

## SOMMAIRE

<b>I-INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>II-PRESENTATION DU CNRIT.....</b>	<b>2</b>
II-1-Cadre contextuel du CNRIT.....	2
II-2-Présentation du laboratoire physico-chimique.....	4
<b>PREMIERE PARTIE : ETUDES THEORIQUES.....</b>	<b>5</b>
<b>I- MODE D'ECHANTILLONNAGE.....</b>	<b>5</b>
II-1-Prélèvement.....	6
II-2- Transport et conservation.....	6
<b>II- CARACTERISTIQUES GENERALES D'UNE EAU RESIDUAIRE:</b>	
<b>II-1-Caracteristiques physiques.....</b>	<b>7</b>
<b>II-2-Caracteristiques chimiques.....</b>	<b>8</b>
<b>II-3-Critère de la pollution organique.....</b>	<b>9</b>
II-4-Paramètres particuliers.....	10
<b>III- PROCEDES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES:</b>	
III-1-Traitement physique.....	10
III-2-Traitement chimique.....	11
III-3-Traitement biologique.....	11
<b>DEUXIEME PARTIE : ETUDE PRATIQUE INDUSTRIE TEXTILE DE MADAPROD</b>	
<b>I- PRESENTATION DE MADAPROD.....</b>	<b>14</b>

<b>II-STATION DE TRAITEMENT.....</b>	<b>15</b>
II-1- Schéma du circuit du traitement des eaux usées).....	15
II-2-circuit de l'eau.....	15

### **III- ANALYSE DE L'EAU**

III-1-Analyse avant traitement.....	21
III-2-Analyse après traitement.....	22

### **IV- RESULTATS DU CONTROLE DE LA QUALITE DU TRAITEMENT**

## **TROISIEME PARTIE : INTERPRETATIONS ET ERSPECTIVES**

### **I-**

<b>INTERPRETATIONS .....</b>	<b>26</b>
------------------------------	-----------

<b>II-PROPOSITION D'AMELIORATION DU TRAITEMENT.....</b>	<b>29</b>
---	-----------

## **CONCLUSION**

## **REFERNCE BIBLIOGRAPHIQUES**

## **ANNEXES**

## **RESUME**

**LISTE DES FIGURES :**

Figure 1 : premier bassin de décantation

Figure 2 : chaux

Figure 3 : sulfate d'Alumine

Figure 4 : polymère anionique AN 956

Figure 5 : second bassin de décantation

Figure 6 : lit bactérien

Figure 7 : presse boue

Figure 8 : boues déshydratées

Figure 9: échantillon d'eau avant traitement

Figure 10: échantillon d'eau après traitement

**FIGURE 11** : eau sortie final

**LISTE DES TABLEAUX :**

Tableau 1 : échantillonnage selon les paramètres à analyser

Tableau 2 : résultat du contrôle journalier du traitement

Tableau 3 : résultats d'analyses avant traitement

Tableau 4 : résultats d'analyses après traitement auprès du CNRIT et du Laboratoire de Pédologie

Tableau 5 : normes de rejet selon l'Article 5 du décret 2003-464

## LISTE DES ABBREVIATIONS :

C.I.D.S.T : Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique

CNRIT : Centre National de Recherche Industrielle et Technologique

DBO : Demande Biochimique en Oxygène

DCO : Demande Chimique en Oxygène

EPIC : Etablissement Public à Caractère Industriel et commercial

EC : conductivité électrique (EC)

MADAPROD : Madagascar Production

MES : Matières En Suspension

NTU : Nephélometric Turbidity Unit

## GLOSSAIRE

La biomasse : est la quantité de matière vivante dans un écosystème aquatique par unité de surface ou de volume.

Biodégradable : qui peut être décomposé par des matières organiques du milieu.

Coagulation : désstabiliisation des particules colloïdales par introduction de réactifs chimiques appropriés (coagulants)

Eau résiduaire : eau rejetée après son utilisation dans un procédé industriel, ou après sa production au cours de ce procédé et qui n'a aucune valeur immédiate en ce qui concerne ce procédé.

Eau usée : eau provenant des rejets d'une collectivité.

Eau usée brute : eau usée non traitée.

Hydrophile : qui présente un caractère d'affinité avec l'eau

Hydrophobe : qui n'a pas d'affinité avec l'eau

Flocculation : collision de particules, formule et grossissement des précipités.

ISO 5667-1O : normes Internationales sur le prélèvement des eaux résiduaires.

ISO 5667-3 : normes Internationales sur la conservation et le transport d'échantillon

Milieu récepteur : sont les lieux de rejets des eaux résiduaires et industrielles.

NF T 90-101 : norme française sur la détermination de la DBO<sub>5</sub>

Oxymètre : est un appareil permettant la mesure de la concentration en oxygène moléculaire dans un mélange gazeux ou dans un liquide.

## INTRODUCTION

L'eau a permis la vie sur la terre. Elle est indispensable à la survie des êtres vivants. Mais comparée aux autres ressources exploitées par l'humanité et qui peuvent être renouvelées par d'autres, il n'en est hélas pas le cas pour cet élément vital. C'est pour cela qu'elle est notre or bleu, car si jamais elle tarit, aucune autre ressource jusqu'à présent ne pourrait la remplacer.

Des bilans d'Organismes Internationaux disent que chaque année la consommation d'eau dans le monde augmente. Au taux actuel de croissance de la population mondiale et de ses besoins, d'ici 2025 la quantité moyenne d'eau douce disponible chutera inexorablement. Ils ont estimé que 5 fois plus d'habitants qu'aujourd'hui seront touchés par la pénurie d'eau dans le monde.

Cette augmentation accrue de la demande en eau, s'accompagnera inévitablement de la dégradation de sa qualité. Le développement des industries qui ne prennent pas les mesures nécessaires sont ceux qui portent le plus atteinte à l'équilibre environnemental de notre écosystème, car en effet, l'histoire du développement industriel s'est construite en partenariat avec l'eau. Effectivement, cette dernière réunissant un ensemble exceptionnel de propriétés physiques et chimiques peut devenir solvant, fluide thermique ou simplement un liquide facile à manipuler. Ces propriétés expliquent pourquoi l'eau est impliquée dans toutes les grandes activités industrielles. Les usines utilisent l'eau de manière répétée au cours des stades successifs de la chaîne de fabrication.

Pour la plupart des techniques et opérations de fabrication, l'eau entre en contact avec des matières premières minérales ou organiques. Elle les dissout partiellement, voire totalement ou les entraîne à l'état de suspensions colloïdales.

Cela signifie que si leurs effluents ne font pas objet d'un traitement, ils pourraient contenir des composants polluants voire toxiques et toutes sortes de sous-produits chimiques qui ne sont hélas pas synthétisés par le milieu naturel. C'est pour cette raison que mon thème de travail se porte sur le suivi et contrôle des paramètres physico-chimique d'une eau résiduaire d'industrie, pour contribuer à la protection de l'environnement.

## **PRESENTATION DU CNRIT [1]**

### II-1 Cadre contextuel du Centre National de Recherche Industrielle et Technologique

#### ***a) Présentation du centre :***

Le Centre National de Recherches Industrielle et Technologique désigné sous le sigle CNRIT est créé par le décret n° 87-288 du 28 juillet 1987 et réorganisé par le décret n° 92-469 du 22 Avril 1992.

Le centre est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), doté de la personnalité civile et d'autonomie de gestion administrative et financière.

Il est placé sous la tutelle technique du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (du MESupReS) et sous la tutelle financière du Ministère des Finances et du Budget (MFB). Actuellement dirigé par le Professeur RAFANOMEZANTSOA Roger Marie, il est assisté par les départements et la structure d'appui.

#### ***b) les Objectifs du centre :***

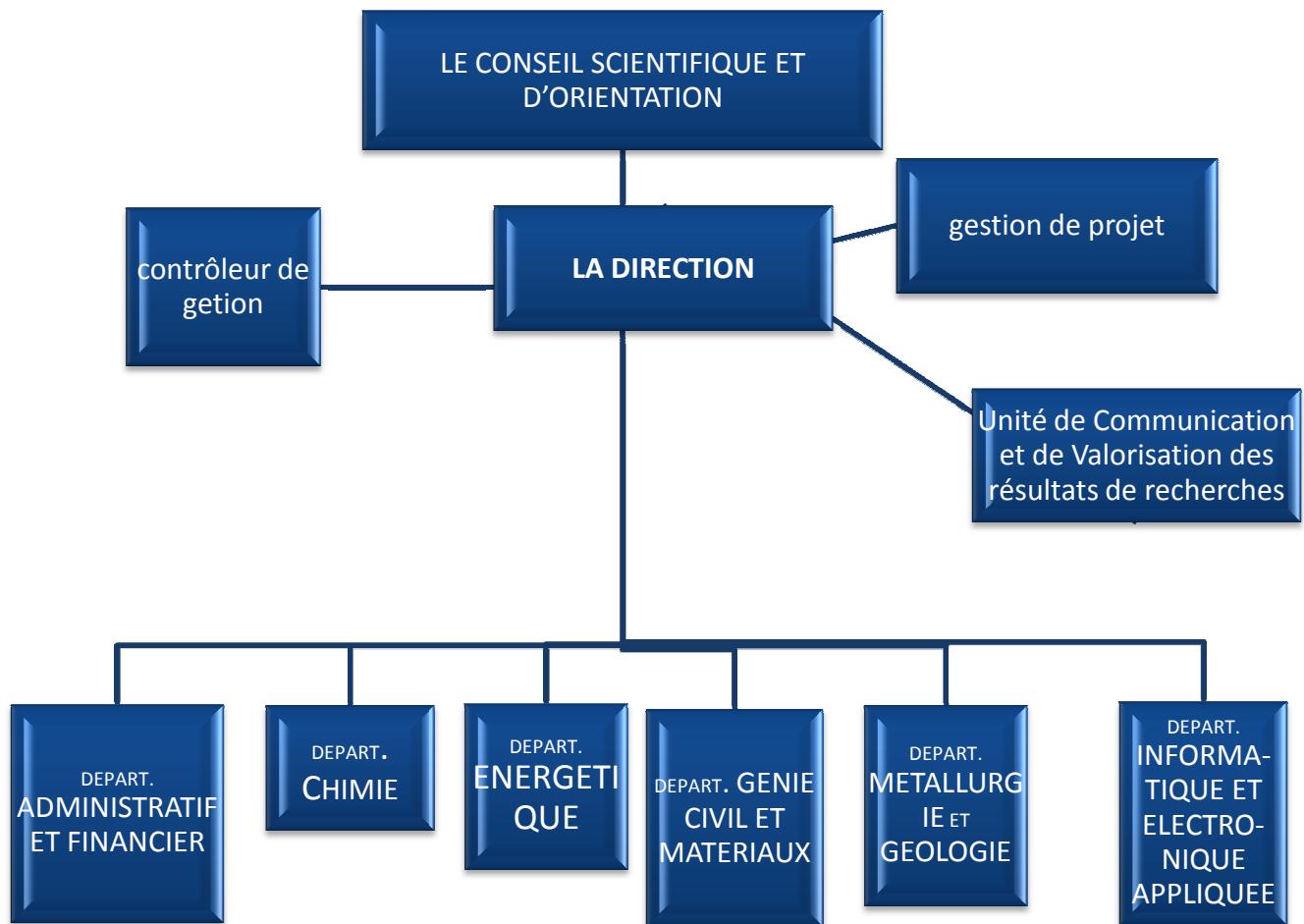
- La contribution à l'innovation,
- La participation à l'élaboration et la conduite de la politique nationale de recherches pour le développement industriel et technologique,
- La contribution à la valorisation des résultats de recherches au transfert et à l'innovation,
- La contribution à la formation scientifique et technologique,
- La contribution à la diffusion des informations scientifiques et technologiques en coopération avec le Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique (C.I.D.S.T.).

#### ***c) Leurs missions :***

- Participer à l'élaboration et à la mise en œuvre de la politique nationale de recherches technologiques:
  - Recherche de l'innovation ;
  - Valorisation des matières premières et des ressources locales
  - Développement des technologies endogènes ;
  - Absorption et adaptation des technologies étrangères.

- Valoriser et appliquer les résultats de recherches pour un développement durable (économique, social, environnemental) :
  - Encadrer, assister et appuyer les opérateurs de développement ;
  - Renforcer les capacités et les compétences régionales par la maîtrise des technologies propres ;
  - Gérer et protéger l'environnement (industriel, physique et social....).

## ORGANIGRAMME DU C.N.R.I.T.



Le département chimie spécifiquement où mon stage a eu lieu a pour contribution :

- le traitement des eaux industrielles et les eaux usées
- les analyses physico-chimiques.
- la valorisation des matières premières locales, résidus industriels et agricoles, déchets industriels solides et/ou liquides.
- la production d'intrants chimiques pour l'industrie et l'artisanat
- l'assistance et appui technique aux opérateurs

## II-2- Présentation de leur laboratoire physico-chimique de recherche :

Le laboratoire du Département de Chimie Minérale de la CNRIT dispose des matériels suivants:

- Balance de précision KERN 770 :
- Four à moufle CARBOLITE (température maximum 950 °C) :
- Agitateur magnétique MR 3001 K :
- Minéralisateur :
- Chauffe ballon de 2 litres
- Photomètre de flamme JENWAY PFP 7
- Conductimètre HANNA HI 80333
- pH mètre HANNA
- Oxymètre
- Bain thermostatique MEHMERT
- Centrifugeuse HETTICH UNIVERSAL
- Matériels de laboratoire pour distillation et extraction (colonne vigreux, soxhlet,).

# **PREMIERE PARTIE : ETUDES THEORIQUES**

## I- MODE D'ECHANTILLONNAGE : [8]

Pour pouvoir effectuer les mesures des paramètres physico-chimiques d'une eau résiduaire, plusieurs méthodes d'analyse ont été mises en place selon les résultats attendus. On commence tout d'abord par l'échantillonnage de l'eau à analyser, de son transport à l'analyse proprement dite au sein du laboratoire d'analyse.

### I-1 Prélèvement :

Pour réaliser un bon échantillonnage et obtenir des prélèvements représentatifs de l'élément qu'on désire analyser, il faut faire très attention à cette opération. Pour le prélèvement d'une eau résiduaire il faut appliquer la norme ISO 5667-1O, qui induirait à faire un échantillonnage composite ou un échantillonnage proportionnel.

Seuls les flacons en plastique utilisés pour les matières en suspension et les matières minérales peuvent être réutilisés.

Il faut également remplir entièrement les flacons pour la stabilisation de l'échantillon sauf s'ils contiennent au préalable des additifs.

### I-2 Transport et conservation :

La norme ISO 5667-3 donne tous les paramètres à analyser avec les conditions de conservation recommandées. Nous pouvons trouver ci-dessous un extrait de tableau qui montrerait le mode d'échantillonnage ainsi que les conditions nécessaires de prélèvement.

**Tableau 1 : échantillonnage selon les paramètres à analyser**

Paramètres	Flaconnage	Conditions de conservation conseillées	Temps maximal de non évolution
pH	250 ml (plastique ou verre)	Analyse sur place à température < à la température initiale	6 heures
MES	1L (plastique ou verre)	-	24 heures
Couleur	250 mL (plastique ou verre)	Réfrigération entre 2°C à 5°C et maintient à l'obscurité	24 heures
DBO	500 mL( plastique ou verre)	Réfrigération entre 2°C à 5°C et maintient à l'obscurité	24 heures
DCO	500 mL( plastique ou verre)	Réfrigération entre 2°C à 5°C et maintient à l'obscurité	24 heures

Source : cours du Professeur RAVELONANDRO

## **II- CARACTERISTIQUES GENERALES D'UNE EAU RESIDUAIRE :[4]**

### **II-1- Les caractéristiques physiques:**

#### **a- La couleur :**

La coloration est due à la présence des matières organiques dissoutes, et de divers colloïdes. La couleur grise en vieillissant est typique à une eau résiduaire en général, elle devient noire par l'activité bactérienne en milieu anaérobie le long du traitement et du temps que cela pourrait prendre.

#### **b- L'odeur :**

Ce paramètre a un lien avec la couleur, c'est-à-dire avec les éléments dissous dans l'eau. Plus la couleur est foncée, l'odeur est forte. Cette odeur n'est pas seulement causée par des éléments chimiques mais aussi par des composés organiques suivant la nature de l'eau brute avant traitement.

**c- La température :**

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont l'oxygène. La température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques. Elle est mesurée à l'aide d'un thermomètre en général et s'exprime en degré Celsius. Pour une eau résiduaire, elle est relativement plus élevée compte tenues des activités de l'industrie qui utilisent le plus souvent des eaux de chaudières.

**d- Le pH :**

Il mesure la concentration en ions d'hydrogène ( $H^+$ ). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniaque.

**e- La conductivité :**

La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre. Son unité de mesure est le micro-siemens.

**f- La turbidité :**

C'est une caractéristique optique de l'eau, à savoir sa capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente. Elle mesure le degré de pollution physique d'une eau due à la quantité de matières en suspension (MES) contenue dans l'eau. La turbidité est donc un des facteurs de la couleur de l'eau. Elle est mesurée à l'aide du turbidimètre et s'exprime en NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

**g- Les matières en suspension :**

Elles comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides,

huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques). Sa mesure est exprimée en mg/L.

### **II-2- Caractéristiques chimiques:**

a- Les matières azotées contenues dans l'eau usée sont:

- Azote organique
- Azote ammoniacal incluant : les ions ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et de l'ammoniac libre ( $\text{NH}_3$ )
- Azote des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )
- Azote des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

b- Les matières phosphorées qui peuvent se présenter sous trois formes :

- Orthophosphate.
- Polyphosphate
- Phosphore organique

Les composés qui contiennent ces éléments chimiques, comme les phosphates et les nitrates constituent dès lors des matières nutritives de choix pour les végétaux qui accroît ainsi le pouvoir eutrophisant normalement généré par la minéralisation de la matière organique. Ils favorisent la prolifération d'algues et de micro-organismes photosynthétiques.

### **II-3- Critères de pollution organique :**

a- Demande biochimique en oxygène DBO<sub>5</sub>

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène qui s'exprime en milligramme par litre et consommée dans les conditions de l'essai ( incubation à 20°C et à l'obscurité) pendant un temps donné pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans l'eau usée.

C'est un test qui tend à déterminer la quantité de matière organique biodégradable par la mesure de la consommation en oxygène des microorganismes présents dans le milieu et responsables de la métabolisation de cette matière organique. C'est en fait une mesure de l'oxygène dissous en fonction du temps.

**b- Détermination de la demande chimique en oxygène : DCO**

C'est l'ensemble de tout ce qui susceptible de demander de l'oxygène, en particulier les sels minéraux et la majeure partie de composés organiques.

Elle représente la quantité d'oxygène cédée, par voie chimique, par un oxydant puissant pour oxyder les matières réductrices contenues dans l'effluent, la plupart des composés organiques et sels oxydables.

**c- Le rapport entre la DBO et la DCO**

Elle constitue une mesure indicative de la « dégradabilité biochimique » des composés présents dans l'eau. La biodégradation d'une eau usée est la transformation de la matière organique par les micro-organismes en présence d'oxygène dissous dans l'eau.

Lorsque des composés minéraux sont présents, l'activité biologique est ralentie et, de ce fait, la quantité d'oxygène consommée après 5 jours est moindre. Ceci se traduit également par un rapport DCO/DBO élevé. Ces deux méthodes se basent sur la différence entre la teneur en oxygène dissous initiale et la teneur en oxygène dissous finale après oxydation de la matière organique présente dans un échantillon d'eau.

- DBO<sub>5</sub> / DCO : rapport indiquant la biodégradabilité d'un effluent
- DBO<sub>5</sub> / DCO > 0,6 l'effluent est biodégradable
- Si 0,6 > DBO<sub>5</sub> / DCO > 0,3 l'effluent est partiellement biodégradable
- DBO<sub>5</sub> / DCO < 0,3 l'effluent est difficilement biodégradable [10]

**II-4- Paramètres particuliers :****a- Anions et cations :**

Ces paramètres regroupent les ions chlorures, cyanates, dosage des cyanures, fer, graisses et huiles, hydrocarbures, oxygène dissous, matières organiques en suspension dans l'eau.

**b- Tensio-actifs :**

Les substances tensioactives sont constituées de molécules possédant une partie hydrophobe et une partie hydrophile. Ces tensioactifs sont qualifiés d'anioniques, cationiques, amphotères (substances pouvant à la fois se comporter comme un acide et comme une base) ou non ioniques selon la charge de leur groupe hydrophile.

c- Micro-éléments :

Les éléments nocifs les plus importants sont les métaux lourds. Le cuivre, le zinc, le cadmium, le chrome, le plomb, le mercure, le nickel, ce sont les polluants les plus fréquemment rencontrés. Leur principale origine dépend de l'activité de l'industrie. Ce sont des éléments dissous très dangereux pour le milieu récepteur.

## **I- PROCEDES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES:**

### III-1 Traitement physique :

Ce sont les procédés de séparation physique entre les divers états solide-liquide-gazeux. Ces procédés physiques sont faits pour extraire le maximum d'éléments dont la dimension pourrait constituer une gêne pour le traitement chimique qui viendra par la suite. On peut prévoir :

- Dégrillage ou tamisage
- dessablage en éliminant les particules de sable par force gravimétrique ou centrifuge.
- Déshuilage ou dégraissage qui est une opération de séparation liquide- solide
- Flottation par différenciation en masse volumique de solide et celle du liquide où il est en suspension
- Filtration où les particules solides sont retenues par la surface et le liquide est laissé passer au travers du filtre.

### III-2 Traitement chimique :

Il permet l'élimination par voie chimique des éléments non retenus par la séparation physique. Ces substances sont des éléments de dimension allant de quelques millimètres à quelques micromètres selon la nature de la particule dissoute dans l'eau. Il est traduit par des phénomènes chimiques. On peut en citer :

- neutralisation acide base et régulation de pH
- précipitation, coagulation
- oxydation, elle permet la destruction des éléments indésirables. Par réaction d'oxydoréduction, elle est utilisée pour la désinfection des eaux ou pour faire passer un élément d'une forme dissoute à une autre forme précipitable. Pour faire passer un élément de

forme dissoute en gaz, ou pour transformer un corps en plusieurs corps plus simples, ou pour transformer un corps non biodégradable en plusieurs corps plus simples. Elle peut être réalisée par l'intermédiaire de bactéries chimiotropes( oxydation de fer en manganèse, des composés soufrés, oxydoréduction des composés azotés ...).

- échange ionique : les échangeurs d'ions sont des substances granulaires insolubles, comportant des radicaux acides ou basiques susceptibles de permute les ions positifs ou négatifs contre des ions de même signe se trouvant en solution dans le liquide. Ils permettent de modifier la composition ionique du liquide objet de traitement sans modification du nombre total de charges. [12]

### III-3 Traitement biologique :

Il a un effet métabolique et favorise la floculation des particules en suspension. Deux méthodes peuvent y être appliquées.

#### a- Les boues activées :

Le procédé de boues activées consiste à provoquer le développement d'un flocon bactérien (micro organisme en suspension) dans un bassin d'aération alimenté en eaux usées. On brasse suffisamment la masse pour maintenir les boues en suspension et on fournit l'oxygène nécessaire à la prolifération de ces microorganismes aérobies.

#### b- Les filtres biologiques :

Ce sont des dispositifs composés d'un médium sur lequel se développe la culture bactérienne épuratoire appelée biofilm. Il est quelque fois appelé filtre bactérien ou filtre percolateur. Le matériau support de la biomasse est en contact étroit avec les eaux à traiter. Le solide appelé support est immergé ou arrosé et l'oxygénation est assurée par mise en contact du film bactérien avec l'air atmosphérique.

## **DEUXIEME PARTIE : STATION D'EPURATION DE L'INDUSTRIE TEXTILE MADAPROD**

## I- PRESENTATION DE MADAPROD :[2]

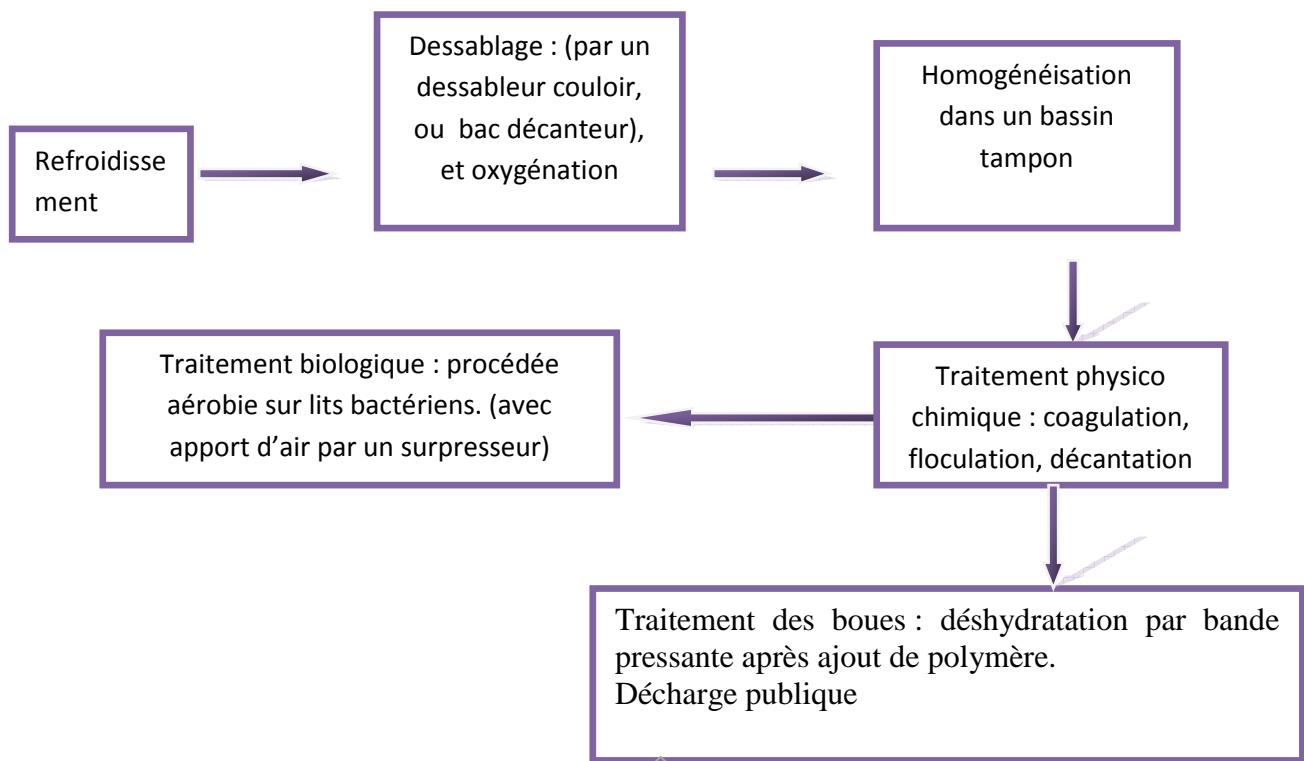
La Société MADAPROD est une société d'industrie textile de production de Jeans instaurée à Madagascar en 2008. Elle est Dirigée par Mr Edmond De La Rochefoucauld et est située à Mahalavolona Andoharanofotsy. C'est une société de production de vêtements enfants et bébés, de pantalons, robes, jupes, chemises, jeans et tenues de ville, d'uniformes spécifiques d'homme et de femme sur mesure. Elle a une capacité de production de 80 milles à 100 milles pièces par mois dans un délai de 90 à 120 jours. Leurs principaux fournisseurs de tissus sont : l'Afrique du Sud, Pakistan, la Chine, l'Europe et la Maurice. Ses accessoires proviennent du pays même, de Maurice et de Chine. Ces clients majeurs sont LEVI'S, IKKS, JEAN BOURGET, CAMAIEU, KENZO, Little Mark Jacob(LMJ), Junior Gauthier, Paul Smith, EARTHCHILD, MYNIMO, NAARTJIE et MYBO. Elle dispose de plusieurs machines et équipements de différents types (Pressing, grinding machines, détecteurs de métaux....).

Leurs conditions de production sont bien développées, des travailleurs bien formés, une organisation de travail étudiée, une méthode de travail efficace, un coût d'efficience en norme, une qualité bien orientée, des designers expatriés et des types de lavage adaptés aux besoins des clients.

## II- STATION DE TRAITEMENT :

### II-1- Schéma du circuit du traitement des eaux usées :

L'épuration des substances polluantes est assurée par la station d'épuration d'effluents. Ci-dessous le schéma du traitement des eaux résiduaires de la Société MADAPROD :



## II-2- Circuit de l'eau :

### a- Premier bassin de décantation :

L'eau brute provenant de la laverie est conduite par système d'en-dessous du sol même de la salle et est recueillie dans le premier bassin de décantation composé de quatre compartiments où elle est recirculée du premier compartiment jusqu'au quatrième compartiment. Par cette disposition, ces compartiments ne servent qu'à effectuer une décantation naturelle par gravitation. Cela permet d'éliminer les particules de moyenne dimension en particulier le sable qui n'aurait pas été tamisé par le dégrillage le long de sa canalisation. Là l'eau brute est pour une première fois traitée par oxygénation.



**Figure 1 : Premier bassin de décantation**

*Source : MADAPROD*

### b-Bassin intermédiaire :

Puis les eaux passent par des buses souterraines pour aboutir au bassin intermédiaire. Ce dernier joue le rôle de régulateur de débit en cas de surcharge du premier bassin de décantation. Ici les eaux sont traitées une seconde fois par oxygénation, à ce niveau, la boue et l'eau plus ou moins claire se séparent.

### c- Bassin tampon :

Les eaux plus ou moins claires passent dans un bassin tampon et traitées une troisième fois par oxygénation et où elles s'homogénéisent pour être prêtes à être traitées physico-chimiquement.

C'est ici qu'es recueillie l'eau finale avant son premier traitement physico-chimique. Le bassin a une capacité de  $49 \text{ m}^3$ .

L'eau est ensuite aspirée du bassin et subira le traitement primaire. L'eau plus ou moins prétraitée physiquement est emmenée dans le régulateur dont le rôle est de quantifier l'eau avant son traitement selon les dosages de coagulants et floculant prédefinis à l'avance par litre de solution. Cette dernière à la forme d'une cuve dont l'un des côtés dispose d'une ouverture en forme de V, qui par elle est rejetée à reflux l'excédent d'eau prétraitée vers le bassin tampon.

De quantité suffisante, elle passera directement dans une seconde cuve où s'effectuera la coagulation. A ce niveau, les coagulants seront injectés, la sulfate d'alumine en premier la chaux grasse ensuite. Elle passe ensuite dans la troisième cuve où la flocculation aura lieu. On y introduira le polymère anionique AN 956. Les trois cuves de mélangeur ont toute une dimension de 2,73 m<sup>3</sup> chacune. Les produits chimiques sont dosés par les malaxeurs.



[Fig 2 : Cuve à chaux anionique AN 956](#)

[Source : MADAPROD](#)



[fig 3 : cuve de sulfate d'alumine](#)

[Source : MADAPROD](#)



[fig4 : cuve de polymère](#)

[Source :MADAPROD](#)

- La coagulation- floculation : [5]

Les procédés de coagulation et de flocculation facilitent l'élimination des MES et colloïdales. Elle a lieu lors de l'injection des produits de traitement.

*La coagulation* : c'est la déstabilisation des particules colloïdales par addition d'un réactif chimique, le coagulant. La station utilise comme coagulant :

i- Sulfate d'Alumine :  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Le coagulant utilisé ici est à base de sels d'aluminium. C'est un coagulant à caractère acide mais peu dangereux. La concentration de la solution de sulfate d'alumine est de 20%. Soit une

quantité de 20kg pour 100 litres de solution) soit une équivalence de 20 g/L. La cuve ayant une contenance de 250 litres.

Réaction chimique avec l'eau :



Ce coagulant modifie les caractéristiques de l'eau en pH et conductivité.

Le pH est un paramètre primordial pour l'élimination des colloïdes. Pour que l'élimination ait lieu totalement, la neutralisation de la charge superficielle négative du colloïde doit être réalisée par l'ajout de cations. C'est ici que se joue le rôle de la chaux.

#### ii- Chaux: Ca(OH)<sub>2</sub>

Elle est utilisée pour compenser l'acidification du sel d'Aluminium lors de son hydrolyse. C'est donc un coagulant à caractère basique, qualifié d'adjuvant de traitement. La concentration de la chaux éteinte est de 10%. Soit un équivalent de 10g/L. la capacité de la cuve est de 550 litres.

On peut avoir sa réaction chimique avec le sulfate d'alumine :



*La flocculation* : c'est l'agglomération de ces particules déchargées en micro-floc, puis en flocons volumineux et décantables appelés flocs. .. La station utilise comme floculant :

#### iii- Polymère anionique : AN 956

Il est nécessaire d'attendre la dissolution complète du polymère avant utilisation. La cuve a une capacité de 940 L. La concentration de la solution est de 0,01 g/L

La coagulation flocculation permet d'éliminer jusqu'à 90 % des matières en suspension et 75 % de la DBO

#### d- Second bassin de décantation :

Sortie de cette dernière cuve, Elle arrive dans le second bassin de décantation après flocculation où seront séparées les flocs décantés et l'eau traitée physico-chimiquement. Ce bassin de décantation est spécifique car il dispose d'un système à lamellaire qui permet de conicité les flocs formés lors du traitement.

Le système est assez simple, l'eau sortie du floculateur passe dans le bassin par la partie inférieure du bassin. Les flocs s'amassent au fond et forment ce qu'on appelle une boue primaire alors que l'eau plus ou moins claire surnage le lamellaire en-dessus du bassin.



Fig 5 : bassin de décantation

Source : MADAPROD

- Principe de la décantation lamellaire :

Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère donc le processus de dépôt des particules. Une décantation lamellaire permet d'éliminer plus de 70 % des matières en suspension et diminue de plus de 40 % la DCO et DBO.

Elle consiste à multiplier dans ce même ouvrage les surfaces de séparation eau et boue. Ainsi, le positionnement de faisceaux lamellaire, des plaques parallèles dans la zone de décantation crée un grand nombre de cellules élémentaires de séparation. Afin d'assurer l'évacuation des boues, il est nécessaire d'incliner les lamelles d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale lors de l'installation. [12]

e- Bassin de traitement bactériologique :

L'eau séparée de cette dernière est conduite par des tuyaux dans le bassin bactériologique où elle sera débarrassée des éléments organiques.

Le traitement biologique de la station se fait par système de filtre biologique qui élimine les dernières charges organiques biodégradables. Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien, consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries)

épurateurs. C'est la raison pour laquelle les lits bactériens sont désignés également sous la dénomination de réacteurs à biomasse fixée.

Les eaux purifiées passent dans le regard :

- Les eaux transitent dans le regard de vérification retour (si la qualité des eaux n'est pas satisfaisante, les eaux sont réenmenées dans le bassin),
- Le regard de prélèvement évacue les eaux dans les buses pour se mélanger avec les autres eaux de rejets d'autres sociétés industriels pour être déversées dans la rivière d'Ikopa en passant par des rizières si la qualité est satisfaisante.



Fig 6 : lit bactérien

Source : MADAPROD

#### f- Le traitement des boues :

Les opérations de traitement des boues sont mises apart dans la station. Comparèrent à celle des autres stations qui procèdent par lit de séchage en utilisant du sable, la société elle a un moyen plus innovant de les traiter. Pour se faire, elle procède à la déshydratation par une machine spécifique appelée « presse boues ». Son système s'accompagne d'un traitement chimique. Les boues primaires sont recueillies dans une cuve lors la décantation post traitement physico-chimique. Lorsque celle-ci est pleine, la boue est aspirée par une pompe et conduite par un tuyau jusqu'à la machine. Le long de sa conduite, on lui injecte le polymère anionique AN 956. Le polymère réagit avec la boue pour séparer la vraie boue de l'eau qui l'hydrate. Cette eau est recirculée jusqu'au bassin tampon où elle sera de nouveau assujetti à un traitement, alors que la boue assez visqueuse passe dans la machine. Cette dernière dispose de deux bandes pressantes où elle est compressée et ressort en texture pâteuse mais sèche.

Cette boue séchée peut être utilisée pour des fins de construction de briques par exemple.

Fig 7 : Presse-boueSource :Source :MADAPRODfig 8:boue déshydratéeMADAPROD

### **III- ANALYSE DE L'EAU**

#### **III-1 Analyse avant traitement :**

##### **a-Suivi journalier au sein de la station :**

On fait un prélèvement d'eau à l'entrée du traitement (eau venant du bassin tampon) et on mesure le pH, que nous noterons par  $pH_e$ . Elle est à prendre toutes les trente minutes environ. Tout en surveillant la formation de flocs dans le flocculateur, on fait un second prélèvement pour le pH noter  $pH_m$  également toutes les trente minutes.

On mesure le pH dans les déversoirs en haut du décanteur, que l'on notera par  $pH_{sd}$  toutes les heures. Il est nécessaire de s'assurer que ce pH soit compris entre 6,5 et 7,5 pour ne pas nuire au traitement biologique. On a une bonne flocculation pour un pH aux environ de 7,5.

Et finalement, on mesure le  $pH_f$  en sortie du traitement toutes les 2 heures selon la norme  $6 \leq pH_f \leq 9$ .

Parallèlement à l'analyse de ce paramètre, on détermine, la température et la couleur l'odeur et la teneur en mousse.

Voici un extrait des paramètres contrôlés journalièrement :

**Tableau 2 : résultat du contrôle journalier de la société**

pHe		pHm		pHsd		pHf	
Valeur s	Observations	valeur s	Observation s	valeur s	Observation s	Valeur s	Observations
5,6-5,5	- Trop de mousse Intensification de la couleur (bleue)	7,3-7,4	Bonne flocculation Sans odeur ni couleur ni mousse	7-7,2	Floc bien filtré Transparence de l'eau sans mousse	7-7,2	Eau organoleptique ment propre Sans couleur ni odeur ni mousse

Source : MADAPROD

#### b-Analyse de quelques paramètres de l'eau par le CNRIT :

On a pu effectuer quelques analyses des paramètres physico-chimiques selon notre possibilité au sein du laboratoire d'analyse. Pour voir les méthodes de détermination, voir annexes:

**Tableau 3 : résultats d'analyses avant traitement**

Paramètres	unités	normes de rejet Selon l'Article 5 du décret 2003-464	Nos résultats	méthodes
Couleur		Sans	Bleue	Visuel
Mousse		Sans		Visuel
Température	°C	37	29	Electronique
pH		6.0-9.0	5,5	Electronique
MES	mg/L	60	80	NFT 90 105
DCO	mg d'O <sub>2</sub> /L	150	477	NFT 90 101

Source : Laboratoire du CNRIT

#### II-2 Analyse après traitement :

L'analyse est indispensable au contrôle et suivi du fonctionnement du traitement et l'appréciation de la qualité de l'eau traitée. On a éventuellement effectué les analyses des paramètres physico-chimiques de notre eau. Ceci nous a permis de mesurer la DBO, DCO, MES, et d'autres éléments comme les nitrites, nitrates, phosphore, fer, cuivre, ... ;( se référer à annexe)

**IV- RESULTATS DU CONTROLE DE LA QUALITE DU TRAITEMENT (par le CNRIT)**



**Figure 9: avant traitement**  
Source : MADAPROD



**Figure10 : après traitement**  
Source : MADAPROD

Les paramètres suivants ont été analysé et référer selon les normes et les paramètres ont été analysés au sein de laboratoire physico-chimique, comme la DBO, la DCO et la matière en suspension. Température, pH, la couleur et la mousse. Tandis que les autres paramètres ont été analysés en collaboration avec le laboratoire de pédologie. A savoir les formes de N, le phosphore, ainsi que les autres éléments minéraux dissous.

***Tableau 4 : résultats d'analyses après traitement***

Paramètres	unités	normes de rejet Selon l'Article 5 du décret 2003- 464	Nos résultats	méthodes
<b>Couleur</b>		Sans	No	Visuel
<b>Mousse</b>			No persisting after 55 seconds	Visuel
<b>Température</b>	°C	37	29	
<b>pH</b>		6.0-9.0	7.8	Electronique
<b>MES</b>	mg/L	60	15	NFT 90 105
<b>DCO</b>	mg d'O <sub>2</sub> /L	150	146	NFT 90 101
<b>DBO</b>	mg d'O <sub>2</sub> /L	50	28	NFT 90 103
<b>Zinc</b>	mg/L	0,5	0.04	Absorption Atomique
<b>Cuivre</b>	mg/L	0.25	0.03	Absorption Atomique
<b>Plomb</b>	mg/L mg/L	0.1	0.00	Absorption atomique
<b>Magnésium</b>	mg/L		0.25	Absorption atomique
<b>Fer</b>	mg/L	10	0.12	Absorption atomique
<b>Nitrate</b>	mg/L	20	0.049	Spectrophotométrique
<b>Nitrite</b>	mg/L	0.2	0.024	Spectrophotométrique
<b>Orthophosphate</b>	mg/L	10.0	0.08	Spectrophotométrique

Source : Laboratoire du CNRIT

**Tableau 4 : résultats d'analyses après traitement**

Paramètres	unités	normes de rejet Selon l'Article 5 du décret 2003- 464	Nos résultats	méthodes
<b>Couleur</b>		<b>Sans</b>	<b>No</b>	<b>Visuel</b>
<b>Mousse</b>			<b>No persisting after 55 seconds</b>	<b>Visuel</b>
<b>Température</b>	°C	<b>37</b>	<b>29</b>	
<b>pH</b>		<b>6.0-9.0</b>	<b>7.8</b>	<b>Electronique</b>
<b>MES</b>	mg/L	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>NFT 90 105</b>
<b>DCO</b>	mg d'O <sub>2</sub> /L	<b>150</b>	<b>146</b>	<b>NFT 90 101</b>
<b>DBO</b>	mg d'O <sub>2</sub> /L	<b>50</b>	<b>28</b>	<b>NFT 90 103</b>
<b>Zinc</b>	mg/L	<b>0,5</b>	<b>0.04</b>	<b>Absorption Atomique</b>
<b>Cuivre</b>	mg/L	<b>0.25</b>	<b>0.03</b>	<b>Absorption Atomique</b>
<b>Plomb</b>	mg/L mg/L	<b>0.1</b>	<b>0.00</b>	<b>Absorption atomique</b>
<b>Magnésium</b>	mg/L		<b>0.25</b>	<b>Absorption atomique</b>
<b>Fer</b>	mg/L	<b>10</b>	<b>0.12</b>	<b>Absorption atomique</b>
<b>Nitrate</b>	mg/L	<b>20</b>	<b>0.049</b>	<b>Spectrophotométrique</b>
<b>Nitrite</b>	mg/L	<b>0.2</b>	<b>0.024</b>	<b>Spectrophotométrique</b>
<b>Orthophosphate</b>	mg/L	<b>10.0</b>	<b>0.08</b>	<b>Spectrophotométrique</b>

## **TROISIEME PARTIE :**

## **INTERPRETATIONS ET**

## **PERSPECTIVES**

## I - INTERPRETATIONS :

### I-1- nature des détergents :

Les détergents sont des composés tensio-actifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets des industries. Ces produits renferment des composants actifs : des agents de surface et des adjuvants. [12]

a- les agents de surface : leurs structures permettent de modifier les propriétés physiques des surfaces en abaissant les tensions superficielles et leurs confèrent une action de nettoyage.

On peut distinguer les agents de surface anioniques, les agents de surface non ioniques, et les agents de surface cationiques. [12]

b- les adjuvants : qui peuvent être des polyphosphates, carbonates ou silicates. Ils peuvent aussi être des additifs comme des agents de blanchissements, des colorants et parfum. On leur ajoute également parfois des préadjuvants comme l'emploi des enzymes qui participent à l'hydrolyse. [12]

### I-2- Les nuisances créées par la présence de détergents dans l'eau : [12]

La présence des détergents dans une eau provoque :

- la formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle, concentrent les impuretés et sont susceptibles de disséminer les bactéries et virus.
- le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau, même en l'absence de mousse, par création d'un film isolant apparaissant en surface.
- l'apparition de goût de savon, pour des teneurs nettement supérieures au seuil de moussage.
- l'augmentation de la teneur en phosphate provenant des polyphosphates combinés aux agents de surface qui facilitent l'eutrophisation des lacs et le développement des planctons dans les rivières.

La forte coloration au début du traitement est due à des colloïdes c'est-à-dire des pigments et sulfures ou à des substances dissoutes (matières organiques, et dérivés nitrés)

Une eau résiduaire industrielle textile est plus riche et saturée en éléments chimiques dissous qu'en matières organiques. Effectivement on a pu constater qu'au sein des opérations de laverie de lavage et de délavage de jeans, ils utilisent des détergents chimiques comme :

- l'eau de javel, qui est de l'hypochlorite de calcium  $\text{Ca}(\text{Cl})_2$  qui est produit oxydant de désinfection
- le métabisulfite de sodium  $\text{NaHSO}_3$  utilisé pour la déoxygénéation et la déchloration, c'est un produit très corrosif.
- de l'eau oxygénée.
- la soude caustique( $\text{NaOH}$ ) qui, étant un déminéralisant et neutralisant, est un produit caustique très dangereux.
- l'acide acétique pour la régulation du pH lors du traitement

Ils effectuent également des opérations de teinture donc leur eau résiduaire s'allie avec des micro-éléments de colorant chimique et produits chimiques de lavage. Par exemple le rouge chiminyl, du jaune chiminyl, le solphényl.

#### a- Interprétation de l'azote ammoniacal : [11]

L'ammoniaque se transforme en nitrite et nitrate par oxydation. La réaction de réduction de l'ammoniaque en nitrate peut être causée par des bactéries autotrophes ou par l'ion ferreux. Cette oxydation peut développer dans les eaux, des zones anaérobiques, qui provoquent ainsi des goûts désagréables ou la corrosion de la conduite d'eau. Nous pouvons aussi apprendre que la forme non ionisée de l'ammoniaque est plus毒ique pour les êtres vivants que celle non ionisée.

Cela peut être traduit par la formule :

$$\text{NH}_3 = \text{NH}_4^+ \times \frac{1}{1 + (10^{(10 - \text{pH} - 0,03t)})}$$

Nous pouvons en déduire que l'élévation de la température diminue légèrement la toxicité par contre une faible teneur en oxygène de l'eau accroît la présence permanente de l'ammoniaque.

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit de la réduction du nitrate sous l'influence d'une action dénitrifiante. [9]

Il existe un processus bactérien par lequel l'azote ammoniacal est oxydé en nitrite (par les Nitrosomonas) puis en nitrate (par les Nitrobacters) cette réaction s'appelle la nitrification.

**b- Interprétation de la DBO<sub>5</sub> : [11]**

Le phénomène d'autoépuration des eaux résultent de la dégradation des charges organiques polluantes sous l'action des microorganismes. Il en résulte une consommation d'oxygène qui est expression de la Demande Biochimique en Oxygène.

**c- Interprétation de la DCO : [11]**

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques, que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non. Elle constitue par cet effet une estimation du nombre des composants ayant besoin d'oxygène pour oxydation ou toute autre réaction chimique de transformation aérobie. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le bichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des matières organiques présentes dans les eaux résiduaires.

D'après les résultats d'analyse après traitement, on voit que la DCO est nettement élevée par rapport à la DBO, 146 par rapport à 28, ce qui nous donne un rapport de DBO sur DCO assez basse.

Pour être sûre qu'une eau soit biodégradable il faudrait que ce rapport soit en pourcentage de 80%.

On peut en déduire que cette eau n'est pas biodégradable naturellement et nécessite par conséquent un traitement physico-chimique pour éliminer les éléments minéraux chimiques dissous dans l'eau.

De plus, on a pu constater que si le rapport DBO/DCO est de l'ordre de 0,2, ce qui est le cas de notre eau (résultat égal à 0,19), cela indique une pollution inorganique assez forte. [ 9 ]

**d- Interprétation de la présence de mousse : [9]**

Les agents de surface du détergent, que l'on déjà étudié précédemment, présentent une concentration de soluté tensio-actif forte en zone proche de la surface de l'eau. Ce sont ces agents de surface qui ont tendance à provoquer la formation de mousse stable à la surface de l'eau. Cette consistance peut aussi être conséquence de la présence d'ions métalliques dans l'eau.

Le caractère le plus frappant de cette eau est sa coloration bleue et sa concentration en élément. Cette dernière a été éliminée au moyen de coagulation. Les particules responsables de la couleur sont de nature hydrophile petite et chargées négativement. C'est ici que se joue l'importance du polymère anionique qui coagule la couleur. Les concentrations en substances chimiques s'élimineront par coagulation et floculation.

Nous pouvons voir d'après le tableau des résultats d'analyse après traitement ci-dessus que chaque paramètre de mesure est inférieur ou compris dans la norme de rejet. On peut en déduire que le traitement est efficace.

La MADAPROD est donc une société prospère qui épure correctement ses eaux résiduaires. Son traitement est amplement efficace, et sa station est d'autant plus performante que ses installations, uniques.

Cependant, malgré que cette eau réponde aux normes requises, on a pu constater lors de l'étude sur terrain que parfois l'eau en sortie finale présente un aspect mousseux, cela dépendant que l'industrie effectue des opérations correspondantes à des lavages.

## **II- PROPOSITION D'AMELIORATION DU TRAITEMENT :**



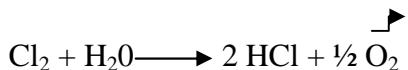
Figure 111 : eau sortie finale

Source : MADAPROD

Compte tenue de la qualité de l'eau de rejet finale, nous avons pu remarquer qu'elle était quelque peu savonneuse, cela est du aux produits chimiques de laverie utilisés ultérieurement lors des séquences de lavage et de délavage des jeans. Nous proposerons de ce fait à la société d'opter à un traitement tertiaire. Son objectif est que lorsqu'il est indispensable que le rejet présente des concentrations données de certaines substances, il est nécessaire de faire appel à des méthodes plus spécifiques et plus compliquée. Nous proposeront le procédé d'adsorption sur charbon actif. L'adsorption permet de séparer les éléments organiques comme les colorants, les détergents, les composés macromoléculaires divers, les composés phénolés, dérivés nitrés, dérivés chlorés. Cela permet non seulement de réduire la DCO et d'optimiser la décoloration, d'éliminer les éléments toxiques ainsi qu'une éventuelle persistance de la mousse.

Principe :

Les charbons actifs sont des adsorbants à très large spectre. La plupart des molécules organiques se fixent à leur surface, les molécules peu polaires génératrices d'odeur et de goût y sont adsorbées. Le charbon fixe les composés organiques dissous, réfractaire au traitement biologique situé en amont, et permet ainsi d'éliminer une grande proportion de la DCO résiduelle. Sa principale propriété est son action catalytique qu'il exerce sur la réaction d'oxydation de l'eau par le chlore libre. [12]



## CONCLUSION

L'eau n'est pas une substance chimique  $H_2O$  ayant des propriétés physico-chimiques déterminées, mais un milieu vivant renfermant en solution des gaz, des matières minérales (sels) et des matières organiques. L'équilibre naturel cependant est perturbé par le rejet d'eau résiduaire, provoquant des modifications des caractères physico-chimiques entraînant la destruction de la biodiversité. Pour éviter de tels incidents, il est nécessaire de traiter ces effluents.

La conservation de la qualité de nos eaux superficielles ne peut être obtenue que par la prévention et l'épuration. Dans la prévention, on cherchera par tous les moyens à éviter où à minimiser les causes de la pollution on optera pour l'économie de l'eau, un sujet assez tendanciel de nos jours puisque l'eau se raréfiera au cours de ce siècle. Les êtres humains devront être conscients de ce fait.

Mais les industries ont également un grand rôle à jouer en matière d'économie d'eau. Elles peuvent mettre en place des techniques pour optimiser leur **gestion de l'eau**. Il est par exemple possible que l'eau résiduaire après traitement serve à des fins de réutilisation. Elle peut être une source d'eau tout à fait adaptée aux besoins des industriels en particulier pour le refroidissement et les lavages, ou recyclée à un certain taux dans le circuit de fabrication pour les eaux usées industrielles.

Mais dles eaux usées peuvent aussi être un autre gisement demeurant largement inexploité. On peut récupérer les calories des effluents, via l'installation d'échangeurs de chaleur dans les canalisations d'égouts reliés à des pompes à chaleur.

## ANNEXES 1: Normes de rejet d'une eau sortie d'une station d'épuration :

Selon l'Article 5 du décret 2003-464: Afin de préserver les ressources en eau (objectifs de qualité), les rejets d'eaux usées doivent être incolores, inodores et respecter la qualité suivante:

PARAMETRES	UNITES	NORMES
<b>FACTEURS ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES</b>		
pH		6,0 - 9,0
Conductivité	□ s/cm	200
Matières en suspension	mg/l	60
Température	°C	37
Couleur	échelle Pt/Co	20
Turbidité	NTU	25
<b>FACTEURS CHIMIQUES</b>		
Dureté totale comme CaCO <sub>3</sub>	mg/l	180,0
Azote ammoniacal	mg/l	15,0
Nitrates	mg/l	20,0
Nitrites	mg/l	0,2
NTK (azote total Kjeldahl)	mg/l-N	20,0
Phosphates comme PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	10,0
Sulfates comme SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	250
Sulfures comme S <sup>2-</sup>	mg/l	1,0
Huiles et graisses	mg/l	10,0
Phénols et crésols	mg/l	1,0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	mg/l	1,0
Agents de surface (ioniques ou non)	mg/l	20
Chlore libre	mg/l	1,0
Chlorures	mg/l	250
<b>FACTEURS BIOLOGIQUES</b>		
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	150
Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> )	mg/l	50
<b>FACTEURS INDESIRABLES</b>		
<b>METAUX</b>		
Aluminium	mg/l	5,0
Arsenic	mg/l	0,5
Cadmium	mg/l	0,02
Chrome hexavalent	mg/l	0,2
Chrome total	mg/l	2,0
Fer	mg/l	10,0
Nickel	mg/l	2,0
Plomb	mg/l	0,1
Etain	mg/l	10,0



Zinc	mg/l	0,5
Manganèse	mg/l	5,0
Mercure	mg/l	0,005
Sélénum	mg/l	0,02
mg/l		
<b>AUTRES SUBSTANCES</b>		
Cyanures	mg/l	0,2
Aldéhydes	mg/l	1,0
Solvants aromatiques	mg/l	0,2
Solvants azotés	mg/l	0,1
Solvants chlorés	mg/l	1,0
Pesticides organochlorés	mg/l	0,05
Pesticides organophosphorés	mg/l	0,1
Pyréthrinoïdes	mg/l	0,1
Phénylpyrazoles	mg/l	0;05
Pesticides totaux	mg/l	1,0
Antibiotiques	mg/l	0,1
Polychlorobiphényles	mg/l	0,005
RADIOACTIVITE	Bq	20
FACTEURS MICROBIOLOGIQUES		
Coliformes totaux	Colonies	500
<i>Escherichia coli</i>		100
Streptocoques fécaux		100
Clostridium sulfito-réducteurs		100

**ANNEXE 2 : Détermination de la Demande Chimique en Oxygène : NF T 90-101**

Les échantillons doivent être prélevés de préférence dans des flacons en verre ou en polyéthylène. Analyser ensuite l'échantillon dès que possible, mais si il a du être conserver, avant analyse ajouter 10ml d'acide sulfurique par litre d'échantillon et stocker entre 0°C-5°C. Agiter les flacons et s'assurer que leur contenu soit bien homogénéisé avant de prélever une prise d'essai pour l'analyse.

**1- Objet et domaine d'application :**

La méthode est applicable à la plupart des eaux dont la DCO est supérieure à 30 mg/l et dont la concentration en chlorures exprimée en ion chlorure est inférieure, après dilution éventuelle, à 2000 mg/L.

**2-Principe : -**

On effectue une ébullition à reflux, dans les conditions définies dans la présente norme, d'une prise d'essai de l'échantillon, en milieu acide, en présence d'une quantité de dichromate de potassium, de sulfate d'argent jouant le rôle d'un catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure(II) permettant de complexer les ions chlorures.

Détermination de l'excès de dichromate avec une solution titrée de sulfate de fer(II) et d'ammonium.

Calcul de la DCO à partir de la quantité de dichromate de potassium réduite.

**3-Réactifs :**

- acide sulfurique concentré ( p= 1 ;83)
- Acide sulfurique,  $c(H_2SO_4)= 4\text{mol/L}$
- Acide sulfurique-sulfate d'argent : Sulfate de fer(II) et d'ammonium, solution tirée  $c(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 2H_2O = 0.12\text{ mol/l}$
- Sulfate de mercure(II) en cristaux
- Dichromate de potassium, solution étalon,  $c(K_2Cr_2O_7)= 0.04\text{ mol/l}$  contenant le sulfate de mercure(II)
- Hydrogénophtalate de potassium, solution de référence  $c(KC_8H_5O_4)= 2.082\text{ mmol/l}$
- Ferroïne, solution d'indicateur



- Granules régulateurs d'ébullition

#### 4-Mode opératoire :

- Prise d'essai :

Introduire dans l'appareil à reflux 10 ml d'échantillon. Si la valeur de la DCO est supposée excédée 700 mg/L, procéder à une dilution de manière à avoir une valeur entre 350-700 mg/L.

- Essai à blanc :

Effectuer un essai à blanc parallèlement à la détermination en suivant le même principe que pour l'essai mais en remplaçant la prise d'essai par 10 mL d'eau distillée de pureté équivalente. La consommation de dichromate ne doit pas excéder les 0.1 mL. Dans le cas contraire, il convient de rechercher l'origine de ce résultat et d'y remédier.

- Essai témoin :

Vérifier régulièrement la technique opératoire, de même que la pureté des réactifs et la propreté des verreries par analyse de 10 mL de la solution de référence en suivant le même mode opératoire que pour la prise d'essai.

La DCO théorique de cette solution est de 500mg/l.

- Détermination :

Ajouter 5 ml de la solution de dichromate de potassium et quelques granules régulateurs d'ébullition à la prise d'essai et homogénéiser soigneusement.

Ajouter lentement et avec précaution 15 ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement la fiole d'un mouvement circulaire et en la refroidissant sous l'eau courante froide de sorte à éviter toute perte de substance volatiles.

Relier le réfrigérant à la fiole et porter à ébullition à reflux pendant 2 heures. Laisser refroidir et laver la paroi interne du réfrigérant à l'eau distillée en recueillant les eaux de lavage dans la fiole. Débrancher le réfrigérant de la fiole, compléter à environ 75 ml avec de l'eau et refroidir à température ambiante.

Titrer l'excès de dichromate avec la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium en présence de 1 ou 2 gouttes de Ferroïne.

**5-Expression des résultats :**

La DCO est donnée par la formule suivante :

$$\text{DCO} = \frac{8000 c(V_1 - V_2)}{V_0}$$

c : concentration de sulfate de fer(II) et d'ammonium  
 $V_0$  : volume de la prise d'essai avant dilution éventuelle  
 $V_1$  : volume de sulfate de fer(II) et d'ammonium utilisé pour l'essai à blanc  
 $V_2$  : volume de sulfate de fer(II) et d'ammonium utilisé pour la détermination

NB : lorsque la concentration en chlorure dépasse 1000mg/L, la valeur minimale de la DCO acceptable est de 250 mg/L. les résultats inférieurs à cette limite sont sujets à caution.



## **ANNEXE 3 : Détermination de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO) :**

### **NFT 90 103**

La Demande Biochimique en Oxygène est la quantité d'oxygène, exprimée milligrammes, qui est consommée dans les conditions de l'essai par certaines matières présentes dans 1 litre d'eau, notamment pour assurer leur dégradation par voie biologique.

#### **1- Principe :**

Préparation d'une solution obtenue par dilution de l'échantillon à l'aide d'une eau de dilution apportant un ensemencement. Incubation pendant 5 jours à l'obscurité dans une enceinte réglée à 20°C plus ou moins 1°C. Mesure de la quantité d'oxygène consommée.

#### **2-Réactifs :**

- Eaux pour la dilution, soit eau distillée ou eau de pureté équivalente et eau d'ensemencement (eau résiduaire fraîche filtrée sur filtre en papier plissé, soit eau de rivière prélevée plusieurs km en aval d'une agglomération et stabilisée par aération forcée pendant 24 heures, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas la contaminer.

- Solution de phosphate
- Solution de sulfate de magnésium à 20 g/L de MnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O
- Solution de chlorure de calcium à 25 g/L de CaCl<sub>2</sub>
- Solution de chlorure de fer à 1.5 g/L de FeCl<sub>3</sub>
- Solution de chlorure d'ammonium à 2 g/L de NH<sub>4</sub>Cl

#### **3-Appareillage :**

- Flacon d'incubation (spéciaux ou non) à bouchons rodés, de 150 ml

- Enceinte réglable à 20°C plus ou moins 1°C
- Oxymètre appareil de mesure de la DBO

#### 4-Mode opératoire :

##### *- Préparation de l'eau de dilution*

L'eau de dilution est préparée à partir d'eau distillée, pour chaque litre de solution à préparée, ajouter à de l'eau 5 ml de solution de phosphate et soit les volumes suivant de réactifs :

- 1 ml de solution de sulfate de magnésium
- 1 ml de solution de chlorure de calcium
- 1 ml de solution de chlorure de fer
- 1 ml de solution de chlorure d'ammonium

La laisser ensuite au repos pendant 12 heures environ, en récipient débouché, en évitant toute contamination. Préparer l'eau de dilution à partir de cette solution en ajoutant 5 ml d'eau d'ensemencement par litre, la solution obtenue doit être maintenue à 20°C et utilisée dans la journée.

##### *- Exécution de l'essai :*

Introduire dans une fiole jaugée un volume connu d'échantillon, amener au volume à l'aide de l'eau de dilution et homogénéiser. Vérifier que le pH du mélange obtenu est compris entre 6 et 8. Remplir complètement un flacon d'incubation avec ce mélange et boucher hermétiquement en veillant à ce qu'il ne reste aucune bulle d'air à l'intérieur. Doser l'oxygène dissous dans le mélange.

##### *- Essai témoin :*

Remplir trois nouveaux flacons avec l'eau de dilution, boucher hermétiquement deux d'entre eux. Doser l'oxygène dissous dans le troisième. Placer les flacons bouchés dans l'enceinte réglée à 20°C plus ou moins 1°C pendant 120 heures puis doser l'oxygène dissous qui subsiste dans les flacons.

La consommation d'oxygène au cours de cet essai doit être comprise entre 0,5 et 1,5 g/L, si ce n'était pas le cas, l'eau de dilution utilisée ne pas apporté un ensemencement convenable et donc de modifier par conséquent sa préparation.

Remarque : au cours de l'opération, s'assurer de ne pas modifier la teneur en oxygène du milieu.

Introduire l'eau de dilution dans la fiole jaugée au moyen d'un siphon dont l'extrémité est plongé

au fond de la fiole.

Lors de l'opération d'homogénéisation agiter très doucement le contenu de la fiole jaugée en évitant toute formation de bulle d'air.

#### 5-Expression des résultats :

Soient :

-  $D_0$  la teneur en oxygène exprimée en mg/L de l'eau de dilution au moment du remplissage des flacons

-  $D_5$  la teneur moyenne en oxygène, exprimée en mg/L de l'eau de dilution au bout de 5 jours d'incubation

-  $T_0$  la teneur en oxygène exprimée en mg/L de l'une des dilutions de l'échantillon au moment du remplissage des flacons

-  $T_5$  la teneur en oxygène exprimée en mg/L de cette dilution de l'échantillon au bout de 5 jours d'incubation.

$$0,4 T_5 \leq T_0 - T_5 \leq 0,6 T$$

F : le facteur de dilution correspondant exprimé sous la forme du rapport entre volume  $V_1$  de la fiole jaugée dans laquelle a été effectuée la dilution et le volume  $V_e$  de l'échantillon introduit dans celle-ci.  $F = V_1 / V_e$

$$\text{DBO} = (T_0 - T_5) - (F - 1) - (D_0 - D_5)$$



Fig 9: mesure de la  $\text{DBO}_5$

#### ANNEXE 4 : Détermination de MES (Matière En Suspension) NFT 90 105

##### 1-Principe :

Préparation d'un creuset filtrant garni d'une couche d'amiante cardé, lavé, séché, taré.

Séparation des matières en suspension par filtration sur ce-creuset.

Séchage à 105°C et pesée.

##### 2-Mode opératoire :

Préparation du creuset filtrant en filtre de papier filtre

Mettre en suspension l'amiante dans de l'eau distillée de façon à obtenir une suspension assez fluide (par exemple 50g d'amiante dans 450ml d'eau)

Placer un creuset filtrant sur l'équipement de filtration sous vide et y verser la bouillie d'amiante pour évacuer toutes les particules susceptibles d'être entraînées par l'eau.

Laisser essorer, sécher à (105±2) °C jusqu'à masse constante (3 heures environ) et peser le creuset à 0,5 mg après refroidissement en dessiccateur.

### 3-Détermination :

Remettre le creuset sur l'équipement de filtration et y verser progressivement l'échantillon jusqu'à ce que le récipient soit vide. Le volume filtré doit :

-être d'au moins 100mL

-permettre d'obtenir une masse de matières retenue sur le filtre d'au moins 50mg

Rincer le récipient ayant contenu l'échantillon avec 10mL environ d'eau distillée et faire passer les eaux de lavage sur le filtre.

Laisser essorer puis sécher le creuset à (105± 2)°C (3heures environ), laisser refroidir en dessiccateur et peser à 0,5mg près. Recommencer les opérations de séchage, de refroidissement et de peser jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives n'excède pas 0,5mg.

### ANNEXE 5 : Dosage des nitrites :

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode au réactif de zambelli peut être appliquée pour les teneurs en ions NO<sup>2-</sup> supérieures à 50 mg/L. Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre l'ammoniaque, les nitrites et les nitrates peut évoluer rapidement. Il convient donc de procéder au dosage des nitrites plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4°C.

### 1-Principe :

L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique, en présence d'ion ammonium et de phénol, forment avec les ions NO<sub>2</sub><sup>-</sup> un complexe coloré jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.



**2-Mode opératoire :**

Prélever 50 mL d'eau à analyser, ajouter 2mL de réactif de Zambelli. Agiter et laisser au repos 10 mn. Ajouter ensuite 2mL d'ammoniaque pure ; effectuer la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 435nm et tenir compte de valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

**3-Expression des résultats :**

Pour une prise d'essai de 50 mL, la courbe donne directement la teneur en NO<sub>2</sub>-, exprimée en milligramme par litre d'eau.

Cette valeur multipliée par 0,305 donne la teneur en azote nitreux, exprimés en milligramme par litre.

**ANNEXE 6 : Détermination du nitrate:**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

**1-Mode opératoire :**

Introduire 10 mL d'eau dans une capsule de 60 mL (pour des teneurs en azote nitrique supérieures à 10 mg/L, opérer une dilution). Alcaniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Ajouter 1mL de solution de salicylate de sodium puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 10mL d'eau bi distillée. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

**2-Expression des résultats :**

Pour une prise d'essai de 10mL, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en milligrammes par litre d'eau. Pour obtenir la teneur en nitrate(NO<sub>3</sub>), multiplier par 4,43.

Reprendre le résidu par 2 mL d'acide sulfurique en ayant soin de l'humecter complètement. Attendre 10 mn, ajouter 15 mL d'eau bi distillée puis 15mL de la solution d'hydroxyde de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm.

## **Références Bibliographiques :**

- [1] Centre de documentation de la CNRIT (bibliothèque)
- [2] Documentation auprès de la MADAPROD
- [3] Cours d'appareillage de la première année en LISTE par le Professeur Pierre Hervé Ravelonandro
- [4] Cours de traitement biologique des eaux usées, LISTE troisième année par le Professeur Pierre Hervé Ravelonandro
- [5] Cours de Madame Monique RABETOKOTANY en matière de traitement et potabilisation de l'eau
- [6] Norme de rejet Selon l'Article 5 du décret 2003-464,
- [7] Normes françaises Norme NFT 90 101, NFT 90 103
- [8] Exposés de la première année en matière d'appareillage par le Professeur Pierre Hervé RAVELONANDRO (documentation auprès du Bureau des Normes Malagasy,) Norme ISO 5667-10
- [9] *Jean-Bernard Leroy* : « La pollution des eaux », 2<sup>ème</sup> édition corrigée, première édition 1986
- [10] *Guy Le prat* : « NUISANCES DUES AUX ACTIVITES INDUSTRIELLES »
- [11] Jean RODIER « Analyse de l'eau, eaux naturelles et eaux résiduaires, eau de mer » 7<sup>ème</sup> édition, Dunod, Décembre 1984
- [12] Jacques Bernard, Degrémont, collaborateur Degrémont, « MEMENTO Techniques de l'eau », Tome 1, édition 1989
- [13] Jacques Bernard, Degrémont, collaborateur Degrémont, « MEMENTO Techniques de l'eau », Tome 2, édition 1989

## **Résumé :**

Notre travail porte sur une approche quantitative et qualitative du suivi et contrôle des paramètres physico-chimiques de l'eau résiduaire. La détermination des valeurs de la DBO<sub>5</sub>, de la DCO et de la teneur en MES nous ont permis de quantifier la pollution de l'effluent. L'examen du rapport DBO/DCO de l'eau résiduaire industrielle de l'industrie textile de MADAPROD nous donne une valeur de 0,2 nous montre que cette eau n'est pas biodégradable. Lorsque ce rapport diminue, les eaux ont de moins en moins tendance à être justiciables d'un traitement biologique. Il est d'ailleurs difficile de fixer une limite précise du rapport DBO/DCO à partir de laquelle on peut considérer que les eaux sont inaptes à l'épuration biologique. Cependant ces analyses nous permettent de choisir le procédé de traitement à opter pour les eaux usées.

## **Summary**

Our work focuses on a quantitative and qualitative monitoring and control of physicochemical parameters of the effluent. Determining the values of BOD5, COD and TSS content allowed us to quantify the pollution of the effluent. Examination of BOD / COD ratio of industrial wastewater from the textile industry of MADAPROD gives us a value of 0.2 shows that this water is not biodegradable. When this ratio decreases, the water has less and less likely to be amenable to biological treatment. It is also difficult to set a specific limit of BOD / COD ratio from which we can consider that waters are unsuitable for biological treatment. However, these analyzes allow us to choose the treatment method to opt for wastewater.

*Mialy RASOANARIVONY Andriambolaha simanga*

Contact : 033 14 210 00/ 032 53561 36

E-mail : mialyrasoanarivony@gmail.com