites: une respiration endogène poussée conduisant à une biomasse bien minéralisée, les procédés à faible charge se caractérisent par des boues en excès moins fermentescibles ;
- Les besoins en oxygène ramenés à la pollution éliminée: l'importance de la respiration endogène à faible charge conduit à des consommations d'oxygène rapportées à la pollution éliminée, supérieures à celles obtenues en forte charge.

Il est fréquent d'utiliser une autre notion de charge qui est la charge volumique (C_v). Elle représente la masse de nourriture (exprimée habituellement en termes de DBO_5) entrante journallement dans le bassin par unité de volume du réacteur.

7.2. Age des boues :

L'âge de boue est le rapport entre la masse de boues présentes dans le réacteur et la masse journalière de boues extraites de la station. L'âge des boues est donc inversement proportionnel à la charge massique Cette notion d'âge de boues est particulièrement importante car elle traduit l'état physiologique des micro-organismes En outre, l'âge de boues conditionne la présence ou l'absence de germes nitrificateurs.

7.3 Décantabilité des boues :

Le bon fonctionnement d'une station de boues activées repose sur celui du bassin d'aération, mais également sur celui du clarificateur. Pour que ce dernier puisse séparer efficacement la biomasse de l'eau traitée, cette biomasse doit être correctement floculée. Un moyen simple et pratique d'apprécier l'aptitude d'une boue à la décantation est de déterminer son indice de Molhman (ou appelé encore indice de boue).

L'indice de Molhman est le volume occupé par un gramme de MES après décantation d'une demi heure de un litre de boue activé dans une éprouvette graduée. Ce paramètre dépend, pour une teneur donnée de MES, de l'état de minéralisation et de la phase de croissance dans laquelle se trouve les boues.

L'indice de boues est un outil précieux, qui à de multiples applications au niveau de la station d'épuration :

- Suivi préventif de l'évolution de la qualité des boues ;
- Mise en évidence d'un foisonnement ;
- Appréciation de l'efficacité des solutions techniques mise en œuvre pour améliorer la décantabilité de la boue ;
- Vérification des performances du décanteur secondaire ;
- Aide de gestion de la production de boues dans les périodes où l'indice de boue est stable;
- Caractérisation des boues en vue de leur déshydratation .

8. Problèmes biologiques dans le procédé à boues activées :

Les stations d'épuration utilisant le procédé des boues activées sont parfois sujettes à des défaillances qui limitent la fiabilité des performances épuratoire. Ces problèmes sont apparus très tôt avec le développement des boues activées ; de nombreux facteurs sont susceptibles d'affecter le comportement des boues activées. Certains sont liés à la qualité du substrat c'est- à-dire à la composition de l'eau usée, d'autres à la conception et au mode d'exploitation du système biologique. Parmi les problèmes d'exploitation les plus couramment rencontrés, on retiendra: le foisonnement filamenteux, le moussage et les remontées de boues en clarification.

8.1. Foisonnement des boues activées :

On entend par foisonnement filamenteux, appelé "Bulking sludge" dans le langage anglosaxon, la présence des bactéries filamenteuses qui perturbent les propriétés de décantation de la boue (indice de boue élevé supérieur à 200 ml/g) et donc compromettent la qualité de l'eau épurée. Les nuisances provoquées par les filaments bactériens sont proportionnelles à leur densité et surtout à leur longueur. Elles dépendent également des espèces filamenteuses présentes, certaines étant plus pernicieuses que d'autres.

8.2. Le moussage :

Les mousses forment des amas de flottants très stables de couleur marron clair à foncé et des structures visqueuse. Leur densité tend à s'accroître progressivement au cours du temps. Ces mousses sont peu déstructurées par une agitation de surface et reforment rapidement un tapis uniforme en absence d'agitation. Les bulles de gaz favorisent la flottation. Ces flottants constituent un milieu favorable au développement privilégié de certaines bactéries filamenteuses responsables de moussage. (*Nocardia* spp et *Microthrix parvicella*). Ces bactéries à croissance lente sont couramment associées à la présence d'huiles et graisses, à une température relativement élevée (supérieure à 18°C) et à des âges de boues importants (supérieurs à 9 jours).

Dans certains cas extrêmes, les mousses peuvent représenter jusqu'à 1/3 de la biomasse totale, avec des concentrations en matières sèches pouvant atteindre 100 mg/l, voire des hauteurs dépassant un mètre. Les paramètres de fonctionnement (charge massique) et d'exploitation de la station sont alors fortement dégradés par cette situation (diminution du transfert d'oxygène). En raison de sa stabilité, la mousse est très difficile à éliminer par des moyens chimiques, même si l'aspersion de la boue par de l'eau chlorée peut constituer, à court terme, une méthode intéressante.

Les moyens de lutte les plus efficaces doivent s'orienter vers la suppression des conditions qui encouragent la croissance des germes filamenteux responsables du moussage à savoir :

- Suppression des substrats préférentiels tels que graisses, acides gras ;
- Construction de bassin sans possibilité d'accumuler de flottants: éviter les parois immergées qui piègent l'écume, construire des puits de dégazage permettant d'éliminer les flottants ;
- Evacuation des écumes hors des réacteurs biologiques pour éviter leur recyclage et le réensemencement permanent du système.

8.3. Remontée de boues :

Un problème parfois rencontré avec des boues à bonne décantabilité est la remontée ou la flottation de floccs à la surface du clarificateur. La cause la plus courante en est la dénitrification, réaction au cours de laquelle les nitrates et les nitrites sont convertis en azote gazeux.

A partir d'une concentration critique en bulles de gaz au sein du lit de boue, une partie des floccs remonte ou flotte à la surface. Le phénomène se différencie du foisonnement par la présence de petites bulles de gaz attachées aux matières en suspension.

Ce phénomène est couramment observé dans les stations à boues activées nitrifiantes où la dénitrification est insuffisante, et dans les stations dimensionnées pour le carbone, mais où la température élevée encourage la nitrification et où la biomasse est très active en raison du faible âge de boue. Les remèdes pour remédier à ce problème sont les suivants :

- Augmentation du débit de recirculation des boues pour réduire le temps de rétention dans le clarificateur ;
- Réduction de l'âge de boue pour éviter la nitrification.

Dans les pays chauds, il est fortement recommandé de configurer le réacteur biologique de manière à pouvoir dénitrifier en cas de besoin.