

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'enseignement supérieur et de  
la recherche scientifique

Université de M'El

Faculté des Sciences

Mémoire

MB.08/05

De fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme des études  
supérieures en biologie

Option: **MICROBIOLOGIE**

Thème

**La qualité microbiologique des boues activées  
de la station d'épuration biologique de Hamma Bouziane**

Réalisé par:

**BOUDJATAT Samir,  
KHALOUCHE Khaled,  
ZERARKA Med Lamine.**

Soutenu le 2 juillet 2005 devant la commission des jurés  
composée de.

Presidente: Mme Roula S.  
Examineur : Benfridja L.  
Encadreur : Khaled K. S.



2004 - 2005

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**

**Université de Jijel**

MB.08/05

**Faculté des sciences**

**Mémoire**



01  
/  
01

**De fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme des études supérieures en biologie**

**Option : MCROBIOLOGIE**

**Thème**

**La qualité microbiologique des boues activées de la station  
d'épuration biologique de Hamma Bouziane.**

**Réalisé par.**

**BOUDJATAT Samir.**

**KHALOUCHE Khaled.**

**ZERARKA M<sup>ed</sup> Lamine.**

**Soutenu le 2 juillet 2005 devant la commission de jury composée de.**

**Présidente : Mme ROULA Sadjia.**

**Examineur : BENFRIDJA Lila.**

**Encadreur : KHALED KHOUDJA Soumia.**



## *Remerciements.*

*Nous remercions tous ceux qui nous ont aidé de près ou de  
loin  
dans notre travail ; en premier, nos parents nos frères et  
sœurs, nos prof. Sans oublier notre chef de département M.  
Kbiach, ingénieur du labo Sonia et Wazina. Sans oublier  
aussi notre encadreur, et membres des jurés.  
Et nous espérons que ce travail sera un intérêt  
scientifique.*

## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	01
CHAPITRE I : Analyse bibliographique.....	03
1. Définition des boues.....	03
<i>II-3</i> 2. Nature des boues.....	03
<i>II-3-1</i> 2.1. Classification.....	03
<i>II-3-2</i> 2.2. Caractéristiques.....	04
<i>II-3-3</i> 2.3. Facteurs caractérisants la structure de la boue.....	05
3. Origine des boues.....	05
3.1. Boues de traitement primaire.....	05
3.2. Boues de traitement physico-chimique.....	05
3.3. Boues de traitement biologique.....	05
<i>II-4</i> 4. Type de boues.....	06
4.1. Désignation des différents types de boues.....	06
4.2. Les différents types des boues d'épandage en agriculture.....	06
4.2.1. Les boues liquides.....	06
4.2.2. Les boues pâteuses.....	07
4.2.3. Les boues chaulées.....	07
<i>stop x</i> 4.2.4. Les boues compostées.....	08
5. Nature des polluants des boues.....	08
5.1. Polluants de nature biologique (microbienne).....	08
5.1.1. Les germes totaux.....	10
5.1.2. Les germes fécaux.....	10
5.1.2.1. Les Coliformes totaux.....	10
5.1.2.2. Les Coliformes fécaux.....	10
5.1.2.3. Les Streptocoques fécaux.....	11
5.1.2.4. Clostridium sulfito-réducteurs.....	11
5.1.3. Les bactéries pathogènes (Salmonella).....	11
5.1.4. Les virus.....	11
5.1.5. Les mycètes.....	12
5.1.6. Les protozoaires.....	12
5.1.7. Les helminthes (vers parasites).....	12
5.2. Les polluants de nature chimique.....	12
5.2.1. Teneur en éléments traces (ET).....	12
5.2.2. Teneur en composés traces organiques (CTO).....	13
6. Les traitement des eaux usées et des boues.....	14
6.1. La composition des eaux usées.....	14
6.2. Les traitement des eaux usées.....	17
6.2.1. Les prétraitements des eaux usées.....	17
6.2.2. La décantation primaire.....	17
6.2.3. Les traitements biologiques des eaux usées.....	17
6.2.4. Les traitements physico-chimiques des eaux.....	18
6.2.5. La clarification des eaux usées, traitées et la récupération des boues..	19
6.3. Les traitements des boues.....	21
6.3.1. Stabilisation des boues.....	21
6.3.2. Conditionnement.....	21

6.3.3. La réduction de la teneur en eau des boues.....	21
6.3.3.1.L'épaississement.....	22
6.3.3.2.La déshydratation.....	22
6.3.3.3.Le séchage.....	22
6.3.4. L'hygiénisation.....	23
7. La valeur agronomique des boues d'épuration.....	24
7.1. Utilisation des boues comme engrais.....	24
7.2. Utilisation des boues comme amendements.....	25
7.2.1. Les amendements basiques.....	25
7.2.2. Les amendements organiques.....	25
8. Risques sanitaires et environnementaux.....	26
8.1. Les Risques sanitaires.....	26
8.1.1. Pour L'homme.....	26
8.1.2. Pour la santé des animaux et des cultures.....	26
8.2. Risques environnementaux .....	26
8.2.1. Les risques liés aux micro-organisme pathogènes.....	26
8.2.2. Les risques liés aux (ET) et aux (CTO).....	26
<b>CHAPITRE II : Matériel et méthodes.....</b>	<b>27</b>
1. Présentation du site d'étude.....	27
2. Matériels.....	34
3. Echantillonnage.....	35
❖ Transport et conservation au laboratoire.....	36
❖ Préparation des dilutions.....	36
❖ Expression des résultats.....	36
4. Analyse bactériologique.....	37
4.1. Dénombrements de la flore totale aérobie mésophile (FTAM).....	37
4.2. Dénombrements des germes de la contamination fécale.....	38
4.2.1. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	39
4.2.2. Dénombrement des Streptocoques.....	42
4.2.3. Dénombrement des bactéries sulfito-reductrices.....	45
<b>CHAPITRE III : Résultats et interprétations.....</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>58</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	
<b>ANNEXES</b>	

## LISTE DES FIGURES.

<b>Figure 1</b> .....	7
Epannage de boues liquides à l'aide d'une rampe adaptée sur une tonne lisier.	
<b>Figure 2</b> .....	7
Boues pâteuses chaulées en stockage provisoire au bord du champ.	
<b>Figure 3</b> .....	8
Compostage de boues en cellules compartimentées ventilées.	
<b>Figure 4</b> .....	16
Principaux traitements des eaux usées et dénomination des boues obtenues. En gras souligné : traitements des eaux usées ; en italique : désignation des boues.	
<b>Figure 5</b> .....	19
Points d'injection des réactifs chimiques dans une filière de traitement mixte des eaux usées.	
<b>Figure 6</b> .....	20
Principaux traitements des boues et désignation des boues obtenues. Les valeurs correspondent à la siccité des boues (% de Matière Sèche de la boue brute).	
<b>Figure 7</b> .....	22
Épaississement des boues par flottation.	
<b>Figure 8</b> .....	23
La technique des lits de séchage.	
<b>Figure 9</b> .....	27
Situation topographique de la station d'épuration de Hamma Bouziane.	
<b>Figure 10</b> .....	28
Vue générale de la station d'épuration.	
<b>Figure 11</b> .....	30
Le dégrilleur.	
<b>Figure 12</b> .....	30
Le déssableur – déshuileur .	
<b>Figure 13</b> .....	31
Le bassin d'aération Bassin de décantation.	
<b>Figure 14</b> .....	32
Bassin de décantation.	
<b>Figure 15</b> .....	32
Les boues séchées.	
<b>Figure 16</b> .....	33
Le traitement des eaux usées au niveau de la station d'épuration « Hamma Bouziane ».	
<b>Figure 17</b> .....	38
Les différentes étapes du dénombrement de la FTAM.	
<b>Figure 18</b> .....	41
Les différents étapes du dénombrement des coliformes.	
<b>Figure 19</b> .....	44
Différents étapes de dénombrement des Streptocoques fécaux.	
<b>Figure 20</b> .....	46
Les différentes étapes du dénombrement des bactérie sulfito-réducteurs.	
<b>Figure 21</b> .....	47
Nombre moyen de la FTAM (37° C) (prélèvements 2, 3, et 4).	
<b>Figure 22</b> .....	49
Nombre moyen de la FTAM (22° C) (prélèvements 2, 3, et 4).	
<b>Figure 23</b> .....	50

Nombre moyen de Coliformes totaux	
<b>Figure 24</b> .....	<b>51</b>
Nombre moyen de coliformes thermo – tolérants.	
<b>Figure 25</b> .....	<b>52</b>
Nombre moyen d' <i>Escherichia coli</i> .	
<b>Figure 26</b> .....	<b>54</b>
Nombre moyen des Streptocoques totaux.	
<b>Figure 27</b> .....	<b>55</b>
Nombre moyen de Streptocoques fécaux	
<b>Figure 28</b> .....	<b>57</b>
Nombre moyen de <i>Clostridium</i> . (Prélèvement 3 et 4).	

## LISTE DES TABLEAUX.

<b>TABLEAU I</b> _Charge en micro-organismes pathogènes dans les boues d'épuration.....	<b>9</b>
<b>TABLEAU II</b> _Teneurs en composés traces organiques CTO des boues d'épuration.....	<b>14</b>
<b>TABLEAU III</b> . Résultats des germes totaux pathogènes FTAM (T = 37° C).....	<b>47</b>
<b>TABLEAU IV</b> . Résultats des germes totaux non pathogènes FTAM (T = 22° C).....	<b>48</b>
<b>TABLEAU V</b> . Résultats de dénombrement des Coliformes totaux (CT).....	<b>50</b>
<b>TABLEAU VI</b> . Résultats du dénombrement des Coliformes fécaux (CTT).....	<b>51</b>
<b>TABLEAU VII</b> . Résultats du dénombrement d'E.Coli.....	<b>52</b>
<b>TABLEAU VIII</b> . Résultats du dénombrement des Streptocoques totaux.....	<b>54</b>
<b>TABLEAU IX</b> . Résultat des dénombrement des Streptocoques fécaux.....	<b>55</b>
<b>TABLEAU X</b> . Résultats du dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	<b>56</b>



# **INTRODUCTION**



## **Introduction.**

De toute, l'eau reste la matière la plus importante pour l'existence sur cette planète. Elle est indispensable pour la survie et pour le développement de la société moderne [33].

L'utilisation multiple de l'eau réduit sa valeur, (perte de pureté, changement de couleur, et d'odeur). Elle est alors qualifiée d'eau usée. Cette altération implique un traitement radicale de ces eaux, car elles apportent plusieurs types de nuisances.

Les eaux usées proviennent de quatre sources principales : domestiques, industrielles, agricoles, pluviales et les eaux de ruissellements [22].

Selon leur origine, les eaux usées sont susceptibles de contenir toute sorte de polluants d'origine biologique ou chimique. Elles sont normalement toutes traitées dans des stations d'épuration (STEP). Le rôle des ces dernières est de débarrasser les eaux de leur charge polluante, avant de les déverser dans les cours d'eau, qui conservent ainsi leur équilibre écologique fondamental spécifique[17].

Le traitement biologique des eaux est essentiellement développé comme un moyen adapté à l'épuration des eaux usée urbaines ou industrielles. Il repose sur le principe relatif à l'épuration naturelle en rivière, c'est-à-dire sur la dégradation des matières organiques à l'aides de micro-organismes[22].

Les techniques de traitement différent d'une station a l'autre. Mais Le processus d'épuration par les boues activées est le plus répandu dans le monde. Le principe de ce procédé est simple. Une biomasse libre élimine les composes polluants en mode aérobie [15].

D'une façon générale, les boues sont constituées de particules solides et d'agrégats, floconneux, quand elles sont d'origine urbaine [32].

L'objectif de notre travail est :

1. L'étude de la qualité microbiologique des boues activées utilisées dans l'épuration des eaux usées de la station d'épuration biologique de Hamma Bouziane (Constantine), qui reçoit tous les rejets urbains de la wilaya de Constantine.
2. Vérifier si ces boues peuvent être utilisés, comme engrais ou au contraire peuvent présenter un grand danger pour la santé publique.

Pour la réalisation de ces deux objectifs nous avons procédé à l'analyse microbiologique des boues stockées pendant 15 jours, 2mois et 6 mois.

Notre manuscrit est composé essentiellement de trois chapitres:

- Le premier consacré à des généralités sur le traitement des eaux usées, des boues et de la microflore qui s'y développe ;
- Le deuxième se focalise sur l'échantillonnage et les méthodes d'analyses microbiologiques utilisées ;

- La troisième expose les résultats obtenus et leurs interprétations ;
- Enfin, une conclusion générale basée sur les résultats obtenus.



# CHAPITRE I

## *Analyse Bibliographique*

## 1. Définition des boues.

Ce sont des résidus très aqueux obtenus au cours du processus d'épuration des eaux usées. Les boues peuvent subir divers traitements biologiques (boues digérées) en milieu oxydant ou réducteur [15].

D'une façon générale, les boues sont constituées de particules solides et d'agrégats floconneux quand elles sont d'origine urbaine. Dans ces agrégats, de l'eau se trouve emprisonnée mécaniquement, ou encore se trouve retenue par capillarité dans les interstices [32].

Les boues se présentent au départ sous forme liquide et avec une forte charge en matières organiques hautement fermentescibles. Ces deux caractéristiques sont gênantes quelle que soit la destination des boues et imposent la mise en place d'une filière de traitement, c'est-à-dire une suite organisée de procédés qui agissent de façon complémentaire [29].

## 2. Nature des boues.

### 2.1. Classification.

Les boues sont classées selon leur caractéristiques principales, en 6 catégories :

Organique hydrophile, Huileuse hydrophile, huileuse hydrophobe, Minérales hydrophile, minérale hydrophobe, et fibreuse.

#### a. Les boues organiques hydrophiles.

Se sont des boues où les matières organiques prédominent : matières organiques, matières sèches (M.S) (30 - 90%), matières protéiniques, déchets végétaux ou animaux, huiles et graisses animales, hydroxydes (Al, Fe) et hydrocarbures.

#### b. Les boues huileuses hydrophiles.

Composées, essentiellement des huiles et de graisses minérales, d'hydrocarbures, d'hydroxydes (Al, Fe) et de matière organiques biologiques.

#### c. Huileuses hydrophobes.

Sont composées de matières sèches denses et bien décantables, des huiles et des graisses minérales dont la teneur est importante.

**d. Minérales hydrophiles.**

Dans leur composition prédomine les hydroxydes métalliques hydrophiles (Fe, Al, Cr), les matières organiques (< 30% matières sèches.), les carbonates de calcium (Ca CO<sub>3</sub>), ou les sulfates de calcium (Ca SO<sub>4</sub>) (neutralisation par H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>)

**e. Minérales hydrophobes.**

Sont composées de matières minérales denses, faible teneur en hydroxydes (Fe, Al, Mg < 50% matières sèches), et en matières organiques (< 5% matières sèches).

**f. Fibreuses.**

Sont formées de fibres cellulosiques et éventuellement sciures et copeaux, d'hydroxydes hydrophiles et de matières organiques biologiques éventuelles.

**2.2. Caractéristiques.****a. Concentration en matières sèches (M.S.).**

Elle est exprimée soit en g/l de boues soit en pourcentage (%) de poids. Elle est déterminée par pesée après séchage de la boue jusqu'à un poids constant.

**b. Teneur en Matière volatile en suspension. (M.V.S.).**

Le pourcentage (%) en poids des matières sèches est déterminé par gazéification dans un four entre 550 – 600° C.

**c. Composition élémentaire pondérale.**

Ce paramètre concerne essentiellement les boues organiques, les principaux éléments dosés sont :

- C et H (% définissent le degré de stabilisation de la boue son pouvoir calorifique inférieur) ;
- Azote (N) et Phosphore (P) dont les teneurs permettent dévaluer la valeur agricole de la boue ;
- Autre éléments.

#### **d. Composition de l'eau interstitielle.**

- Teneur en substances dissoutes ;
- TAC, TA, DCO, DBO<sub>5</sub>, pH, etc. (annexe IV).

### **2.3. Facteurs caractérisants la structure des boues.**

- a. Viscosité apparente ;
- b. Analyse granulométrique ;
- c. Nature de l'eau contenue dans la boue
  - Eau libre facilement éliminable ;
  - Eau capillaire
  - Eau cellulaire et eau chimiquement liée. L'élimination de cette dernière nécessite une forte énergie [18].

### **3. Origine des boues.**

Selon le type de traitement des eaux usées, une station d'épuration peut produire, à l'origine, trois grandes catégories des boues :

**3.1. Boues de traitement primaire** . elles sont produites par une simple décantation des matières en suspension (MES) contenues dans les eaux usées. 70 % des MES peuvent ainsi être retenues. Avec l'évolution de la conception des stations, ce type de boues est en train de diminuer.

**3.2. Boues de traitement physico-chimiques** . Différente du type précédent, les matières organiques particulières ou colloïdales contenues dans les eaux usées sont agglomérées par addition d'un réactif coagulant (sels de fer ou d'aluminium). 90 % des MES peuvent ainsi être captées. Séparées par décantation, les boues obtenues renferment une partie importante de sels minéraux issus des eaux brutes et de l'agent coagulant. Les boues physico-chimiques sont surtout produites dans des stations balnéaires ou touristiques.

**3.3. Boues de traitement biologique** : Ces boues sont essentiellement formées par les résidus de bactéries "cultivées" dans les ouvrages d'épuration. Ces bactéries se sont nourries des matières organiques contenues dans les eaux usées et les ont digérées. Pour maintenir l'activité biologique de la station à un bon niveau, une partie de la masse des

bactéries ou “biomasse en excès” doit être prélevée soutirée régulièrement, entretenant ainsi la dynamique de reproduction bactérienne [7].

#### 4. Types des boues :

L'appellation des différents types de boues résulte de la combinaison de plusieurs critères :

- ↳ Nature de l'effluent (urbain, laiterie, abattoir, papeterie,...) ;
  - ↳ Caractéristique du traitement des eaux (primaire, physico-chimique, biologique) ;
  - ↳ Procédé de stabilisation (aérobie, anaérobie, chaulage, compostage) ;
  - ↳ État physique des boues (liquide, pâteux, solide, pulvérulent, granulé) ;
  - ↳ Type de matériel de déshydratation (filtre-presse, centrifugeuse, table d'égouttage,...).
- [22].

##### 4.1. Désignation des différents type des boues.

L'ensemble des combinaisons possibles montre qu'il existe en théorie un grand nombre de types de boues. Toutefois, en résumant les situations les plus fréquemment rencontrées au monde entier , les principaux types de boues utilisées en agriculture sont les suivants :

- ↳ Boues liquides issues de traitements aérobies ;
- ↳ Boues pâteuses issues de traitements aérobies ou anaérobies ;
- ↳ Boues chaulées, pâteuses ou solides ;
- ↳ Boues compostées ;
- ↳ Boues physico-chimiques (très souvent il s'agit aussi de boues chaulées) ;
- ↳ Boues de lits de séchage ;
- ↳ Boues de lagunage (catégorie particulière de boues liquides ; le traitement de ces boues se fait de façon extensive ou intensive, selon un mode anaérobie, au fond des bassins) [22].

##### 4.2. Les différents types de boues utilisées pour l'épandage en agriculture.

Le classement se réfère à leur état physique ou à leur mode de stabilisation :

**4.2.1. Les boues liquides :** cas des petites stations en zones rurales ou périurbaines (environ 15 % des tonnages de matières sèches (MS) de boues). Ces boues sont stockées et sont manipulées à la façon des lisiers de porcs ou de bovins (Fig.1).



**Figure 1.** Epannage de boues liquides à l'aide d'une rampe adaptée.

**4.2.2. Les boues pâteuses :** Produites par les stations de taille moyenne. Ce type de boues (environ 35 % des tonnages MS) est difficile à manipuler et à stocker. Car, il favorise les fermentations anaérobies (d'où un problème d'odeurs). On applique de plus en plus à ces boues un traitement complémentaire à la chaux ou par compostage.

**4.2.3. Les boues chaulées :** Cas des stations de moyenne ou de grande taille. Selon le procédé utilisé et la dose de chaux incorporée, ces boues sont de consistance pâteuse ou solide. Ce type de boues est fréquent dans le monde entier (environ 30 % des tonnages M.S. de boues sont chaulées), (Fig. 2).



**Figure 2.** Boues pâteuses chaulées en stockage provisoire au bord du champ.



### 5.1.1. Les germes totaux.

Ce sont des germes aérobies mésophiles, se développant sur un milieu aérobie non sélectif à 20° C en 72<sup>H</sup> ou à 37° C en 24<sup>H</sup> [6].

Ces germes n'ont pas l'effet direct sur la santé mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes. Ce sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique [31].

### 5.1.2. Les germes fécaux.

Une contamination fécale, est une contamination qui est principalement due à la présence d'une bactérie qui vit généralement ou exclusivement dans les intestins de l'homme et des animaux à sang chaud [26].

#### 5.1.2.1. Les coliformes totaux.

Les coliformes regroupent des bactéries très hétérogènes, faisant partie de la famille des enterobacteriaceae [10].

Ce sont des organismes en forme de bâtonnets, non sporogènes gram négatif, oxydase négatif [14], aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés équivalentes et capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et gaz en 48<sup>h</sup> à une température de 35° C à 37°c (+ 0.5° C) [16].

#### 5.1.2.2. Les coliformes fécaux.

Se sont des hôtes spécifiques du tube digestif de l'homme et des animaux homéothermes (Telle que : *Escherichia coli*), thermotolérants et se développant à 44° C [33].

Leur mise en évidence est très significative mais *E.coli* reste l'indicateur privilégié, hautement spécifique de l'habitat intestinale, elle possède des propriétés similaires à celles des bactéries pathogènes fécales et son identification est aisée. Quand la présence de coliformes thermotolérants est établie, il est souvent utile de poursuivre l'investigation par l'identification d'*E.coli*, même si elle représente 99% des coliformes thermotolérants [10].

### 5.1.2.3. Les streptocoques fécaux.

C'est un groupe de bactéries ayant la propriété commune, de posséder l'antigène sérologique D. Certains sont spécifiques de l'intestin de l'homme et/ou d'autres mammifères, alors que d'autres ont des habitats divers et quelques uns sont ubiquitaires. Le groupe des Streptocoques fécaux est en réalité composé de Streptocoques et d'entérocoques [10].

Ce sont les bactéries cocci, gram positif, catalase négatif, ils ont une très bonne résistance dans le milieu extra intestinal [33].

### 5.1.2.4. Clostridium sulfito-réducteurs.

Ce sont des bactérie anaérobies sporulants, d'habitat naturel très varié, certaines étant ubiquitaires. Elles sont mises en évidence dans les eaux par la germination de leurs spores dans un milieu adéquat, où elles forment des colonies noires en présence de sulfite de sodium et d'alun de fer [10]. Ils dérivent de la famille des *Bacillaceae*, gram positif, et se développent à une température de 37° C en 24<sup>h</sup> jusqu'à 72<sup>h</sup> [26].

### 5.1.3. Les bactéries pathogènes. (*Salmonella*).

Les bactéries salmonella sont des bacilles à gram négatif, anaérobies facultatifs, qui ne forment pas. endospores. elles résident généralement dans le tractus intestinal de l'humain et de nombreux animaux. on considère que toutes les salmonelles sont pathogènes à un certain degré, puisqu'elles causent la salmonellose, ou gastroentérite à *Salmonella*. [33].

### 5.1.4. Les virus.

Les virus sont des particules qu'on appelle virions, et que LWOFF, en (1953) a défini de la façon suivante :

1. Le virion ne possède qu'un seul type d'acide nucléique ; soit l'ARN, soit l'ADN ;
2. Le virion se reproduit à partir de son seul acide nucléique ;
3. Le virion est incapable de croître ou de se diviser ;
4. Le virion ne possède pas les informations génétiques assurant la synthèse des enzymes de métabolisme énergétique ;
5. La multiplication des virions implique l'utilisation des structures et de l'énergie de la cellule hôte [16]

### **5.1.5. Les mycètes.**

Se sont des organismes hétérotrophes, non photosynthétiques. Ils se repartissent en deux grands groupes : les levures et les moisissures [10].

### **5.1.6. Les protozoaires.**

Les protozoaires constituent un groupe très hétérogène d'organismes eucaryotes, et sont dépourvus de membrane cellulosique. Ils sont toujours unicellulaires et mobiles. La plupart vivent en milieu aquatiques. Quelques espèces sont parasites de l'homme [16].

### **5.1.7. Les helminthes (vers parasites).**

Il y a un certain nombre d'animaux parasites qui passent une partie ou la totalité de leur vie à l'intérieur du corps humain. La plupart de ces animaux appartiennent à deux embranchement : les Plathelminthes (vers plats) et les Nématodes (vers ronds). Ces vers sont communément appelés Helminthes. Ces embranchements comprennent aussi des espèces qui vivent à l'état libre, mais nous nous limitons ici à traiter des espèces parasites. Nous examinons les maladies causées par les vers parasites dans la quatrième partie du manuel [15].

## **5.2. Les polluants de nature chimique.**

Les boues d'épuration concentrent les contaminants présents dans les eaux usées. Le taux de capture des contaminants par les boues se situent entre 70 et 90 % des quantités entrantes dans la station d'épuration. Les teneurs des boues en contaminants varient selon la qualité des eaux entrantes et les traitements de stabilisation et/ou de déshydratation appliqués aux boues. Le chaulage, par exemple, diminue les valeurs observées par effet de dilution.

Ils existe aussi des boues où les contaminants sont des produits chimiques présents en quantités infinitésimales appelés "éléments traces", il s'agit de métaux ou métalloïdes, dits composés traces. D'autres boues renferment des substances organiques. Des micro-organismes "pathogènes", susceptibles de provoquer des maladies chez l'homme ou chez les animaux.

### **5.2.1. Teneur en éléments traces (ET) (valeur en g/t Matières sèches).**

Les éléments traces sont naturellement présents dans les sols. Un certain nombre d'entre eux est indispensables à l'alimentation des plantes (les oligoéléments).[3].

Dans les boues, leur concentration peut être faible. Mais selon la nature des eaux épurées, la teneur en certains éléments peut s'élever considérablement. L'apport de boues vient alors augmenter le stock naturel du sol ce qui peut faire craindre, à long terme, des accumulations incompatibles avec la qualité des cultures.[3].

Le zinc et le cuivre sont les ET les plus importants dans les boues, quelques centaines de g/t MS, soit des valeurs proches des lisiers de porcs, viennent ensuite le plomb, le chrome et le nickel (quelques dizaines de g/t MS). puis le cadmium et le mercure (moins de 3 g/t MS). Selon les activités économiques spécifiques raccordées au réseau d'assainissement, on peut trouver d'autres éléments comme de l'argent (rejets de laboratoires photos), du bore, du molybdène, etc.[3].

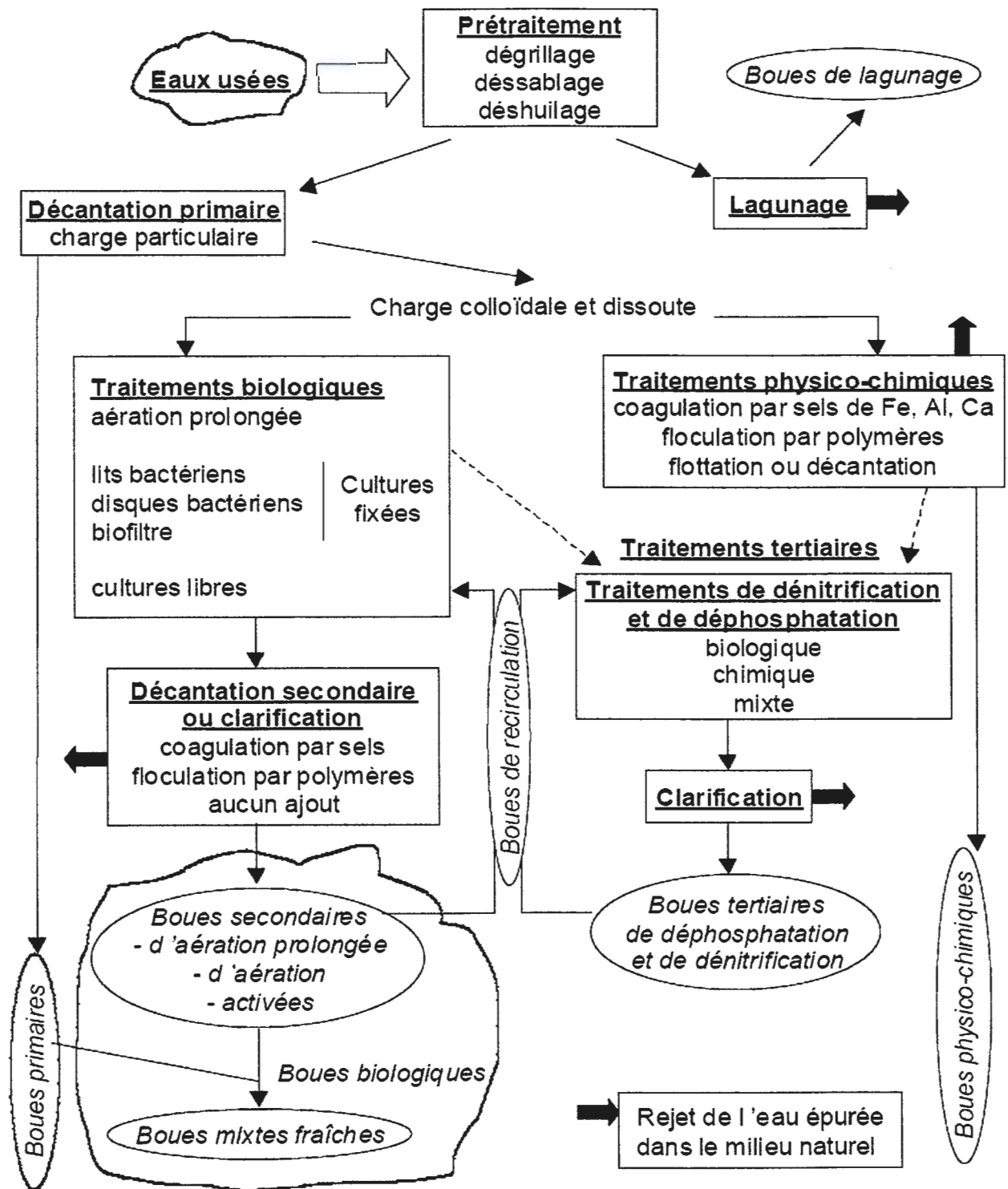
### **5.2.2. Teneurs en composés traces organiques (CTO).**

Ce sont des produits chimiques (hydrocarbures et leurs dérivés, produits de dégradation, solvants,...) qui sont dégradés, plus ou moins fortement, par l'activité microbologique du sol. A haute dose, ils peuvent également être toxiques pour les micro-organismes essentiels à la fertilité du sol [2].

- **les HPA** ou hydrocarbures polycycliques aromatiques, issus de la combustion des carburants ou du chauffage, sont essentiellement apportés aux sols (et parfois sur le feuillage des plantes) par les retombées atmosphériques. Ils peuvent aussi être apportés aux eaux usées par le lessivage des chaussées par les eaux de pluie [3].

- **les PCB** ou polychlorobiphényles (hydrocarbures polycycliques aromatiques chlorés), autrefois utilisés comme isolant dans les transformateurs électriques, ne sont plus produits dans monde entier depuis 1977 [2].

- les matières oxydables (pollution carbonée) habituellement caractérisées par :
  - la demande biologique en oxygène (DBO5 en mg ), quantité d'oxygène consommée en 5 jours par une biomasse pour décomposer les matières organiques ;
  - la demande chimique en oxygène (DCO en mg ) qui représente la matière oxydable par voie chimique.
  
- l'azote et le phosphore (mg/l) ;
- les métaux lourds, les graisses et les détergents ;
- les germes et les virus [7].



**Figure 4 . Principaux traitements des eaux usées et dénomination des boues obtenues. En gras souligné : traitements des eaux usées ; en italique : désignation des boues.**

Ces constituants sont répartis dans différentes fractions :

- déchets flottants ;
- particulaire (décantable en 2 heures) ;
- colloïdale (qui peut flocculer et qui peut être retenue dans un filtre) ;
- soluble (ce qui reste en solution) ;

Les procédés d'épuration mis en oeuvre sont directement liés aux propriétés de ces différentes fractions [7].

## **6.2. Les traitements des eaux usées.**

Epure les eaux usées des égouts publiques ou sont déversées les eaux domestiques et les eaux usées industrielles, prétraitées conformément aux autorisation délivrées aux entreprises, c'est plutôt les purifier afin que leur incidence sur la qualité du milieu naturel aquatique soit la plus faible possible [33].

### **6.2.1. Les prétraitements des eaux usées**

Les prétraitements sont destinés à extraire un maximum d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne ultérieurement. A l'issue des prétraitements, les eaux usées sont débarrassées des déchets flottants de plus de 6 mm, des sables et des huiles [7].

### **6.2.2. La décantation primaire**

L'élimination des matières en suspension, présents dans le milieu liquide est réalisée par sédimentation , en utilisant uniquement la force de gravité [1].

Les eaux usées peuvent transiter dans un bassin de décantation pour subir une décantation primaire qui enlève entre 50 et 65% des MES et 25 à 30% de la DBO5. Les résidus récupérés au fond du bassin sont des **boues primaires** [29].

### **6.2.3. Les traitements biologiques des eaux usées.**

Le traitement biologique vise à éliminer les matières biodégradables des eaux usées en les transformant en corps et résidus microbiens plus facilement décantables :

**Eaux usées + biomasse épuratrice + O<sub>2</sub> → eau purifiée + biomasse décantable + CO<sub>2</sub>**

Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des micro-organismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoute ou finement dispersées. Dans certaines cas, un traitement faisant intervenir des micro-organismes anaérobies (digestion anaérobies des boues résiduaires) est annexé au traitement secondaire. Dans les procédés biologiques naturels, l'épuration peut se faire par le sol ou par les étangs de stabilisation.[32]

Les procédés biologiques artificiels comprennent le procédé des lits bactériens, celui des disques biologiques (avec film bactérien se fixant sur la surface des disques), le procédé des boues activées le procédé d'aération prolongée (oxydation totale, fossé, ou chenaux d'oxydation) ; le lagunage aéré [27].

#### **6.2.4. Les traitements physico-chimiques et les traitements mixtes des eaux usées.**

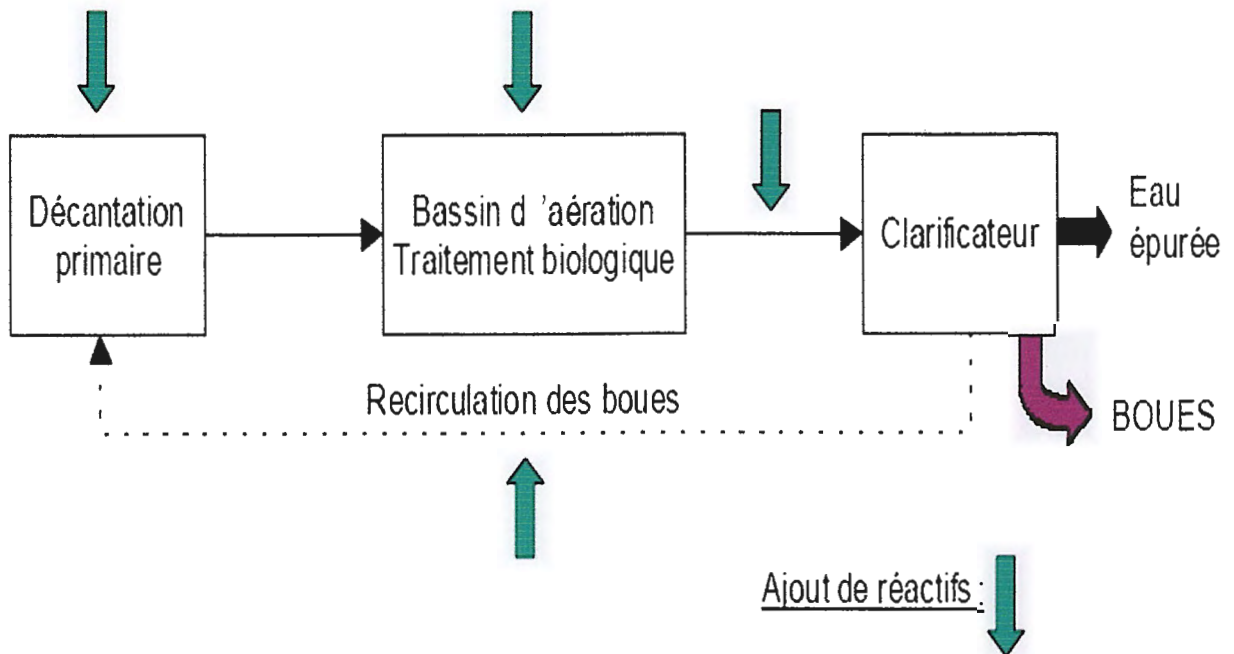
Le traitement physico-chimique des eaux regroupe les opérations nécessaires pour éliminer :

- Les matières décantables, c'est le rôle de la décantation ;
- Les turbidités (substances colloïdales) qui est traitée par coagulation floculation appelée encore clarification.
- Certaines matières en solution par la précipitation chimique [1].

Le principe des traitements physico-chimiques est d'ajouter dans l'eau usée un réactif qui va fixer la pollution particulaire ou dissoute dans des floccs qui, après décantation, forment les **boues physico-chimiques**. Deux types de réactifs sont employés seuls ou en combinaison :

- Les sels métalliques contenant du fer (FeCl<sub>3</sub>, FeSO<sub>4</sub>, FeHClO<sub>4</sub>), de l'aluminium (AlCl<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlSO<sub>4</sub>), du calcium (Ca(OH)<sub>2</sub>, CaO) ;
- Les polymères Organo-cationiques [7].

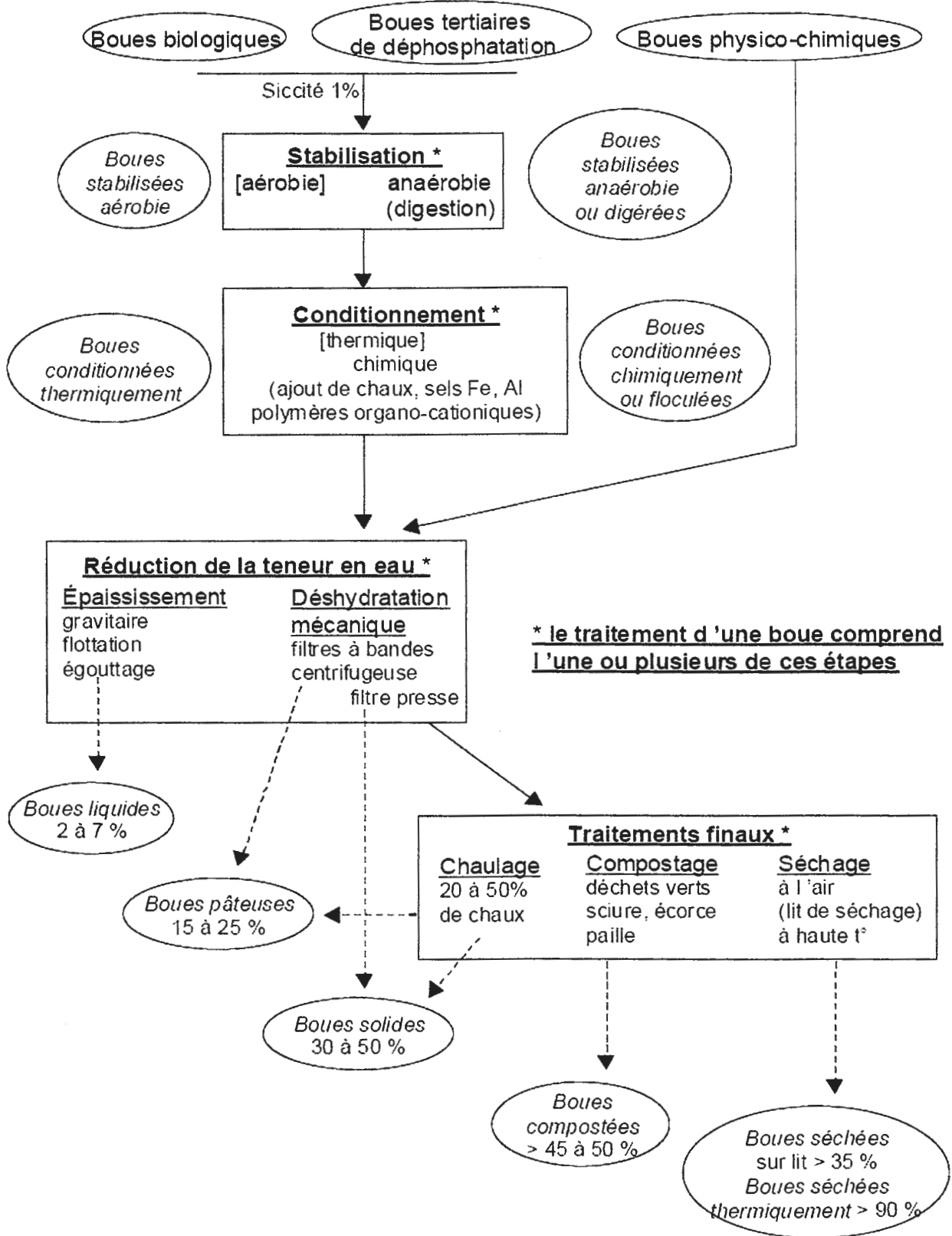




**Figure 5 .** Points d'injection des réactifs chimiques dans une filière de traitement mixte des eaux usées (Sommelier *et al* 1996).

### 6.2.5. La clarification des eaux usées traitées et la récupération des boues.

Le clarificateur est un ouvrage qui permet la séparation des floccs et de l'eau épurée. Le clarificateur obéit aux mêmes principes qu'un décanteur primaire (bassin, lamellaire). L'eau épurée est récupérée en surface. Les boues (physico-chimiques, secondaires, biologique ou mixte) sont récupérées au fond. Une partie est réinjectée en tête de station pour stimuler l'activité biologique (boues de recirculation) et la partie en excès est envoyée vers les ouvrages de traitement des boues.[1].



**Figure 6.** Principaux traitements des boues et désignation des boues obtenues. Les valeurs correspondent à la siccité des boues (% de matière sèche de la boue brute).

(Morel et al., 1992 ; COMIFER, 1995).

### 6.3. Les traitements des boues .

Les traitements biologiques ou physico-chimiques utilisée pour l'épuration des eau résiduaires génèrent une production importante de boues diluées (> 99% d'eau) et contenant de la matière organique fermentescible, les deux principaux objectifs de la filière de traitement des boues seront donc :

- De stabiliser les matières organiques pour éviter toute fermentation incontrôlée qui entraînerait des nuisance olfactives importantes.
- D'éliminer un maximum d'eau afin de diminuer les volumes des boues à évacuer [15].

Les principaux traitements des boues sont présentés dans (Fig. 6) [7].

#### 6.3.1. La stabilisation des boues.

Les boues sont soumises d'abord à un traitement de digestion qui est une anaérobie dans les station d'épuration biologique classiques, ou une digestion aérobie dans les station d'épuration par aération prolongée. A la fin de la digestion, une fraction plus ou moins grande des matière organique des boues se trouve éliminée par (40 a 50% si la digestion est anaérobie, 20 a 40% si elles est aérobie) et l'on peut considérer les boues comme stabilisées et aptes a être déshydratées, car leur teneur en eaux est de l'ordre de 95%. Les boues correctement stabilisées ne doivent pas dégager de mauvaises odeurs [27]. La stabilisation des boues réduit les matières organiques rapidement dégradables [12]. Par comparaison avec la digestion anaérobies, la stabilisation aérobie dégage bien plus d'énergies [11].

#### 6.3.2. Conditionnement.

Le but de conditionnement est de libération de l'eau liée aux particules de boues. La méthodes consiste en un conditionnement chimique (électrolytes minéraux, et polymères organiques) et le conditionnement thermique [18].

#### 6.3.3. La réduction de la teneur en eau des boues.

La réduction de la teneur en eau fait appel à des traitements comprenant, par ordre croissant d'efficacité et de coût d'épaississement, la déshydratation et le séchage. L'état physique des boues obtenus est variable selon leur siccité : moins de 10% pour les boues liquides, de 15 à 25% pour les boues pâteuses, plus de 30% pour les boues solides.[1].

### 6.3.3.1. L'épaississement.

Cette opération a pour objet la séparation de l'eau interstitielle des particules de boue.

**Avantages :** - Réduction de volume ;

- Augmentation du temps de séjour ;
- Amélioration du rendement de la déshydratation [18].

Elle peut être utilisée comme première étape de traitement, donne de boues liquides. Il peut se faire par simple décantation statique (gravité), par égouttage ou par flottation, c'est-à-dire par insufflation d'air. (Figure 7).



Figure 7. Épaississement des boues par flottation.

### 6.3.3.2. La déshydratation.

Après la phase d'épaississement qui a permis d'éliminer 60 à 80% d'eau et la phase de stabilisation. Le traitement des boues est complété par une déshydratation qui a pour but d'éliminer la maximum de l'eau résiduelle. Deux catégories de procédés sont généralement utilisées : les procédés mécaniques et les procédés thermiques [15]. Donne des boues pâteuses à solides, les techniques mises en œuvre par ordre d'efficacité croissante sont : les filtre presse, les centrifugeuses, les filtres à bandes pressantes.

### 6.3.3.3. Le séchage.

Élimine l'eau par évaporation, le séchage thermique élimine la quasi-totalité de l'eau de boues par passage dans un réacteur de haute température. Le séchage par voie naturelle, ou lit de séchage, se pratique à l'air libre sur des liquides et combine évaporation naturelle et drainage de l'eau au travers d'une couche de sable et de graviers. Pour améliorer les

performances de ces traitements les boues sont généralement conditionnées. Le conditionnement consiste en l'addition dans les boues liquides de réactifs similaires à ceux utilisés pour la floculation des colloïdes lors du traitement physico-chimique des eaux usées : floculation organiques (polymères Organo-cationiques) ou minéraux (chaux, sels de fer ou d'aluminium), pour quelques boues de très grandes agglomérations, le conditionnement est réalisé en auto clavant les boues (figure 8)[31].

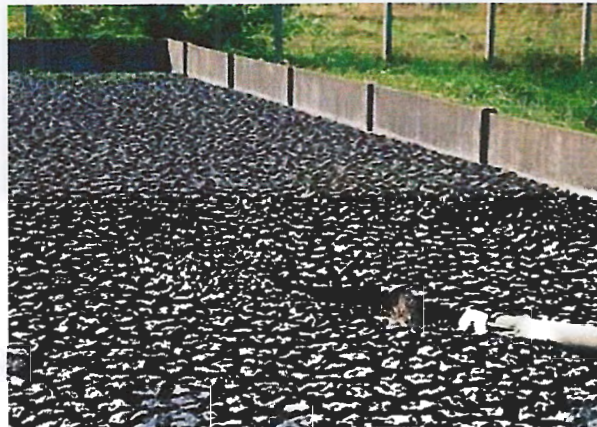


Figure 8 . La technique des lits de séchage.

#### 6.3.4. L'hygiénisation des boues.

« Les boues hygiénisées sont des boues qui ont subi un traitement qui réduit à un niveau non détectable les agents pathogènes présents dans les boues »[8]. Certains traitements déjà évoqués, détruisent les germes pathogènes contenus dans les boues : le chaulage en élevant le pH au dessus de 12. Le compostage peut détruire les germes pathogènes par les températures élevées (jusqu'à 70°C) atteintes lors du compostage et la sélection de microorganismes saprophytes.

Une boue est considérée comme hygiénisée quand, à la suite d'un traitement. L'hygiénisation des boues ne s'impose que dans certains contextes d'utilisation agronomique : la plupart des boues épandues au monde entier ne sont pas hygiénisées.

**NB :** *Les traitements d'hygiénisation résultent souvent d'une conduite particulière des traitements de stabilisation : des boues correctement chaulées, séchées thermiquement ou encore compostées peuvent être considérées comme des boues hygiénisées. Cette liste de*

*traitement n'est pas limitative. Des traitements comme la pasteurisation ou l'ionisation hygiénisent les boues mais sans les stabiliser.*

Les traitements des boues ont un impact sur l'hygiénisation de la boue, sa désodorisation, sa stabilisation, son état physique qui conditionnent son **adéquation avec l'usage agricole**. Ces critères sont tout **aussi importants que la valeur fertilisante du produit**. La conception des filières de production en tient de plus en plus compte dans le but de proposer un produit fait pour l'agriculture et non un déchet sans intérêt arrivé en fin de cycle. **Ainsi le compostage des boues est en plein essor. Le chaulage concerne une grande quantité de boues** car il les hygiénise et leur ajoute une valeur calcique.[7]

## **7. La valeur agronomique des boues d'épuration.**

En général, les boues d'épuration sont utilisées en agriculture à la façon d'un engrais, c'est-à-dire comme produit capable de fournir aux cultures des éléments nutritifs nécessaires à leur croissance et à leur développement.[5]

En outre, certaines boues d'épuration (compostées ou traitées à la chaux) peuvent jouer un rôle d'amendements, ce qui signifie qu'elles permettent d'entretenir ou d'améliorer la structure du sol, son activité biologique ou encore de contrôler son acidité.

[5].

La fertilisation permet de réapprovisionner la « la garde manger » du sol. La plupart des plantes fabriquent elles-mêmes leurs aliments à partir du carbone et de l'oxygène de l'air par le mécanisme de la photosynthèse. Mais il leur faut pour cela de l'eau et des nutriments qu'elles prélèvent dans le sol (essentiellement l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K)). Certaines espèces requièrent aussi des quantités élevées de soufre (S), de magnésium (Mg) ou de calcium (Ca). Enfin, les plantes ont besoin d'oligo-éléments, appelés ainsi car ils sont consommés en très faibles quantités bien qu'absolument indispensables (fer, manganèse, cuivre, zinc, bore, molybdène).[28].

### **7.1. Utilisation des boues comme engrais.**

La matière sèche est ce qui reste lorsque l'on enlève toute l'eau contenue dans les boues. C'est elle qui renferme les éléments nutritifs des boues, valorisables en agriculture (essentiellement de l'azote et du phosphore, du calcium et du soufre, un peu de potasse et de magnésium).[28].

La teneur des boues en éléments nutritifs est donc fonction de leur teneur en matière sèche :

- Faible et proche d'un lisier de porcs pauvre en potasse pour les boues liquides,
- Equivalent à celle d'un engrais organo-minéral du commerce pour une boue sèche (5 % d'eau résiduelle).[5]

- **Les teneurs en éléments nutritifs différents selon les types de boues :**  
Compte tenu des multiples procédés épuratoires utilisés dans les stations, les boues présentent une diversité de composition. Si l'on retrouve toujours les mêmes éléments, les teneurs relatives peuvent être très différentes selon le type de boues. Cette diversité peut astucieusement être mise à profit pour tenir compte du type de boue à produire selon les débouchés agronomiques.[3].
- **Les éléments nutritifs ne sont pas immédiatement disponibles en totalité :**  
Les nutriments contenus dans les boues sont inclus, en grande partie, dans la matière organique : pour devenir disponibles pour les plantes, il faut que les micro-organismes du sol les libèrent en minéralisant la matière organique. La "biodisponibilité de chaque nutriment est donc fonction du type de boue et de l'activité biologique du sol. [3].

## 7.2. Utilisation des boues comme amendements.

Les amendements agissent sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol pour mettre les cultures dans les meilleures conditions de croissance et obtenir un rendement optimal.

**1. Les amendements "basiques" :** (anciennement appelés "calciques et/ou magnésiens " car à base de chaux et de magnésie) sont utilisés pour réduire l'acidité des sols trop acides (relever le pH jusqu'à la valeur optimale de 6,5). Ils réduisent aussi la battance des sols limoneux et améliorent la structure du sol . **Les boues chaulées constituent un amendement basique.**[5].

**2. Les amendements organiques :** sont utilisés pour entretenir ou corriger la teneur du sol en matières organiques stables ("humus") et améliorer ses propriétés biologiques, physiques et chimiques (structure, perméabilité, activité des micro-organismes, augmentation de la

rétenion des nutriments,...). La réglementation précise que leur teneur en azote, ou phosphore ( $P_2O_5$ ), ou potasse ( $K_2O$ ) ne doit pas dépasser 3 % du produit brut. **Les boues compostées constituent un amendement organique.**[21].

## **8. Risques sanitaires et environnementaux.**

Les boues d'épuration au même titre que les déjections animales contiennent des micro-organismes pathogènes et des contaminants chimiques, ces microorganismes et ces contaminants présentent des dangers dont l'intensité varie selon la nocivité de chaque élément. Les risques liés à l'épandage agricole de boues d'épuration sont le produit de ces dangers et des expositions possibles à ces dangers.[9].

### **8.1. Les Risques sanitaires.**

#### **8.1.1. Pour l'homme.**

Peuvent résulter d'une contamination directe ( en particulier pour les intervenants de la filière d'épandage : personnel des stations d'épuration transporteurs, agriculteurs, ...etc.) il peuvent aussi découler d'une dégradation de la qualité des aliments. De plus, l'ingestion directe de sol pour les enfants fait parties des voies d'exposition. [9].

#### **8.1.2. Pour la santé des animaux et des cultures.**

Peuvent être liées à des contaminations directs ( ingestion pour le bétail d'herbe souillée, phytotoxicité par absorption de substances nuisibles, ... etc.).[12].

### **8.2. Risque environnemental.**

Les risques s'expriment différemment en fonction du temps :

**8.2.1. Les risques liés aux micro-organismes pathogènes :** s'expriment essentiellement à court terme, selon le temps de survie de ces micro-organismes dans le sol (quelques jours à quelques mois). [12].

**8.2.2. Les risques liés aux éléments ou composés – traces ( ET & CTO ) :** Ils ne s'expriment qu'à travers des mécanismes complexes d'accumulation et / ou de modification des conditions du milieu. (caractéristique du sol fertilité.) [12] .

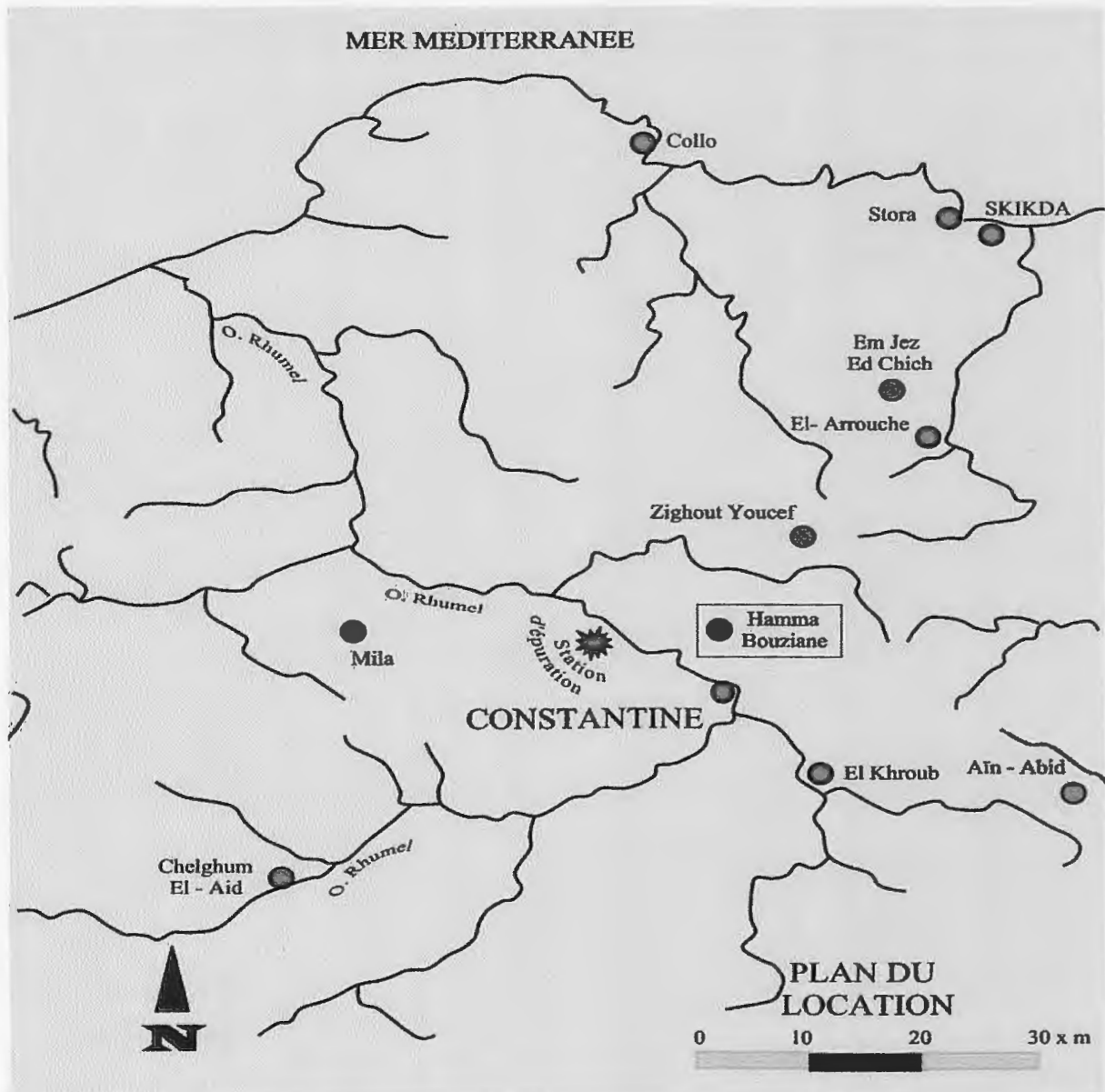




# **CHAPITRE II**

*Materiels et Methodes*

## 1. Présentation du site de travail « La station d'épuration de Hamma Bouziane ». ( figure 9)

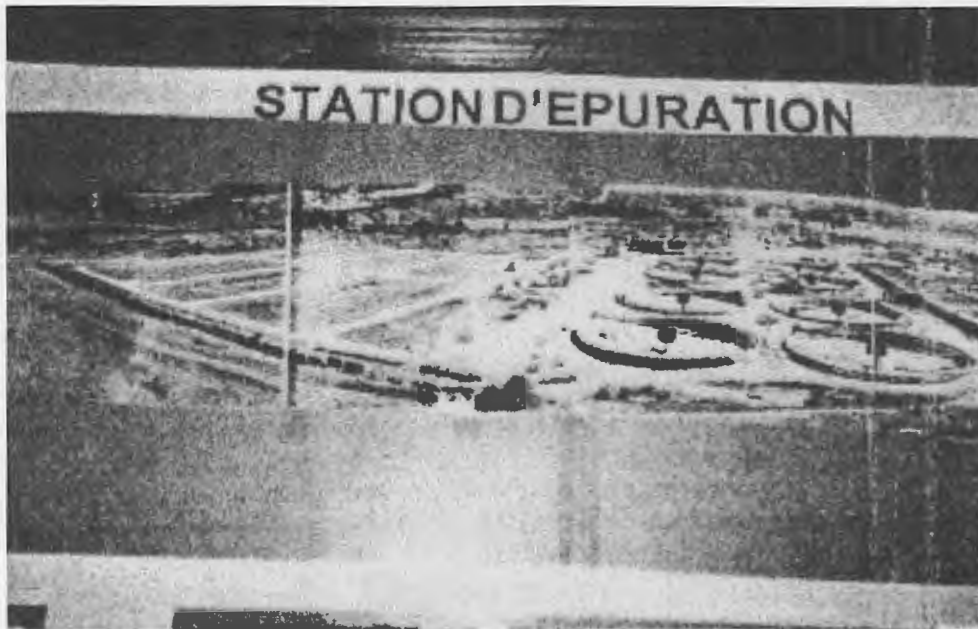


**Figure 9.** Situation topographique de la station d'épuration de Hamma Bouziane.

D'une capacité de 450.000 eq/hab, la station est implantée dans la daïra de Hamma Bouziane commune de Hamma Bouziane ( Wilaya de Constantine ).

La superficie totale de la station est de 36 hectares dont 12 hectares occupés par des bureaux d'étude.

Le rejet des eaux épurées se fait à l'oued Rhumel.



**Figure 10.** Vue générale de la station d'épuration.

### 1.1. caractéristiques techniques de la station.

- Sa superficie .....36 ha ;
- Superficie bâtie .....12 ha ;
- Débit moyen actuel .....125 l/S ;
- Débit réel .....800 l/S ;
- Population équivalente .....450.000 habitants (hab) ;
- Procédé d'épuration..... Les boues activées ;
- Date de mise en service .....Mai 1997 ;

L'office national de l'assainissement (ONA), la direction régionale de Constantine, procédé à une campagne complète d'analyses dont le but est de réutiliser les eaux usées épurées de la station d'el Hamma de Constantine à des fins agricoles.

### 1.2. Analyses physico-chimiques. Effectuées des la STEP.

Les analyses physico-chimiques qu'effectue la station sont les mesures de la température, du pH, et de la conductivité et le dosage des bicarbonates, du sodium, du Magnésium, du Calcium, du Chlorures, de l'azote ammoniacal et ce lui des nitrates.

Les éléments traces dosés sont les métaux lourds tels que : l'Aluminium, l'Arsenic, le Béryllium, le Cobalt, le Chrome, le Fluor, le Lithium, le nickel, le Sélénium et le Vanadium. Quand aux éléments indésirables dosés nous citerons le fer molybdène.

### 1.3. Analyse microbiologique au niveau de la station de l'épuration.

Les analyses microbiologiques effectuées se rapportent au dénombrement des coliformes thermotolérants et les nématodes ( ascaris, ténia ... ).

La station d'épuration travaille en collaboration avec plusieurs laboratoires, nous citerons entre autre :

- LIPE ( Laboratoire de l'ingénierie des procédés de l'environnement ( Université de Constantine ) ;
- ANRH ( Agence nationale des ressources hydrauliques de Constantine ) ;
- DDS ( Direction de la santé ) ;
- CHU ( Centre hospitalier universitaire ) , service de parasitologie.

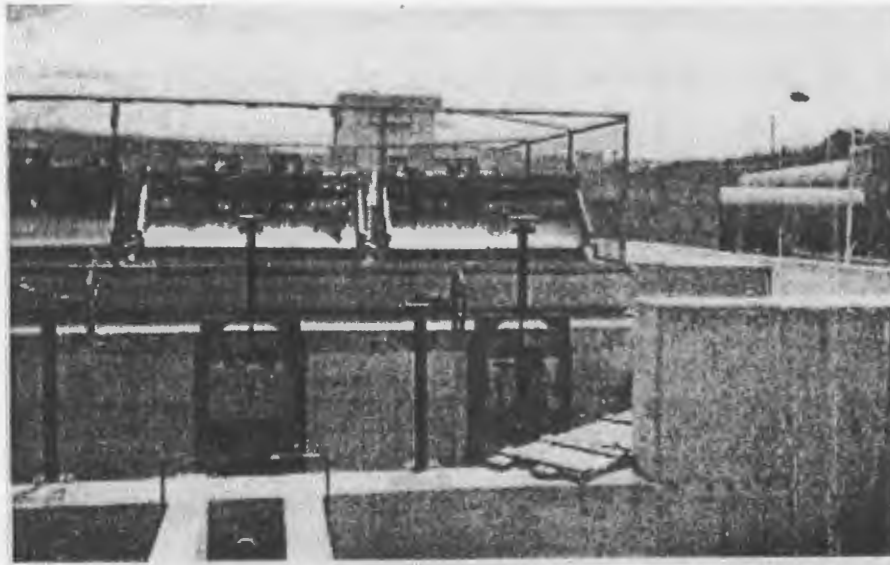
Le nombre d'analyses assurées par ces différents laboratoires est :

- 20 pour les analyses physicochimiques ;
- 04 pour les métaux lourds et les éléments indésirables ;
- 03 pour la Colimétrie ;
- 03 pour la recherche des nématodes

Les interprétation des résultat est basée sur les normes internationales OMS ( Organisation mondiale de la santé), et Conseil supérieur de l'hygiène de France

Le procédé d'épuration des eaux usées au niveau de la station est composé d'une chaîne de prétraitements, celle du traitements des eaux et la chaîne de traitements des boues.

- La chaîne de prétraitement se résume en :
  - a. Le dégrilleur, son rôle est de retenir les gros déchets, capables de provoquer des bouchons dans les différentes unités de l'installation (figure. 11) .



**Figure 11. Le dégrilleur.**

- b. Le dégraisseur - déssableur, son rôle est de recueillir les graisses, les sables, et les graviers (figure. 12).

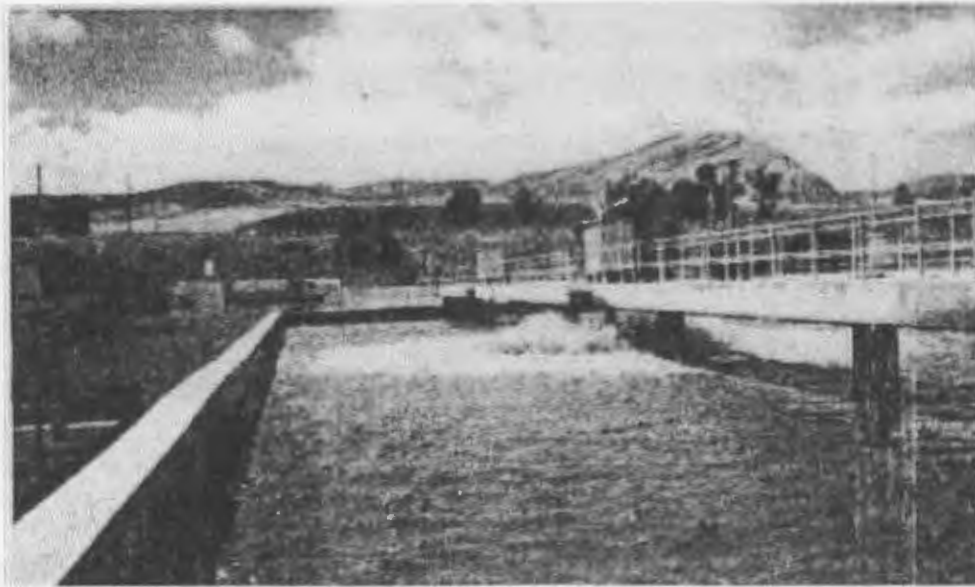


**Figure 12. Le déssableur – déshuileur.**

- La chaîne de traitement de l'eau .

Le bassin d'aération est composé des deux compartiments, un compartiment qui assure l'aération et l'autre consiste en une zone d'anoxie. Le but principal, du bassin d'aération est l'oxydation de la matière carbonée et de l'azote ammoniacal (nitrification) et la dénitrification (dans la zone d'anoxie) (figure 13).

- c. Le décanteur, a ce niveau est clarifié par séparation de l'eau et de la boue qui se dépose au fond. Les boues sont reprises et une partie est recyclée dans le bassin d'aération, l'autre partie est évacuée vers la chaîne de traitement des boues (figures 14.).



**Figure 13.** Le bassin d'aération.

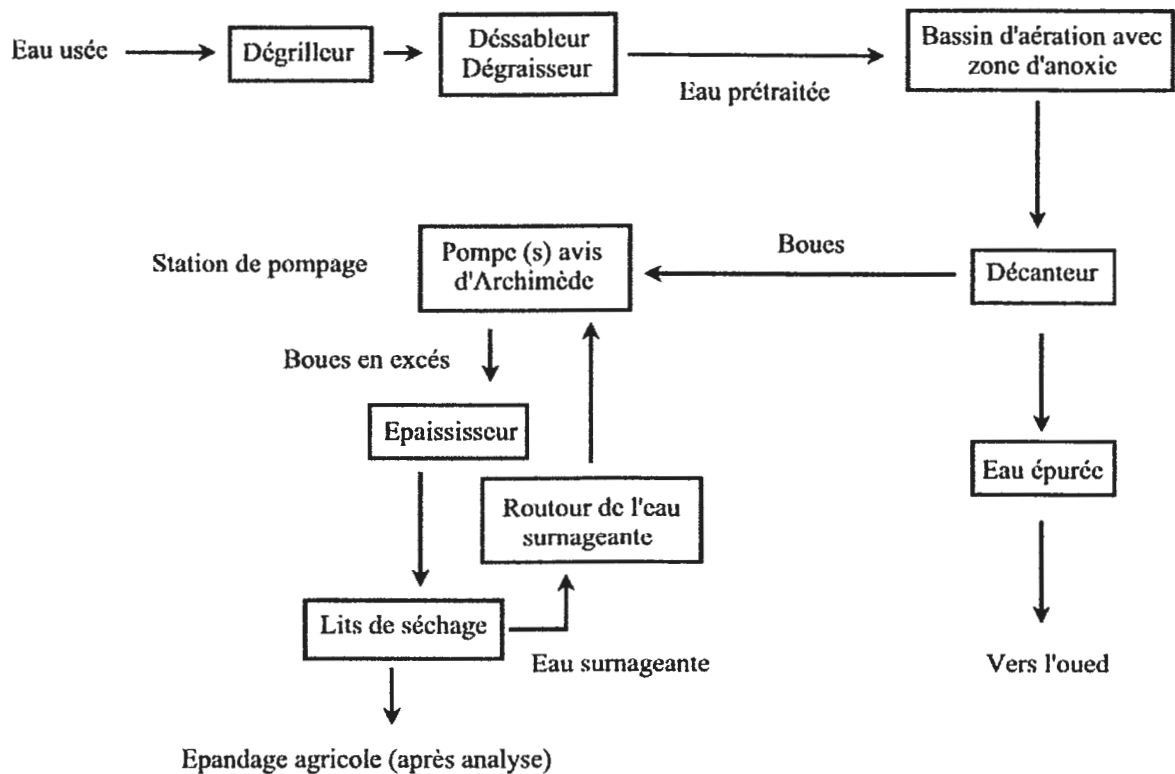


**Figure 14.** Bassin de décantation.

La chaîne de traitements des boues est constituée par l'épaisseur et les lits de séchage. Le rôle de cette chaîne est d'assurer la réduction du volume des boues afin de faciliter leur manutention (figure 15).



**Figure 15.** Les boues séchées.



**Figure 16.** Procédé de traitement des eaux usées au niveau de la station d'épuration « Hamma Bouziane ».

Les analyses bactériologiques de l'eau ont pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée.

Ces modifications sont souvent complexes et les variations d'aptitudes peuvent être simultanément favorables ou défavorables, selon l'utilisation envisagée. L'apport dans une eau de surface de matières fécales d'individus porteurs de « *Salmonelle typhi* » rend cette eau inapte à certaines utilisations d'ordre hygiénique comme les baignades. Par contre l'apport en grand nombre, d'autres germes accompagnant ces *Salmonella*, facilite la destruction des matières organiques de l'eau et renforce son aptitude à l'autoépuration. Toute analyse bactériologique ne peut donc être effectuée correctement qu'en fonction de l'utilisation envisagée de l'eau.

L'analyse bactériologique des eaux permet :



- De rechercher les bactéries pathogènes ;
- D'évaluer les risques de contamination par les bactéries pathogènes ;
- De contrôler l'efficacité des traitements des eaux [22].

## 2. Matériel.

Pour réaliser l'analyse bactériologique des boues, nous avons eu recours au matériel suivant :

- Des tubes à essai ;
- Des portoirs en plastiques ;
- Des pipettes pasteur ;
- Un bain marie ;
- Des boîtes de pétri ;
- Un bec benzène ;
- Une anse de platine ;
- Une étuve de 37° C ;
- Une étuve de 44° C ;
- Des pipettes graduées de 1 ml, et de 10 ml ;
- Un compteur de colonies ;
- Les flacons en verre de 250 ml ;
- Autoclave ;
- Four pasteur.

### ↳ Les milieux utilisés.

- Milieu LITSKY à l'éthyle violet et azide de sodium (EVA) ;
- Bouillon lactosé au bromocresol pourpre (BCPL) ;
- La GN (gélose nutritive) ;
- Bouillon glucosé à l'azide de sodium (milieu Rothe) ;
- Le milieu indole mannitol (milieu Schubert) ;
- La gélose viande foie (VF).

### ↳ Les réactifs.

#### 4. Analyse bactériologique.

##### 4.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) (fig. 17).

###### ❖ Principe.

Le dénombrement de la FTAM s'effectue par comptage des colonies, après inoculation d'une quantité définie de l'échantillon, dans un milieu de culture gélosé ou à la surface de ce milieu. Parmi les bactéries cultivées sur gélose dans les conditions décrites, on a coutume de distinguer deux catégories fondamentales sur le plan de l'hygiène : Les germes saprophytes, qui se développent à 20° C, et les germes dits « pathogènes » qui se multiplient à 37° C. Cette distinction provient du fait évident, qu'à 37°C (température du corps humain), on sélectionne les micro-organismes provenant de l'homme ou des animaux à sang chaud, de leurs sécrétions, de leurs flores, et en particulier des matières fécales [23].

###### ❖ Ensemencement.

Le milieu de culture est celui de « la gélose nutritive » (G.N).Trois séries sont utilisées, chacune comprenant (02) boites de pétri (pour chaque échantillon (15 jours, 2 mois, 6 mois).

###### ❖ Incubation.

Dans deux étuves, une à 37° C et une autre à la température ambiante on place les boites de pétri renversées. (une boite de chaque dilution à 37° C et l'autre à la température du laboratoire). La lecture se fait après 48 heures.

###### ❖ Expression des résultats.

La lecture se fait sur les boites contenant entre 30 et 300 colonies.

- Si le nombre des colonies obtenus est inférieur à 30 c'est - à - dire il y a moins de 30 organismes par gramme (g).
- S'il y a aucune colonie nous déduisons que nous avons moins d'un organisme par gramme (g) [6].

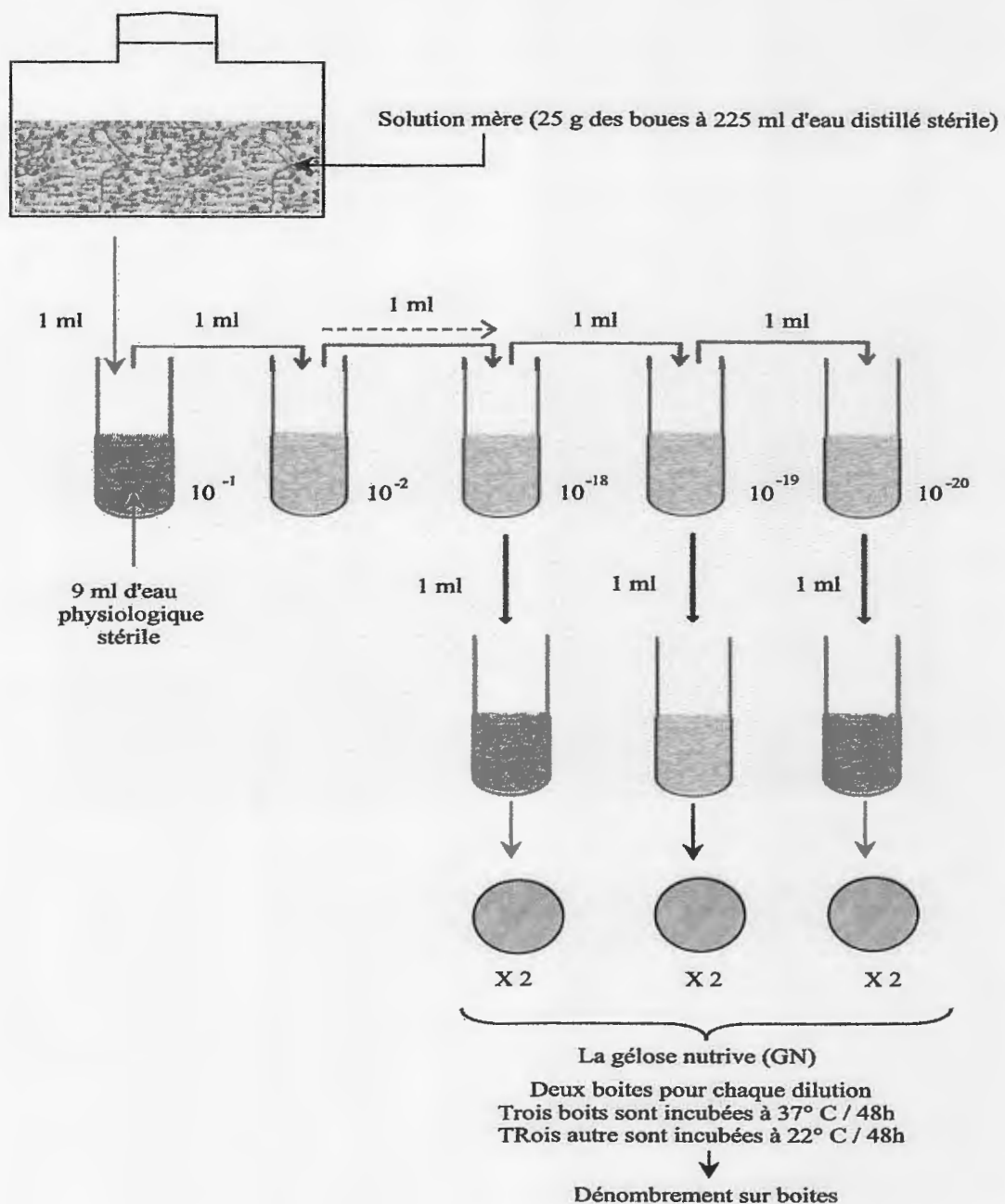


Figure 17 . Les différentes étapes du dénombrement de la FTAM.

#### 4.2. Dénombrement des germes de la contamination fécale.

Notre étude pratique est réalisée dans des milieux de culture liquide (dénombrement de Coliformes totaux et fécaux, Streptocoques totaux et fécaux, Clostridium sulfito – réducteurs).

Ces méthodes sont basées sur la recherche d'une dilution limite de la suspension initiale pour laquelle un développement bactérien ( mise en évidence par le trouble d'un milieu de culture liquide) peut encore se produire.

En pratique, plusieurs répliques de la gamme de dilution choisie sont réalisées directement dans un milieu de culture liquide, depuis mises en incubation, la concentration bactérienne de la dilution limite est calculée à partir des lois de probabilité reliant la densité des bactéries à la distribution des tubes positifs dans les séries de dilution.

La méthode de ce type la plus couramment mise en œuvre est celle dite du nombre la plus probable (NPP) [13].

boue

#### **42.1. Dénombrement des Coliformes totaux et fécaux (fig. 18).**

##### **❖ Principe.**

Le dénombrement s'effectue par inoculation en milieu liquide (milieu BCPL). Les tubes sont munis de cloches de DRHAN afin de décaler le dégagement de gaz dans le milieu.

Ce dénombrement comporte deux étapes (le test présomptif et le test confirmatif).

##### **❖ Coliformes totaux.**

###### **• Ensemencement.**

Trois séries sont utilisées, chacune comporte trois (03) tubes à ensemercer : dans la première série, nous ajoutons à 10 ml du milieu de BCPL double concentration 10ml de la solution mère diluée à  $10^{-10}$  (3 tubes). Dans la deuxième série nous ajoutons 10 ml du milieu de BCPL simple concentration, 1ml de la solution mère à  $10^{-11}$ . Enfin, dans la troisième série nous ajoutons à 10ml du BCPL simple concentration, 0.1ml de la solution mère a  $10^{-12}$ .

###### **• Expression des résultats.**

Après cette période (48 H), les tubes présentant une culture avec un virage du milieu au jaune et présence de gaz dans la cloche sont considérés comme des tubes positifs, c'est - à - dire contenant des coliformes totaux [24].

**❖ Coliformes fécaux.****• Ensemencement.**

Chaque tube positif est repiqué dans le milieu Schubert avec cloche de DURHAM à l'aide d'une anse de platine.

**• Incubation.**

L'incubation de ces tubes se fait à 44° C pendant 24 – 48 H .

**• Expression des résultats.**

Tous les tubes présentant un dégagement de gaz dans la cloche, et l'apparition de l'anneau rouge après l'addition de KOVACS sont considérés comme positifs, donc contenant au moins *Escherichia coli* ( E.coli) [24].

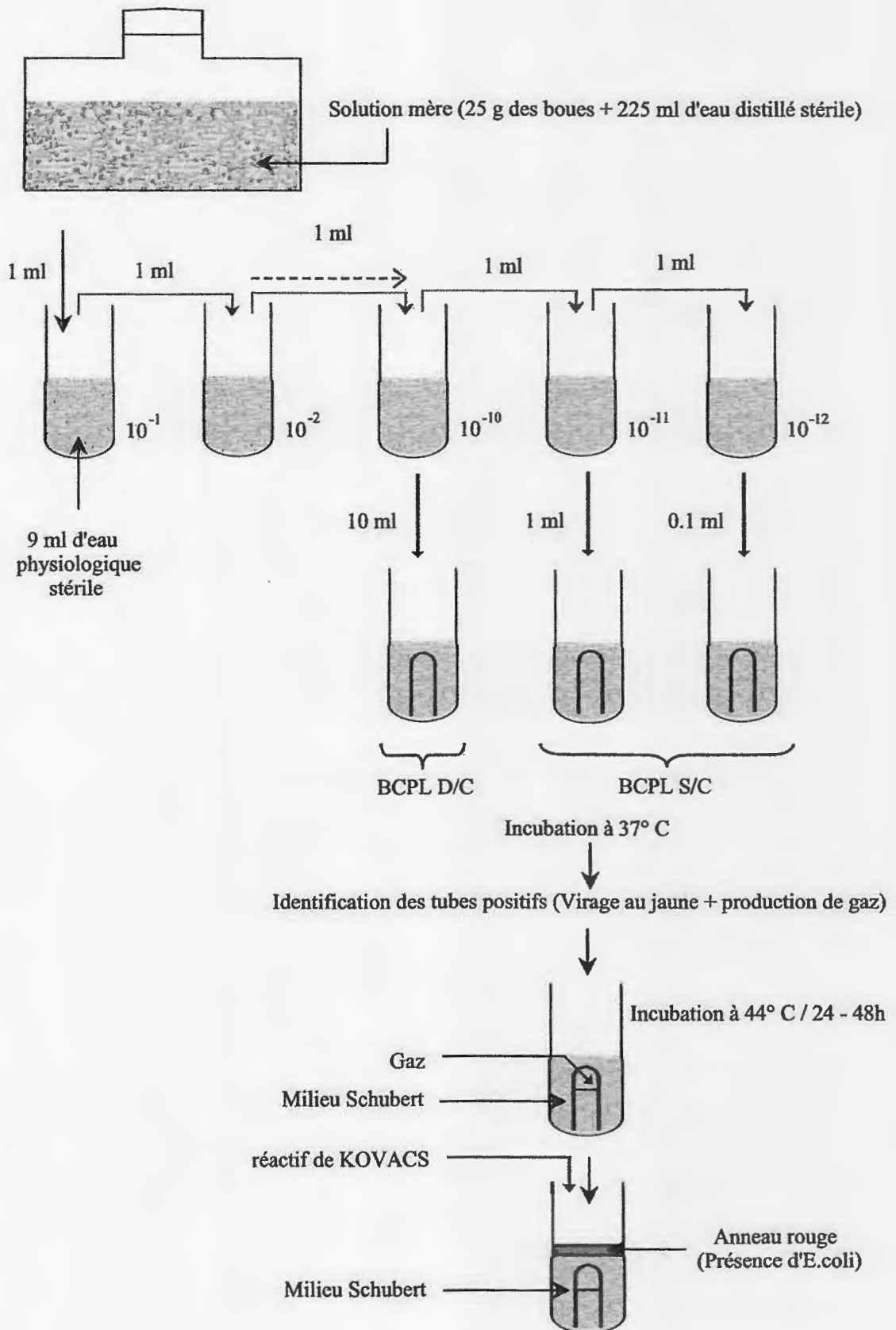


Figure 18 . Les différentes étapes du dénombrement des coliformes.

#### 4.2.2. Dénombrement des Streptocoques. (fig.19).

##### ❖ Principe.

La recherche des streptocoques fécaux se fait en milieu liquide et le dénombrement se fait selon la méthode de calcul NPP ( le nombre le plus probable). Cette technique fait appelle à deux tests consécutifs, à savoir le test préemptif et le test confirmatif. Les milieux utilisés sont le milieu de Roth et le milieu Litsky simple et double concentration) [21].

##### ❖ Test préemptif.

###### • Enseignement.

Trois séries sont utilisées pour l'ensemencement comportant chacune trois tubes à ensementer.

**Dans la première série**, nous ensemencons trois tubes renferment 10 ml du milieu de Roth double concentration et 10 ml de la solution mère diluée à  $10^{-10}$ ;

**Dans la deuxième série**, nous ensemencons trois tubes de 10 ml de milieu Roth simple concentration et 1 ml de la solution mère à  $10^{-11}$ ;

**Dans la troisième série** : nous ensemencons trois tubes de 10 ml de Roth simple concentration et 0.1 ml de la solution mère diluée à  $10^{-12}$ .

###### • Incubation.

L'incubation de ces tubes se fait à 37° C pendant 48 H.

###### • Expression des résultats.

Les tubes qui présentent un trouble sont susceptibles de contenir des Streptocoques fécaux.

❖ **Test confirmatif.**

• **Ensemencement.**

Quelques goûtes du milieu de Roth positif sont repiquées dans un milieu confirmatif (milieu de Litsky).

• **Incubation.**

L'incubation se fait à 37° C pendant 24 à 48 H.

• **Expression de résultats.**

Tous les tubes présentant une culture avec trouble et apparition d'une pastille violette seront considérés comme positifs, donc contenant des streptocoques fécaux.



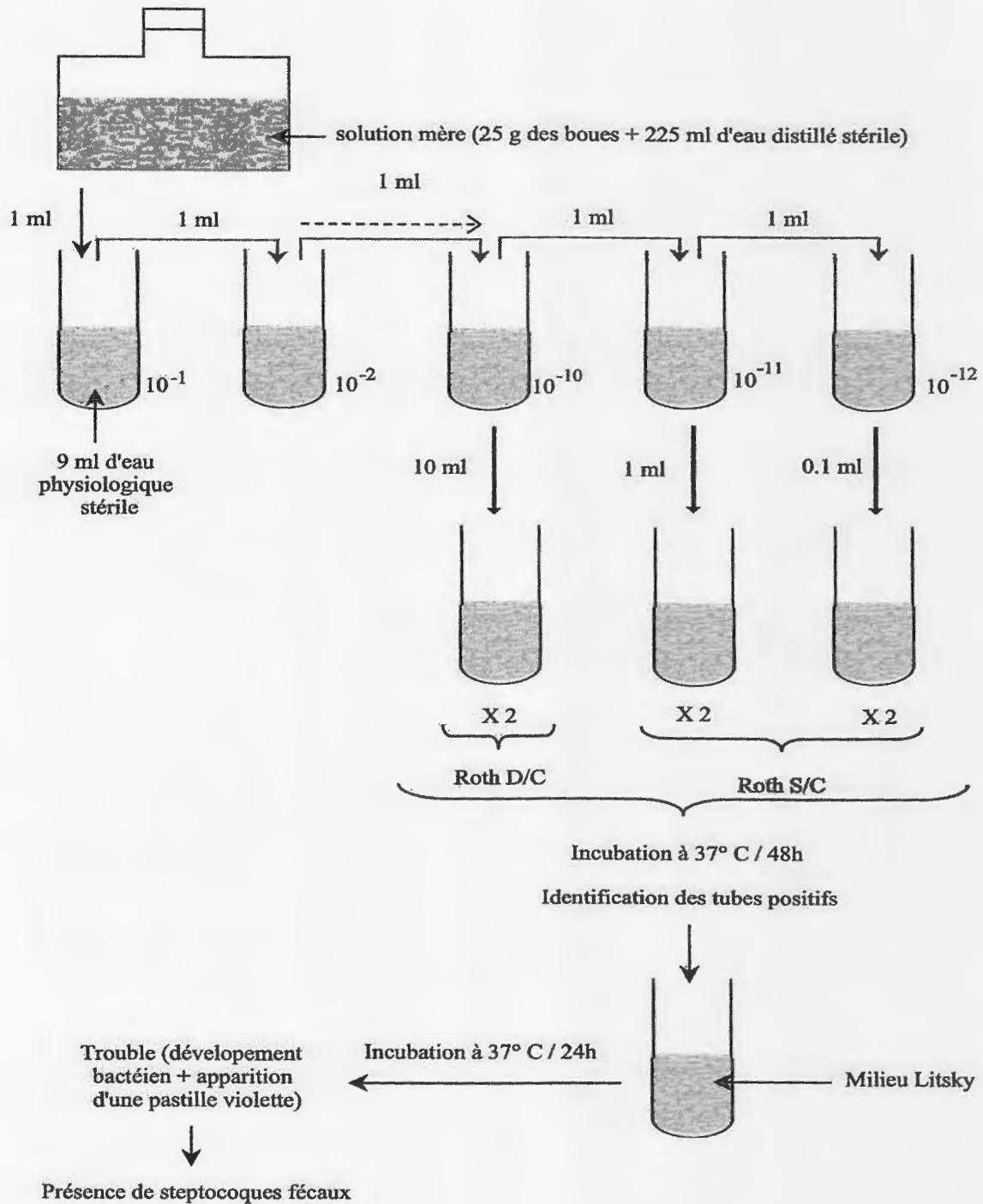


Figure 19 . Les différents étapes de dénombrement des Streptocoques fécaux.

### 4.2.3. Dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*. (fig. 20).

- **Principe.**

Le dénombrement s'effectue par incorporation en milieu gélosé, le milieu utilisé est celui de la gélose viande de foie (VF).

- **Destruction des formes végétatives.**

La destruction s'effectue en portant la solution mère dans un bain marie à 80° C de façon à ce qu'elle y demeure 10 minutes. Ensuite, elle est puis refroidir rapidement.

- **Préparation du milieu.**

Placer les milieux de culture au bain marie bouillant pour assurer leur fusion, les maintenir 10 minutes dans le bain afin d'assurer l'élimination des gaz dissous, puis refroidir à environ 55°C. Ajouter à chaque tube 1 ml de la solution de sulfite de sodium et 4 gouttes d'alun de fer.

- **Ensemencement.**

Trois séries sont utilisées, chacune comporte 3 tubes à inoculer.

**La première série** Comporte trois tubes de milieu VF avec 5 ml de la solution mère diluée à  $10^{-18}$ ;

**La deuxième série** Comporte trois tubes de milieu VF avec 5 ml de la solution mère diluée à  $10^{-19}$ ;

**La troisième série** Comporte trois tubes de milieu VF avec 5 ml de solution mère diluée à  $10^{-20}$ .

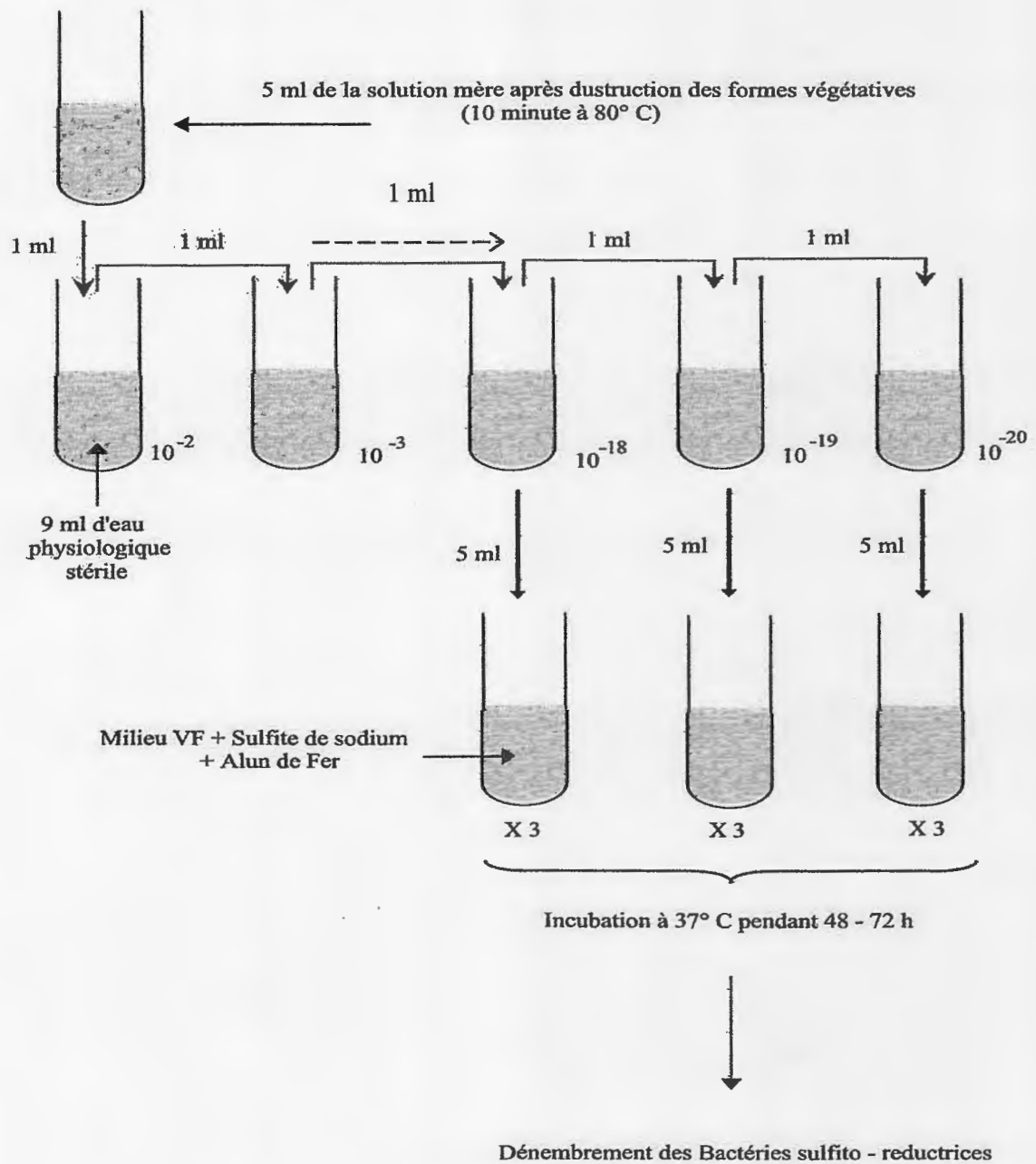
Mélangez doucement sans incorporer de l'air. Refroidir sous le robinet.

- **Incubation.**

Incubation à 37° C pendant 48 à 72 H.

- **Expression des résultats.**

Les tubes contenant des colonies noires entourées d'un halo noir sont des colonies de *Clostridium sulfito-réducteurs* [21].



**Figure 20.** Les différentes étapes du dénombrement des bactérie sulfito-réducteurs.



# **CHAPITRE III**

*Resultats et Interpretation*

Résultat et interprétations.

Résultats de la Flore Totale Aérobie Mésophile FTAM (T = 37° C).

- Tableau (III). Résultats des germes totaux pathogènes FTAM (T = 37° C).

Dilutions		10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-12</sup>
<b>Prélèvements</b>			
<b>P<sub>1</sub> : Le 18/04/05 à 8 :45</b>			
6 mois		Indénombrable	Indénombrable
2 mois		Indénombrable	Indénombrable
15 jours		Indénombrable	Indénombrable
Dilutions		10 <sup>-18</sup>	10 <sup>-19</sup>
<b>Prélèvements</b>			
<b>P<sub>2</sub> : Le 25/04/05 à 8 :54</b>			
6 mois		150 Colonies	60 Colonies
2 mois		118 Colonies	57 Colonies
15 jours		217 Colonies	105 Colonies
<b>P<sub>3</sub> : Le 02/05/05 à 9 :13</b>			
6 mois		106 Colonies	51 Colonies
2 mois		53 Colonies	43 Colonies
15 jours		Tapis ou nappe confluyente	Tapis ou nappe confluyente
<b>P<sub>4</sub> : Le 09/05/05 à 8 :50</b>			
6 mois		95 Colonies	74 Colonies
2 mois		81 Colonies	59 Colonies
15 jours		230 Colonies	134 Colonies

- P<sub>1</sub> = premier prélèvements ;
- P<sub>2</sub> = deuxième prélèvements ;
- P<sub>3</sub> = troisième prélèvements ;
- P<sub>4</sub> = quatrième prélèvement.

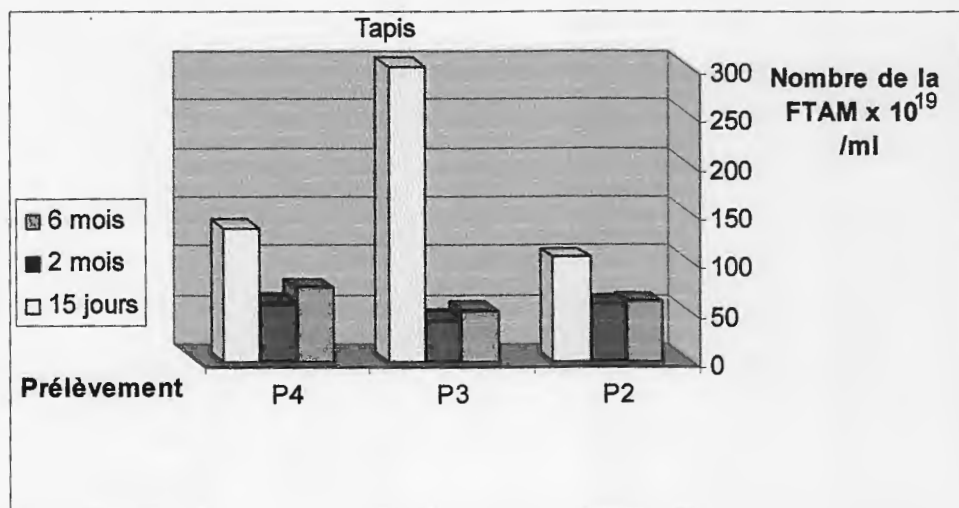


Figure 21. Nombre moyen de la FTAM (37° C).(P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>)

Germes totaux pathogènes (FTAM) pour le premier prélèvement, nous constatons que le nombre de germes pathogènes est indénombrable, c'est pourquoi nous avons procédé à des dilutions plus poussées dans le deuxième prélèvement et les résultats montrent que le nombre des germes pathogènes est très important dans les boues de 15 jours. Les boues de 6 mois et de 2 mois semblent avoir le même nombre de germes.

Dans le prélèvement 3 le nombre de germes est très important pour les premiers 15 jours alors que le nombre diminue considérablement dans les boues de 6 mois et de 2 mois.

Enfin, dans le quatrième prélèvement (P<sub>4</sub>), le nombre de germes est élevé pour les boues de 15 jours et ce nombre semble décroître pour le sixième mois ainsi que le deuxième mois.

#### Résultats de la Flore Totale Aérobie Mésophile FTAM (T = 22° C).

- Tableau (IV). Résultats des germes totaux non pathogènes FTAM (T = 22° C).

Dilutions	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-12</sup>
<b>Prélèvements</b>		
<b>P<sub>1</sub> : Le 18/04/05 à 8 :45</b>		
6 mois	Indénombrable	Indénombrable
2 mois	Indénombrable	Indénombrable
15 jours	Indénombrable	Indénombrable
Dilutions	10 <sup>-18</sup>	10 <sup>-19</sup>
<b>Prélèvements</b>		
<b>P<sub>2</sub> : Le 25/04/05 à 8 :54</b>		
6 mois	202 Colonies	195 Colonies
2 mois	253 Colonies	246 Colonies
15 jours	243 Colonies	166 Colonies
<b>P<sub>3</sub> : Le 02/05/05 à 9 :13</b>		
6 mois	136 Colonies	32 Colonies
2 mois	184 Colonies	39 Colonies
15 jours	Tapis ou nappe confluyente	Tapis ou nappe confluyente
<b>P<sub>4</sub> : Le 09/05/05 à 8 :50</b>		
6 mois	144 Colonies	53 Colonies
2 mois	128 Colonies	36 Colonies
15 jours	Tapis ou nappe confluyente	Tapis ou nappe confluyente

- P<sub>1</sub> = premier prélèvements ;
- P<sub>2</sub> = deuxième prélèvements ;
- P<sub>3</sub> = troisième prélèvements ;

- P<sub>4</sub> = quatrième prélèvement.

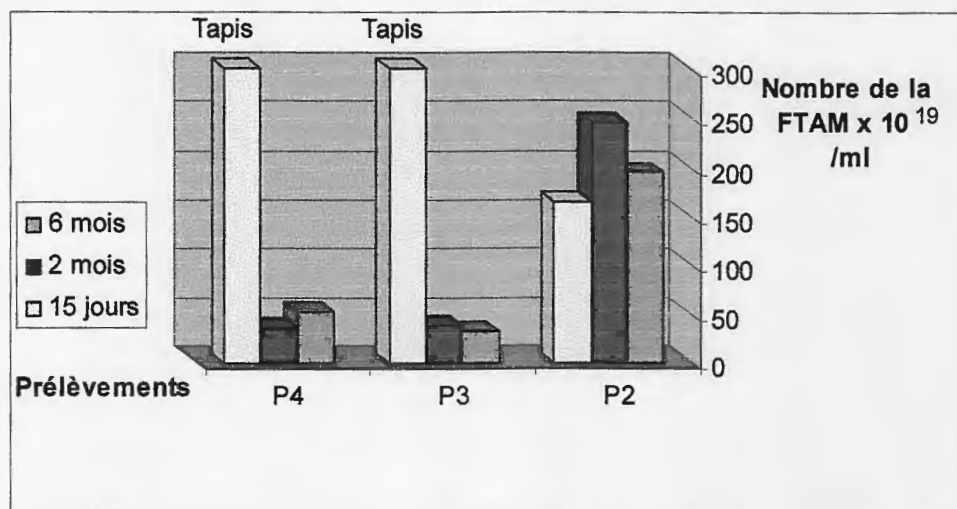


Figure 22. Nombre moyen de la FTAM (22° C). (P2, P3, P4).

Les germes totaux non pathogènes ou la dilution insuffisante des eaux, nous avons obtenus une nappe confluyente pour les trois type de boues. Dans le deuxième prélèvement, le plus grand nombre de germes est observé pour les boues de 2 mois tandis que les boues de 15 jours ou de 6 mois se volent.

Dans le troisième prélèvement, les germes saprophytes sont dominants dans les boues de 15 jours est leur nombre diminué considérablement dans les boues de 2 mois et 6 mois.

Nous pouvons dire la même chose que précédemment pour ce qui conserve le quatrième prélèvement.

Nous pouvons dire donc que pour la FTAM, Le nombre de germes varie considérablement d'un prélèvement à l'autre. Le nombre de germes pathogènes paraît être supérieur à celui des saprophytes spécialement dans les boues de 15 jours et 6 mois.

Résultats de dénombrement des Coliformes totaux (CT).

- Tableau (V). Résultats de dénombrement des Coliformes totaux (CT).

Dilutions	NC	NPP
<b>Prélèvements</b>		
<b>P<sub>1</sub> : Le 18/04/05 à 8 :45</b>		
6 mois	221	70 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	101	1.2 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	110	1.3 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>2</sub> : Le 25/04/05 à 8 :54</b>		
6 mois	220	25 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	101	1.2 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	120	2 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>3</sub> : Le 02/05/05 à 9 :13</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	100	0.4 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	210	1.5 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>4</sub> : Le 09/05/05 à 8 :50</b>		
6 mois	11	0.6 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	200	0.9 x 10 <sup>10</sup> germe / ml

- NC : Nombre caractéristique ;
- NPP : Nombre le plus probable ;
- ++ : Les 2 tubes sont positifs ;
- +- : 1 tube sur 2 est positif ;
- - : Les 2 tubes sont négatifs

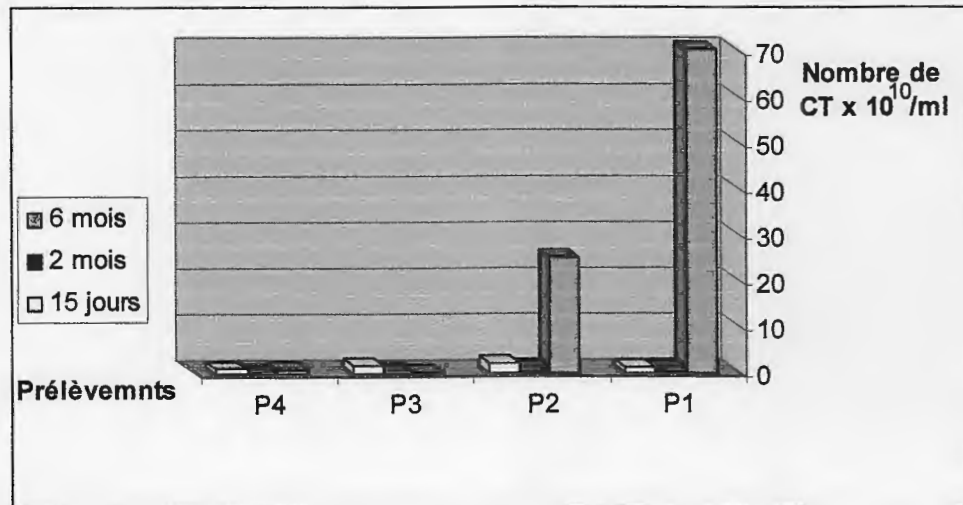


Figure 23. Nombre moyen de coliformes totaux.



### Résultats du dénombrement des Coliformes fécaux (CTT).

- Tableau (VI). Résultats du dénombrement des Coliformes fécaux (CTT).

Dilutions	NC	NPP
<b>Prélèvements</b>		
<b>P<sub>1</sub> : Le 18/04/05 à 8 :45</b>		
6 mois	222	110 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	201	5 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	220	25 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>2</sub> : Le 25/04/05 à 8 :54</b>		
6 mois	220	25 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	200	2.5 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	210	6 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>3</sub> : Le 02/05/05 à 9 :13</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	200	2.5 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	220	25 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>4</sub> : Le 09/05/05 à 8 :50</b>		
6 mois	20	0.9 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	200	2.5 x 10 <sup>10</sup> germe / ml

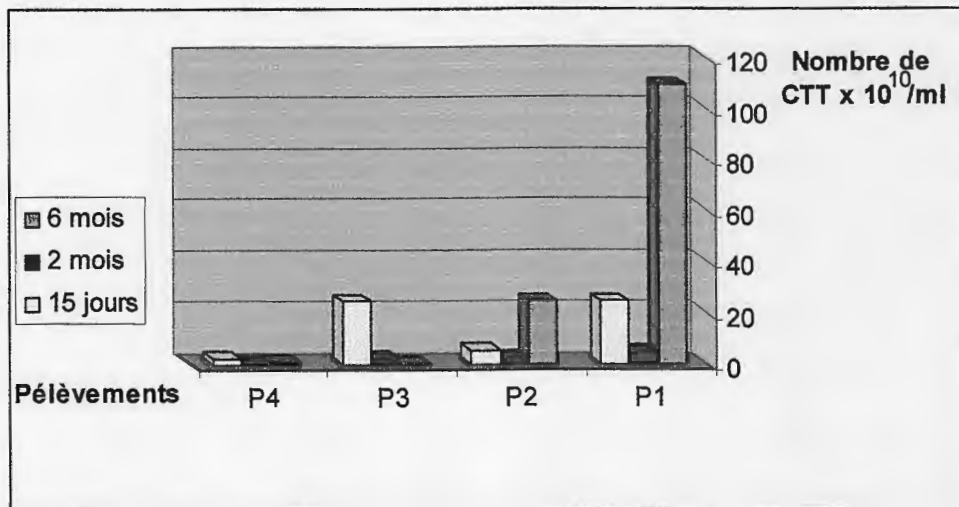


Figure 24. Nombre moyen de coliformes thermo – tolérants .

Résultats du dénombrement d'E.Coli .

- Tableau (VII). Résultats du dénombrement d'E.Coli .

Dilutions	NC	NPP
<b>Prélèvements</b>		
<b>P<sub>1</sub> : Le 18/04/05 à 8 :45</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
2 mois	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
15 jours	10	0.5 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
<b>P<sub>2</sub> : Le 25/04/05 à 8 :54</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
2 mois	10	0.5 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
15 jours	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
<b>P<sub>3</sub> : Le 02/05/05 à 9 :13</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
2 mois	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
15 jours	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
<b>P<sub>4</sub> : Le 09/05/05 à 8 :50</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
2 mois	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml
15 jours	0	0 x 10 <sup>11</sup> germe / ml

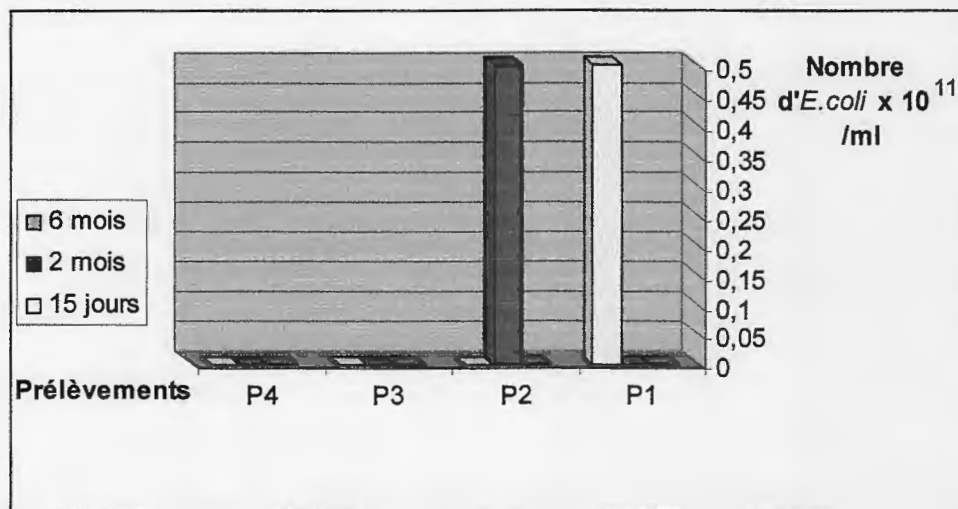


Figure 25. Nombre moyen d'E.coli .

Le dénombrement des coliformes totaux (CT), montre que le nombre des CT est important dans les boues de 6 mois, viennent ensuite les boues de 15 jours et de 2 mois.

La même constatation est observée dans le deuxième prélèvement où le nombre des CT est élevé dans les boues de 6 mois suivies des boues de 15 jours et de 2 mois.

Le troisième prélèvement marque une absence total de ces germes dans les boues de 6 mois , ce qui peut mettre un relief une diminution de la résistance des C.T avec le temps. Cette hypothèse semble être appuyée par les résultats obtenus lors du quatrième prélèvement.

Le dénombrement des coliformes fécaux montre que leur nombre est important durant le P1 et surtout pour les boue de 6 mois , suivie des boues de 15 jours, qui sont cinq fois plus nombreux que les boues de 2 mois.

Dans le prélèvement 2, la quantité de germes semble chuter, mais reste toujours élevée dans les boues les plus vieilles (6 mois ).

Dans le P3, le nombre de germes fécaux a chuté jusqu'à s'annuler pour les boues de 6 mois. Tandis qu'il a augmenté par rapport au précédant prélèvement (P2), ce pendant le nombre des germes dans les boues de 2 mois semble constant.

Dans le P4, nous observons une autre chute de la quantité des germes, spécialement pour les boues de 15 jours et 2 mois. Une légère drossé est observée pour les coliformes fécaux des boues de 6 mois. Le nombre d'*Escherichia coli* (E. coli) paraît faible à nul durant les 4 prélèvement et pour les 3 types de boues, suite à l'épandage et aux effets du sol.

Donc, nous pouvons avancer ce qui suit que le nombre des coliformes totaux et fécaux varient de façon considérable d' un prélèvement à l'autre. Le nombre de ces coliformes fécaux ne paraît pas être influencé par le facteur temps car les quantités les plus élevées ont été enregistrées dans les boues de 6 mois . ceci met en relief la capacité de résistance des coliformes totaux et fécaux. Ni au moins, E.coli montre une faible résistance aux condition hostiles du milieu.

## Résultats du dénombrement des Streptocoques totaux.

- Tableau (VIII). Résultats du dénombrement des Streptocoques totaux.

Dilutions	NC	NPP
<b>Prélèvements</b>		
<b>P<sub>1</sub> : Le 18/04/05 à 8 :45</b>		
6 mois	222	110 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	220	25 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	221	70 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>2</sub> : Le 25/04/05 à 8 :54</b>		
6 mois	222	110 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	220	25 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	221	70 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>3</sub> : Le 02/05/05 à 9 :13</b>		
6 mois	100	0.4 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	110	0.7 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	210	1.5 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>4</sub> : Le 09/05/05 à 8 :50</b>		
6 mois	100	0.4 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	100	0.4 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml

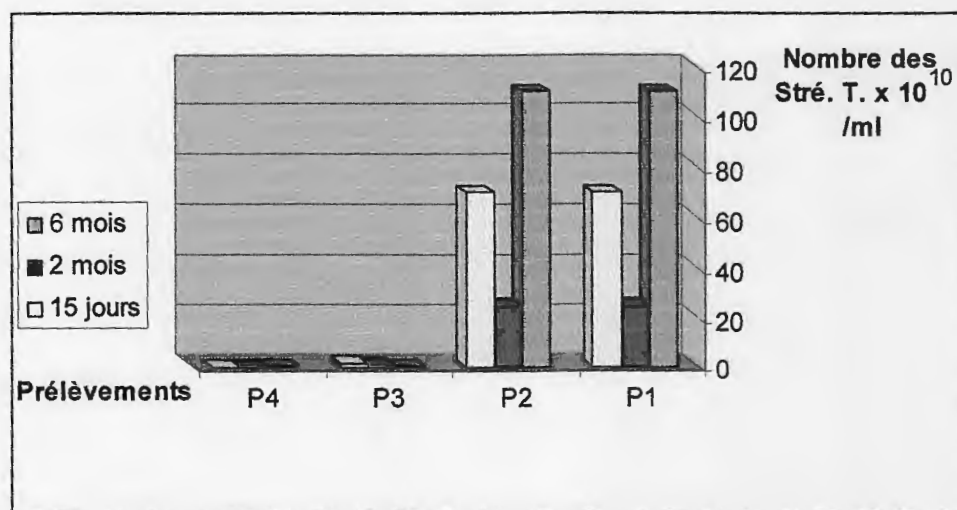


Figure 26. Nombre moyen des Streptocoques totaux.

## Résultat des dénombrement des Streptocoques fécaux.

- Tableau (IX). Résultat des dénombrement des Streptocoques fécaux.

Dilutions	NC	NPP
<b>Prélèvements</b>		
<b>P<sub>1</sub> : Le 18/04/05 à 8 :45</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>2</sub> : Le 25/04/05 à 8 :54</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>3</sub> : Le 02/05/05 à 9 :13</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
<b>P<sub>4</sub> : Le 09/05/05 à 8 :50</b>		
6 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
2 mois	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml
15 jours	0	0 x 10 <sup>10</sup> germe / ml

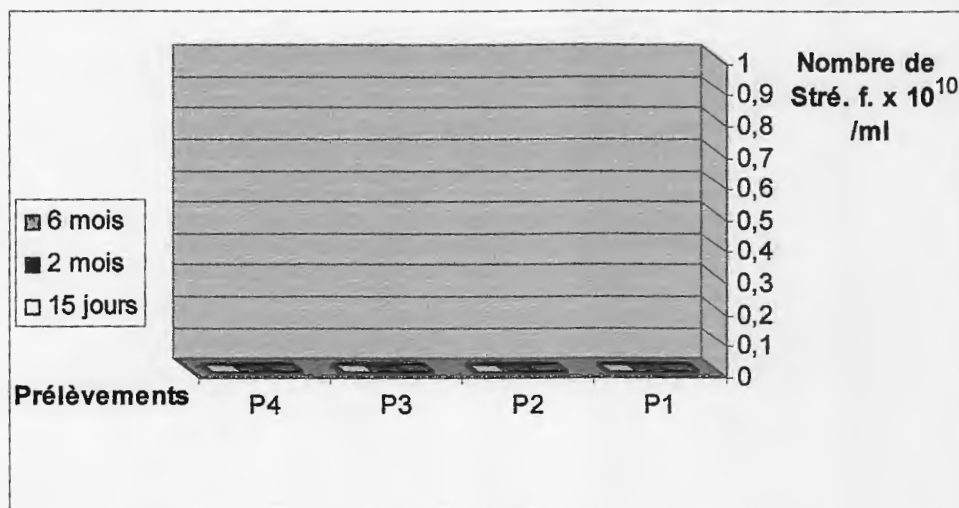


Figure 27. Nombre moyen des Streptocoques fécaux.

Les Streptocoques totaux, dans les deux premiers prélèvements leur nombre semble être constant et ceci pour les 3 type de boues.

Dans le P3, le nombre des streptocoques totaux semble être important dans les boues de 15 jours suivies respectivement des boues de 2 mois et de 6 mois.

Le P4, le nombre semble se stabiliser pour les boues de 2 et 6 mois et s'annule pour les boues de 15 jours.

Enfin, nous pouvons dire que les Streptocoques totaux sont assez résistants aux aléas du milieu.

Les résultats montre l'absence totale des Streptocoques fécaux. Nous pouvons attribuer ce paradoxe au milieu Litsky qui est peut être périmé.

#### Résultats du dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs.

- Tableau (X). Résultats du dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs.

Dilutions	$10^{-10}$	$10^{-11}$	$10^{-12}$
<b>Prélèvements</b>			
<b>P<sub>1</sub> : Le 18/04/05 à 8 :45</b>			
<b>6 mois</b>	Indénombrable	Indénombrable	Indénombrable
<b>2 mois</b>	Indénombrable	Indénombrable	Indénombrable
<b>15 jours</b>	Indénombrable	Indénombrable	Indénombrable
<b>P<sub>2</sub> : Le 25/04/05 à 8 :54</b>			
<b>6 mois</b>	Indénombrable	Indénombrable	Indénombrable
<b>2 mois</b>	Indénombrable	Indénombrable	Indénombrable
<b>15 jours</b>	Indénombrable	Indénombrable	Indénombrable
Dilutions	$10^{-18}$	$10^{-19}$	$10^{-20}$
<b>Prélèvements</b>			
<b>P<sub>3</sub> : Le 02/05/05 à 9 :13</b>			
<b>6 mois</b>	Indénombrable	1 Colonie	Indénombrable
<b>2 mois</b>	Absence	Absence	1 Colonie
<b>15 jours</b>	Absence	Absence	1 Colonie
<b>P<sub>4</sub> : Le 09/05/05 à 8 :50</b>			
<b>6 mois</b>	Absence	Absence	Absence
<b>2 mois</b>	Indénombrable	Absence	Absence
<b>15 jours</b>	Absence	Indénombrable	1 Colonie


## **Résumé.**

Notre étude s'articule autour de la qualité microbiologique des boues activées de la station d'épuration biologique des eaux usées de Hamma Bouziane, qui reçoit les rejets urbaines de la Wilaya de Constantine.

L'objectif de notre travail est la mise en évidence de la qualité microbiologique des boues qui sont destinées à des fins agricoles (engrais, amendement...).

Au regard, de l'impact important que cette utilisation aura sur la santé publique, nous avons donc entrepris d'évaluer la qualité microbiologique de ces boues qui vont d'une manière indirecte entrer dans notre chaîne alimentaire.

Pour ce faire nous avons entrepris de faire analyse bactériologique des boues disponibles à la SETP, âgées de 15 jours, 2 mois, et 6 mois, et voir l'évolution de leur qualité microbiologique temps. Des résultats obtenus montrent que la plupart des germes étudiés ont une résistance contre les traitements d'élimination de la station, ce qui exprime un grand danger pour la santé humaine et pour l'environnement.



**BIBLIOGRAPHIE**



## Bibliographie.

1. **Abdelkader Gaïd.** (1984). Epuration biologique des eaux usées urbaines. Tome 1 OPU Alger.
2. **Académie des Sciences,** (1998). Contamination des sols par les éléments en traces : les risques et leur gestion. Rapport n° 42 - Lavoisier Tec.- Doc., Paris.
3. **ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie),** (2001). Etat de l'art sur les transferts des éléments traces des sols vers les plantes cultivées à vocation alimentaire. Editions n° 3362.
4. **Agence de l'Eau,** (1999). Audit environnemental et économique des filières d'élimination des boues d'épuration urbaines. Synthèse. Les études des Agences de l'Eau .
5. **Agence de l'eau Artois - Picardie et Chambres d'agriculture du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme et de l'Aisne,** (1996). Guide de l'utilisation agricole des boues urbaines en agriculture. Brochure 32 p.
6. **AFNOR,** (1984). Dénombrements des microorganismes. la défende, NFT 90 -401.
7. **Armel Guivarch.** (2001). Valeur fertilisante à court terme du phosphore des boues de station d'épurations national de la recherche agronomique, Bordeaux unité d'agronomie, France.
8. **Article 12** de l'arrêté 8 janvier 1998 France .
9. **Block JC SWARZBORD L,** (1982). Analyse virologique des eaux (techniques de mise en évidence des virus humains) Tec. & Doc.
10. **Bousse Bouah.,** (2002). Eléments de microbiologie. Générale. Constantine.
11. **Burton, H, N et Malina, J.N,** (1964). The use of radio-phosphorus in Aerobic sludge stabilisation studies.
12. **Conseil supérieur d'hygiène,**(2000). Risque sanitaires lies aux boues d'épuration des eaux usées urbaines. Publique de France.
13. **Coordonnateur G, Martin,** (1985). L'épuration et le traitement des effluents (eau, air) volume 2,2 : bactériologie des milieux aquatiques .France.
14. **Dutka B.J** (1981). Membrane filtration. Application technic and problems , edition polytechniques .
15. **Gérard Grosclaude,**(1996). L'eau , tome II usage et polluants.
16. **Haslay c., Leclerc H.,** (1993). Microbiologie des eaux d'alimentation. Paris.
17. **Lavoisier Tec - Doc CSHPF,** (1998). Risques sanitaires liés aux boues d'épuration des eaux usées urbaines . Paris.
18. **Mohand – Saïde ouali.,** Coures de procédés unitaires biologique et traitement des eaux. Edition APU Alger.
19. **Morel JL.** 1977. Contribution à l'étude de l'évolution des boues résiduaires dans le sol. Thèse de Docteur Ingénieur, Université de Nancy 1, France.
20. **Morel JL, Guckert A, Sibout V, Jacquin F.** (1978). Possibilité de valorisation agricole des boues résiduaires urbaines. I. Etude des variations de la composition des boues. *Bulletin ENSAIA* 20, 21-29.
21. **OTV.** 1997. Ouvrage collectif. Traiter et valoriser les boues. *Collection OTV.* N°2.
22. **Rodier J,** (1978). Analyse de l'eau (eau, naturelle, eau résiduaire, eau de mer ). 6<sup>ème</sup> édition. Paris.
23. **Rodier j,** (1984) Analyse de l'eau (eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer). 7<sup>ème</sup> édition. Paris.
24. **Rodier J,** (1996), Analyse de l'eau (eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer). 8<sup>ème</sup> édition. Paris.

25. **Sibony J, Bigot B**, (1993). Traitement des eaux usées urbaines. Techniques de l'Ingénieur. Traité construction C 4230. 1-16.
26. **Sutral. Et al.** (1998). Manuel de bactériologie. Edition polytechnique.
27. **T.R Vaillant** . Perfectionnements et nouveautés, édition Erolles.
28. **Wiat J, Michel MF, Miellot I, Morel JL.** (1999). Emplois liés au recyclage agricole des boues d'épuration municipales ; situation en Lorraine. Environnement et Technique 186.

## **Sites Internet.**

29. **http: // www.agriculture.gouv.fr/actu/épuracion/dossier.htm.**
30. **http: //europa.eu.int/comm/environment/sludge/sludge\_fr.pdf .**
31. **http :// www.Lacose.com/eanerobies.htm**
32. **http:// www.Sea-viver-news.com/579/epuration des eaux usées.htm.**
33. **http:// www.volamis-médical.com/textx/streptoc.htm**



**ANNEXE**

## ANNEXE I.

### La composition des milieu d culture.

#### 1. Bouillon lactosé é au bromocresol pourpre (BCPL) double concentration (D/C).

- Extrait de viande de bœuf ..... 6g ;
- Peptone ..... 10g ;
- Lactose ..... 10 g ;
- Pourpre de bromocresol..... 0.06g ;
- Eau distillée ..... 1 000 ml ;
- pH..... 6.7 ;
- Autoclave..... 20mn à 120° C.

#### 2. Bouillon lactosé au bromocresol pourpre (BCPL) simple concentration (S/C).

- Extrait de viande de bœuf.....3g ;
- Peptone.....5 g ;
- Lactose.....5 g ;
- Pourpre de bromocresol.....10.03 g ;
- Eau distillée.....1 000 g ;
- pH.....6.7 ;
- Autoclave :.....20mn à 120°C ;

#### 3. Milieu indol – manitol (Schubert).

- Treptophane..... 0.2 g ;
- Acide glutamique.....0.2 g ;
- Sulfate de magnésium.....0.7 g ;
- Citrate de sodium.....0.5 g ;
- Chlorure de sodium.....0.2 g ;
- Treptone oxoid.....10 g ;
- Manitol.....7.5 g ;
- Sulfite d'ammonium.....0.4 g ;

### **7. GN (gélose nutritive).**

- Peptone.....10 g/l ;
- Extrait de viande..... 5 g/l ;
- Chlorure sodium.....5 g/l ;
- Gélose..... 15 g/l ;
- pH.....7.2 ;
- Autoclave :.....20mn à 120°C ;

### **8. Gélose viande foie (VF).**

- Extrait de viande foie.....30g ;
- Glucose..... 2 g ;
- Amidon..... 2 g ;
- Agar.....11 g ;
- Eau distillée.....1 000 ml ;
- pH.....7.6 ;

#### **- La composition d'eau physiologique.**

- Chlorure de sodium..... 5 g/l ;
- Eau distillée.....1 000 ml ;
- Autoclaves pendant.....20mn à 120° C.

#### **- La composition du réactif de Kovacs.**

- Paradiméthyl – amino -4- Benz aldéhyde..... 1 g ;
- Alcool iso amylique (méthyle -2- Butanol -2-).....15ml ;
- Acide chlorohydrique.....5 ml.

#### **- La composition d'alun de fer.**

- Alun de fer.....1 g/l ;
- Eau distillée.....100 ml.

#### **- La composition de sulfite de sodium.**

- Sulfite de sodium pur, cristallisé.....1 g/l ;
- Eau distillée stérile..... 1 000 ml ;

## ANNEXE II.

### Teneur des boues en éléments traces ET (valeur en g/t MS).

Ces données sont collectées à travers des enquêtes ou des campagnes de mesure (ADEME, 1995 ; Agence de l'eau RMC et Recyval, 1998 ; SYPREA, 2000). Les données les plus récentes (SYPREA, 2000) confirment la baisse continue des teneurs en ET des boues d'épuration.

ET considéré	Teneur moyenne g/t MS	Valeur-limite réglementaire g/t MS	% de la valeur-limite
<b>Cadmium</b>	2.5	10	25%
<b>Chrome</b>	50	1 000	5%
<b>Cuivre</b>	330	1 000	33%
<b>Mercure</b>	2.3	10	23%
<b>Nickel</b>	40	200	20%
<b>Plomb</b>	90	800	11%
<b>Sélénium</b>	10	/	/
<b>zinc</b>	800	3 000	27%

## ANNEXE IV.

### - A -

**Accumulation.** Augmentation de la concentration d'une substance dans le sol due à des apports de substances supérieurs aux pertes.

**Aération.** Introduction d'air ou d'oxygène.

**Âge des boues.** Temps, exprimé en jours, nécessaire pour amener la totalité des boues d'une station par boues activées à un niveau de dégradation constant. Ce temps est calculé en divisant la masse totale des boues dans la station par boues activées par masse de boue traitée par jour.

**Amendements.** Matières minérale ou organiques destinées à entre tenir ou à améliorer les propriétés physique et/ou chimiques, et/ou l'activité biologique des soles.

**Amendements basiques calciques et/ou magnésiens.** Matière fertilisantes présentant un caractère basique marqué, lié à la présence dans ses constituants d'anions tels que  $O^{2-}$ ,  $HO^-$ ,  $HCO_3^{2-}$ , anion silicates et silicophosphates et contenant du calcium et/ou du magnésium.

**Auto – épuration.** Mode naturel d'épuration d'une masse d'eau polluée.

### - B -

**Bactéries.** Groupe important d'organismes monocellulaires microscopiques, actifs sur le plan métabolique, ayant un noyau diffus (non séparé).

**Bactéries Gram négatives.** Bactéries dont les membranes cellulaires ne retiennent pas le colorant bleu lors du test de Gram.

**Bactéries Gram positives.** Bactéries dont les membranes cellulaires retiennent le colorant bleu lors du test de Gram.

**Bactéries hétérotrophes.** Bactéries ayant besoin de matière organique comme source d'énergie, contrairement aux bactéries autotrophes.

**Bactéries photo autotrophes.** Bactéries qui tirent leur énergie de la lumière et dont l'unique source de carbone est inorganique, c'est-à-dire le  $CO_2$ .

**Bactéries revivifiables.** Bactéries capables de métabolisme et/ou multiplication. (*Vibrio* sp.).

**Bassin d'aération.** Ouvrage dans lequel les eaux à traiter et les boues activées sont mélangées et aérées.

**Bassin de maturation.** Grand bassin peu profond, utilisé pour le traitement complémentaire des eaux usées ayant déjà subi un traitement biologique et dont les matières solides formées lors du traitement biologique ont été éliminées.

**Bassin de régulation.** Bassin destiné à égaliser le régime d'un courant ou la composition, par exemple, d'eau potable vers un système de distribution ou d'eau résiduaire vers une installation de traitement.

**Bassin de sédimentation.** Voir clarification.

**Bassin de récupération.** Bassin drainant naturellement vers un cours d'eau ou un endroit donné.

**Biomasse.** Masse totale de matière vivante dans une masse donnée.

**Boue.** Mélange d'eau et de matières solides séparées, par des procédés naturels ou artificiels, des divers types d'eau qui les contiennent.



**Boue activée.** Asse biologique (floc) produite durant le traitement d'eaux usées par la croissance de bactéries et d'autres micro-organismes en conditions aérobies ou anoxiques.

**Boue activée recyclée.** Boues activées qui ont été séparées de la liqueur mélangée par décantation et qui sont recyclées dans les bassin d'aération pour une autre utilisation dans le traitement d'eau usée.

**Boue biologique, Boue secondaire.** Boue en provenance d'un traitement biologique.

**Boue brute.** Boue retirée de réservoirs de sédimentation primaire.

**Boue chimiquement stabilisée.** Boue stabilisée par un traitement chimique.

**Boue compostée, Compost de boue.** Boue transformée en forme stable et valorisable par une méthode de compostage.

**Boue conditionnée.** Boue traitée par méthode chimique ou physique pour faciliter la déshydratation.

**Boue de décantation.** Boue du prétraitement des eaux brutes (eaux de surface) séparée par sédimentation.

**Boue d'eaux usées, Boue d'épuration.** Boue issue du traitement des eaux usées.

**Boue d'épuration.** Produit constitué de sédiments résiduels provenant du traitement des eaux usées ou d'autres effluents.

**Boue déshydratée.** Boues, généralement conditionnée, dont la teneur en eau a été diminuée par des moyens naturels ou mécaniques.

**Boue digérée.** Boue d'eau usée stabilisée par l'action de micro-organismes, que ce soit en présence ou en absence d'oxygène.

**Boue épaissie.** Boue dont la concentration en solides a été augmentée par élimination d'eau.

**Boue fraîche.** Boue non stabilisée.

**Boue hygiénisée.** Boue traitée pour inactiver les parasites et les micro-organismes pathogènes ou en réduire le nombre jusqu'à un niveau donné.

**Boue industrielle.** Boue issue du traitement d'eau résiduelles industrielles.

**Boue pasteurisée.** Boue soumise à une élévation de température (80°C) pendant une période appropriée, dans le but soit d'inactiver les micro-organismes notamment les pathogènes, soit d'en réduire leur nombre jusqu'à un niveau donné.

**Boues physico – chimique.** Boue issue d'un traitement physico-chimique de précipitation.

**Boue primaire.** Boue issue d'une décantation primaire non mélangée à d'autres boues recirculées.

**Boue primaire mixte.** Boue issue d'une décantation primaire qui contient d'autres boues, par exemple : des boues activées en excès.

**Boues séchées.** Boue dont la teneur en eau a été fortement réduite par évaporation.

**Boue stabilisée.** Boue qui a subi une stabilisation et dont la tendance à se dégrader est ainsi maintenue en dessous d'un niveau défini.

**Boue stabilisée par voie thermique.** Boue stabilisée par un traitement thermique.

**Boue tertiaire.** Boue issue d'un traitement thermique.

**Boue secondaire.** Voir boue biologique.

**Broyage.** Déchiquetage ou pilage mécanique des solides grossiers des eaux résiduelles dans le but de les amener à des permettant un traitement ultérieur.

- C -

**Carbone organique dissous biodégradable (CODB).** Quantité maximale de carbone organique dissous, exprimée en milligrammes par litre, consommée par la biomasse pendant la durée d'incubation. Elle est définie comme étant la différence entre le COD en début d'expérience et le COD minimal observé au cours de l'incubation.

**Centrifugation.** Séparation partielle, par la force centrifuge, de l'eau contenue dans une boue d'eau résiduaire.

**Charge polluante.** Quantité d'un polluant donné dans une station de traitement ou rejeté dans une eau réceptrice pendant une période donnée.

**Chaulage.** Technique culturale consistant à incorporer de la chaux à un sol. Par extension le terme chaulage est employé pour tout apport d'amendement basique calcique et/ou magnésien.

**Clarificateur, Réservoir de sédimentation, Bassin de sédimentation.** Grand réservoir où sédimentent les matières en suspension.

**Clarification.** Procédé dans lequel les particules sédimentent dans un grand réservoir, sans agitation en produisant une eau plus claire comme effluent.

**Coagulant.** Produit chimique ajouté de déstabiliser des suspension ou des émulsions.

**Coagulation.** Déstabilisation des matières en suspension et des colloïde qui permet leur agrégation, habituellement obtenue par ajout de coagulants

**Compostage.** Traitement biologique généralement (mais pas toujours) en andins permettant une transformation aérobie de la matière organique.

**Concentration en matières en suspension.** Quantité de matière solide obtenue par filtration ou centrifugation d'un volume connu de boues activées et séchage à 105°C environ jusqu'à masse constante.

**Conditionnement de boues.** Traitement physique et/ou chimique des boues afin de faciliter leur déshydratation.

**Coures d'eau.** Chenal en surface ou souterrain, dans lequel l'eau peut circuler.

- D -

**Décantation.** Retrait de la liqueur surnageant après sédimentation des matières solides en suspension ou après séparation d'un liquide de plus forte densité.

**Décanteur.** Ouvrage de suspension des matières en suspension des eau usées, sous l'influence de la gravité (par exemple : décantation primaire, décantation intermédiaire, décantation secondaire).

**Déchet.** Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destiné à l'abandon.

**Dégradation.** Processus physique, chimique ou biochimique par lequel les constituants d'une eau usée ou d'une boue sont décomposés.

**Demande biochimique en oxygène (DBO).** Concentration en masse de l'oxygène dissous consommé dans des conditions définies par l'oxydation biologique des matières organiques et/ou inorganiques contenues dans l'eau.

**Demande biologique en oxygène (DBOt).** Concentration en masse de l'oxygène dissous consommé, dans des conditions définies (t jours à 20°C avec ou sans inhibition de la nitrification), par l'oxydation biologique des matières organiques ou minérales de l'eau.

**Demande chimique en oxygène (DCO).** Concentration en masse d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'un échantillon d'eau est traité avec cette oxydant dans des condition définies.

**Demande théorique en oxygène (DThO).** Quantité théorique maximale d'oxygène nécessaire pour oxyder complètement un composé chimique, calculée à partir de la formule moléculaire.

**Demande totale en oxygène (DTO).** Quantité d'oxygène, déterminée par le calcul, nécessaire à la minéralisation complète des matières organiques et à l'oxydation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitreux contenus dans l'eau.

**Déshydratation des boues.** Procédé par lequel de la boue liquide voit sa teneur en eau diminuée généralement par des moyens mécaniques.

**Désinfection.** Traitement de l'eau usée ou de la boue destiné à réduire l'activité pathogène au – dessous d'un niveau spécifié.

**Digestion aérobie des boues.** Processus biologique par lequel les boues primaires, activées et coprécipitées sont partiellement oxydées par une aération prolongée, se réalisant principalement par une respiration endogène et une activité des prédateurs.

**Digestion anaérobie des boues.** Procédé anaérobie qui réduit la masse de matières organique des bous.

**Drain d'épandage souterrain.** Tuyau enterré qui rejette des eaux dans le sous-sol.

- E -

**Eau d'égouts.** Eau résiduaire ménagère, autres que les eaux résiduaires fécales et urinaires.

**Eau de lessivage.** Eau qui sont passées à travers des décharges ou d'autres matières perméables spécifiées.

**Eau résiduaire domestique.** Voir Eau usée.

**Eau résiduaire épurée.** Voir eau usée épurée.

**Eau usée.** Eau rejetée après utilisation domestique ou résultant d'une activité industrielle ; elle peut comprendre des eaux parasites et , en cas de réseau unitaire, de l'eau de ruissellement.

**Eau usée brute.** Eau usée non traitée.

**Eau usée décantée.** Eau usée de laquelle les matières solides grossières et la plupart des matières solides décantables ont été retirées par décantation.

**Eau usée épurée.** Eau usée (eau résiduaire) ayant subi une épuration partielle ou totale destinée à minéraliser les substances organiques ou autres qu'elle contient.

**Eau usée municipale.** Eau usée proviennent d'agglomérations, constituée de façon prédominante par de l'eau usée domestique. Elle peut aussi inclure des eaux de ruissellement, des eaux parasite et des eaux usées industrielles et de commerces et services.

**Eau usée unitaire.** Eau usée et eau de ruissellement transportées dans les même collecteurs.

**Echantillon.** Partie, idéalement représentative, prélevée dans une masse d'eau définie. De façon intermittente ou continue, afin d'en examiner diverses caractéristiques définies.

**Effluent d'eau usée.** Rejet d'eau usée traitée dans une station d'épuration.

**Egout.** Conduites ou autres constructions, généralement souterraine, conçues pour transporter les eaux résiduaires et /ou les eaux de ruissellement, en général à partir des plusieurs sites et jusqu'à une installation de traitement ou une masse d'eau réceptrice.

**Élément fertilisant.** Élément présent dans le s, qui put être extrait par un réactif chimique ou un processus physique et selon un protocole déterminé.

**Élimination des boues.** Destination des boues qui n'ont pas été valorisées.

**Engrais.** Matériau dont la fonction principale est d'apporter aux plants un élément nutritif.

**Ensemencement.** Inoculation d'un système biologique afin d'y faire proliférer des micro-organisme appropriés.

**Épaississement des boues.** Premier traitement pour accroître la concentration de solides dans les boues par élimination d'eau. Exemple : épaississement gravitaire.

**Epandage.** Opération matérielle réalisant l'application au champ notamment de matières fertilisantes par dépôt sur les végétaux à la surface du sol, injection ou enfouissement dans le sol.

**Etang anaérobie.** Voir étang d'épuration

**Etang de stabilisation.** Voir étang d'épuration

**Etang d'épuration.** Bassin dans lequel se produit un processus de décomposition anaérobie des boues.

**Evacuation des boues.** Toute méthode qui consiste à se débarrasser de la boue sans bénéfice pour l'environnement, par exemple : mise en décharge de boues ou de cendres d'incinération.

- F -

**Fertilisation.** Ensemble de techniques agricoles mettant en œuvre des matières fertilisantes.

**Floc.** Particules macroscopiques formées un liquide par floculation, généralement séparables par sédimentation ou flottation.

**Floculant.** Produit chimique ajouté afin de produire des agrégats( floccs) ou pour accroître la taille ou la cohésion des floccs.

**Flottants.** Matières flottantes séparées de boues ou d'eaux usées.

**Flottation.** Montée des matières en suspension dans un liquide vers la surface sous l'effet de l'entraînement par un gaz.

- G -

**Gâteau de boue.** Boue ayant subi une déshydratation suffisante pour pouvoir être manipulée comme une matière solide.

**Gonflements des boues** Phénomène apparaissant dans les station par boues activées, caractérisé par le fait que la boue activée occupe un volume excessif et ne sédimente pas facilement. Ce phénomènes est en générale lié à la présence d'organismes filamenteux.

- I -

**Incinération des boues.** Oxydation à haute température des matières organiques d'une boue.

- L -

**Lagune.** Bassin de construction simple, le plus souvent en terre et destiné au traitement des eaux usées , exemple : lagune naturelle, lagune d'aération, lagune de finition.

**Lessivage.** Entraînement par l'eau de percolation de particules fines du sol.

**Lit de séchage des boues.** Ouvrage destiné à déshydrater la boue et éventuellement la sécher, par drainage et évaporation.

- M -

**Matière de vidange en suspension.** Boue issue des fosses septiques ou autres fosses qui reçoivent les excréments humains et les eaux domestique d'une ou plusieurs habitations .

**Matière en suspension.** Toute matière particulaire qui restes dans l'atmosphère ou dans un écoulement de gaz de cheminée pendant de longues périodes du fait que la dimension des particules est trop petite pour avoir une vitesse de chute appréciable.

**Matières en suspension (MES).** Quantité de matières obtenus par filtration ou centrifugation d'un volume connu de boue, dans des condition définies et dessiccation à 105° C jusqu'à masse constante.

**Mise en décharge de la boue.** Evacuation des boues dans un dépôt sans valorisation.

- N -

**Nombre la plus probable (NPP).** Estimation statique du nombre de micro-organismes spécifiés dans un volume d'eau donné, résultant de la combinaison de résultats positifs et négatifs dans une série de volumes de l'échantillon examiné par des essai normalisés.

- P -

**Pathogène.** Qualifie un organisme capable de causer une maladie chez un végétal ou un animal prédisposé, y compris chez l'homme.

**Point d'injection.** Point au niveau duquel des réactifs sont ajoutés à l'eau usée ou la boue dans une station d'épuration.

- R -

**Recyclage.** Retour d'une partie des eaux résiduaires ayant subi un traitement partiel ou complet provenant de n'importe quel stade de traitement dans un système de traitement des eaux résiduaires vers un stade de traitement précédent

**Relargage.** Emission, partir d'une déchet, de' constituants qui passent à travers la surface externe d'un volume de déchet comme spécifié dans le scénario considéré.

**Réseau d'assainissement.** Réseau d'égouts et ouvrages auxiliaires le transporte des eaux résiduaires et/ou des de ruissellement vers une installation de traitement ou une masse d'eau réceptrice.

**Réservoir de sédimentation.** Voir clarification.

**Ruisseau, Cours d'eau.** Eau qui s'écoule de façon continue ou intermittente selon un tracé bien défini comme celui d'une rivière mais généralement sur une plus petite échelle.

- S -

**Séchage sous pression.** Elimination mécanique des liqueurs de la boue par application de pression afin d'obtenir un matériau manipulable.

**Sédimentation.** Mode de dépôt, sous l'influence de la gravité, des matières en suspension dans les eaux résiduaires.

**Stabilisation aérobie, digestion aérobie des boues.** Procédé qui réduit la matière organique des boues.

**Stérilisation.** Procédé destiné à inactiver ou à éliminer tous les organismes vivants (y compris les formes végétatives et sporulées), de même que les virus.

**Système de pompage et de traitement.** Système procédant par extraction de l'eau pour traitement hors du sol.

- T -

**Teneur.** Quantité d'élément extractible, par unité de masse de terre fine sèche déterminée sur un échantillon par une méthode analytique donnée.

**Traitement des boues.** Toute étape de transformation de la boue en vue de sa réutilisation ou de son évacuation. Par exemple, épaissement, stabilisation, conditionnement des boues, déshydratation, séchage, désinfection.

**Traitement par boues activées.** Procédé de traitement biologique des eaux usées dans lequel un mélange d'eaux usées et de boues activées est agité et aéré. Les boues activées sont ensuite séparées des eaux épurées et sont recirculées vers le traitement. Une partie des boues activées est extraite du traitement en tant que boues en excès.

**Traitement par épandage.** Traitement (et généralement élimination) d'eau résiduaires par irrigation du sol.

**Traitement physico-chimique.** Combinaison de traitement physique et chimique dans le but d'obtenir un résultat spécifique.

**Traitement préliminaire.** Dans le cas des eaux d'égouts : enlèvement ou désintégration des gros solides des eaux d'égouts et enlèvement des grosses particules.

**Traitement thermique.** Traitement utilisant la chaleur pour détruit, éliminer ou immobiliser des polluants.

- V -

**Valorisation des boues.** Réutilisation de la boue traitée avec une bénéfice pour l'environnement, par exemple : valorisation en agriculture.

## Résumé.

Notre étude s'articule autour de la qualité microbiologique des boues activées de la station d'épuration biologique des eaux usées de Hamma Bouziane, qui reçoit les rejets urbains de la Wilaya de Constantine.

L'objectif de notre travail est la mise en évidence de la qualité microbiologique des boues qui sont destinées à des fins agricoles (engrais, amendement...).

Au regard, de l'impact important que cette utilisation aura sur la santé publique, nous avons donc entrepris d'évaluer la qualité microbiologique de ces boues qui vont d'une manière indirecte entrer dans notre chaîne alimentaire.

Pour se faire nous avons entrepris de faire analyse bactériologique des boues disponibles à la SETP, âgées de 15 jours, 2 mois, et 6 mois, et voir l'évolution de leur qualité microbiologique avec le temps.

Les résultats obtenus montrent que la plupart des germes étudiés ont une résistance contre les traitements d'élimination de la station, ce qui exprime un grand danger pour la santé humaine et pour l'environnement.

**Mots clés.** Boues, fertilisation, épandage, traitement des eaux usées

ملخص.

تمحور بحثنا حول الخصائص الميكروبيولوجية للوحل الذي خلفته عملية تنقية المياه المستعملة بمحطة التنقية المتواجدة بالحامة بوزيان والتي تتلقى الفضلات من ولاية قسنطينة.

والهدف من عماتنا هذا هو إبراز الخصائص الجرثومية للوحل الموجه للاستعمال الفلاحي (سمدة....). وبالنظر إلى أهمية التأثير الذي يسببه استعمال هذا الوحل على الصحة العامة، فقد حاولنا تقييم النوعية الجرثومية لهذا الوحل الذي يدخل بطريقة غير مباشرة في سلسلتنا الغذائية.

لهذا الغرض، قمنا بتحليل بكتيرية للوحل الموجود بالمحطة، وذلك لأحوال عمرها 15 يوما، 2 شهرين، 6 أشهر، و مراقبة تطور النوعية الجرثومية لها مع الوقت.

فكانت النتائج المتحصلة عليها تبين أن معظم العينات المدروسة لديها مقاومة لعمليات الإبادة بالمحطة مما يشكل خطرا كبيرا على صحة الإنسان و المحيط. الكلمات المفتاحية: وحل، تخصيب، فرش، معاملة المياه المستعملة.

## Summary.

Our study is based on the microbiological quality of the mud of station of clarification of using water in Hamma Bouziane which receive using water from Constantine.

The objective from our work, is to show mud's microbiological quality which addressed for using in agriculture.

From looking, to the important impact which effect public health by using this mud, we try to estimate the microbiological quality of this mud, that enter indirectly in our aliments.

To realize this evolution, we make a bacteriological analyze on mud of S.T.E.P, aged of 15 days, 2 month, and 6 month. And see the evolution of its microbiological quality with time.

But the obtain results show that the most of this germs have a resistance against station's elimination treatment. That make a big danger on human's health and the environnement.

**Keywords.** Mud, fertilization, brushing, treatment of using water.