



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
D'ANTSIRABE – VAKINANKARATRA



Domaine : Sciences de l'ingénieur

Mention : GENIE INDUSTRIEL

PARCOURS : Sciences et ingénierie Textile

*Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Licence titre ingénieur en
génie industriel, parcours : Sciences et Ingénierie Textile*

N° d'ordre : /2022

CONTRIBUTION A L'OPTIMISATION DU PROCESSUS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES A LA SOCOTA FABRICS MADAGASCAR

Présenté et soutenu par : RAKOTOARISOA Tolotra Emile

Encadreur pédagogique : Madame RANORONIRINA Malalaharison Jeanne

Encadreur professionnel : Monsieur RAZAFINDRANAIVO Zed

Président du jury : Docteur RAVONISON Elie Rijatiana Hervé

Examineur : - Monsieur RAMBOAMAMPIANINA Samitiana

-Monsieur RABARISOA Ririva Faniry

Date de soutenance : **17 Juin 2022**



TENY FISAORANA

Tsy ho tanteraka ity asa ity raha tsy teo ny fahasoavan'Andriamanitra sy ny Fitiavany Mandrakizay ary koa ny fiaraha-miasa amin'ireto olona manaraka ireto izay tiako anehoana ny fanajako rehetra sy ny fisaorana feno :

- Profesora RAJAONARISON Eddie Frank, Talen'ny Ivon-toeram-pampianarana ambony ANTSIRABE VAKINANKARATRA izay nanao ezaka hanomezana anay fahafahana mianatra ao anatin'ny tontolo ara-tsaina milamina.
- Andriamatoa ISMAIL Salim, Tale jeneralin'ny SOCOTA Antsirabe tamin'ny fandraisany ahy ho mpiana-draharaha tao amin'ny orinasany.
- Véronique AUGER, Tale Mpanatanteraka ao amin'ny Division Textile.
- Andriamatoa DREZE Charles Henri, Mpitantana ao amin'ny Maintenance & Utilité ao amin'ny Vondrona SOCOTA izay nandray ahy ho mpiana-draharaha ao amin'ny Sahan'asa misy azy.
- Ramatoa Fanja RAVOAVY, Talen'ny Human Resources ao amin'ny Vondrona SOCOTA izay nandray ahy ho mpiana-draharaha.
- Andriamatoa RAZAFINDRANAIVO Zed, Lehiben'ny Maintenance & Utilité izay nanaiky ny hitsara ity bokiko ity.
- Dokotera RAVONISON Elie Rijatiana Hervé, Lehiben'ny Sapam-pianarana Injeniera Industrialy tamin'ny fanamarinana ny fisoratako anarana amin'ny lisitry ny mpianatra afaka manomana ny mari-pahaizana Licence amin'ny Siansa sy ny Injeniera momba ny Lamba.
- Ramatoa RANORONIRINA Malalaharison Jeanne, izay nanitsy ny diso sy nanampy ahy tamin'ny fanoratana ity bokiko ity. Tena sarobidy amiko tokoa ireo toro-heviny nandritra ny fanatotosako ity asa ity.
- Andriamatoa RANDRIATSIMBA Sedraniaina izay nizara ny traikefany sy ny fahalalany tamiko mba hanatanterahako ity asa ity.

Faranay, dia misaotra ny Ray aman-dreniko, ny fianakaviko, ny namako aho izay nanampy ahy mivantana na an-kolaka tamin'ny fanatanterahako ity asa ity.

REMERCIEMENTS

Ce présent mémoire n'aurait pas eu lieu sans la grâce de Dieu et Son Amour Eternel, ainsi que la contribution des personnes suivantes à qui je tiens à adresser toutes mes respects et mes vifs remerciements à :

- Professeur RAJAONARISON Eddie Frank, Directeur de l'Institut d'Enseignement Supérieur Antsirabe VAKINANKARATRA qui a déployé ses efforts afin de nous donner la possibilité d'étudier dans un environnement intellectuel adéquat.
- Monsieur ISMAIL Salim, Président Directeur Général du Société SOCOTA Antsirabe de m'avoir accueilli comme stagiaire au sein de son Entreprise.
- Madame Véronique AUGER Chef Exécutive Officier de la division Textile.
- Monsieur DREZE Charles Henri, Maintenance & Utilité Managers du groupe SOCOTA qui m'a accepté d'accueillir comme stagiaire auprès de leur département.
- Madame Fanja RAVOAVY, Directeur des Ressources Humaines de Groupe SOCOTA de m'avoir permis d'effectuer un stage auprès de leur Société.
- Monsieur RAZAFINDRANAIVO Zed, Head of Maintenance and Utilities en tant qu'Encadreur Professionnel d'avoir corrigé mon mémoire.
- Docteur RAVONISON Elie Rijatiana Hervé, Responsable de la mention Génie Industrielle, d'avoir validé mon inscription à la liste des étudiants pouvant préparer le grade de Licence en Science et Ingénierie Textile (SIT).
- Madame RANORONIRINA Malalaharison Jeanne, pour avoir relu et corrigé mon mémoire. Ses conseils de rédaction ont été très précieux.
- Monsieur ANDRIATSIMBA Sedraniaina, qui a partagé ses expériences et qui m'a aidé à la rédaction de ce mémoire.

Enfin, j'adresse mes remerciements à mes Parents, ma famille, mes amis et tous ce qui ont participé de près ou loin à la réalisation de ce mémoire.

LISTE DES SYMBOLES ET ABREVIATIONS

COTONA : Cotonnière d'Antsirabe

CAG : Charbon Actif Granulé

CAP : Charbon Actif en Poudre

CA : Charbon Actif

DMU : Département de Maintenance et Utilité

DBO_5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DRH : Direction de Ressources Humaines

IPM : Institut Pasteur de Madagascar

MES : Matière en Suspension

NTU : Nephelometric Turbidity Unit

STEP : Station d'Épuration

SOCOTA : Société Commercial d'Antananarivo

TIAF : Teinture Impression Apprêt et Finissage

pH : potentiel Hydrogène

LISTE DES FIGURES

Figure I-1 : Organigramme du Groupe SOCOTA	7
Figure I-2 : Carte de COTONA	9
Figure I-3 : Système de production de COTONA	10
Figure I-4 : Chaîne de production de tissus écrus dans le département tissage.....	11
Figure I-5 : Ligne de traitements de tissus dans le département TIAF	11
Figure I-6 : Processus de traitement dans l'unité de préparation	12
Figure I-7 : Le processus de l'impression pigmentaire	13
Figure I-8 : Processus du traitement pour l'impression réactifs	13
Figure I-9 : Processus de teinture tissu	13
Figure II-1 : Organigramme du département DMU.....	16
Figure II-2 : Vue d'ensemble de la déchèterie et la station traitement des boues	17
Figure II-3 : Vue d'ensemble de la station de traitement des eaux usées.....	18
Figure II-4 : Pépinière de COTONA	18
Figure II-5 : Stock de la biomasse pour la chaudière (Chips).....	19
Figure III-1:Représentation schématique simplifié du processus de coagulation et floculation.....	38
Figure III-2 : Représentation simplifiée du mécanisme de décantation	39
Figure IV-1 : Plan de masse STEP	41
Figure IV-2 : Représentation schématique simplifiée de processus de traitements des eaux usées à la SOCOTA FABRICS Madagascar	42
Figure IV-3 : Bassin d'homogénéisation	43
Figure IV-4 : Les étapes du traitement des eaux usées de la Société.....	47
Figure IV-5 : CBB DECANter ET SILO A BOUES	48
Figure IV-6 : Vue d'ensemble de l'unité filtration	55
Figure IV-7 : Surface du bassin actuel	58
Figure IV-8 : Surface du bassin à proposer	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau IV-1 : Débit journalière de l'eau traitée	49
Tableau IV-2 : Variation du pH et de température au cours du traitement	50
Tableau IV-3 : Les couleurs de l'eau au cours du traitements.....	51
Tableau IV-4 : Résultat d'analyse de l'IPM, le mois du Mars 2022	52
Tableau 1 : Normes du rejet des effluents industriels à Madagascar	III
Tableau 2 : Flocculants organiques et minéraux	V
Tableau 3 : Avantages et inconvénients de traitement primaire et secondaire	VI

TABLE DES MATIERES

Table des matières	
TENY FISAORANA	i
REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES SYMBOLES ET ABREVIATIONS.....	iii
LISTE DES FIGURES	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	v
TABLE DES MATIERES	vi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : GENERALITE ET HISTORIQUE DE L'USINE.....	3
I.1 Présentation générale de l'Entreprise	3
I.1.1 Présentation de l'usine	3
I.1.2 Identification de l'industrie	4
I.1.3 Historique de l'Usine	4
I.1.4 Description	5
I.2 Structure de l'Entreprise.....	6
I.2.1 Préoccupations majeures de la Société.....	6
I.2.2 Organigramme du Groupe SOCOTA FABRICS	6
I.3 Localisation de l'Industrie	8
I.3.1 Dimension	8
I.3.2 Situation géographique.....	8
I.3.3 Situation régionale.....	8
I.3.4 Carte de la Société SOCOTA.....	9
I.4 Système et processus de production de la société COTONA	9
I.4.1 Le Système de production	9
I.4.2 Processus de fabrication	10

I.5	La Société SOCOTA et la protection de l'environnement	14
I.6	Objectif de l'usine	14
I.7	Conclusion	15
CHAPITRE II : PRESENTATION DU DEPARTEMENT		16
II.1	Présentation du département DMU	16
II.1.1	Structure du département	16
II.1.2	Le rôle de l'atelier Maintenance.....	21
II.2	Conclusion	22
CHAPITRE III : GENERALITE SUR LA POLLUTION DES EAUX ET LES PROCESSUS DE TRAITEMENTS		23
III.1	Généralités sur la pollution	23
III.1.1	Définitions	23
III.1.2	Classification des termes concernant la pollution	23
III.1.3	Conséquence de pollution	28
III.2	Eaux usées	29
III.2.1	Origines des différents types des eaux usées	29
III.2.2	Les paramètres caractérisant les eaux usées.....	30
III.2.3	Les principaux milieux récepteurs	34
III.3	Procédés de traitement des eaux usées	35
III.3.1	Premier cycle de traitement : prétraitement	35
III.3.2	Deuxième cycle : traitement primaire	36
III.3.3	Troisième cycle : traitement biologique.....	40
III.4	Conclusion	40
CHAPITRE IV : PRESENTATION DU TRAVAIL		41
IV.1	Introduction	41
IV.1.1	Processus de traitement	42
IV.1.2	Traitement primaire.....	44

IV.1.3	Traitement secondaire	45
IV.1.4	Descriptions de différents bassins avec leur rôle	45
IV.1.5	Conclusion des traitements des eaux usées	46
IV.2	Traitement des boues de l'usine.....	48
IV.2.1	Origines des boues	48
IV.2.2	Chaine de traitement des boues	48
IV.3	Les paramètres suivis dans la STEP	49
IV.3.1	Etude de quantité d'eau produite journalière	49
IV.3.2	Prélèvement de la valeur de température et du pH de l'eau à la sortie de STEP	50
IV.3.3	Variation de couleur au cours du traitement dans la STEP	51
IV.4	Propositions et recommandations pour l'amélioration du traitement des eaux usées de la Société.....	52
IV.4.1	Le filtre bicouche : sable et anthracite.....	53
IV.4.2	Filtration sur le charbon actif	55
IV.4.3	Filtration sur membrane	56
IV.4.4	Ozonation de l'eau	57
IV.4.5	Elargissement du bassin biologique	58
IV.5	Conclusion	59
CONCLUSION GENERALE		60
BIBLIOGRAPHIE		I
WEBOGRAPHIE.....		II
ANNEXE		III
FICHE DE RENSEIGNEMENT		X
RESUME.....		XI
ABSTRACT		XI

INTRODUCTION GENERALE

La contamination des eaux par des polluants d'origines diverses est un problème d'actualité. Dans l'industrie textile en particulier, les eaux résiduaires sont l'une des plus importantes sources de pollution des eaux superficielles et des nappes souterraines, surtout envers la terre agricole (qualité de la récolte) et sur la faune et flore.

L'industrie du textile est l'une des industries les plus consommatrices d'eau et génère des rejets constitués des molécules organiques récalcitrantes présentant généralement des problèmes de couleur, des concentrations élevées de DBO₅, de DCO, de matière en suspension (MES) ainsi que des toxicités et des conductivités élevées.

Les rejets de l'industrie textile constituent d'énormes nuisances pour la santé humaine et l'environnement. En fait, les différents colorants utilisés causent de sérieux problèmes en raison de leur stabilité et de leur faible biodégradabilité. Ainsi, il est nécessaire de traiter ces effluents avant d'être déversés dans la nature. Ces effluents à traiter contiennent des substances non biodégradables, inhibitrices ou toxiques pour la plupart des microorganismes vivants. Par ailleurs, l'hétérogénéité de leur composition rend difficile voire quasiment impossible l'obtention de seuils de pollution inférieurs ou égaux à la norme imposée par les ministères de l'environnement, après traitements par les techniques traditionnelles.

Le Groupe SOCOTA ANTSIRABE a déjà installé une station d'épuration d'eau ou STEP afin d'évaluer le degré de pollution de ses rejets liquides industriels. D'ailleurs, Le Gouvernement Malgache a établi la norme des rejets des effluents industriels. La STEP de COTONA a la chaîne de traitement complet ; le prétraitement jusqu'au traitement secondaire. Certains paramètres de l'eau traitée dans la station ne sont pas conformes à la norme du rejet. D'où la raison de la présente étude qui s'intitule « **Contribution à l'optimisation du processus de traitement des eaux usées à la SOCOTA FABRICS Madagascar** ». C'est pour cela que nous proposons de faire la filtration sur sable et l'anthracite qui est adéquate aux débits de l'eau traitée par jour, filtration sur charbon actif, filtration sur membrane, l'ozonation de l'eau au cours du traitement, élargissement et amélioration du bassin biologique pour prolonger le temps de séjour de l'eau avant être déversée. L'objectif général de cette étude est de pouvoir réutiliser au cours du traitement les eaux sortantes de l'usine SOCOTA. Notre travail se divise en quatre grands chapitres. Pour avoir l'explication plus détaillée, nous avons adopté le plan suivant :

- Le premier chapitre nous parlera des informations concernant la Société SOCOTA
- Dans le deuxième chapitre, nous présenterons les rôles du département DMU de la Société que nous avons recueillie comme stagiaire.

- Nous parlerons sur la généralité des eaux usées et les étapes du traitement des eaux résiduaires dans le troisième chapitre
- Dans le dernier chapitre nous abordera le processus de traitement des eaux usées de la SOCOTA FABRICS et proposera l'idée d'amélioration de traitement existant.

Au terme de ce travail, une conclusion générale sera donnée.

CHAPITRE I : GENERALITE ET HISTORIQUE DE L'USINE

I.1 Présentation générale de l'Entreprise

Il est nécessaire de faire une revue historique et de présenter l'identité de la société avant d'entamer la connaissance du Groupe SOCOTA ainsi que les différents secteurs intervenants au niveau de la Société.

1.1.1 Présentation de l'usine

Le groupe SOCOTA implanté déjà longtemps à Madagascar est renommé sur le secteur textile. Maintenant, on le trouve sur plusieurs sections tels que sur le plan agro-alimentaire, CRE. Ainsi, les activités du groupe SOCOTA apportent à l'Etat Malagasy un grand aide sur le plan économique et sociale. Ce secteur est depuis toujours un secteur florissant sur la création d'emplois. Leur production ne cesse de s'accroître provoquant ainsi des effluents d'eau à la sortie de chaque section. C'est pour cela que la station de traitement des eaux usées a été mis au point. Suite aux légalisations de plus en plus contraignantes concernant les traitements des eaux usées et norme imposé par l'Etat, la capacité épuratoire de ses industries est en constante augmentation.

- **Le Groupe SOCOTA branche textile :**

Cette branche textile du Groupe se présente comme un ensemble d'unités industriels totalement intégrés de la filature à la confection de vêtement, activité qui a fait l'objet de deux joint-ventures avec des partenaires Américains et Sri-lankais.

Le premier défi industriel du Groupe a été LA COTONIERE D'ANTSIRABE (COTONA) reprise en 1957, qui comprend une unité intégrée de filature, tissage et ennoblissement (teinture).

Le Groupe SOCOTA concernant le textile ayant trois branches :

- La Cotonnière d'Antsirabe (COTONA)
- SOCOTA Textile Mill'S (STM) installée sur l'Ile Maurice
- Columbia Clothing Company (CCC-COTTONLINE)

- **Le Groupe SOCOTA branche Agroalimentaire :**

L'activité de la branche Agroalimentaire est orientée essentiellement sur la pêche et la culture de crevette. La première opération de diversification vers le secteur agroalimentaire remonte en 1973, avec la reprise des PECHERIES DE NOSY BE (PNB), qui sont devenues l'un des principaux armements de pêche crevette à Madagascar.

En 2002, Le groupe SOCOTA crée Les Gambas de l'ANKARANA (LGA), entreprise d'élevage industriel de crevettes dans une région isolée où tout était à faire. LGA est un complexe de 405 ha de bassin situé dans un des meilleurs sites d'Aquaculture extensive du monde. À part de LGA, SOCOTA a un autre site d'élevage de crevette destinée à l'exportation comme La Pêcherie de MENABE et MELAKY (PMM).

1.1.2 Identification de l'industrie

La Société COTONA est une Société de type Agro-Industrie non intégrée car elle ne pratique aucune production industrielle pour alimenter ses besoins en matières premières. Selon la forme juridique, c'est une Société Anonyme (S.A.), ayant un capital de Ar1 600 000 000. Sa spécialisation se focalise dans le domaine textile spécialisé sur la teinture fil, tissage et l'ennoblissement des tissus. C'est une grande Société contrôlée par la famille ISMAIL. Elle est dirigée par Monsieur SALIM ISMAIL, Président Directeur Général.

1.1.3 Historique de l'Usine

La société SOCOTA a été fondée en 1930. Elle portait le nom de SOCIETE COTONIERE MALGACHE (SOCOMA). Après son rachat par deux frères Hassam et M. Mamad ISMAIL, elle prit le nom de SOCIETE COTONNIERE FRANCO-MALGACHE (SOCOFRAMA), et n'a été baptisée COTONA que le 19 Mai 1962.

La SOCIETE COMMERCIALE DE TANANARIVE (SOCOTA) est devenue deux générations plus tard, l'un des principaux ensembles industriels de l'Océan Indien, employant 8500 personnes réparties dans six filiales principales.

Depuis sa création, la Société ne cesse d'améliorer sa politique de développement de ses diverses activités.

- En 1952 : création de l'usine avec 200 métiers à tisser non automatiques.
- En 1957 : première production de tissus imprimés.
- En 1960-1962 : extensions des ateliers tissages avec 48 métiers « Diedirchs », et 200 métiers SACM.
- En 1963 : première production de filature avec 10000 broches.
- En 1965-1970 : nouvelle extension des ateliers de tissages avec la mise en fonction de 672 métiers à tisser automatiques PIKANOL.
- En 1972 : emplacement du deuxième atelier filature et la cessation de l'importation du coton.

- En 1973 : diversification vers le secteur agroalimentaire avec la reprise de PECHERIE DE NOSY BE (PNB).
- En 1980 : extension des usines filatures (Fil 3, Open End, Fil 4, coton Peigné) et de l'utilisation de système informatique : « ORDINATEUR 64 DPS » avec télétraitement.
- En 1982 : COTONA s'engage dans la culture de coton à MIANDRIVAZO et MAMPIKOMY.
- En 1988 : montage de 5 machines d'engrenage d'une capacité de 55 tonnes par mois. Les cultures cotonnières de BEMARIVO exploitent 2500 Ha de coton. Dans la même année a été créée le groupe SOCOTA TEXTILE MILLS à Maurice.
- En 1991 : Démarrage de l'exploitation des tissus (Maurice, Europe et les zones franches à Madagascar).
- En 1999 : Les pêcheries de MELAKY et de MENABE ont rejoint le Groupe SOCOTA.
- En 2000 : Création de l'unité de confection : COTONA CLOTHING COMPANY (CCC).
- En 2001 : Création de la deuxième unité de confection COTTON LINE.
- En 2003 : Création du nom de code NEWCO permettant d'identifier son projet et pour réussir l'examen du passage après la crise 2002. Son capital fut ramené à Ar 1 600 000 000.
- En 2004 : Obtention d'un agrément en tant qu'entreprise franche.
- En 2005 : Adhésion à l'AGOA et commencement des exportations vers les Etats-Unis d'Amérique.

1.1.4 Description

La société COTONA est l'une des plus grandes unités industrielles de la région VAKINANKARATRA et aussi pour la grande île. Elle emploie près de 40% des salariés du secteur industriel d'Antsirabe. Situé en amont et en aval de la branche textile, elle produit une large gamme de tissus en coton écru, fils, éponge etc. qui sera commercialisée ensuite sur le marché national et notamment, étranger. Son chiffre d'affaires n'a cessé d'accroître depuis 1980. Celle-ci résulte, en grande partie, à l'intégration de plusieurs filières comme la teinture fil, le tissage et le finissage ainsi que la modernisation de certains équipements qui ont permis la production de tissu de meilleure qualité pour les clients.

I.2 Structure de l'Entreprise

1.2.1 Préoccupations majeures de la Société

Comme toute autre Société, COTONA possède ses préoccupations majeures bien définies. Tout ceci étant fait pour mieux atteindre les objectifs fixés. Et dans ce cas, les dirigeants veulent toujours :

- Atteindre la capacité de production tout en minimisant les coûts.
- Conserver le positionnement et l'image de la Société sur le marché intérieur.
- Conquérir le marché extérieur.
- Pérenniser les activités sur le plan prix, service, délai, et qualité de produit répondant aux exigences de la clientèle.

1.2.2 Organigramme du Groupe SOCOTA FABRICS

Dans une entreprise, l'établissement d'un organigramme bien défini est nécessaire afin d'assurer sa survie, son activité quotidienne ainsi que son efficacité en matière de production. Alors, dans le cas de la COTONA, elle a mis en place un organigramme constitué par des Directions et plusieurs Départements en vue d'assurer le bon fonctionnement de l'entreprise.

A sa tête, La Direction Générale se place à laquelle les quatre Directions s'attachent puis certains éléments de la société. La direction Filature et Tissage dirigent les trois ateliers. Plusieurs Directions concernent le plan Commercial. La Direction Administrative et Financière de la Société sont responsables de la finance, des obligations administratives de l'entreprise. La Direction des Ressources Humaines traite les informations concernant les ressources humaines de la société.

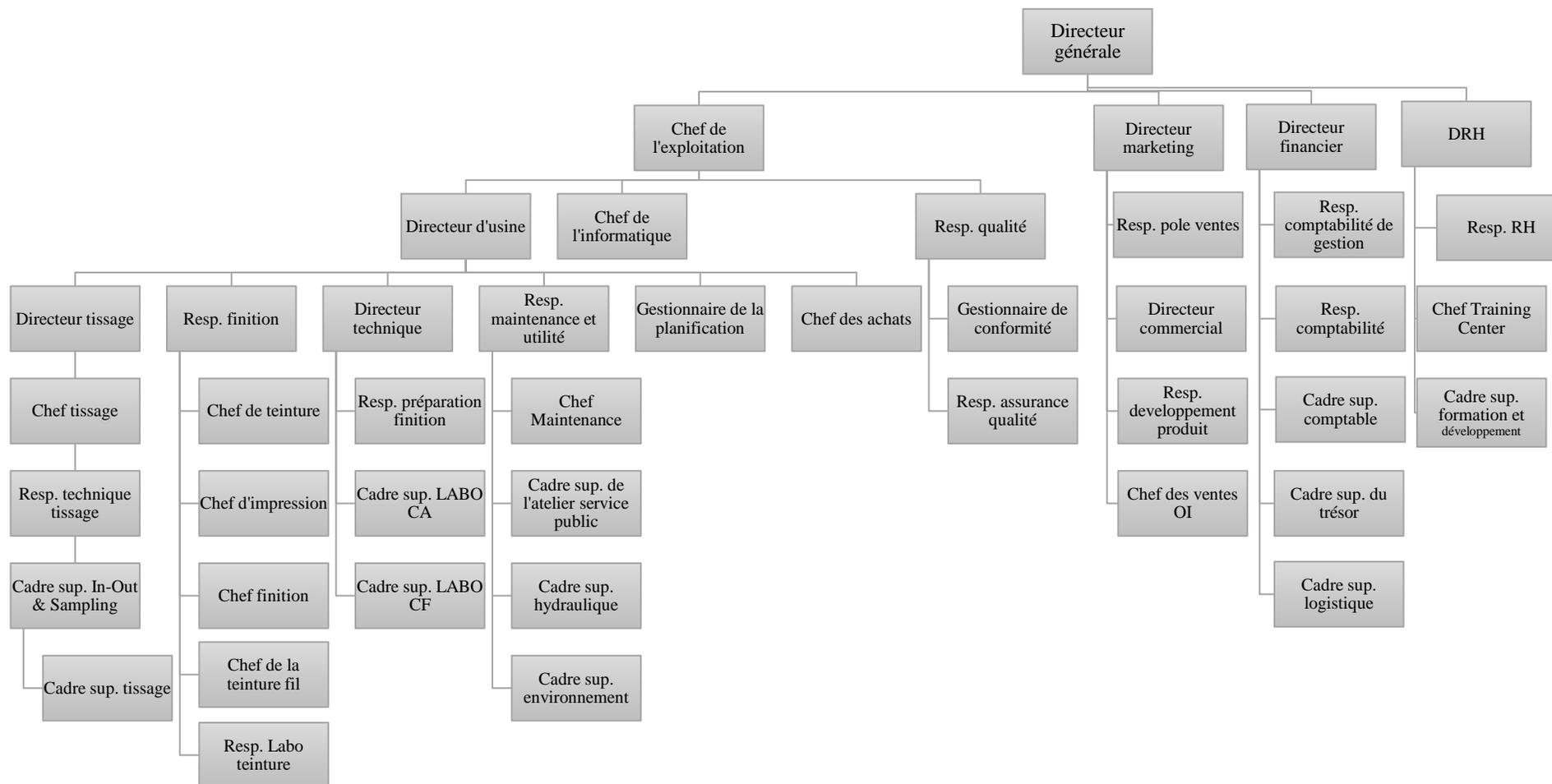


Figure I-1 : Organigramme du Groupe SOCOTA

Source : COTONA

I.3 Localisation de l'Industrie

I.3.1 Dimension

L'Usine d'Antsirabe est un complexe intégré de 8 300 m² de bâtiments, équipés de 21000 broches conventionnelles de filature, de 270 broches de bobinage et 1 500 rotors Open End, d'un parc de plus de 120 métiers à tisser (à lance, à projectile et à jet d'air) ainsi que d'une installation de blanchissement continue, teinture et impression d'une capacité annuelle de 24 millions de mètre carrés de tissus.

I.3.2 Situation géographique

« On ne peut pas parler du VAKINANKARATRA sans évoquer COTONA ». Son siège social et sa principale unité de production sont situés à Antsirabe, à 160 Km au sud d'Antananarivo Capital de Madagascar, au bord de la route nationale RN7. Ils ont choisi Antsirabe d'implanter cette Société pour les raisons suivantes :

- Aucun problème d'approvisionnement énergétique.
- Centre par rapport aux régions productrices de coton.
- Accessible aux infrastructures routières.
- Moins éloigné du port de TAMATAVE.
- L'importance de la qualité de main d'œuvre.

I.3.3 Situation régionale

Comme Madagascar se situe sur l'hémisphère sud et appartient à la région Afrique sub-saharienne, donc la société COTONA peut bénéficier des accords commerciaux de cette région sub-saharienne comme toutes les sociétés implantées dans cette région.

I.3.4 Carte de la Société SOCOTA

C'est une image donnée par le satellite artificiel. L'enceinte de l'Usine est délimitée par le Route d'AMBOSITRA à l'Ouest et la Route vers SOANINDRARINY au Nord.



Figure I-2 : Carte de COTONA

Source : [Google MAPS]

I.4 Système et processus de production de la société COTONA

I.4.1 Le Système de production

La société COTONA est une industrie textile, spécialisée dans le tissage et l'ennoblissement de tissus. Elle est constituée par trois départements :

I.4.1.1 Teinture fil

Ce département se spécialise dans la teinture de fil de coton importé. Il utilise comme matière première les fils de coton. Des différents produits sont disponibles pour la teinture selon la commande des clients. Le principal objectif du département teinture fil est de satisfaire le besoin en fil du département TISSAGE.

I.4.1.2 TISSAGE

Ce département assure la transformation des fils teint dans l'atelier teinture fil pour avoir de tissus écrus. On trouve dans ce département 126 métiers à tisser dont 40 de type PAT, 32 de

type OMNI plus, 30 de type GTM et 24 de type SULZER. Il fabrique plus de 1200 articles de tissus qui vont être traité dans le département de TIAF.

1.4.1.3 TIAF

Le département TIAF (Teinture Impression Apprêt Finition) est composé de trois unités. L'Unité de préparation assure les traitements des tissus écrus pour avoir des tissus blancs prêt à teindre ou à imprimer. La deuxième, l'une unité d'impression assure l'impression des dessins sur les tissus. La troisième, l'unité teinture assure la coloration des tissus selon les commandes des clients.

Son système de production est comme suit :



Figure I-3 : Système de production de COTONA

Ces trois départements sont interdépendants car les fils teints dans le département teinture sont tissés dans le département TISSAGE et après traités dans le département TIAF. La société COTONA utilise le système de flux tiré dans son système de production, c'est-à-dire que l'enclenchement de sa production commence lorsque les commandes des clients sont fermes en termes de quantité et de qualité.

1.4.2 Processus de fabrication

1.4.2.1 Teinture fil

Le fil emboîné entre dans l'atelier teinture fil. Après avoir le fil est teint, il sera transféré vers le bâtiment de tissage pour être tissé.

1.4.2.2 Le département de TISSAGE

Ce département fabrique plus de 1200 articles de tissus qui vont être traités dans le département TIAF. Ces articles se différencient par son armure ou dessin de base et sa contexture. Actuellement, COTONA propose quatre armures pour ces clients :

- La toile (1-1)
- Le sergé (2-1 ; 3-1)
- Le satin TURQUE
- Et le satin de 5

La contexture est une grandeur indispensable afin qu'on puisse tisser le fil. C'est le nombre de fil chaîne par centimètre multiplié par le nombre de fil de trame par centimètre sur le numéro métrique de la chaîne multiplié par le numéro métrique de la trame).

$$\text{Contexture} = \frac{\text{nombre de fil de chaîne} * \text{nombre de fil de trame}}{\text{numéro métrique de chaîne} * \text{numéro métrique de trame}} \quad (\text{I-1})$$

L'unité de calcul utilisé est le centimètre carré par gramme. La valeur de la contexture dépend de la demande des clients. Le principal objectif du département TISSAGE est donc de satisfaire les besoins du département TIAF en tissus écrus et la demande des clients sur l'armure et la contexture des tissus.

Les étapes de traitements dans le tissage sont un travail suffisamment à long chaîne. Il suffit juste passer en quatre étapes et après on a obtenu les tissus. L'organigramme ci-contre montre le chemin suivi par le fil avant d'avoir le produit final.

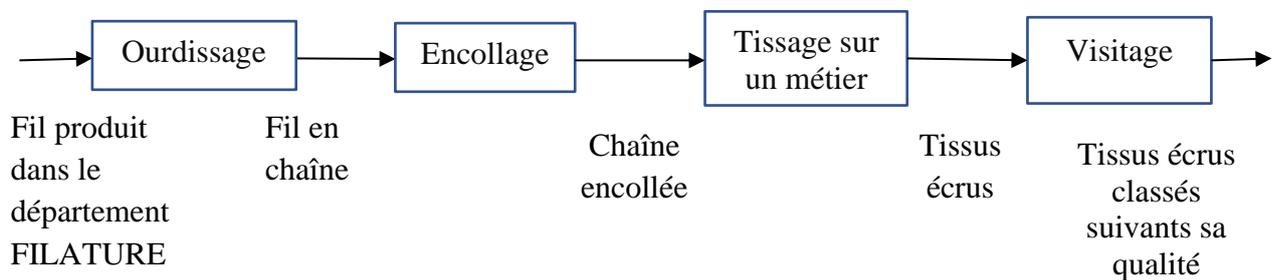


Figure I-4 : Chaîne de production de tissus écrus dans le département tissage

Ourdissage : cette opération permet de faire la préparation des chaînes de tissus écrus. Les fils dans les bobines sont assemblés sur un rouleau selon les nombres de fils pour une contexture donnée. Un ourdissoir peut contenir au maximum 720 fils de chaînes. Et un rouleau peut contenir 20 000 mètres linéaire de fil de chaînes si le numéro métrique est élevé.

Encollage : les chaînes sur les rouleaux sont ensuite passées dans une colle, puis séchés à la vapeur pour avoir la résistance nécessaire pour le tissage des tissus. La machine qui effectue ces travaux s'appelle l'encolleur. Si les chaînes nécessaires pour une contexture sont supérieures à 720 fils, l'encolleur peut alors assembler jusqu'à huit rouleaux.

Tissage sur métier : c'est l'assemblage des fils de chaînes et trames pour avoir la contexture et l'armure voulue.

Visitage : cette opération permet de vérifier la qualité des tissus tissés, puis enlever des défauts mineurs, et enfin classer les tissus écrus suivant ses qualités.

I.4.2 .3 Le département TIAF

Le département TIAF assure tous ce qui est finissage. Et sa ligne de production des tissus écrus dans le département TISSAGE est représentée sur la figure ci-dessous :

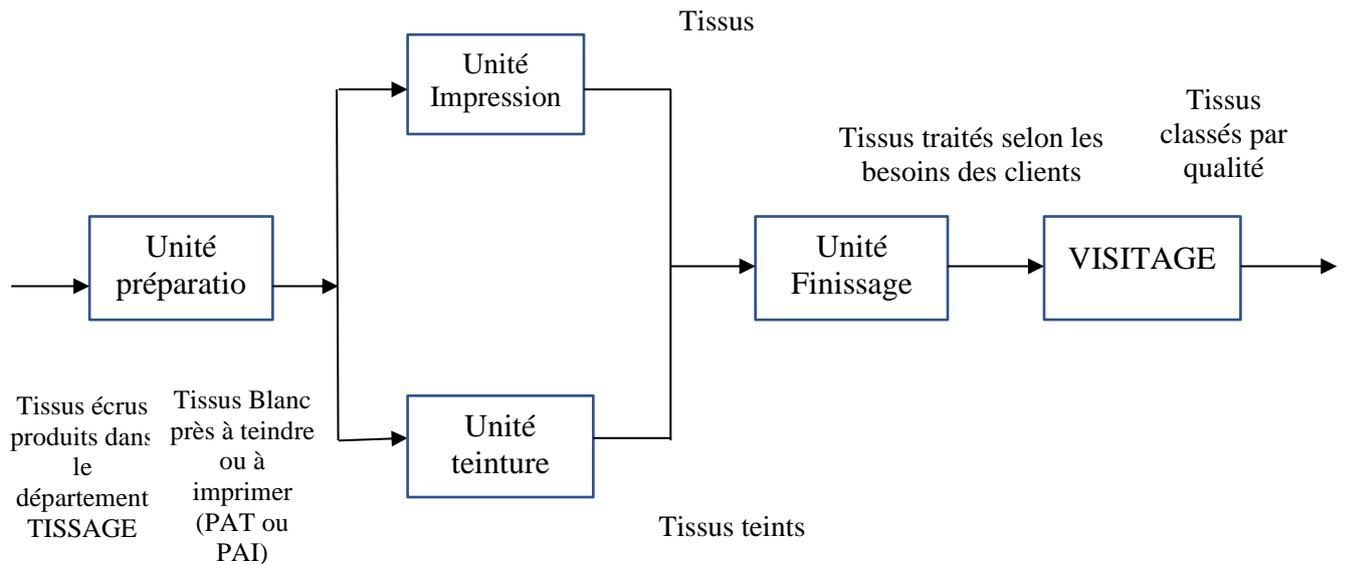


Figure I-5 : Chaîne de production de tissus écrus dans le département tissage

Unité PREPARATION :

Le circuit de fabrication dans l'unité PREPARATION est comme suit :

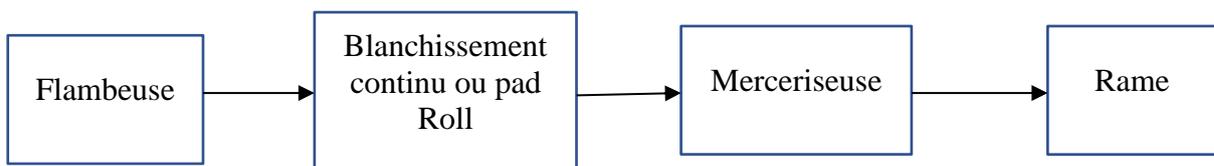


Figure I-6 : Processus de traitement dans l'unité de préparation

- Flambeuse : cette machine effectue le désencollage de tissus et brûle les fibres non désirées qui peuvent être apparues au cours de tissage.
- Blanchiment continu ou Pad Roll : ces machines assurent le blanchiment de tissus pour avoir le tissu Pat et PAI.
- Merceriseuse : cette machine joue le rôle de donner au tissu une affinité tinctoriale et mercerisage.
- Rame : elle assure le séchage de tissus.

Unité IMPRESSION :

On peut réaliser deux manières différents l'impression de tissus : l'impression pigmentaire et l'impression réactif.

L'impression pigmentaire est une impression réalisée à partir de la polymérisation de pigmentaire ; par contre l'impression réactif est réalisée à partir de réaction chimique.

Le traitement passe en deux étapes dans l'impression pigmentaire. Le circuit d'installation se divise en deux. Le schéma suivant représente ce système :

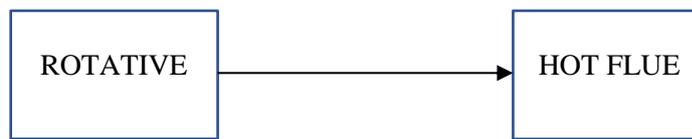


Figure I-7 : Le processus de l'impression pigmentaire

Le tissu blanc (PAI) près à imprimer passe dans la rotative qui assure l'impression du dessin sur les tissus. Il passe ensuite dans le Hot Flue et ce dernier assure le séchage et la polymérisation de pigmentaires.

D'autre part, le circuit pour l'impression réactif est comme suit :



Figure I-8 : Processus du traitement pour l'impression réactifs

Le tissu blanc près à imprimer (PAI) passe vers la rotative et elle assure l'impression du dessin sur le tissu. Il passe ensuite vers le vaporisateur pour la fixation de teinture imprimé en réactifs. Et enfin, il passe dans la laveuse afin de subir un lavage et pour avoir un pH désiré.

Unité TEINTURE :

Comme dans l'impression, l'ennoblissement ou la teinture de tissus se divise en deux manières différentes : la teinture par pigmentaire et la teinture par réactifs.

Le processus du traitement de teinture par pigmentaire est représenté comme suit :

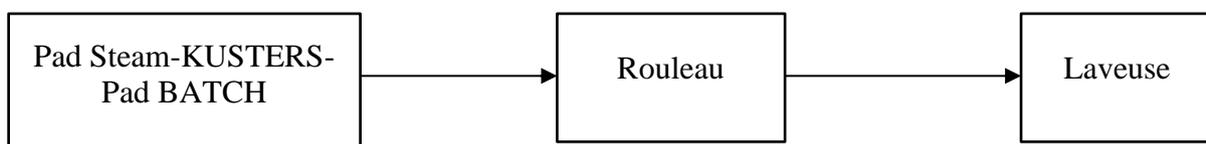


Figure I-9 : Processus de teinture tissu

Le tissu blanc près à teindre (PAT) passe dans le Pad STEAM ou KUSTERS ou Pad BATCH qui assure la teinture de tissu. Après, il est enroulé sur un rouleau pour atteindre ses maturations. Et enfin il passe dans une laveuse de faire subir un lavage et pour avoir un pH désiré.

Unité APRET et FINISSAGE :

Les tissus imprimés ou teintés sont ensuite passés dans les machines ci-dessous afin qu'on puisse subir des tâches sur lesquels pour avoir la qualité demandée par le client :

- Laineuse LAFER : crée un aspect duveteux.
- EMERISEUSE : pour émeriser le tissu.
- Tumbler : pour donner la souplesse au tissu.

Et pour le finissage les tissus passent dans la rame pour le séchage et apprêtage et enfin passe par la SANFORISEUSE qui assure le retrait et stabilité de la laize des tissus.

I.5 La Société SOCOTA et la protection de l'environnement

La société SOCOTA est depuis toujours entré dans la perfection tant que dans la sécurité de travailleurs liée au risque professionnel que dans la protection de l'environnement. Protéger l'environnement est l'un de défi majeur de la société, agir durablement en respectant la nature est l'un de ses éthiques. La société SOCOTA essaie ainsi de contribuer dans la protection de l'environnement par la diminution de charges de ses rejets par le traitement et ensuite en le confrontant à la norme insaturée par l'Etat. Depuis longtemps, la société a déjà traité ses effluents et elle cherche toujours des moyens et des outils efficaces pour traiter ses effluents pour qu'ils ne soient pas nocifs pour le milieu récepteur. Elle ne cesse d'apporter des améliorations pour s'adopter aux normes exigées par différents organismes protecteurs de l'environnement.

La société a une lourde participation à la lutte contre la variation climatique. D'une part, l'entreprise et ses personnels réalisent un festival de reboisement une fois par ans. D'autre part, elle a son propre parc de pépinières. Ce parc produit de milliers de plante en une période. COTONA les partage gratuitement aux ce qu'ils demandent.

I.6 Objectif de l'usine

L'intégration verticale de la matière première jusqu'au produit fini, la maîtrise de métier diversifiée et une approche marketing visant la satisfaction maximale du client ont permis d'asseoir une solide réputation des deux filières, qui existe dans le groupe SOCOTA qui sont la branche textile (La Cotonnière d'Antsirabe – Cotton line) et la branche agroalimentaire dont l'activité est orienté essentiellement sur la pêche et culture de crevette (Le Gambas de l'ANKARANA/LGA – La Pêcherie de MELAKY et MENABE/PMM), auprès de la grande marque de distribution européenne et une place de choix pour le marché de l'AGOA.

Pour le Groupe SOCOTA, le caractère pluriethnique et pluriculturel de son personnel constitue une richesse. L'ambition du Groupe est d'en faire une communauté de personnel compétent, motivé et performant animé par le souci constant de progresser ensemble en privilégiant la qualité du produit et le service à la clientèle.

I.7 Conclusion

Depuis longtemps jusqu'à maintenant, la Société ne cesse de progresser grâce à ses efforts. Elle cherche toujours de nouvelles techniques de production afin d'approvisionner le besoin du marché. COTONA ne cesse d'améliorer son savoir-faire pour faire face à la concurrence sur le marché international. Grâce à ses activités, COTONA a de lourdes responsabilités sur le plan économique et de développement. La Société fait vivre plusieurs familles en faveur de ses activités parce qu'elle crée des emplois pour la population.

CHAPITRE II : PRESENTATION DU DEPARTEMENT

II.1 Présentation du département DMU

Le Département Maintenance et Utilité (DMU) a une place très importante au niveau de la société. Il prend des lourdes tâches et des fortes responsabilités pour assurer le bon fonctionnement et la perfection de l'usine.

II.1.1 Structure du département

La mise en place d'un organigramme au sein du département permet de savoir et de déterminer la cohérence des activités en cours et de les structurer. C'est pour cela qu'il est primordial de connaître la stratification de la maintenance et de l'utilité. Chaque unité a son propre rôle dans toutes l'usine. L'objectif est d'avoir un bon rendement au niveau de la production et le bon fonctionnement des machines.

L'organigramme de DMU est représenté comme suit :

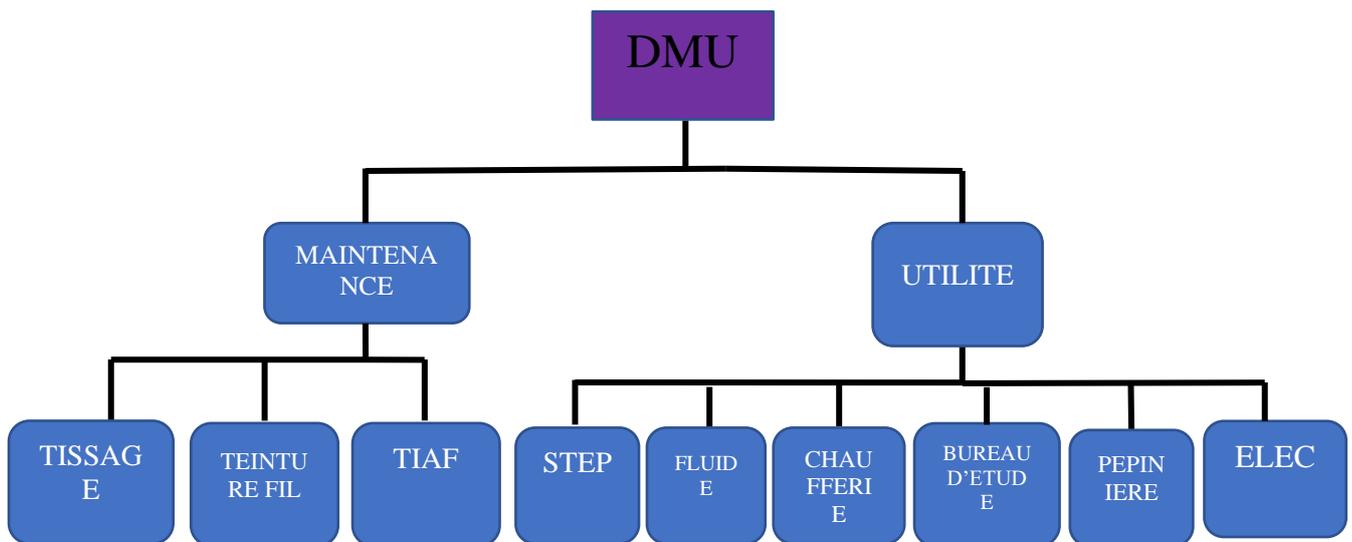


Figure II-1 : Organigramme du département DMU

II.1.1.1 La direction utilité

Il y a six éléments qui s'attachent sous la direction utilité. Chacun d'eux a son propre rôle pour parfaire et assurer le bon fonctionnement de l'Usine.

a) L'Unité STEP

La Station d'Épuration (STEP) traite tous les déchets résiduels de l'Usine : eaux usées, boues d'épurations, déchets des matériels, emballages vides. Cette unité se divise en trois catégories bien distinctes : traitements des eaux usées ; traitements boues (qu'on verra dans le

chapitre IV) ; et déchèteries. La déchèterie est un centre de collecte et de triage des déchets dont : les matériels endommagés et non plus utilisés, chutes des équipements de fonctionnement des machines. A titre d'exemple les lampes électriques usées, les roulements cassés, sachets, de fils électrique, des débris des tissus, ferrailles...pour assurer la récupération, le stockage, l'incinération et de même la valorisation.

La station d'épuration est un centre de traitement des effluents de l'industrie. Il a pour but de dépolluer toutes les eaux résiduaires provenant de l'usine ; le plus précisément les eaux usées de l'atelier teinture fil, tissage et l'atelier TIAF. Avant le retour de ces effluents dans le milieu naturel, il faut subir des étapes de traitements afin de préserver les ressources naturelles comme les cours d'eau, les espèces aquatiques parce que les eaux usées de l'usines ont des fortes teneurs en produits toxiques.



Figure II-2 : Vue d'ensemble de la déchèterie et la station traitement des boues



Figure II-3 : Vue d'ensemble de la station de traitement des eaux usées

b) Pépinière

C'est un terrain où on fait des semis de graines rangés sur une ou plusieurs plates-bandes et qu'on élève jusqu'à ce qu'il puisse devenir des pépinières. COTONA a déjà mis en place depuis longtemps un endroit dans lequel on peut semer des graines pour avoir des pépinières. L'Usine demande des grandes importances de bois de chauffe et des chips pour alimenter les chaudières afin d'approvisionner énergétiquement l'industrie. Suite à cette raison, une baisse grave de superficie recouverte de la forêt est appliquée s'il n'y a pas de récupération des arbres coupés. Pour cela, La Société distribue gratuitement ses pépinières aux autres Sociétés, aux autres organismes environnementales.



Figure II-4 : Pépinière de COTONA

Ainsi, la Société organise chaque année un reboisement collectif avec ses personnels pendant la période de pluie pour garantir l'efficacité de la plantation. La pépinière cultive deux types des arbres : l'arbre fruitier et non fruitier (Akashia, l'eucalyptus, sapin...). La Société est parmi l'un des protecteurs de l'environnement depuis longtemps grâce ses activités environnementales.

c) Chaufferie

C'est un local dans lequel on cherche à produire une haute température. Le cœur du système de production de la chaleur est la chaudière : c'est un appareil qui produit de l'eau chaude ou de la vapeur dont la circulation permet notamment de faire fonctionner le chauffage central. L'industrie demande des grandes quantités importantes d'énergie pour faire tourner l'usine, c'est pour cela que trois types des chaudières ont été mis au point pour satisfaire l'approvisionnement énergétique au sein de la Société. On trouve la chaudière qui utilise le bois de chauffage pour faire tourner la machine afin de produire l'énergie, chaudière qui utilise le fioul et la chaudière au chips (très fine tranche de bois).



Figure II-5 : Stock de la biomasse pour la chaudière (Chips)

d) BUREAU D'ETUDE

C'est une branche dans laquelle les ingénieurs et les autres techniciens traitent les problèmes généraux ou spéciaux liés à une réalisation architecturale ou une réalisation de génie civil, étude de réalisation du nouveau projet.

e) ELEC

C'est un groupe de personne qui s'occupe toutes les activités concernant l'électricité : branchement électrique (installation des câbles), dépannage (pour leur maintenance). Il joue un rôle très important au niveau de la Société. Les électriciens assurent la protection des machines et les personnels qui manipulent les machines via les armoires électriques, ils font aussi les dépannages électriques dans les villas : réparation et remplacement des anciens dispositifs.

f) Fluide

Les travaux effectués par l'atelier fluide sont les suivants : Tuyauterie, eau, air, vapeur, gaz, HTI. Ces activités de l'atelier fluide sont parmi les piliers qui maintient l'usine en bon fonctionnement.

Pour les tuyauteries il s'agit des travaux neufs (remplacement des anciens matériels), dépannage et élimination des fuites dans les conduites.

Pour l'air, il y a deux types de travaux : air conditionné et air comprimé, l'air de conditionnement comme son nom l'indique il s'agit de faire circuler et d'aérer les salles de machines, et pour l'air comprimé s'agit d'alimenter les machines comme teinture fil, TIAF, tissage.

Pour l'eau on utilise deux types ; eau de ville (JIRAMA) et forage. Ces eaux servent à alimenter les machines dans tous les ateliers.

Pour la vapeur, on tire les vapeurs en chauffant de l'eau grâce à la chaudière pour alimenter toutes les machines qui en ont besoin : TIAF, teinture fil, TIAF blanc.

Pour HTI, il s'agit d'une chaudière thermo fluide c'est à dire qu'on utilise de l'huile à la place de l'eau. De la chaleur ressort de la HTI, passe dans les machines qui servent à sécher les tissus. Et le gaz aussi sert pour sécher le tissu.

II.1.1 .2 La direction maintenance

Dans un monde industriel, où la compétitivité est devenue très importante, dont l'activité, l'organisation et les communications dépendent inévitablement de la technologie désormais, les machines, avec tout ce qui les impose et les encadre, sont de plus en plus complexes et coûteuse mais aussi indispensables. Leurs défaillances peuvent avoir de très lourdes conséquences et ce, même sans arrêt complet de fonctionnement. Au sein de la société COTONA, l'atelier maintenance s'occupe la maintenance dans le département teinture fil, tissage et dans le département TIAF. La maintenance des matériels s'impose donc avec évidence comme une nécessité absolue et ce à toutes les étapes de la vie d'un système, d'un mécanisme ou d'un organe matériel.

II.1.2 Le rôle de l'atelier Maintenance

Le service maintenance est le responsable de la « santé » des équipements qui lui sont confiés, de leur acquisition et donc de leur « recette » jusqu'à leur remplacement ou leur mise au rebut. Il a également la responsabilité de la maîtrise des dépenses correspondant au maintien en « bonne santé » de ces équipements. Le responsable maintenance, gestionnaire du service, va devoir se poser un certain nombre de questions afin d'avoir une politique optimale sur ces équipements, allant toujours dans le sens de la politique de l'entreprise : situation des concurrents et des équipements utilisés par ceux-ci, évolution technologique des équipements, possibilités financières d'investissement de l'entreprise, etc..). Ces questions pourraient être suivant :

- Quel doit être la durée de vie prévisionnelle de l'équipement ?
- À quel moment l'équipement fournira-t-il un gain d'exploitation maximum ?
- Faudra-t-il le déclasser, le revendre ?
- S'il n'est pas revendu, à quel moment faudra-t-il arrêter raisonnablement les opérations de maintenance ou bien faudra-t-il le rénover ?
- S'il est revendu, faudra-t-il le remplacer à l'identique ou alors par un matériel de nouvelle génération ?

L'atelier Maintenance effectue également l'installation des nouveaux équipements et intervient dans tout cas de panne dans tout l'usine.

II.2 Conclusion

Le département de maintenance et utilité est l'un de département qui maintien tout l'usine en bon état. Les deux ateliers utilités (qui sont constitués par l'électricité, fluide, Chaufferie) et maintenances s'occupent sur les activités concernant le dépannage de matériels dans tout le secteur de production. L'unité STEP décharge tous les déchets résiduaire de l'usine comme les eaux usées, les boues d'épurations et les matériels cassés.

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LA POLLUTION DES EAUX ET LES PROCESSUS DE TRAITEMENTS

III.1 Généralités sur la pollution

La pollution est l'introduction ou la présence d'un altéragène dans un milieu et le résultat de son action. Cette pollution est essentiellement attribuée aux activités humaines, mais quand on analyse les différentes pollutions produites, on s'aperçoit qu'en dehors de l'homme qui est au centre de cette responsabilité, il y a aussi des causes naturelles (les volcans, les orages, les tremblements de terre, etc.).

III.1.1 Définitions

La pollution est une dégradation d'un milieu naturel par des substances chimiques et des déchets industriels ou naturels (Dictionnaire Larousse).

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme le sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les modalités de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources en produits agricoles, en eau, et autres produits biologiques.

III.1.2 Classification des termes concernant la pollution [6]

On peut donc appeler « pollution » de l'eau toute modification de la composition de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les récepteurs et les usagers. Cette modification peut être causée par l'ensemble des rejets de composés toxiques ou non, libérés dans l'atmosphère. On peut utiliser divers critères de classification, reposant sur l'origine, la nature des polluants, la nature des nuisances créées (répercussions sur la santé publique, sur l'équilibre écologique en milieu aquatique, etc.), ou selon d'autres critères.

III.1.2.1 Selon le type de polluant

Selon le type de polluant, on peut classer la pollution en trois catégories : pollution physique, pollution chimique et pollution biologique.

a. Pollution physique

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par les usines) et la pollution nucléaire (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires).

b. Pollution chimique

Elle est due au déversement des rejets industriels tels que l'industrie métallurgie, l'industrie pharmaceutique, l'industrie chimique ..., apportant de grandes quantités de substances chimiques dont certaines sont non dégradables.

c. Pollution biologique

Il s'agit de la pollution par les micro-organismes (bactéries, virus, parasites, champignons, etc.). Les teneurs en azote et en phosphore excessifs favorisent le phénomène d'eutrophisation (pollution engendrée par l'excès des nutriments des plantes) des lacs et des cours d'eau. Ce phénomène se caractérise par la prolifération d'algues et celles-ci peuvent proliférer de manière importante et devenir extrêmement gênantes.

III.1.2 .2 Selon l'origine de la pollution

Selon l'origine de la pollution, on distingue quatre catégories : pollution domestique, urbaine, agricole et pollution industrielle.

a. Pollution d'origine domestique

Elle est due principalement aux rejets domestiques (eaux de lavage, de nettoyage, matières fécales, etc.).

b. Pollution d'origines urbaines

Les eaux usées des habitations, des commerces et des différents secteurs de la ville entraînent aussi la pollution de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectif et tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par les entreprises en quantités variables selon l'importance de l'agglomération et son activité. Le « tout –à- l'égout » est une expression significative (par abus de langage) car elle exprime cette diversité. On trouve les excréments, les restes d'aliments, les déversements (abattoirs, hospitaliers), les lessives, les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de la petite industrie et divers produits toxiques.

c. Pollution d'origine agricole

L'agriculture, l'élevage, l'aquaculture et l'aviculture, ainsi que la pêche sont responsables du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterraines. Ces contaminants comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment des polluants azotés.

On peut signaler l'utilisation :

- **Des engrais** : la modernisation de l'agriculture et son intensification ont été généralement accompagnées d'une utilisation abusive et non rationnelle des engrais azotés, notamment.
- **Des pesticides** : Les pesticides sont utilisés en agriculture pour protéger les cultures et les récoltes contre les insectes prédateurs afin d'augmenter les rendements. Le lessivage de ces produits phytosanitaires (fongicides, bactéricides) utilisés en agriculture entraîne la contamination des eaux par des substances toxiques (pesticides). Par ailleurs, les pesticides ne sont pas biodégradables.

d. Pollution d'origines industrielles

Le développement accéléré des techniques industrielles modernes a aussi engendré un important accroissement de la pollution de l'eau tant qu'en qualité qu'en quantité. En effet, celle-ci est devenue plus massive, plus variée. Devant l'extrême diversité de ces rejets, une investigation propre à chaque type d'industrie est nécessaire. Il est donc primordial d'être parfaitement informé sur les procédés de fabrication et le circuit des réactifs et des produits utilisés par la société. Il est évident que les effluents déversés sans traitement approprié entraînent des changements indésirables des milieux récepteurs et des pollutions très néfastes.

A ce propos, parmi les grandes industries polluantes, l'industrie textile occupe une place suffisamment considérable pour être prise en compte.

i) Description succincte de l'industrie textile

L'industrie textile rassemble de très nombreux métiers tout au long d'une chaîne de transformation partant de matières fibreuses jusqu'à des produits semi-ouvrés ou entièrement manufacturés. Elle présente l'avantage de représenter une filière complète qui va de la matière brute au produit fini livrable au consommateur.

Les fibres textiles sont des substances susceptibles d'être transformées en fil, puis en tissu, dentelle, corde et ficelle. Elles peuvent provenir du règne animal, végétal, minéral ou chimique.

L'industrie textile comprend essentiellement deux types d'activité :

- **L'activité mécanique** regroupant les opérations de filature et tissage. Ces opérations peuvent être définies comme suit :
 - La filature, l'ensemble des opérations industrielles qui transforment les matières textiles en fils.

- Le tissage, qui consiste à entrecroiser les fibres perpendiculairement les unes aux autres pour former un tissu.
- **L'activité d'ennoblissement** ou la finition textile regroupant les opérations des blanchiments, de teinture, d'impression ou apprêt dont :
- Blanchiments, opération ou ensemble des opérations qui ont pour but de décolorer les fibres textiles.
 - La teinture, pour donner à une fibre, à un fil, à un tissu dans toute sa largeur, dans toute sa longueur et dans toute son épaisseur, une teinture uniforme, différente de sa teinte habituelle en fixant un colorant sur la fibre d'une manière durable.
 - L'impression pour obtenir des dessins blanc ou coloré sur le tissu.
 - L'apprêt, les divers traitements mécaniques ou chimiques que l'on fait subir aux fils et aux tissus avant ou après les opérations des blanchiment, teinture et impression.

ii) Caractéristiques des effluents des industries textiles

La grande diversité des industries textiles par les fibres à traiter (naturelles, artificielles...), les procédés de teinture (en bourre, en fils, en pièces, ...) et les produits utilisés (colorants en particulier) se répercute sur la nature et la masse de pollution rejetée.

L'activité mécanique n'engendre qu'une très faible pollution à l'exception de celle provenant des ateliers de peignage et de lavage des laines. Les pesticides sont parfois utilisés pour la préservation des fibres naturelles et ceux-ci sont transférés dans les rejets d'eau durant les opérations de lavage et de récupération.

La finition textile est généralement très polluante, elle peut se caractériser par les produits provenant des produits auxiliaires de teinture, de certains colorants, des produits de blanchiment, surtout l'eau de javel (ou hypochlorite) et à moindre titre du chlorite.

En plus de ces intrants utilisés aux différentes activités, on peut trouver :

- ✓ **Des réducteurs** : rejetés dans les cours d'eau, agent réducteur pour les colorants au soufre et de cuivre, consomment l'oxygène du milieu.
- ✓ **Des électrolytes** : une salinité excessive des eaux peut perturber la vie aquatique. Pour mesurer la teneur en électrolytes, on mesure la conductivité de l'eau.
- ✓ **Des colorants** : La couleur des rejets textiles est due aux colorants employés. Cette forte coloration des eaux participe à l'augmentation de la turbidité des eaux et aussi au phénomène d'eutrophisation.

iii) Les polluants présents dans l'eau

On peut distinguer plusieurs catégories de polluants tels que :

- **Les sels minéraux :**

Ils représentent, à la fois par les masses mises en cause et par les effets biologiques des polluants majeurs. Ils nuisent à la potabilité des eaux superficielles et même aux usages industriels si leur concentration est importante.

- **Les acides et les alcalins :**

Déchargés par l'industrie chimique et d'autres installations industrielles, ils sont indésirables non seulement pour les activités récréatives (nage, pêche, navigation), mais aussi pour la vie aquatique. Il est généralement admis que pour la survie des poissons, le pH doit se situer dans une fourchette comprise entre 4,5 et 9,5. En théorie, le pH devrait être neutre pour que l'eau soit considérée comme pure. Le fonctionnement d'une station d'épuration est également perturbé par l'abondance de ces polluants.

- **Les matières en suspensions (MES) :**

Elles désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne sont pas solubles dans l'eau. Les MES confèrent à l'eau un aspect trouble au fur et à mesure que les sédiments se déposent au fond. Elles diminuent la luminosité dans l'eau, donc freinent la photosynthèse. Les espèces végétales se développent plus difficilement, l'oxygène qu'elles produisent diminue dans le milieu, et les espèces animales en souffrent. Elles peuvent rendre les eaux très turbides à opaques et provoquer aussi une eutrophisation.

- **Les matières inhibitrices (MI) :**

Elles s'avèrent toxiques pour les daphnies (zooplancton). On y trouve des métaux ou métalloïdes (mercure, plomb), des pesticides, notamment les organochlorés (lindane), certaines huiles minérales et certains hydrocarbures. Les MI présentent des risques d'effets toxiques immédiats ou différés par accumulation dans les chaînes alimentaires et des risques d'effets cancérogènes.

- **Les déchets solides divers :**

Ce sont des objets divers d'origines variées, qui posent des problèmes d'esthétique (rejet sur les rives et les plages) et de gêne (avarie à des engins de pêche) et peuvent, en se déposant sur les fonds, causer préjudice à la faune et à la flore aquatique.

- **Les détergents synthétiques :**

Ils comprennent un groupe de produits qui sont à la fois émulsionnants et moussants. Ils ont plusieurs inconvénients tels que la formation de mousse sur les rivières. Leur dégradation

par les bactéries peut aboutir à des molécules non moussantes mais non biodégradables qui peuvent s'accumuler dans les organismes.

- **Les matières colorantes :**

Leur déversement dans le milieu aquatique même à de très faibles concentrations, a un grand impact. Elles modifient la transparence et l'éclairement du milieu. L'action chlorophyllienne s'en trouve ralentie, la production d'oxygène en est diminuée et il y a tendance à l'installation des conditions anaérobies et d'eutrophisation.

- **Les rejets thermiques :**

Elle est due au rejet des eaux utilisées pour le refroidissement d'installations industrielles diverses. Cet échauffement engendre de nombreux inconvénients tels qu'appauvrissement des eaux en oxygène, l'action stimulante sur la vitesse de multiplication d'algues, croissance de l'activité bactérienne, et même la solubilité de certains éléments chimiques, etc.

III.1.3 Conséquence de pollution [6]

Les conséquences d'une pollution peuvent atteindre à toutes activités et milieu des êtres vivants. Cependant, on peut les réunir en trois catégories principales : sanitaires, écologiques, industrielles.

III.1.3.1 Conséquence sanitaire :

Les conséquences sanitaires sont celles à prendre en compte en priorité. Elles peuvent être liées à l'ingestion d'eau ou au simple contact avec le milieu aquatique (cas de nombreux parasites). On peut noter qu'il ne s'agit pas toujours de problèmes de toxicité immédiate.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) considère que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement véhiculées par l'eau : des dizaines, voire des centaines de millions de personnes sont atteintes en permanence de gastroentérites, 160 millions de paludisme. Malgré les apparences, la transmission des maladies par une eau polluée n'est pas l'apanage des pays en voie de développement et l'élaboration de normes sur les eaux de consommation vise à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé. Elles sont variables dans le temps en fonction de l'usage de l'eau : par exemple, la pollution d'une nappe non exploitée n'a aucune conséquence sanitaire immédiate, mais peut en avoir longtemps après, si on utilise cette eau pour l'alimentation en eau potable.

III.1.3.2 Conséquence écologique et environnementale :

Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution. Ceci n'a rien d'évident, la pollution se traduisant

parfois uniquement par l'accentuation d'un phénomène naturel. D'une manière générale, les conséquences écologiques sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (agriculture, pêche, aquaculture, élevage, tourisme, ...).

III.1.3.3 Conséquences industrielles

L'eau est l'une des matières premières utilisées à grand échelle par les industries, dont les industries textiles et habillement. En effet, la qualité requise d'eau utilisé est souvent très élevée tant sur le plan physico-chimique que biologique. Le développement industriel peut donc être stoppé ou retardé par la présence des éléments perturbateurs du milieu naturel.

Bref, la pollution de l'eau est donc due essentiellement aux activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels. Elle a des effets multiples qui touchent aussi bien la santé publique que l'environnement des êtres vivant, ainsi que le ressort socio-économique. Tous ces types de pollution peuvent se rencontrer simultanément et parmi lesquels les eaux usées.

III.2 Eaux usées

III.2.1 Origines des différents types des eaux usées

Les eaux usées sont des eaux salies, impures et rejetées après usage. Ce sont des eaux ayant acquis une charge minérale ou organique en fonction de leur utilisation. Elles constituent une principale source de pollution. La plupart des pollutions sont de nature chimique, avec différents types de rejets. Les polluants les plus fréquents sont des molécules organiques. Celles-ci sont biodégradables, mais leur disparition nécessite de l'oxygène qui est alors diminué dans les milieux aquatiques [7].

Les nitrates les plus rencontrés deviennent polluants lorsque leur concentration augmente, de même pour les métaux lourds. Les eaux usées peuvent aussi apporter des pollutions de nature physique ou bactériologique. Les eaux usées ont des origines très diverses [6].

III.2.1.1 Les eaux usées domestiques et urbaines

Les eaux usées domestiques proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques et des eaux « vannes ».

Les eaux de vannes sont constituées par des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux [7].

En outre, les eaux usées dans le monde urbain sont d'abord formées par un mélange d'eaux usées domestiques et d'eaux usées industrielles auxquelles s'ajoutent les effluents des

installations à caractère collectif (les casernes, les hôpitaux, les commerces, etc.), les eaux des fontaines publiques, ainsi que les eaux de la voirie et les eaux pluviales. D'une façon générale, les eaux usées urbaines sont plus concentrées de polluant que celles des eaux usées domestiques.

III.2.1 .2 Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Les eaux industrielles se caractérisent par une très grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans les processus et l'activité de l'usine [7]. C'est ce type d'eau qui nous intéresse.

III.2.1 .3 Eaux pluviales et ruissellements

Elles peuvent, elles aussi, constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie est chargée d'impuretés au contact de l'air, puis, en ruisselant, de résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes. Elles engendrent aussi de grave perturbation [6].

III.2.1 .4 Les eaux usées agricoles

L'agriculture, l'élevage, l'aquaculture et l'aviculture sont responsables du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterraines. Ces contaminants comprennent à la fois des sédimentations provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment les nitrates. La modernisation de l'agriculture et son intensification ont été généralement accompagnées d'une utilisation abusive et non réactionnelle des engrais azotés [6].

Les pesticides utilisés en agriculture pour protéger les cultures et les récoltes contre les insectes prédateurs afin d'augmenter les rendements sont aussi une source de contaminants. Par ailleurs la plupart des pesticides ne sont pas biodégradables [8].

III.2.2 Les paramètres caractérisant les eaux usées

III.2.2 .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 [6].

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 [6].

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 comptes tenus des activités de l'industrie qui utilisent le plus souvent des eaux de chaudières [4].

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 [4].

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 microsiemens [1].

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) [5].

g. Les matières en suspensions :

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 [6].

III.2.2.2 Les Caractéristiques chimiques

a. Les matières azotées contenu dans les eaux usées sont :

- Azote organique
- Azote ammoniacal incluant les ions ammonium (NH_4^+) et de l'ammoniac libre NH_3
- Azote nitrite NO_2^-
- Azote nitrate NO_3^-

b. Les matières phosphorées qui peuvent se présenter en trois formes :

- Ortho phosphate
- Poly phosphate
- 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 eutrophisation normalement généré par la minéralisation de la matière organique. Ils favorisent la prolifération d'algues et de micro-organismes photosynthétiques [6].

III.2.2.3 Critères de pollution organique

a. Demande biochimique en oxygène DBO_5

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 [3].

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 [6].

c. Les rapports entre le DBO₅ et le DCO [6]

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.

- DBO₅ /DCO : rapport indiquant la biodégradabilité d'un effluent
- DBO₅ /DCO > 0,6 l'effluent est biodégradable
- 0.3 < DBO₅ /DCO < 0.6 l'effluent est partiellement biodégradable
- DBO₅ /DCO < 0.3 l'effluent est difficilement biodégradable

III.2.2 .4 Paramètres particuliers [6]

a. Anions et cations

Ces paramètres regroupent les ions chlorures, cyanates, dosage des cyanures, fer, graisses et des 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. Microélément

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.

III.2.2 .5 Les paramètres microbiologiques [6]

Les eaux usées contiennent de nombreux germes (champignons, amibes, protozoaires, Bactéries, virus) dont certains sont pathogènes ; le rejet des eaux usées dans le milieu naturel fait courir ainsi un risque pour la santé. Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale.

Les principaux microorganismes indicateurs de contamination fécale des eaux usées sont :

- L'*Escherichia colis* qui a une haute spécificité diagnostique, sa présence dans une eau est un signe de contamination par des excréta humains ou animaux.
- Les *Streptocoques fécaux* sont des bactéries en chaînette. Ce sont des flores normales des matières fécales humaines et animales. Ils sont extrêmement résistants aux agents chlorés.
- Les *Coliformes totaux et fécaux* présentent sous forme de bâtonnets, non sporulés, capables de croître en aérobiose à 30°C.
- Les *Clostridium Sulfito-Réducteurs* (CSR) se présentent sous forme de point noir avec auréole noire, sa présence marque la contamination par des matières fécales humaines ou animales et /ou des matières organiques en voie de purification.

III.2.3 Les principaux milieux récepteurs

Les milieux d'eau douce (lacs, fleuves, rivières) et la mer sont les principaux milieux de déversement des eaux usées.

III.2.3 .1 Les lacs :

Les lacs sont des milieux dans lesquels se développe une vie abondante. Ils constituent des domaines fragiles aisément altérés par le milieu environnant. Dans un lac, on peut distinguer trois zones : zone littorale, peu profonde, où la lumière pénètre facilement et favorise le développement de végétaux fixés sur le fond ; zone dépourvue de végétaux enracinés, mais suffisamment lumineuse pour le Phytoplancton et la zone trop sombre pour permettre une photosynthèse efficace, plus froide et pauvre en oxygène [6].

III.2.3 .2 Les fleuves et les rivières :

Les fleuves et les rivières font aussi l'objet de déversement d'eaux usées. De l'amont vers l'aval, un fleuve ou une rivière montre des caractères très changeants qui peuvent déterminer des peuplements différents.

Les principaux facteurs qui interviennent sur les peuplements sont : la vitesse du courant, la nature du fond, la température, la concentration en oxygène et la composition chimique des eaux. Les variations de ces paramètres le long d'un cours d'eau déterminent différentes zones, de l'amont vers l'aval et chacune étant caractérisée par des espèces de poissons [4].

III.2.3.3 Les nappes d'eau souterraine :

Les nappes souterraines sont des réservoirs souterrains qui se sont constitués comme source d'eau douce. Ces nappes d'eau peuvent être très superficielles, comme la nappe phréatique, que l'on atteint aisément par des puits. Certaines nappes sont beaucoup plus profondes, au-delà de quelques centaines de mètres. Leurs eaux peuvent acquérir une minéralisation importante. Les eaux usées qui s'infiltrent dans le sous-sol peuvent s'accumuler dans les nappes d'eau souterraine [6].

III.2.3.4 La mer :

La mer peuplée par une grande diversité d'espèce est aussi victime du déversement d'eaux usées, des déchets plastiques, des huiles de vidange de bateaux [5].

III.3 Procédés de traitement des eaux usées

C'est l'ensemble des procédés visant à dépolluer l'eau usée avant son retour aux milieux naturels ou sa réutilisation.

III.3.1 Premier cycle de traitement : prétraitement

Le prétraitement consiste en trois étapes principales qui permettent de supprimer de l'eau les éléments qui gêneraient les phases suivantes de traitement. Toutes les stations d'épuration ne sont pas forcément équipées des trois, seul le dégrillage est généralisé, les autres sont le dessablage et le déshuilage [7].

III.3.1.1 Dégrillage et tamisage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage). L'objectif est alors de protéger les

ouvrages contre l'arrivée d'objet ou de corps flottant susceptibles de perturber ou d'interrompre la mise en œuvre des traitements ultérieurs [2].

III.3.1.2 Dessablage [2]

Le dessablage est l'enlèvement de gravier, sable et minéral non colloïdal de taille supérieure à 200 micromètres (200 μ m) pour éviter les dépôts dans les canaux et les conduites afin de protéger les pompes et d'autres équipements contre l'abrasion et la surcharge des stades de traitement ultérieur.

III.3.1.3 Déshuilage et dégraissage [2]

Le dégraissage se base généralement sur le principe de la flottation, utilisé pour l'élimination des huiles. Il s'agit d'injecter de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations. Leur élimination est essentielle également pour limiter les problèmes de rejets de particules graisseuses, les difficultés de décantation ou les perturbations des échanges gazeux.

Le dessablage et le déshuilage se réalisent le plus souvent dans un même ouvrage : les sables décantent au fond de celui-ci tandis que les graisses remontent en surface.

III.3.1.4 Homogénéisation

Les effluents textiles sortants de l'usine sont toujours hétérogènes, de propriété physique différente et de nature différente. Son pH est varié selon leur couleur et sa concentration. Alors, il faut les mélanger par des agitateurs tournants pour qu'il soit uniforme. L'action d'homogénéiser sera facilitée à la prochaine étape de traitement.

III.3.1.5 Neutralisation

Après homogénéisation, le pH des effluents reste généralement alcalin compris entre 9 et 10. Aussi convient-il de procéder à leur neutralisation ? Celle-ci est effectuée par l'acidification.

III.3.2 Deuxième cycle : traitement primaire

Les traitements primaires engendrent tous les processus physico-chimiques pour le traitement des eaux usées. Ils ont pour principal objectif d'éliminer les matières en suspensions ou non, contenues dans les eaux polluées. Ils peuvent réduire jusqu'à 60% des matières en

suspensions dont 30% de la demande biochimique en oxygène et 30% de le demande chimique en oxygène.

Autrement dit, le traitement primaire consiste entre autres une coagulation puis une floculation des matières en suspensions suivie de la sédimentation ou décantation celle-ci avec l'ajout de produit chimique adéquat ou réactifs (coagulants, floculant). Les matières supprimées forment au fond du décanteur sont appelées « boues primaires ».

Les particules colloïdales

Les particules colloïdales sont caractérisées par deux points essentiels : d'une part, elles ont un diamètre très faible (de 1 nm à 1 µm) ; d'autre part, elles ont la particularité d'être chargées électro négativement, engendrant des forces de répulsions inter colloïdales. Ces deux points confèrent aux colloïdes une vitesse de sédimentation extrêmement faible (que l'on peut même considérer comme nulle dans le cadre du traitement de l'eau).

La coagulation floculation est un procédé permettant, en deux temps, de s'affranchir de cette absence de sédimentation. Cette technique permet d'éliminer aux deux caractéristiques mentionnées précédemment et qui rendent impossible l'élimination naturelle des particules colloïdales

III.3.2 .1 Coagulation

La coagulation est la déstabilisation des particules colloïdales par addition d'un réactifs chimique appelé **coagulant**. Les principaux réactifs utilisés dans la coagulation sont les sels métalliques (généralement de fer ou l'aluminium). Actuellement, plusieurs sociétés utilisent le sulfate d'alumine comme coagulant. L'efficacité de réactifs est conditionnée par la zone de pH, le sulfate d'alumine est injecté entre le pH 5,5 et 7,4. Ceux-ci permettent de supprimer les répulsions inter colloïdales (réduction de potentiel Zêta ζ) : les cations métalliques (Al^{3+} ou Fe^{3+}) se lient les colloïdes et les neutralisent. Les particules colloïdales peuvent désormais se rencontrer.

La coagulation par le sulfate d'alumine s'est traduit comme suit :



La formation de l'hydroxyde d'aluminium s'accompagne d'une baisse du pH de l'eau due à la formation de gaz carbonique qui se transforme en acide carbonique ce qui se traduit par une baisse modérée du pH de l'eau, suivant la réaction :



III.3.2 .2 La floculation [12]

La floculation est l'agglomération des particules déstabilisées en micro floc et ensuite les flocons plus volumineux que l'on appelle **flocs**. On rajoute un réactif appelé **floculant** ou **adjuvant** pour faciliter la formation des flocons. Cette méthode est aussi un processus essentiellement très intéressant dans le traitement d'effluent textile.

Ces différents processus sont résumés par la figure ci-dessous :

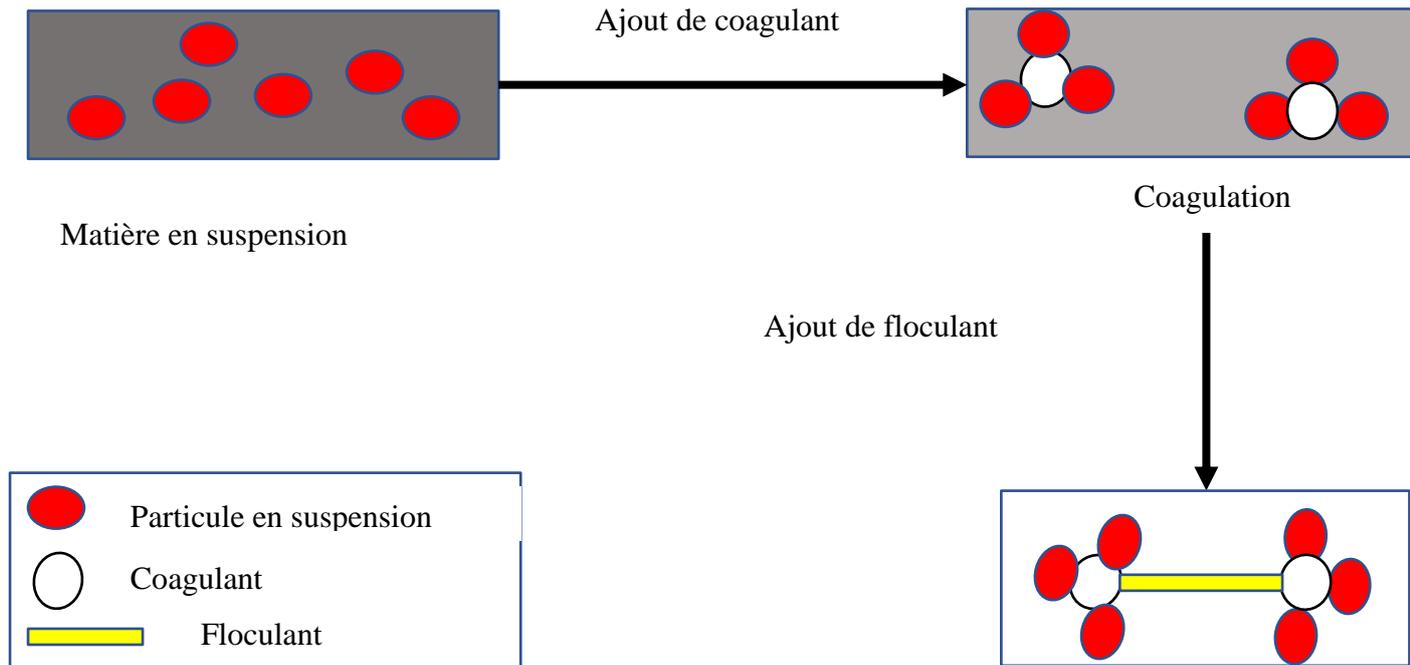


Figure III-1: Représentation schématique simplifiée du processus de coagulation et floculation

Les facteurs les plus importants qui peuvent améliorer la coagulation et la floculation sont les gradients de vitesse, le temps et surtout le pH pour l'élimination de colloïdes ; l'eau usée de l'industrie textile est souvent très basique du fait que l'on emploie une grande quantité de produit chimique basique pendant la teinture. Le temps et le gradient de vitesse sont des facteurs importants pour augmenter la probabilité de chocs entre les particules.

III.3.2 .3 La flottation-décantation

– La décantation

La décantation est la méthode de séparation la plus fréquente de MES et des colloïdes (rassemblés en floc après une étape de coagulation floculation) [3].

Après avoir rassemblé les différentes petites particules en plus grosses flocons, il est temps de passer à l'étape de décantation. Quand l'eau devient statique (Dans l'eau immobile) les

particules en suspension plus lourdes que l'eau sont soumises à leur poids apparent (poids réel moins poussée d'Archimède). Elles chutent lentement pour s'accumuler vers le fond : c'est le phénomène de décantation. Leur vitesse de chute obéit à la loi de Stokes :

Une des techniques les plus simples concernant la décantation est la décantation statique par exemple avec un décanteur vertical. Les particules sédimentent et peuvent être récupérées au fond du cône, tandis que l'eau traitée est évacuée par le haut, par débordement. La vitesse de sédimentation est généralement faible. La photo ci-dessous illustre le mécanisme de décantation :

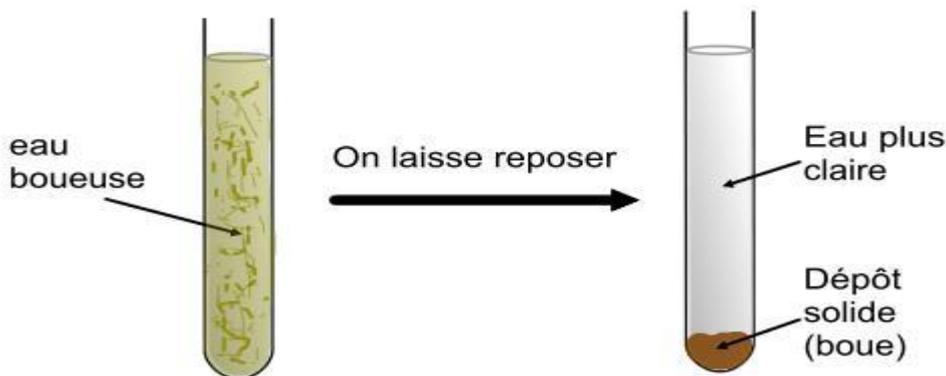


Figure III-2 : Représentation simplifiée du mécanisme de décantation

– La flottation

Par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient.

La flottation permet de séparer les matières rassemblées en floc comme pour la décantation, mais s'applique aux matières qui ne décantent pas ou très lentement : graisses, hydrocarbures [4].

– La filtration

C'est l'étape la plus importante de traitement, car elle consiste à faire passer l'eau décantée à travers un lit filtrant (filtre). La filtration est l'élimination des flocs résiduels. Le filtre à sable rapide est le type de filtre très utile dans le traitement de l'eau, les matériaux filtrants sont maintenus en place par gravité et l'écoulement de l'eau a lieu de haut en bas.

III.3.3 Troisième cycle : traitement biologique

Par épuration biologique des eaux, on entend la décomposition des polluants organiques dans l'eau par les microorganismes. Les procédés biologiques se partagent en deux catégories : les traitements aérobies en présence d'oxygène et anaérobies sans oxygène.

III.3.3.1 Traitements aérobies

Les polluants sont décomposés dans une unité biologique constituée d'un bassin de boue activée par des bactéries aérobies et autres microorganismes en une boue qui sédimente. Dans le cas idéal, les polluants organiques sont oxydés jusqu'au dioxyde de carbone. Après épuration la boue est séparée des eaux usées par sédimentation dans un décanteur ; une partie est recyclée et le surplus est évacué après pressage ou centrifugation [2].

III.3.3.2 Traitements anaérobies

À l'inverse de la biodégradation aérobie, la digestion anaérobie des composés organiques s'effectue en l'absence d'oxygène et forme du dioxyde de carbone, du méthane et de l'eau. C'est un procédé efficace pour le traitement de déchets très chargés en matières organiques et le méthane formé peut être utilisé comme énergie de chauffage. La dégradation des molécules initiales entraîne souvent la formation d'amines plus toxiques que la molécule initiale, qui finissent dans les sédiments aquifères peu profonds et les eaux souterraines. Les méthodes de bio traitement conventionnelles sont sans effet sur la plupart des colorants synthétiques à cause de leur structure poly aromatique complexe et leur nature réfractaire [5].

III.4 Conclusion

Des différents paramètres se modifient pour les eaux usées comme le paramètre physico-chimique, biologique. Les polluants contenus dans les eaux usées varient selon leur origine. Les eaux usées proviennent de toute activité humaine comme l'installation industrielle, utilisation domestique et agricole. Les rejets des effluents sans traitements engendrent des impacts aux santés humaines, pour les faunes et les flores. Plusieurs étapes sont possibles pour dépolluer les eaux usées avant leur déversement. Les effluents industriels doivent subir de traitement avant d'être déversé pour les raisons suivantes : pour ne pas abîmer les milieux récepteurs, pour ne pas perturber la vie aquatique.

CHAPITRE IV : PRESENTATION DU TRAVAIL

IV.1 Introduction

La station d'épuration COTONA se situe à environ 800 mètres à l'Est de l'Usine et est amenée à traiter les effluents découlant des différents processus vus auparavant. Cette station est capable de traiter les eaux usées produites par les différents départements de production soit un débit moyen (Q_m) de $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{J}^{-1}$ et un débit de pointe théorique (Q_p) de $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{J}^{-1}$.

L'eau usée de la COTONA est trouble, colorée et saturée de produits chimiques de teinture et des produits auxiliaires. Aussi l'Usine a adopté la chaîne de traitement ci-après pour dépolluer les eaux usées : dégrillage, homogénéisation, traitement primaire et traitement secondaire. Voici le plan du bassin de la STEP de COTONA en vue d'ensemble qui a été trouvé dans le document existant ou l'archive de l'usine :

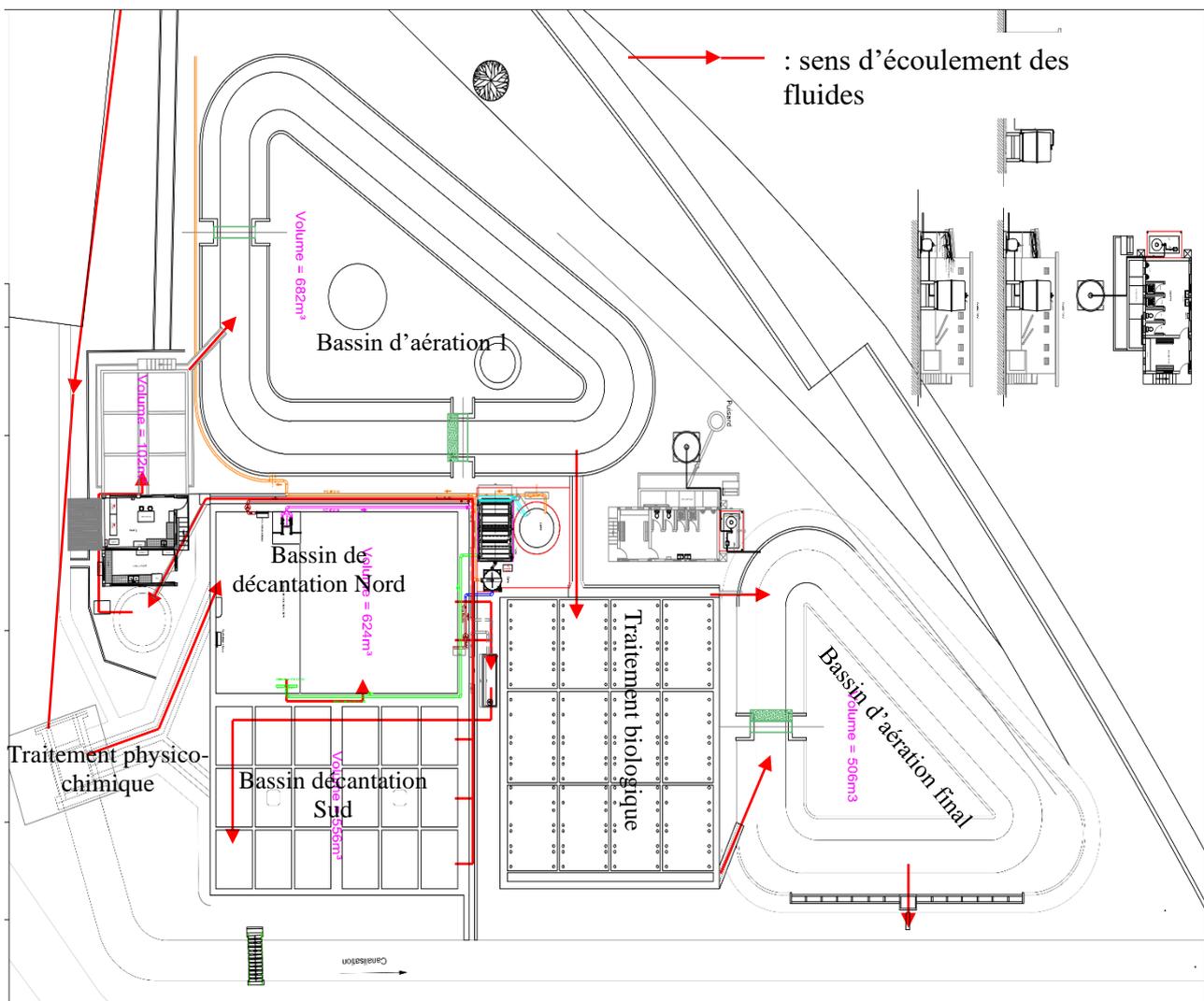


Figure IV-1 : Plan de masse STEP

Source : [Cahier de charge COTONA, archive de l'usine]

IV.1.1 *Processus de traitement*

Trois étapes de traitement ont été rencontrées ici pour que l'eau respect en termes de qualités exigeant par les milieux naturels.

- Le prétraitement par le dégrillage a été privilégié pour sa capacité à retenir les éléments volumineux et de protéger les ouvrages en aval.
- Le traitement primaire, la méthode physico chimique a été utilisée pour augmenter le rendement d'élimination des matières colloïdales.
- Pour le traitement secondaire, on a fait appel au traitement biologique étant donné son pouvoir d'élimination assez élevée par rapport aux matières organiques.

Voici le mécanisme de processus de traitements des effluents textiles du groupe SOCOTA Fabrics :

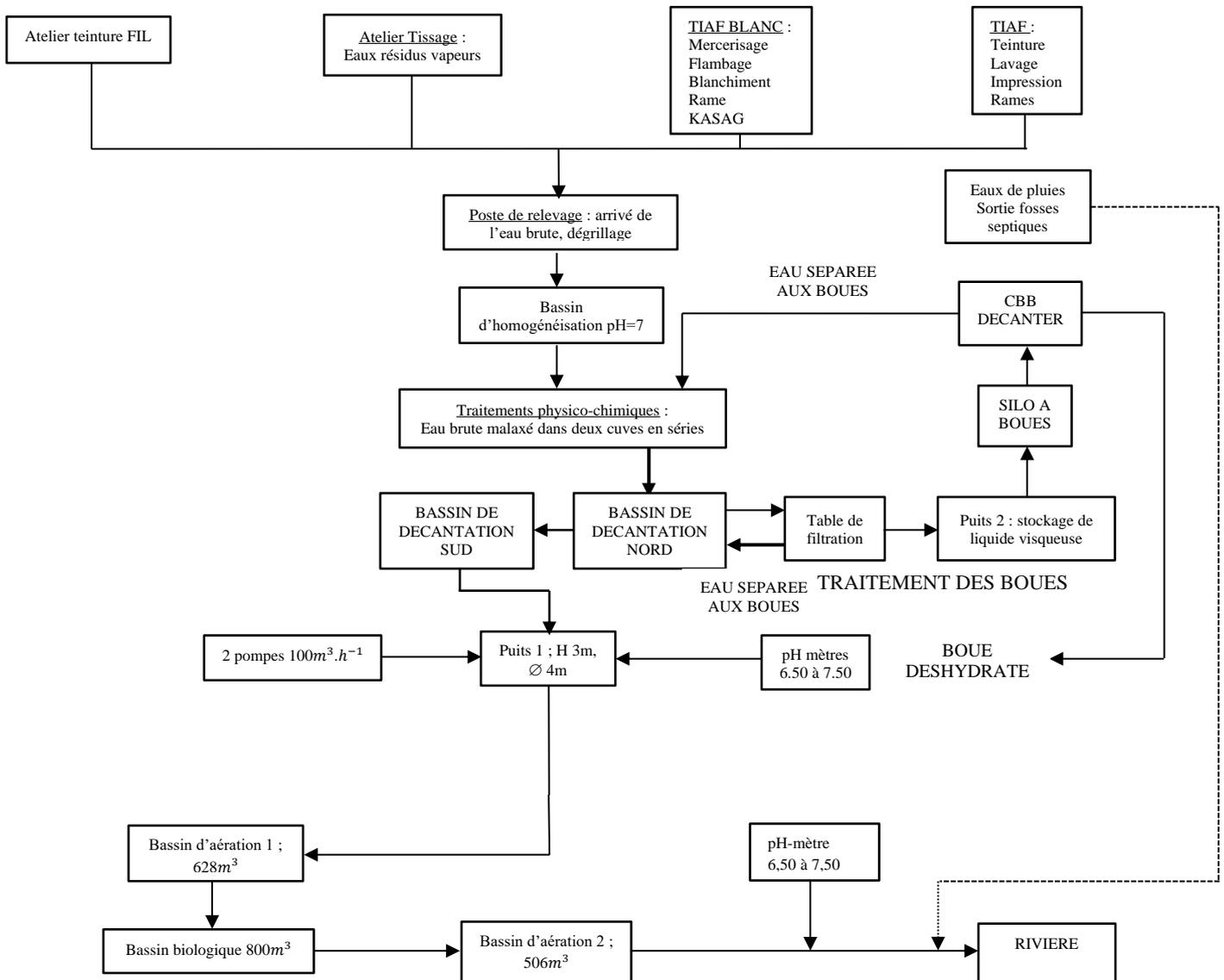


Figure IV-2 : Représentation schématique simplifiée de processus de traitements des eaux usées à la SOCOTA FABRICS Madagascar

IV.1.1.1 Dégrillage

Le dégrillage constitue le traitement mécanique permet de séparer dans l'effluent les matières volumineuses telles que les déchets, les fils provenant de teinture et les autres ateliers pour éviter leur endommagement aux différents outils des installations. Il s'agit de faire passer les eaux à une vitesse lente à travers un grillage espacé de 10 à 100mm de diamètre selon la taille de corps à retenir.

IV.1.1.2 Bassin d'homogénéisation ou neutralisation (Bassin Tampon)

Avant le traitement proprement dit, les effluents se déversent de l'usine dans un canal d'amené, puis sont collecté dans un bassin de $3000m^3$ de volume et subit une conduite forcée par refoulement le long d'une tuyauterie d'environ 130m. Les rôles de ce bassin sont : le maintien d'un débit constant (environ $70m^3.h^{-1}$) pour l'envoi des effluents vers la station de traitement primaire ; un ajustement de pH par l'addition de l'acide chloridrique (HCl) à l'aide des pompes doseuses car l'effluent est fortement basique, l'acidification est nécessaire pour atteindre la zone de pH [6,2 ; 7,2] où la coagulation-floculation est bonne ainsi qu'un stockage temporaire des effluents en cas de problème dans le processus de la station.

Des mesures de pH, de températures et le niveau d'eau sont effectués dans ce bassin.



Figure IV-3 : Bassin d'homogénéisation

Source : [Auteur]

IV.1.2 Traitement primaire

IV.1.2.1 Traitement physico-chimique

Dans cette étape, trois cuves et deux autres pompes doseuses assurent l'ajout des produits dans deux bacs afin de les mélanger avec les eaux usées. Dans un premier bac ou bac de coagulation, deux pompes doseuses versent ensemble les solutions de **poly aluminium chloride $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$ (PAC)** et les solutions de **BWD 01 (décolorant)**. Les quantités de ces réactifs dépendent à la qualité et la quantité des effluents à traiter.

Les coagulants de type de sel métallique sont utilisés ici pour la réduction et la suppression des forces répulsives inter colloïdales, pour l'adoucissement de l'eau, pour l'enlèvement des métaux lourds et pour faciliter l'enlèvement des huiles, des graisses, des phosphates. Les effluents avec les solutions sont mélangés à une vitesse rapide de l'ordre de $150tr.min^{-1}$ par un agitateur. L'ensemble de ces opérations s'appelle **coagulation**. Les particules y commencent à se coaguler et à se déstabiliser. Puis, les eaux usées passent ensuite dans un deuxième bac dans lequel une cuve verse la solution de polyacrylamide comme agent de flocculant pour alourdir les flocons afin de faciliter leur décantation. L'agitateur tourne à une vitesse plus lente que celle dans le premier bac à l'ordre de $50tr.min^{-1}$. Cette opération assure la formation des floccs, c'est la flocculation.

Lorsque les floccs sont formés, l'eau passe dans un bassin de rétention pour terminer la formation de flocc. Une fois la décantation commence, elle ne se termine qu'après être passé dans les autres bassins successifs de décantation. Les eaux décantées passent dans un puits pour être pompées vers autre bassin.

IV.1.2.2 Décantation

C'est le phénomène où les floccs ainsi formés se déposent au fond du bassin nommé décanteur. La station de traitement a deux bassins décanteurs : bassin décantation nord et sud. Après avoir traitées dans le bassin de coagulation flocculation, les eaux passent ensuite sur le long d'une canalisation vers le bassin décanteur nord. Le décanteur contient des liquides qui se divisent en deux phases :

- La partie supérieure représente l'eau décantée.
- La partie inférieure représente les boues lourdes ou encore les agrégats.

Ces dernières se sédimentent et se tassent au fond du décanteur pour être pompées par une pompe à la surface et immergée vers une table de séparation.

IV.1.3 Traitement secondaire

Le traitement biologique fait suite au traitement physico-chimique, sur une surface composée de 12 bassins biologiques avec une capacité de $800m^3$. Ils sont aussi représentés par des bétons de 20 cm percés. Au bord du bassin, on y trouve des plantes aquatiques comme le roseau. Ces plantes absorbent les agents polluants et les transforment comme engrais pour leurs nourritures, leurs croissances.

IV.1.4 Descriptions de différents bassins avec leur rôle

On trouve neuf différents bassins dans la station d'épuration de l'usine. Les effluents passent de l'un à l'autre afin qu'on puisse appliquer le traitement étapes par étapes.

IV.1.4.1 Bassin d'homogénéisation

C'est un grand bassin dans lequel la neutralisation commence, ayant un volume $3000 m^3$. L'eau sortante de l'usine COTONA est hétérogène, trouble, colorée, ayant des fortes valeurs de pH dû à l'action des produits teintureries, lavage. Deux pompes doseuses placées à l'Ouest versent incessamment des solutions d'acide chlorhydrique vers les effluents dans le bassin. Le bassin est équipé de trois agitateurs et trois aérateurs (OXYJETS). Les effluents sont agités par les agitateurs pour avoir un mélange homogène, de couleur unique, ayant une même valeur de pH à la sortie de canalisation afin qu'on puisse faciliter le traitement ultérieur. Les OXYGETS ayant comme rôle d'accroître le taux d'oxygène dissous dans les effluents à traiter.

IV.1.4.2 Bassin initiale du STEP (coagulation et floculation)

Les effluents qui arrivent dans le bassin subissent de traitement primaire. Deux pompes doseuses et deux autres cuves sont utilisés pour l'injection des agents coagulants et floculants. Les principaux produits utilisés sont le polyaluminium chloride (PAC) qui est parmi le sel métallique polymérisé, le sulfate d'alumine (SA) avec d'un agent décolorant BWD 01. On utilise aussi dans le premier bac la solution d'acide chlorhydrique pour la correction de valeur du pH. Les eaux usées passent ensuite vers le deuxième bac pour assurer la formation des floccs en utilisant le polyacrylamide d'origine synthétique comme agent floculant.

IV.1.4.3 Bassin de décantation Nord

C'est un bassin qui sert à décanter les floccs formés au cours du traitements physico-chimiques. C'est la réaction des particules solides (boues) et homogénéisation de la couleur, et d'une durée souhaitable de la stagnation de l'eau.

IV.1.4. 4 Bassin d'aération 1 (A₁)

Le bassin est équipé de deux aérateurs à pédale tournants, animés par des moteurs électriques. L'objectif est alors d'injecter des bulles d'oxygènes dans les effluents traités et d'accroître les taux d'oxygènes dissous dans l'eau.

IV.1.4. 5 Bassin biologique

L'élimination de couleurs résiduelles et mises aux normes bio de l'eau ont effectué avec l'aide des organismes vivants : plantes aquatiques, bactéries.

IV.1.4. 6 Bassin d'aération finale (A₂)

Avant d'évacuer les effluents traités vers la sortie finale, un aérateur fait son dernier rôle pour améliorer le taux d'oxygène du bassin final. L'arrivage des eaux sur les milieux récepteurs ne perturbent pas la vie aquatique.

IV.1.5 Conclusion des traitements des eaux usées

Les photos ci-dessous montrent le lieu où le traitement adéquat se déroule. On note que ces photos sont placées d'une manière organisée, étape par étape du traitement.

Prétraitement : dégrillage



Homogénéisation



Coagulation



Floculation



Décantation-Flottation Nord



Déshuilage, dessablage, dégraissage,
tamisage

Acidification des effluents

Ajout de réactifs : sulfate d'alumine,
Polychlorure d'aluminium PAC,
BWD 01, acide chlorhydrique HCl

Ajout de colle floc ou
colle de PAM

Décantation Sud



Sortie finale



Aération 2



Traitement biologique



Aération 1



Puit de transfert



Figure IV-4 : Les étapes du traitement des eaux usées de la Société

Source : [Auteur]

IV.2 Traitement des boues de l'usine

Due aux réactifs utilisés pendant le traitement physicochimique, des grandes quantités des boues se forment.

IV.2.1 Origines des boues

Les boues d'épurations sont des résidus issus du traitement réalisé par la station d'épuration des eaux usées de l'usine. Les boues d'épurations peuvent être d'origines primaires, secondaires selon l'étape de traitement subi par l'eau usée. Dans le cas de la STEP de COTONA, le type de boues traité est des boues primaires. Ces boues contiennent des réactifs chimiques issus de traitement primaires comme le sel de fer, d'aluminium, et d'autres agent flocculant...

IV.2.2 Chaine de traitement des boues

Les boues sont décantées préalablement dans le bassin de décantation avant d'être passé au traitement. Une fois les liquides boueux se mettent au fond du bassin, une pompe de surface (VARISCO) les remonte vers une cuve de mélange. On y ajoute dans les boues des agents flocculant (colle-floc) pour former des boues semi-solides. Les mélanges de cuve sont ensuite passés sur une table de filtration afin de séparer les eaux des boues. Les boues ainsi obtenues après séparation sont accumulées dans un puit pour faciliter le pompage des mélanges vers une citerne appelée SILO à BOUES. Cette opération est effectuée par une pompe à vis. Les boues d'épurations de la Société sont stockées dans la grande citerne avant de l'envoyer dans une machine centrifugeuse (CBB DECANter) où il y aura une séparation solide-liquide à l'aide d'une filtre presse à boues et après pressage puis combinaison de la colle de PAM avant de les déverser à l'extérieur. Elles sont collectées dans des big bag, renvoyé ensuite dans le camion de la Société. Au cas où il y a une panne de la machine centrifugeuse des boues, les boues primaires sont stockées dans la citerne stockage de boue.



Figure IV-5 : CBB DECANter ET SILO A BOUES

IV.3 Les paramètres suivis dans la STEP

Le débit journalier d'eau usée à traiter dans la station d'épuration, la variation du pH à la sortie du STEP, la variation de la température (en °C) et de couleur au cours du traitement sont présentés dans la suite.

IV.3.1 Etude de quantité d'eau produite journalière

Tableau IV-1 : Débit journalière de l'eau traitée

Jour	Débit (en $m^3 \cdot J^{-1}$)
31/03/2022	2068
01/04/2022	1838
02/04/2022	1560
03/04/2022	1120
04/04/2022	2044
05/04/2022	1729
06/04/2022	1975

Source : [Cahier de charge COTONA]

Interprétation

A l'aide d'un compteur de l'eau, on peut mesurer les effluents à traiter de tous les jours. L'agent du STEP prend la valeur affichée sur l'écran tous les matins et il l'enregistre sur un cahier. La variation de débit de l'eau à traiter est en fonction de production au niveau de tout le département de l'usine. D'après ces valeurs, on a vu que le débit de pointe est à l'ordre de $2068 m^3 \cdot J^{-1}$ et le débit moyen journalier est à l'ordre de $1762 m^3 \cdot J^{-1}$.

IV.3.2 Prélèvement de la valeur de température et du pH de l'eau à la sortie de STEP

Tableau IV-2 : Variation du pH et de température au cours du traitement

Heure	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
04/04/2022												
pH	7.20	7.31	7.27	7.10	7.22	7.41	7.23	7.59	7.54	7.42	7.35	7.39
Température	27.5	28.3	29	28.5	28.5	28.3	28.7	29.9	29.4	29	28.7	27.8
05/04/2022												
pH	7.34	7.28	7.23	7.33	7.39	7.62	7.40	7.37	7.48	7.55	7.45	7.66
Température	24.9	25.4	25.6	26.3	27.1	28.5	27.1	27.3	27.9	27.5	27.3	27.2
06/04/2022												
pH	7.19	7.30	8.05	7.84	7.74	7.82	7.79	7.74	7.33	7.41	7.49	7.31
Température	24.8	24.7	26.3	26	26.5	26.4	27.6	26.7	27.4	26.5	26.3	25.9
07/04/2022												
pH	7.78	7.80	7.58	7.52	7.50	7.78	7.53	7.50	7.57	7.68	7.70	7.45
Température	24.8	24.8	24.9	25.1	26.2	26.8	28.5	29.1	29.6	27.7	26.2	26.6
08/04/2022												
pH	7.51	7.46	7.62	7.62	7.76	7.65	7.72	7.67	7.69	7.79	7.63	7.59
Température	24.3	24.7	25.0	25.0	26.1	26.2	26.8	26.8	26.8	26.9	26.5	25.7

Interprétation

Le pH de l'eau est un paramètre le plus important car il permet de connaître l'alcalinité ou l'acidité des effluents. La prise de valeur de pH et de température se fait à la fin du traitement de STEP ou sortie finale pendant cinq jours. La mesure se fait par la lecture directe à l'aide des appareils classiques : pH-mètre. D'après ces différentes valeurs, on constate que le pH de l'eau sortante de la station d'épuration s'étend sur l'intervalle de]7.10 ; 8.05]. On peut dire à partir de ces résultats que la température et le pH de l'eau traitée sont proche de la norme.

IV.3.3 Variation de couleur au cours du traitement dans la STEP

Tableau IV-3 : Les couleurs de l'eau au cours du traitements

04/04/2022					
Heure	Sortie d'homogénéisation	Sortie coagulation-floculation	Sortie filtration	Bassin d'aération 1	Bassin biologique
06h	Violet	Violet claire	Claire	Claire	Claire
07h	Violet	Violet claire	Claire	Claire	Claire
08h	Violet	Violet claire	Claire	Claire	Claire
09h	Gris	Claire	Claire	Claire	Claire
10h	Gris	Claire	Claire	Claire	Claire
12h	Violet	Claire	Claire	Claire	Claire
13h	Violet	Claire	Claire	Claire	Claire
14h	Marron	Claire	Claire	Claire	Claire
15h	Violet	Violet claire	Claire	Claire	Claire
16h	Violet	Violet claire	Claire	Claire	Claire
17h	Violet	Gris	Claire	Claire	Claire
18h	Violet	Gris	Claire	Claire	Claire

Interprétation

La couleur est l'un de paramètre visuel le plus important pour déterminer la transparence de l'eau, sa turbidité et son aspect extérieur. L'eau usée de COTONA est très variée selon le produit utilisé à la teinture. Parfois, elle est très difficile à traiter et consomme de quantité considérable des réactifs pendant le traitement mais on n'atteint pas l'objectif de traitement. Le résultat obtenu sur ce tableau nous montre que le traitement de l'eau est efficace en termes de transparence.

IV.4 Propositions et recommandations pour l'amélioration du traitement des eaux usées de la Société

L'effluent provient des différents départements. Ainsi, suivant le type d'activité en cours, on assistera à une variation de caractéristiques des rejets à la sortie de l'usine. L'eau usée de l'usine demande des études approfondies pour connaître ses propriétés, ses teneurs en produits chimiques afin de prévoir le traitement adéquat. Grâce aux documents dans l'archive de l'usine, on a trouvé l'étude effectuée par l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM) que nous avons permis de récolter quelques résultats. Pendant les trois mois successifs durant lesquels nous avons effectué le stage, nous avons éprouvé les recommandations de l'IPM après l'analyse. Le résultat de ce dernier affirme que certains paramètres ne sont pas conformes aux critères fixés par le décret n° 2003/464 du 15/04/03.

Le tableau ci-contre représente la dernière analyse du mois de Mars effectuée par l'IPM.

Tableau IV-4 : Résultat d'analyse de l'IPM, le mois du Mars 2022

Paramètre	Unité	Résultat d'analyse	Norme
Demande biochimique en oxygène DBO_5	mg/L d' O_2	40	<50
Salinité	mg/L	14	
Demande chimique en oxygène DCO	mg/L d' O_2	112	<150
Matière en suspension MES	mg/L	14	<60
pH		7.3	>6.0 et <9.0
Température de mesure du pH	°C	20.3	30
Turbidité	NTU	12	<25
Conductivité électrique à 25°C	$\mu S.cm^{-1}$	886	<200
Ammoniums en NH_4	mg/L en NH_4	22.2	<15
Couleur	mg/L de Pt	35	<20

Source : [cahier de charge COTONA, archive de l'Usine]

Interprétation

Le résultat montre que le pH de l'effluent est proche de la neutralité. Les études réalisées au cours de ce travail montrent que les méthodes physico-chimiques ne sont pas totalement efficaces pour le traitement des eaux usées textiles puisque la valeur de conductivité électrique, la DCO, la couleur et autres paramètres sont encore élevées. La valeur de la conductivité électrique élevée rapporte la forte teneur en sels dissous dans l'eau. On peut rendre l'eau en qualité par les méthodes complémentaires du traitement. Pour cela, quelques solutions sont proposées tels que la modélisation de masse filtrant, le filtre à charbon actif, filtration sur membrane, ozonation et l'amélioration du traitement biologique. La filtration a pour rôle de dégrader des colorants : ici on a le filtre bicouche de sable et de l'antracite qui permet de traiter l'eau d'une façon rapide, qui est adapté au rythme de production de l'usine. Ce filtre est capable de dégrader la quasi-totalité des polluants organiques persistant à cause de leur pouvoir d'absorbant très élevé.

A la fin de filtration, le taux du DBO_5 et de DCO élevé en sortie de l'usine ont été réduit sous l'action du filtre. La diminution de la salinité de l'eau aussi est approuvée au cours du traitement biologique.

IV.4.1 Le filtre bicouche : sable et anthracite

L'objectif de notre travail est de développer le mode de traitement des eaux usées textile en utilisant des produits locaux : combinaison de l'antracite et de sable (taille moyenne) en vue de préserver l'environnement des effets nocifs des eaux usées textiles, pour éviter la disparition de faune et flore, d'éviter la contamination des ressources en eau superficielle et souterraine. Nous proposons la filtration gravitaire (filtre à ciel ouvert) qui est adapté à une grande installation ; ce qu'on peut avoir une bonne observation de l'eau et le filtre peut dégrader les colorants textiles contenues dans les eaux.

IV.4.1.1 Avantage du filtre bicouche

D'une part, le coût d'investissement est moyen et aussi le coût d'exploitation est faible (le sable et le matériau filtrants ne sont pas cher) et en plus la vitesse de filtration est rapide. D'autre part, l'entretien est simple et facile. Il peut adapter à tout type de l'eau et de traitement. Le filtre peut retenir certains éléments chimiques dissous présent dans l'eau. Le grand avantage de ce filtre est d'emprisonner le métal lourd, les restes des matières qui ne sont pas décantés et le résidu de bactéries et fournit une matrice physique pour la décomposition bactérienne comprenant l'ammoniaque, les nitrates, azote gazeux.

IV.4.1.2 Inconvénients

Le filtre peut être colmaté rapidement en cas des eaux trop chargées des particules en suspension. Il exige alors des phases de rétro lavage fréquemment qui consomment de grande quantité de l'eau, ce qui dépense de grande importance d'énergie. Le filtre n'arrive pas à traiter les effluents si l'unité de filtration est mal dimensionnée. La filtration sur sable engage de personnel car elle peut être mal fonctionnée dû à l'instabilité de débit de l'eau.

IV.4.1.3 Dimensionnement du filtre

Sachant que le débit maximal de l'eau traitée dans la STEP de l'Usine tourne autour de $90m^3.h^{-1}$ et que la vitesse de filtration pour le filtre gravitaire est à l'ordre de 2 à $20m^3.h^{-1}.m^{-2}$ pour une épaisseur de 60cm tel que $\frac{1}{3}$ pour le sable et $\frac{2}{3}$ pour l'antracite. Le bassin filtration de COTONA a une surface utile de $45.5m^2$. Alors, si on prend la vitesse minimale théorique de filtration est à l'ordre de $2m^3.h^{-1}.m^{-2}$, on a le résultat d'après la formule suivante :

$$Q' = S * V \quad \text{avec } Q' : \text{débit théorique maximale en } m^3.h^{-1}$$

$$Q' = 45.5 * 2 \quad S : \text{la surface totale du filtre en } m^2$$

$$Q' = 90.9m^3.h^{-1} \quad V : \text{vitesse de l'eau à travers le filtre } m^3.h^{-1}.m^{-2}$$

D'après le calcul, on peut constater que le filtre arrive à traiter les effluents préalablement décantés à condition que la phase de rétro lavage redémarrera en cas de colmatage du filtre. Le lavage de masse filtrant se fait par la succession d'air comprimé et de l'eau à contre-courant. Les eaux de rinçage du filtre doivent être les eaux déjà filtrées ou eau de JIRAMA parce que les eaux chargées en particules en suspension vont colmater rapidement le filtre. Les eaux de lavage doivent retourner vers le bassin de décantation afin d'agglomérer les particules fines retenues dans le filtre.

IV.4.1.4 Montage du filtre bicouche

Le sable destiné pour la construction du filtre doit avoir un diamètre effectif compris entre 0.25 et 1.0mm, la valeur typique généralement suggérée étant de 0,35mm. Son coefficient d'uniformité C_u doit être inférieur à 4 et de préférence est de 3,5. Le milieu filtrant est constitué d'un sable sélectionné propre et durable, à base de silice plutôt que de calcaire, et de forme préférentiellement arrondie. Et celle de l'antracite est comprise entre 0.8 à 2.5mm ; pour avoir cette taille de l'antracite, il faut concasser en petit morceau le bloc d'antracite à l'aide de broyeur. Partant l'hypothèse ci-dessus ; on a alors 20cm de hauteur de sable et 40 cm de l'antracite.

L'ordre de superposition de ces deux couches est comme suit : couche de sable en haut tandis que l'antracite en bas. Ces masses filtrantes se posent sur une dalle poreux muni des buselures à courte ou à longue queue et ce dernier permet d'évacuer et collecter les filtrats vers le canal de drainage.

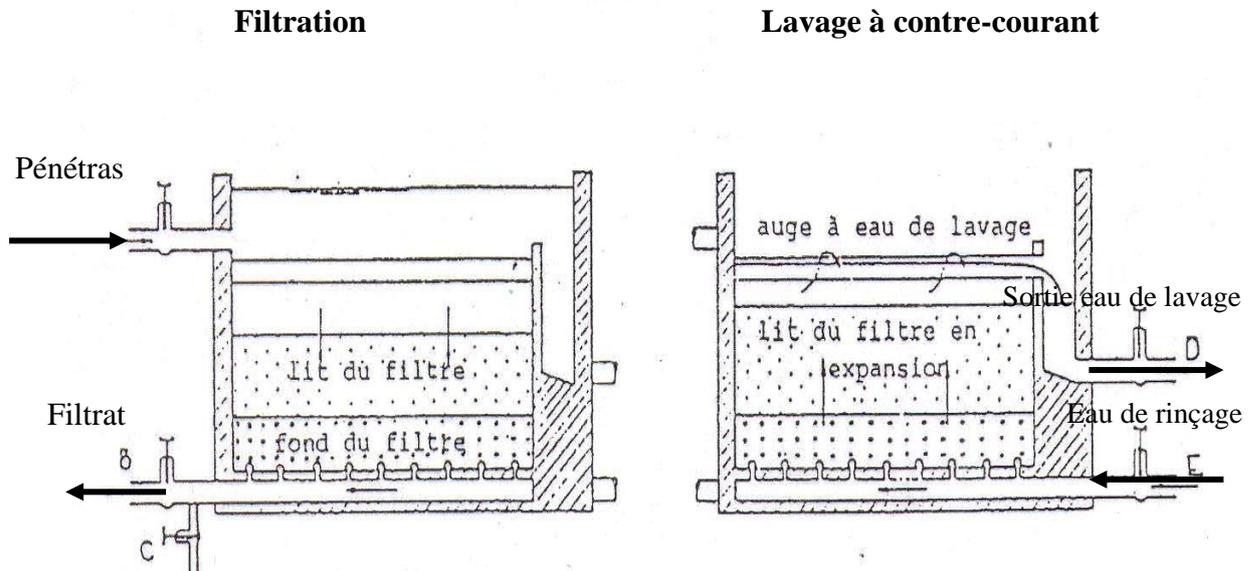


Figure IV-6 : Vue d'ensemble de l'unité filtration

IV.4.2 Filtration sur le charbon actif

Le charbon actif ou activé est une poudre noir légère constituée essentiellement des matières carbonées à structure microporeuse. Le CA est aussi disponible en forme granulé. La surface développée par le poudre du charbon actif est énorme : 1g de de charbon a une surface spécifique comprise entre 400 et 2500m² ; il est hydrophobe. L'adsorption des gaz nécessite de pore de 1 à 2 nm alors que le pore de 2 à 10 nm suffit pour l'adsorption des liquides. La filtration au charbon actif granulé est efficace pour retirer les contaminants organiques de l'eau étant donné les substances chimiques, organiques qui sont responsables de l'odeur et couleur. Il permet généralement d'améliorer l'eau non acceptable sur le plan esthétique, de diminuer la valeur des paramètres spécifiques de l'eau comme la matière en suspension, la DCO, la DBO. La construction du filtre à charbon actif est similaire à la construction du filtre à sable.

IV.4.2.1 Avantage du filtre à charbon actif

L'avantage de filtration sur charbon actif est énorme :

- Le coût d'investissement pour la construction de filtre est faible. Le filtre à charbon actif permet de ne pas recourir à la coagulation et permet d'éliminer d'un haut rendement des paramètres organoleptiques. On peut constater aussi la

diminution de la turbidité de l'eau au cours de filtration et l'enlèvement des métaux lourds.

- Bonne espérance d'efficacité sur une large gamme de substances et complémentaire des traitements classiques préalables.
- Adaptation facile en finition d'une filière existante (moyennant mise en place d'une protection par filtration pour éviter les colmatages)

IV.4.2. 2 Inconvénients

Le filtre à charbon actif ne parvient pas à enlever les contaminants inorganiques ou les métaux dissous tels que les minérales, les sels. Des sédiments se déposent sur le lit filtrant au fur et à mesure de la filtration. Cela entraîne une chute de performance du filtre. La gestion des eaux de lavage est aussi un problème. Les essais de filtration nécessitent des études préalables au laboratoires (capacités d'adsorption, risques de relargage, charbon actif le mieux adapté, estimation des coûts de fonctionnement).

IV.4.3 Filtration sur membrane

Les procédés de filtration membranaire permettent de clarifier et désinfecter l'eau en une seule étape sans ajout de composés chimiques. La force motrice de ce type de procédé est la pression du liquide à traiter. L'eau pressurisée entre dans le module et traverse la barrière physique que constitue la membrane. Les membranes d'ultrafiltration sont constituées de pores d'un diamètre d'environ 0,01 micromètres et permettent donc de retenir les colloïdes, les macromolécules organiques polymérisées, certains composés dissous ainsi que les virus, les bactéries et peuvent également éliminer les matières en suspension et le maintien des taux de DCO et DBO5 à des valeurs inférieures à 35 mg/l et 5 mg/l respectivement. La mode de filtration frontale est un technique fiable pour la clarification des eaux usées industrielles.

IV.4.3. 1 Avantage de la filtration sur membrane

Ces membranes offrent des avantages durables comme la réduction de la consommation d'eau et de produits chimiques ainsi qu'une durée de service plus longue, ce qui implique moins de maintenance et des temps d'immobilisation. La filtration membranaire est une technologie propre. La filtration membranaire peut être utilisée pour les fluides avec une large gamme de viscosités différentes, y compris des fluides à haute viscosité qui sont parfois difficiles à traiter.

IV.4.3. 2 Inconvénients

Le mode de filtration frontale est caractérisé par une augmentation de la résistance à la filtration au cours du temps engendré par l'accumulation des particules retenues par la membrane et la diminution de la vitesse de filtration en fonction de la quantité des particules

retenus. D'ailleurs, l'installation nécessite de larges surfaces et le coût d'investissement est élevé.

IV.4.4 Ozonation de l'eau

L'ozonation est un traitement chimique par oxydation. L'utilisation des réactifs chimiques oxydants pour le traitement des eaux a visé au départ de stérilisation de l'eau, ou, plus exactement, la destruction des germes pathogènes. L'ozone a l'avantage de permettre des actions complémentaires dans la destruction d'un grand nombre de micropolluants et l'amélioration des goûts, l'élimination des mauvaises odeurs et surtout dans la destruction des couleurs. Dans un premier temps, l'oxygène est injecté dans un générateur d'ozone. L'ozone gazeuse ainsi créée est mis en contact avec les eaux usées dans un tour. Cette étape permet de rendre biodégradable les matières organiques restantes qui ne sont pas éliminées dans le traitements physicochimiques grâce au pouvoir oxydants de l'ozone. Cette étape est mieux faite avant le traitement biologique, dénitrification, nitrification.

IV.4.4.1 Avantage de l'ozone

- L'ozone supprime les bactéries, virus et autres contaminants organiques et inorganiques.
- L'ozone permet de réduire de manière significative les niveaux de produits chimiques dangereux, tels que le chlore.
- L'ozone agit comme un micro flocculant, contribuant à l'élimination des minéraux tels que le fer et le manganèse.
- L'ozone ne laisse ni produits résiduels chlorés, ni goûts ni odeurs déplaisantes chimiques.
- L'ozone est généré sur site et à la demande à partir d'air/oxygène et d'énergie électrique. Aucun stockage ni manipulation de produits chimiques ni de nouveau déchets à gérer.

IV.4.4.2 Inconvénients

- Consommation énergétique supplémentaire
- Consommation d'ozone par la matière organique, les nitrites et les MES
- Besoin d'informations complémentaires sur les produits de dégradation issus de l'ozonation
- Contraintes liées à la protection des travailleurs à l'exposition à l'ozone

IV.4.5 Elargissement du bassin biologique

Le débit de pointe de COTONA atteint $2000m^3.J^{-1}$. Sachant que le volume du bassin biologique actuel est $800m^3$. Les effluents traités précédemment restent juste un peu de temps dans le bassin biologique ; alors les différents microorganismes n'arrivent pas transformer totalement les polluants contenants dans l'eau pour leur nourriture. Si on veut épurer les eaux usées par voie biologique, il faut donc prolonger le temps de séjour des eaux dans le bassin. Pour cela, il est nécessaire d'élargir le volume du bassin existant en fonction de charge hydraulique de la Société. Les effluents doivent rester pendant 48h en minimum au traitement biologique. Il est alors obligé de construire un volume de $3200m^3$ afin de maintenir cette charge dans un moment donné. Pour le traitement biologique proprement dit, la culture des différents organismes et des plantes aquatiques est à conseiller. Le type de plante aquatique suggéré étant le roseau, qui a un pouvoir spécifique d'absorber les agents polluants et les transformer comme leur source de vie.

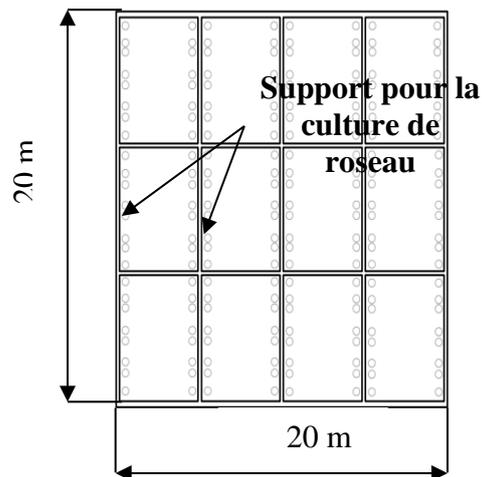


Figure IV-7 : Surface du bassin actuel

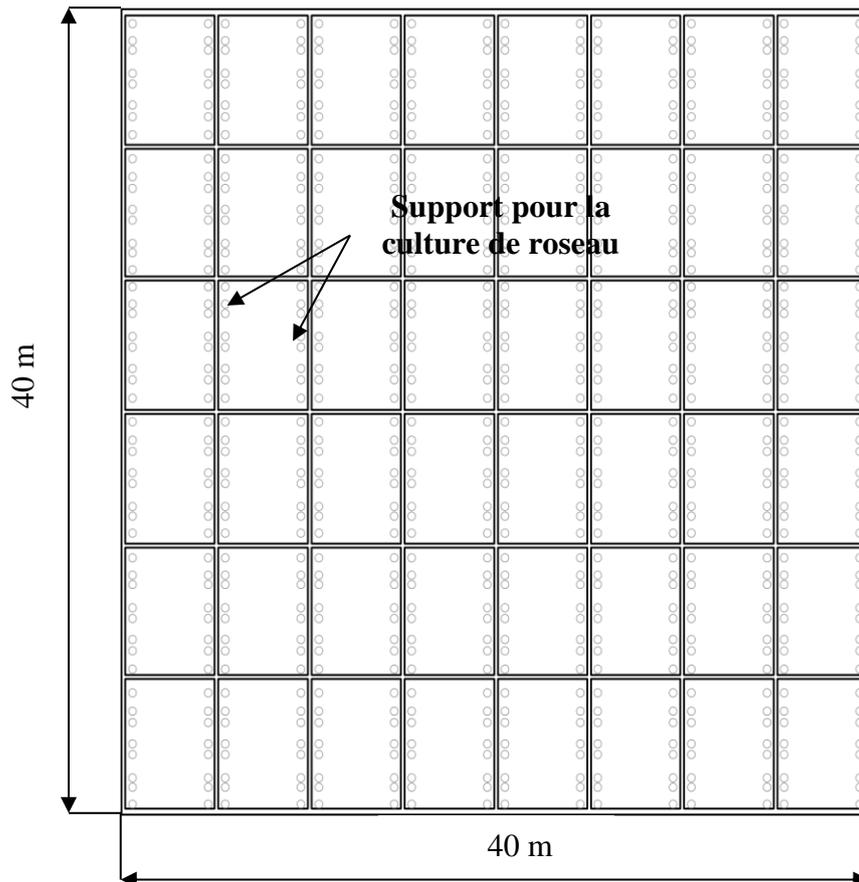


Figure IV-8 : Surface du bassin à proposer

IV.5 Conclusion

Les eaux usées de COTONA passent dans des différentes étapes de traitement avant de se déverser dans la rivière : dès prétraitements, traitement primaire jusqu'au traitement secondaire. On utilise différents réactifs pour traiter les eaux usées de l'usine. Le traitement physico chimique est basé sur la coagulation floculation à l'aide du sulfate d'alumine et du sel métallique. Le traitement primaire engendre une quantité importante de boue du fait à l'utilisation des divers réactifs. Pour cela, la STEP du COTONA a traité les eaux usées et la boue d'épuration en même temps. On a constaté que certains paramètres caractérisant les effluents traités sortant de la station d'épuration sont encore élevés par rapport à la norme. L'arrivée de ces effluents dans le milieu récepteur entraîne des effets nocifs pour les êtres vivants. Pour abaisser ces valeurs indésirables, nous proposons deux solutions pour améliorer la qualité des eaux sortantes de l'usine : ce sont le filtre gravitaire et le traitement par voie biologique.

CONCLUSION GENERALE

La qualité de l'eau se dégrade après leur utilisation jusqu'à son retour au milieu naturel. La pollution reste toujours un grand problème de la société et de l'environnement. Ainsi, chacun devrait contribuer à la protection de la biodiversité c'est-à-dire d'assurer la pureté de l'eau avant de la déverser ou de l'évacuer dans la nature.

Cette étude m'a permis de voir les caractéristiques et les différents types d'eaux usées ; particulièrement les eaux usées industrielles de Groupe SOCOTA FABRICS MADAGASCAR qui fait partir d'une industrie textile d'Antsirabe. Les eaux usées de la Société sont troubles, colorées et émettent des mauvaises odeurs. Pour cela que la station d'épuration des eaux usées a été mis au point pour le respect de la législation Malagasy. Durant notre étude au sein du département, nous connaissons les étapes de traitements des eaux usées ainsi que les réactifs utilisés. Le processus d'épuration des effluents textiles se divisent en trois grandes étapes : en premier lieu le prétraitement qui consiste au dégrillage, déshuilage, dégraissage, homogénéisation et neutralisation, en deuxième lieu le traitement physicochimique concerne la coagulation, floculation, décantation et filtration et en troisième lieu le traitement biologique s'oriente vers l'action des différents microorganismes et des plantes aquatiques.

Afin d'évaluer la capacité épuratoire de la STEP, la Société envoie mensuellement des échantillons d'eaux traitées pour être analysés à l'IPM. D'après les résultats d'analyses de l'IPM, nous avons pu savoir et connaître les paramètres exigés par le Ministère. Certains paramètres comme DBO_5 , DCO et notamment la conductivité électrique ; ne sont pas encore atteints par rapport aux normes de rejets de effluents industriels Malagasy exigées par le décret. Le pH n'est pas de problème tandis qu'une installation d'un filtre bicouche, adsorption sur charbon actif, filtration sur membrane, ozonation de l'eau et l'élargissement du bassin biologique a été proposée pour abaisser la valeur de la conductivité électrique afin d'améliorer la qualité de l'eau traitée. La station d'épurations rejette des grandes quantités importantes des eaux et des boues d'épurations. Mais ils peuvent aussi être exploités et renouvelés pour réduire l'approvisionnement en eau dans l'usine. Le projet que nous aborderons ensuite cherchera des moyens efficaces de recycler l'eau traitée afin qu'elle puisse être réutilisée. En plus de la boue, elle peut être utilisée pour la production des méthanes comme source d'énergie et peut être convertie en engrais pour l'agriculture. Tout ceci fait pour protéger nos ressources écologiques de nos futures générations.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ANDRIANAMPOINA Avotraina_N_CH_MAST2_16, “AMELIORATION DE COAGULATION-FLOCCULATION DE COLORANTS TEXTILES DANS L’EAU USEE AVEC LE CHITOSANE”, Mémoire pour l’obtention du diplôme de master II en chimie inorganique-génie des procédés, 62 pages
- [2] ANDRI-MAHEFA Iarizo Todisoa_2018, « Techniques de traitement des eaux usées de la centrale thermique Symbion Power Mandrozeza », Mémoire de fin d’études en vue de l’obtention du Diplôme de Master en Ingénierie Pétrolière, Parcours Pétrochimie, 137 pages.
- [3] Andriananja HERIMASINAVALONA_ESPA_LIC_2016, « Etude de l’efficacité du traitement biologique des eaux usées avec de la pouzzolane », Mémoire de Fin d’Etudes en vue de l’obtention du diplôme de licence en génie des procédés chimiques et industriels ; 58 pages
- [4] RAKOTONDRAZAKA Fenosoa Sitrakiniaina Heritiana Lucia_2016 “Etude de l’élimination des bactéries dans l’eau de surface par filtration avec de la pouzzolane”, 71 pages
- [5] RAHARINATOANDRO Gerald_2014 « Essai de traitement et dimensionnement du bassin des eaux usées d’une usine : cas de MADO », Mémoire en vue de l’obtention du diplôme de Licence d’Ingénierie en Sciences et Technique de l’Eau (L.I.S.T.E), 58 pages
- [6] RANDRIAMBOLOLONIRINA Risanantenaina_2014 « Etudes et traitements des eaux usées de l’industrie textiles, cas de MADAPROD », mémoire pour l’obtention du diplôme de : MAITRISE EN SCIENCES ET TECHNIQUES EN GEOPHYSIQUE APPLIQUEE, 74 pages.
- [7] RAKOTOARIVONY Ny Ainitiana Finaritra et RALAMBO RATSIMIVONY Aryel_2016 « Etude de l’efficacité des traitements physico-chimiques et biologiques de l’eau usée de l’industrie textile d’Andraharo, Antananarivo », Mémoire en vue de l’obtention du diplôme de la licence d’INGENIERIE en SCIENCES et TECHNIQUES de l’EAU, 51 pages.

[8] Tiana LANDRY et RAJAONARIVONY Dieu Donn _2012 « Traitements des eaux usées textiles », Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Licence d'Ingénierie en Science et technique de Technique de l'Eau, 39 pages.

[9] RAVELOSON Onjanantenaina Cynthia_2010 « Audit environnemental de l'unité de traitement des eaux usées et contribution à l'étude des boues chimiques d'une industrie textile cas de TROPICMAD SA AMBOROMPOTSY TALATAMATY », Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'études supérieures spécialisées, 26 pages.

WEBOGRAPHIE

<http://groupesocota.com/about.html> consulté le 15/01/2022

<http://www.bing.com/maps> consulté le 22/03/2022

<http://www.lenntech.r/bibliothèque/coagulation/coagulationfloculation.html#ixzz6EUQXqnQbc> consulté le 22/03/2022

<https://www.google.com/search?client=opera&q=avantage+et+inconvenient+du+filtration+sur+charbon+actif&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8> consulté le 01/06/2022

<https://www.google.com/search?client=opera&q=ozonation+de+1%27eau&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8> consulté le 02/06/2022

<https://www.trevi-env.com/fr/eau-realizations/eau-overzicht/129-eau-techniekfiches-fr/265-filtration-sur-membranes> consulté le 05/06/2022

<http://traitementeaux.e-monsite.com/pages/iii-procedes-de-traitement/iii-d-les-principaux-procedes-de-traitement-biologique/1-la-filtration-sur-charbon-actif.html>

ANNEXE

Annexe 1 :

Voici la liste des produits utilisés pour le traitement des eaux usées :

- Sulfate d'alumine comme agent coagulant
- Polyaluminium chloride $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$ (PAC), qui est l'un de type de sel métallique utilisé comme aide coagulant
- Soude NAOH pour corriger la valeur de pH
- Solution d'acide chlorhydrique HCl pour l'adoucissement de l'eau
- BWD 01, décolorant textile
- Polyacrylamide PAM comme agent de flocculant

Annexe 2 :

Selon le ministère de l'environnement Malagasy, Décret n°2003/464 du 15/04/03
PORTANT CLASSIFICATION DES EAUX USEES DE SURFACE ET
REGLEMENTATION DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES.

Article 5 : Afin de préserver les ressources en eau (objectifs de qualités), les rejets des eaux usées doivent être incolore, inodore et respecter la qualité suivante

Tableau 1 : Normes du rejet des effluents industriels à Madagascar

PARAMETRTES	UNITE	NORMES
FACTEURS ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES		
pH		6.0-9.0
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	<200
Matières en suspensions	mg. L^{-1}	<60
Température	$^{\circ}\text{C}$	<30
Couleur	Echelle Pt/Co	20
Turbidité	NTU	<25
FACTEURS CHIMIQUES		

Dureté totale comme $CaCO_3$	$mg.L^{-1}$	180.0
Azote ammoniacal	$mg.L^{-1}$	15.0
Nitrate	$mg.L^{-1}$	20.0
Nitrite	$mg.L^{-1}$	0.2
NTK (Azote Totale Kjeldahl)	$mg.L^{-1}$	20.0
Phosphate comme PO_4^{3-}	$mg.L^{-1}$	10.0
Sulfate comme SO_4^{2-}	$mg.L^{-1}$	250
Sulfure comme S^{2-}	$mg.L^{-1}$	1.0
Huile et graisse	$mg.L^{-1}$	10.0
Phénol et Crésol	$mg.L^{-1}$	1.0
Hydrocarbure Aromatique Polycyclique (HAP)	$mg.L^{-1}$	1.0
Agent de surface (ionique ou non)	$mg.L^{-1}$	20
Chlore libre	$mg.L^{-1}$	1.0
Chlorure	$mg.L^{-1}$	250
FACTEURS BIOLOGIQUES		
Demande Biochimique en Oxygène (DBO)	$mg.L^{-1}$	50.0
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	$mg.L^{-1}$	150
FACTEURS INDISERABLES		
Aluminium	$mg.L^{-1}$	5.0
Arsenic	$mg.L^{-1}$	0.5
Cadmium	$mg.L^{-1}$	0.02
Chrome hexavalent	$mg.L^{-1}$	0.2
Chrome total	$mg.L^{-1}$	2.0
Fer	$mg.L^{-1}$	10.0
Nickel	$mg.L^{-1}$	2.0
Plomb	$mg.L^{-1}$	0.2
Etain	$mg.L^{-1}$	10.0
Zinc	$mg.L^{-1}$	0.5
Manganese	$mg.L^{-1}$	5.0
Mercuré	$mg.L^{-1}$	0.005
Selenium	$mg.L^{-1}$	0.2
FACTEURS ORGANOLEPTIQUES		
ODEUR	Absence	
COULEUR	Incolore	
SAVEUR DESAGREABLE	Absence	
AUTRES SUBSTANCES		
Cyanures	$mg.L^{-1}$	0.2
Aldéhydes	$mg.L^{-1}$	1
Solvants aromatiques	$mg.L^{-1}$	0.2
Solvants azotés	$mg.L^{-1}$	0.1
Solvants chlorés	$mg.L^{-1}$	1
Pesticides organochlorés	$mg.L^{-1}$	0.05
Pesticides organophosphorés	$mg.L^{-1}$	0.1
Pyréthriinoïdes	$mg.L^{-1}$	0.1
Phenylpyrazoles	$mg.L^{-1}$	0.05
Pesticides totaux	$mg.L^{-1}$	1
Antibiotiques	$mg.L^{-1}$	0.1
Polychlorobiphényles	$mg.L^{-1}$	0.005

RADIOACTIVITE		
Bq	$mg.L^{-1}$	20
FACTEURS MICROBIOLOGIQUES		
Coliformes totaux		500
Escheriscia colis		100
Streptocoques fécaux	colonies	100
Clostridium sulfito-réducteurs		100

Annexe 3 :

Il y a deux types de flocculant :

Tableau 2 : Flocculants organiques et minéraux

Flocculants minéraux	Flocculants organiques
Silice activée (polymère anionique linéaire)	-Origines naturelles Acides alginiques $(C_6H_8O_6)_n$
Bentonite	Alginate de sodium $C_6H_7NaO_6$
	-Origine synthétique : poly électrolytes anionique, cationique (coll flocc) ou non anionique, haute masse molaire (polyacrylates, polyacrylamide, polyamines...)

Annexe 4 :

Gisement de l'antracite à Madagascar

D'un terme pétrographique, l'antracite est une variété de charbon de terre, à reflet métallique et à combustion lente. L'antracite a une teinte de couleur gris très foncés. Elle a une forte teneur en carbone parce qu'elle est constituée par 90 à 98% en carbone. A Madagascar, on trouve en grande quantité de l'antracite sur la partie de sud-ouest de l'île.

Annexe 5 :

Tableau 3 : Avantages et inconvénients de traitement primaire et secondaire

Type de traitement	Avantages	Inconvénients
Décantation primaire	<ul style="list-style-type: none">-Séparation solide-liquide-Elimine 50 à 55% des matières en suspension-Réduit d'environ 30% de la DBO et DCO-Neutralisation partielle de couleur-Clarification et épaissement	<ul style="list-style-type: none">-Besoin de temps de séjour de longue durée-Concentration de mauvaise odeur
Coagulation-floculation	<ul style="list-style-type: none">-Séparation solide-liquide accélérée par les produits coagulants-floculant-Elimine jusqu'Elimine jusqu'à 90% des matières en suspension-Réduit d'environ 75% la DBO-Neutralisation partielle de l'odeur et de la couleur	<ul style="list-style-type: none">-Respect strict de la vitesse d'agitation-Respect strict du
Lagunage	<ul style="list-style-type: none">-réductions des certaines substances nocives-réduction de 80 à 90% de la DBO-réduction de 20 à 30% de l'azote	<ul style="list-style-type: none">-besoin de temps de séjour de longue durée-besoin de surface large pour les différents bassins-besoin permanente d'ensoleillement-rendement non constante durant l'année

Annexe 6 :

Détermination du pH

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité et la basicité de l'eau. Il joue un rôle primordial à la fois dans :

- ✓ Les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité)
- ✓ Les processus biologiques dont certains exigent des limites très étroites de pH
- ✓ L'efficacité de certains traitements (coagulation, adoucissement, contrôle de la corrosion, chloration)
- ✓ Les mécanismes de la coagulation
- ✓ La détermination du pH doit s'effectuer fréquemment et la mesure se fait sur terrain

La mesure de pH est faite par la méthode électrométrie, selon la norme MA. 100-pH .1.1, du Ministère de Développement durable, de l'Environnement et du Parc du Québec validé par le centre d'expertise en analyse environnementale, en 2010.

Matériel nécessaire : pH-mètre mobile (HANNA) ; Bêchers ou verre 250ml ; solution étalon à pH 7.00 ou 4.01

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre. Le pH-mètre est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure.

La correction de température est nécessaire car le pH dépend de la valeur de la température alors qu'il faut faire le test à la température ambiante (20 à 22°C). Immerger l'électrode avec les précautions habituelles et agiter. Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée.

Annexe 7 :

Détermination de la conductivité

La conductivité d'une solution permet de mesurer la capacité des ions à transporter le courant électrique. Le passage de courant se fait par la migration des ions dans un champ électrique produit par le courant alternatif. Elle est aussi une caractéristique physico-chimique de l'eau liée à la concentration des substances dissoutes et à sa nature et leur

mesure permettent de connaître les informations sur la concentration de sel dissous (la minéralisation) de l'eau.

La conductivité est mesuré par la méthode électrométrie décrit dans la norme MA. 115-Cound. 1.1, du Ministère de développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec en 2012 validé par le centre d'expertise en analyse environnemental en Québec.

La conductivité est en fonction de la température. On a pu observer que la CE augmentait en moyenne de 2% par degré. Ici la conductivité de l'eau est mesurée à 25°C.

Matériel nécessaire : pH-mètre mobile HANNA, béchers 250ml, solution étalon à HI7030 (112880 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ à 25°C)

La mesure de CE peut se faire après pH donc même solutions.

Annexe 8 :

Mesure de MES

Les Matières en suspensions (MES) sont constituées de l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans l'eau dont la taille est supérieure à 100 μm . Elles correspondent aussi à la concentration en élément non dissous d'un échantillon.

L'abondance des matières en suspensions dans l'eau favorise la diminution de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèses.

Matériels nécessaires : Spectrophotomètre AL 800, Bécher, 2 cuvette

Annexe 9 :

Mesure de la DCO

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de toutes les matières organiques contenues dans les eaux qu'elles soient biodégradable ou non biodégradable.

Elle est un paramètre très important pour la surveillance des eaux usées et des rejets industriels et l'unité de mesure s'exprime en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ d' O_2 .

Matériels nécessaire : Tubes à réactifs de plage de mesure 0-1500 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en MR, Eau déminéralisée, appareil RD 125, Spectrophotomètre AL 800, seringue de 2ml.

En utilisant la seringue, ajouté dans chaque tube de 2ml d'eau déminéralisée, 2ml de l'échantillon puis agiter ensuite les solutions, les solutions deviennent chaudes (réaction). Au premier lieu chauffer sur RD 125 durant 20 minute à 150°C, refroidir jusqu'à 60°C au moins agiter puis attendre pour qu'il se décante totalement, placer dans la chambre de mesure la solution n°1 ensuite ZERO/ZERO accepté après placer la 2^{ème} solution dans la chambre. Enfin appuyer sur TEST et le résultat s'affichera en mg.L^{-1} .

Annexe 10 :

Mesure de DBO

La **Demande Biochimique en Oxygène** est un paramètre qui exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation par les microorganismes des matières organique présent dans les eaux usées. Elle est mesurée par la consommation en oxygène à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé pour assurer l'oxydation biologique des matières organiques carbonées. L'opération se passe à une température de 20°C.

FICHE DE RENSEIGNEMENT

Nom : RAKOTOARISOA

Prénoms : Tolotra Emile

Adresse : Lot 0718 C 22 MANDRATROMBY ANTSIRABE

E-mail : tolotraemile@gmail.com

Téléphone : +261331008868/+261343055997



Thème : CONTRIBUTION A L'OPTIMISATION DU PROCESSUS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES A LA SOCOTA FABRICS MADAGASCAR

Nombre des pages : 81

Nombre des figures : 24

Nombre des tableaux : 07

Encadreur pédagogique : Madame RANORONIRINA Malalaharison Jeanne

Encadreur professionnel : Monsieur RAZAFINDRANAIVO Zed

RESUME

Le Groupe SOCOTA est fondé par les frères ISMAIL en 1930 et aujourd'hui une grande Société qui agit dans divers domaines tel que l'habillement et l'agroalimentaire. COTONA se spécialise dans la teinture fil, le tissage et l'ennoblissement tissu où mon stage a été déroulé au sein du département DMU. L'industrie textile est le type d'industrie qui demande de grande quantité d'eau pour leur production et ainsi évacuer des grandes quantités importantes des effluents industriels. Ces effluents doivent être subir de traitements avant de rejeter dans la nature. Le débit maximal des eaux usées à traiter dans la station d'épuration de COTONA atteint $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{J}^{-1}$ et le débit moyen journalière est à l'ordre de $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{J}^{-1}$. Afin d'évaluer l'efficacité épuratoire de la STEP, l'Usine renvoie des échantillons de l'eau traitée vers l'IPM Madagascar. D'après le résultat d'analyse de l'IPM, on peut constater qu'il y a des paramètres qui ne sont pas conformes aux normes du rejet malgache comme la conductivité électrique, turbidité, demande biochimique en oxygène. L'initiative à prendre est donc de proposer des solutions possibles pour améliorer la qualité de l'eau traité afin de protéger nos réserves écologiques pour le bonheur de nos futures générations.

Mots clés : industries textiles, traitements eaux usées, normes du rejet, filtration, ressources

ABSTRACT

The SOCOTA Group was founded by the ISMAIL brothers in 1930 and is today a large company which operates in various fields such as clothing and the food industry. COTONA specializes in yarn dyeing, weaving and fabric finishing where my internship took place within the DMU department. The textile industry is the type of industry that requires large quantities of water for their production and this evacuate large quantities of industrial effluents. These effluents must be treated before being discharged into nature. The maximum flow of wastewater to be treated in the COTONA wastewater treatment plant reaches $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{J}^{-1}$ and the average flow is around $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{J}^{-1}$. In order to assess the purification efficiency of the STEP, the Plant returns samples of the treated water to IPM Madagascar. According to the IPM analysis result, we can see that there are parameters that do not comply with the standards of Malagasy discharge such as electrical conductivity, turbidity, biochemical oxygen demand. The initiative to be taken is therefore to propose possible solutions to improve the quality of treated water in order to protect our ecological reserves for the happiness of our future generations.

Keys words: textile industries, wastewater treatment, discharge standards, filtration, resources