

Liste des Abréviations

H₂O : l'eau

NFU : (Néphélobmétrie Formazine Unit)

NTU : (Néphélobmétrie Turbidité Unit)

° C : Degré Celsius

°F : Degré France

Mg : Magnésium

Ca : Calcium

CaCO₃ : La Chaux

H⁺ : l'ion d'hydrogène

Fe : Fer

F : Fluor

Cu : Cuivre

NH₄ : Ammonium

NO₃ : Nitrates

Pa : Pascale

KPa : kilo pascale

STEP : Station d'épuration

D : diamètre

MES : Matières en suspension

CO₂ : Hydroxyde de carbone

H₂ S : Acide sulfurique

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pendant 5 jours (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l).

UV : Ultra-Violet

O₃ : L'ozone

ADN : Adénosine Disoxy rébo nucliase

OM : Ordure Ménagère

C : Carbone

N : azote

P : Phosphore

C/N : le rapport carbone sur azote

Ni : Nickel.

Pt : Platin

Co: Cobalt.

NO₂: Dioxyde d'azote.

SPD : Sous-produits de chloration

THM : trihalométhanes

SPA : Sociétés par action.

T : Température.

O₂ : dioxygène.

pH: Potentiel d'hydrogène

Remerciements

Merci à Dieu le tout puissant de m'avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la Science.

*Nous tient tous d'abord à remercier notre encadreur : **Mr CHIBOUB FELLAH ABDELGHANI**, professeur à l'Université de Tlemcen pour nous avoir donné goût à la recherche scientifique et qui a suivi et veillé rigoureusement sur le bon déroulement de ce travail avec critiques constructives et sa surveillance étroite des résultats obtenus. Sans oublier Co-encadreur : **Mr HABI MOHAMMED**, professeur à l'Université de Tlemcen*

*Nos vives gratitudes et remerciement vont aussi à **Mme F. LALLAM** «Professeur au Département d'Hydraulique », pour avoir accepté de nous faire l'honneur de présider le jury de ce mémoire et de bien vouloir l'examiner.*

*Nous adressons nos profonds remerciements à **Mme I. MAROK** «Professeur au Département d'Hydraulique» et **Mr T.A.TERKI HASSAINE** « Professeur au Département d'Hydraulique» pour avoir acceptés évaluer ce modeste travail.*

Nous adressons notre profonde reconnaissance à toutes les personnes ayant participé d'une façon ou d'une autre, de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Je dédie ce travail à ...

L'ÉTERNEL, DIEU tout puissant,

- Nos chers parents, pour tous ses sacrifices, son amour, ses tendresses, son soutien et ses prières pour nous tout au long de notre parcours d'études.

- nos grands-parents pour tous ses Conseils.

- nos frères et nos sœurs.

- nos oncles, et à nos tantes.

- nos chers amis (es) pour leur appui et leur encouragement.

- toute les familles GACEM et SALAH pour leur soutien tout au long de notre parcours universitaire.

- Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible.

Merci d'être toujours là pour nous

A toute la promotion de l'hydraulique T.T.E 2016/2017

GACEM A. et SALAH S.E.

Sommaire

List des figures

List des tableaux

List des abréviations

Introduction Générale1

Partie A

Chapitre I : GENERALITE SUR LES EAUX

I. Introduction	3
II. Le cycle naturel de l'eau	3
III. Propriétés de l'eau	4
III.1. Propriétés physiques	4
III.1.1. La masse volumique	4
III.1.2. La viscosité	4
III.1.3. Tension superficielle	4
III.2. Propriétés thermiques	4
III.3. Les propriétés électriques	5
III.4. Propriétés biologiques de l'eau	5
IV. Les ressources de l'eau dans la nature	5
IV.1 Les eaux de pluies	5
IV.2 Les eaux de surface	5
IV. 2-1- Eaux de rivière	6
IV.2-3- Eaux de lac	6
IV.3. Eaux souterraines	6
IV.4. Eaux de mers	7
V. L'eau potable	7
V.1. Les paramètres organoleptiques	7
V.1.1. Turbidité	8
V.1.2. La couleur	8
V.1.3. Goût et odeur	8

V.2. les paramètres physique-chimiques	8
V.2.1. La température	8
V.2.2. La dureté	9
V.2.3. Le pH	9
V.2.4. L'alcalinité	9
V.2.5. La conductivité	9
V.3. Les Paramètres des substances indésirables	9
V.4 Les paramètres de substances toxiques	10
V.5 Normes microbiologiques	10
VI- Le choix des procédés de traitement	11
VI.1. Le prétraitement des eaux	11
VI.2. Traitement physico-chimique	11
VII. Lignes directrices pour le traitement des eaux	12

Chapitre II : LES EAUX USEES

I. Introduction	13
II- Les stations d'épuration (STEP)	13
II-1- Objectif de l'épuration	13
III- Traitement des Eaux Usées	14
III.1- Les prétraitements	14
III.1-1. Le dégrillage.....	14
III.1-2. Dessablage.....	14
III.1-3. Le déshuilage.....	14
III.2- Traitement primaire	15
III.2.1. Décantation.....	15
III.3- Traitement biologique (traitement secondaire)	15
III.3.1- Procédés intensifs	16
III.3.1.1- boues activées.....	16
III.3.1.2- Lits bactériens (culture fixe)	16

III.3.1.3- Disques biologiques (culture fixe)	17
III.3.2- Procédés extensifs	17
III.3.2.1- Lagunage	17
A- Lagunage naturel ou bassin de stabilisation (cultures libres)	17
B- Lagunage aéré	17
III.4- Traitement tertiaire.....	18
III.4.1- Désinfection des effluents	19
III.4.2- Elimination de l'azote.....	19
III.4.3- Elimination de phosphate	20
III.5- Traitement des boues.....	20
III.5.1- Composition des boues	20
III.5.2- Les différentes filières de traitement des boues	21
III.5.3- Valorisation des boues	21
III.5.3.1- L'incinération.....	21
III.5.3.2- utilisation agricole des boues	22
III.5.3.3- utilisé la boue comme un compost	22
IV- Conclusion	23

Chapitre III : POLLUTION ET COLORANTS TEXTILES

I. Introduction	24
II. Définition de la pollution.....	24
III. Les Différents types de pollutions	24
III-1. Pollution chimique	24
III-2.Pollution biologique	24
III-3. Pollution physique.....	24
IV. Origine de la pollution.....	25
IV-1. L'agriculture.....	25
IV-2. Pollution domestique.....	25
IV-3. Pollution par les eaux pluviales	25

IV-4. Pollution d'origine naturelle	25
IV -5. Pollution industriel	25
IV- a Les colorants de textile.....	26
IV-a-1 Généralités	26
IV. a-2 Classification	28
IV. a.2.1 Classification chimique	28
IV. a.2.2 Classification tinctoriale.....	29
IV. b- Nécessité de traiter les effluents textiles	31
IV. b.1- Pourquoi les rejets textiles sont-ils dangereux ?.....	31
IV. b.1-1-Les dangers évidents.....	31
IV. b.1-2-Les dangers à long terme	31
IV. b.2- Actions curatives : traitements des colorants.....	32
V. Conclusion.....	33

Partie B

Chapitre IV : Présentation et description du complexe textile SOITEX - Chetouane

I- Situation géographique.....	34
II- Présentation de la société SOITEX	34
II -1- Fiche Technique	35
II -2- Principaux équipements	39
III- Type de pollution générées par le complexe.....	42
III -1- pollution industriel	42
III -2- Pollution biologique	42

Chapitre V : Matériels et méthodes

I - Objectif de l'étude	43
II - Matériel utilisés.....	43
II-1- Appareillage de mesure	43
II-1-1 Détermination de la turbidité	43

A – Principe	43
B – Mode opératoire	44
II-1-2 Détermination de la conductivité	44
A- Principe	44
II-1-3 Détermination de la température et du pH	45
A- Mode opératoire	45
II- 1- 4 : Verreries	46
II.2- Mode opératoire expérimental	47
II.2.1- Etude expérimentale.	47
II.2.1.1- Les objectifs du travail	47
II.2.2- Manipulation	47
II.2.3- Mode opératoire d'essai en Jar-Test	47
II.2.3. 1- Mode opératoire de l'influence de la concentration de coagulant	48
II.2.3. 2. Mode opératoire sur l'influence de la concentration de flocculant	48
II.2.3. 3. Mode opératoire de l'influence de la vitesse (rapide et lente) et de la durée d'agitation	49
A-Durant la coagulation	49
B-Durant la floculation	50
II.2.4. Les réactifs utilisés	50
II.2.4.1. Le réactif coagulant	50
II.2.4.2. Le réactif flocculant	51
II. 2. 5. Préparation des solutions	52
II.2. 5. 1. Préparation du coagulant	52
II.2. 5. 2. Préparation du flocculant	53
II.2. 5. 3. Préparation des solutions pour varie le pH	53
A)- L'aide sulfurique	54

B)- Hydroxyde de sodium (la soude) NaOH	55
---	----

Chapitre VI : Résultats et interprétation

II- Introduction	56
III- Caractéristiques de l'eau utilisée	56
IV- PARTIE 1 : L'utilisation de coagulant sulfate d'aluminium	56
IV. 1- Recherche de la concentration optimale de coagulant	56
IV. 2-Optimisation du mode opératoire	59
1) - Vitesse rapide pour la coagulation	59
2) Temps d'agitation pour la coagulation	60
3) Le temps de décantation pour la coagulation	60
4) La recherche de la concentration du floculant (Polyamide)	61
5) Vitesse d'agitation lente pour la floculation	63
6)-Temps de l'agitation pour la floculation	64
7)-Temps de décantation après floculation	65
IV. 3- Influence du pH sur la coagulation	66
IV. 4- L'influence de floculant (polyamide) sur la turbidité à pH constant	68
IV. 5- Influence d'autre floculant (kaolin) sur la variation de la turbidité avec la fixation de la concentration optimale de coagulant (sulfate d'aluminium)	69
IV. 6-Recherche sur la dose optimale de floculant (bentonite) avec la fixation de la concentration optimale de coagulant (sulfate d'aluminium)	70
IV. 6. 1- Influence du milieu basique sur la dose optimale de coagulant ($AL_2 SO_4$) et de floculant (bentonite)	72
IV. 6-2- L'influence du milieu acide sur la dose optimal de coagulant ($AL_2 SO_4$) et de floculant (bentonite)	73
IV. 7- Influence de température sur la valeur de turbidité	74
V - PARTIE 2 : L'utilisation de coagulant Chlorure Ferrique	76
V. 1- La recherche sur la concentration optimale de coagulant (chlorure ferrique)	76
V. 2- Effet de pH sur la concentration optimale du coagulant (chlorure ferrique)	77

V. 3 - Recherche sur la dose optimale de flocculant (polyamide) avec la fixation de la dose de coagulant (chlorure ferrique)	79
V. 4 -Recherche sur la dose optimale de flocculant (Kaolin) avec la fixation de la dose de coagulant (chlorure ferrique)	80
V. 5 - Recherche sur la dose optimale de flocculant (bentonite) avec la fixation de la dose de optimale de coagulant (chlorure ferrique)	82
V. 6- L'influence de pH sur la dose optimal de coagulant (FeCl ₃) et flocculant (bentonite)	83
Conclusion générale.....	85
Références bibliographique.....	87
Les annexes	

Introduction Générale

L'eau est l'élément indispensable à tous les processus socio-économiques, quel que soit le degré de développement de la société. La qualité de l'eau qu'elle soit destinée à la consommation humaine, à l'irrigation ou tout simplement rejetée dans la nature, vers les rivières, les océans ou le sol, est devenue un problème et un souci majeur pour les pouvoirs publics, les instances et organismes nationaux et internationaux.

La protection de l'environnement est devenue ainsi un enjeu économique et politique majeur. Tous les pays du monde sont concernés par la sauvegarde des ressources en eau douce. La nature et les êtres vivants subissent de plus en plus les conséquences de la pollution avec le développement industriel et la croissance démographique. Le rejet des eaux usées sans être traitées ou avec un traitement insuffisant provoque une dégradation des écosystèmes. Le problème est encore plus grave dans le cas des effluents industriels qui présentent un caractère toxique, à savoir, l'industrie de pétrochimie, d'agro-alimentaire, de textile, de la papeterie, des tanneries... etc. Ces industries produisent des effluents très divers qui nécessitent chaque fois des investigations nouvelles. Généralement, les effluents nécessitent un traitement, plus ou moins stricte en fonction du degré d'altération des eaux, avant rejet dans le milieu naturel.

Le traitement des effluents peut prendre différentes formes : processus physique, thermiques, chimiques ou biologique. Le choix d'un procédé pour le traitement des rejets dépend d'un certain nombre de facteurs dont les plus significatifs : La composition de l'effluent, le type de la réutilisation, la qualité des besoins et la dimension de l'installation.

L'industrie textile consomme de grandes quantités d'eau et produit des rejets liquides ayant une charge élevée en polluants de différents types. Les rejets des unités de teinture dans cette industrie sont classés parmi les sources de pollution les plus dangereuses. Les effluents peuvent présenter des caractéristiques variables en ce qui concerne leurs volumes et leurs concentrations en polluants. Donc le traitement de ces rejets se fait généralement par une filière physico-chimique couplée à un traitement biologique, mais jusqu'à maintenant ce type de traitement ne permet pas d'atteindre le niveau de qualité exigée par les normes de rejet dans les milieux naturels.

Aujourd'hui, et d'après l'état actuelle de l'écosystème il faut que quelque soit un site industriel ancien ou nouveau doit gérer ses différentes composantes environnementales pour satisfaire à la réglementation existante et doit aussi s'engager dans un cycle d'amélioration continue et de la prévention contre la pollution et du risque technologique.

Notre étude a donc pour but d'améliorer la qualité des eaux de soitec de l'industrie textile de Tlemcen à un seuil acceptable on se basant sur la filière physico-chimique (la coagulation –floculation). Nous avons utilisé différents coagulants et floculants pour voir quel

est le couple de coagulant flocculant qui donne le meilleur rendement pour l'élimination des colorants utilisés par l'industrie. Le choix de ces produits est justifié par la disponibilité au laboratoire, et son utilisation à grande échelle dans les stations de traitement des eaux. Tout ça en tenant compte des normes pratiquées.

Notre travail est réparti en de deux:

La première partie est une synthèse bibliographique concernant :

- ✓ Le chapitre I : Donne un aperçu général sur l'eau et les différentes procédures de traitement.
- ✓ Le chapitre II : Donne un aperçu sur les Procédés d'épuration des eaux usées (avec une partie sur la réutilisation des eaux usées épurées).
- ✓ Le chapitre III : Notions générales sur l'industrie textile et l'effet négatifs de ces rejets sur la santé humain.

La deuxième partie expérimentale comporte les points suivants :

- Le chapitre I est consacré à la description de l'industrie textile.
- Le chapitre II explique le fonctionnement des bancs d'essais et le mode opératoire qui ont été réalisés pour fixer les conditions optimales de chaque phase de traitement ainsi que, les appareillages de mesure utilisés dans le laboratoire de traitement et d'épuration des eaux du département d'Hydraulique à l'Université de Tlemcen
- Le chapitre III présente interprétation des résultats expérimentaux obtenus.
- Enfin, une conclusion est donnée pour résumer le fruit de notre travail.

Chapitre I

GENERALITE SUR LES EAUX

Introduction :

Comme tout le monde le sait, la planète Terre est également appelée *planète bleue*, ceci provient du fait que sa surface est recouverte à 72 % d'eau. L'eau existe en quantité immuable depuis des millénaires, dans le monde, nous pouvons en compter 1400 millions de km³. C'est une quantité phénoménale. Même si la consommation en eau connaissait un accroissement formidable, il serait impossible de la consommer entièrement.

Mais ce n'est pas si simple. En effet, cette quantité d'eau colossale n'est pas 100% propre à la consommation. La plus grande partie, 97.2 % voire 97.5 % selon les sources, est de l'eau de mer et le reste, 2.5 % à 2.8 % est de l'eau douce. [1]

II. Le cycle naturel de l'eau

Le cycle de l'eau schématisé par la (**Fig. I.1**) consiste en un échange d'eau entre les différentes enveloppes de la Terre (l'hydrosphère, l'atmosphérique et la lithosphère). Ainsi l'eau de l'hydrosphère chauffée par le rayonnement solaire s'évapore. Elle rejoint alors l'atmosphère sous forme de vapeur, cette dernière plus légère s'élève dans les régions plus hautes dans lesquelles la température est plus basse, elle se condense alors et retombe, sous forme de précipitation (neige ou pluie), sur les océans (pour 7/9) et les continents (pour 2/9). [2] 61 % de cette eau s'évapore, 16 % ruisselle et rejoint les cours d'eau et 23 % s'infiltrate et alimente les nappes souterraines. La somme des évaporations, soit 496 000 km³/an, est toujours égale à la somme des précipitations. [3] Ainsi s'opposent deux types de réservoirs dans l'hydrosphère : ceux qui font office de (cours d'eau et atmosphère) et ceux qui jouent un rôle d'accumulateurs (glaciers, nappes et océans).

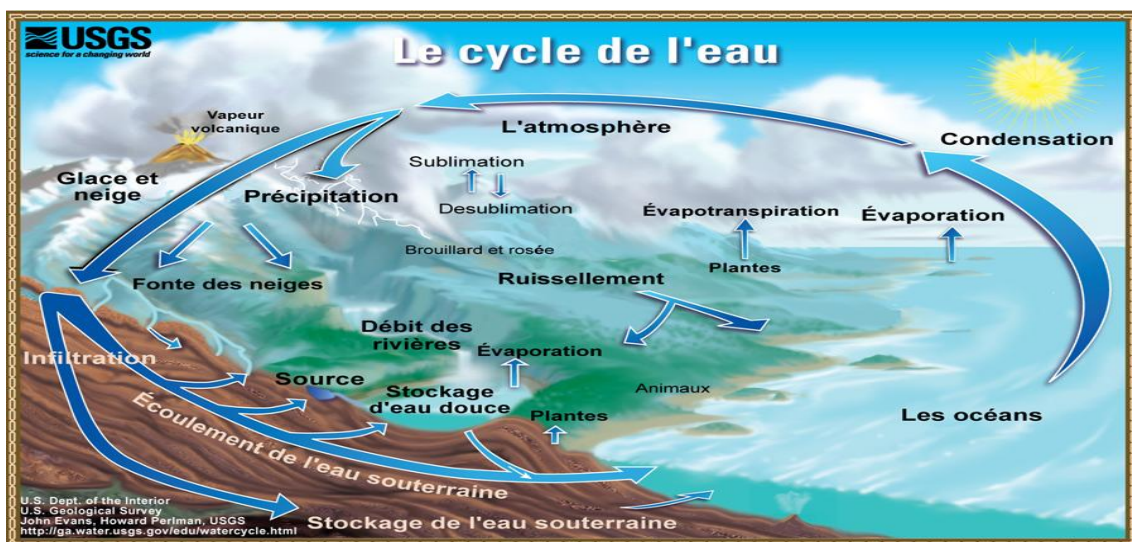


Figure I.1: le cycle de l'eau. (https://fr.wikipedia.org/wiki/Cycle_de_l%27eau)

III. Propriétés de l'eau

L'eau est le plus formidable solvant naturel à la surface de la terre. La liaison hydrogène est à l'origine des propriétés chimiques et physiques particulières de l'eau. L'eau peut se trouver sous trois états : liquide, solide et gazeux. Seul ce dernier état correspond exactement à la formule classique de la molécule d'eau H_2O . Les deux autres, liquide et solide, sont plus compliqués, et c'est cette complexité qui leur confère leurs propriétés exceptionnelles. [3]

III.1. Propriétés physiques

Le caractère polaire de la molécule d'eau est à l'origine d'associations possibles entre les molécules d'eau ; il donnera lieu à bien des anomalies physiques que nous signalons brièvement, telles que : [4]

III.1.1. La masse volumique

Elle varie avec la température et la pression, mais aussi avec la teneur en sels dissous. L'eau a une masse volumique de 1g/cm^3 . [4]

III.1.2. La viscosité

C'est la propriété que présente un fluide (liquide ou gaz) d'apposer une résistance aux divers mouvements soit internes soit globaux. Cette résistance est due aux frottements réciproques des molécules en mouvement. Elle est à la base des pertes d'énergie cinématique (perte de charge). [5] Elle diminue lorsque la température croît par contre elle augmente avec la teneur en sels dissous. Contrairement aux autres liquides, une pression modérée, rend l'eau moins visqueuse aux basses températures. [4]

III.1.3. Tension superficielle

C'est une force d'attraction qui s'exerce à la surface du liquide en tendant à réduire le plus possible l'étendue de cette surface. [6] Elle diminue avec l'augmentation de la température. La tension superficielle très élevée de l'eau est due à l'existence des liaisons hydrogène. [5]

III.2. Propriétés thermiques

- **Chaleur massique:** La chaleur massique est de $4.18\text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}$ aux conditions normales de pression et de température ($0\text{ }^\circ\text{C}$, 1 atm). Elle varie avec la température et présente un minimum à $+35\text{ }^\circ\text{C}$. [2]

- **Les chaleurs latentes:** Les enthalpies de transformation sont pour la fusion : de 334 KJ/Kg et pour la vaporisation : de 2259 KJ/Kg à pression normale et une température de 100 °C. [7]

III.1.3. Les propriétés électriques

- **Constante diélectrique :** La constante diélectrique de l'eau, de l'ordre de 80 farads stéradian par mètre, est l'une des plus élevées que l'on connaisse ; c'est pourquoi l'eau possède un pouvoir ionisant très important. [8]
- **Conductivité électrique de l'eau :** L'eau est légèrement conductrice. La conductivité de l'eau la plus pure que l'on ait obtenue est de 4,2 micros siemens par mètre à 20°C. Elle augmente lorsque des sels sont dissous dans l'eau et varie avec la température. [5]

III.1.4. Propriétés biologiques de l'eau

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants. Il existe un cycle biologique, au cours duquel s'effectue une série d'échanges grâce à l'eau. Celle-ci est le constituant principal (en volume) des êtres vivants, et plus particulièrement du protoplasme de toutes les cellules. [9]

IV. Les ressources de l'eau dans la nature

IV.1 Les eaux de pluies

La pluie se forme à partir de la condensation de la vapeur d'eau qui a été évaporée par le soleil, et s'est condensée dans un nuage par le refroidissement adiabatique du au mouvement ascendant de l'air. On parle de pluie chaude quand les gouttes se sont entièrement formées dans un nuage au-dessus du point de congélation et de pluie froide quand elles sont le résultat de la fonte de flocons de neige quand l'air passe au-dessus de zéro degré Celsius en altitude. [10]

IV.2 Les eaux de surface

On peut répartir les eaux de surface en trois catégories : eaux de rivière (partie amont), eaux de rivière (partie aval) et eaux de lac. La dureté de toutes les eaux de surface est modérée.

IV. 2-1- Eaux de rivière L'amont d'une rivière en général situé dans une région montagneuse, ou la densité de population est faible et les industries pratiquement inexistantes. Les principales caractéristiques de ces eaux sont :

Une Turbidité élevée avec une température froide et la contamination bactérienne faible parce que la pollution causée par l'homme ou l'industrialisation y est pratiquement inexistante et l'indice de couleur faible car ces eaux n'ont pas eu le temps de dissoudre des matières végétales. [11]

Par contre l'aval d'une rivière est en général situé dans une région où la population est dense. L'agriculture développée et les industries plus ou moins nombreuses. Les eaux y sont donc habituellement de moins bonne qualité et plus difficiles à traiter qu'en amont.

Signalons que le débit et la qualité des eaux de rivière (amont et aval) peuvent varier en peu de temps. C'est pourquoi les usines de purification doivent être suffisamment complexes pour réagir rapidement à toute modification des caractéristiques des eaux de rivière. [11]

IV.2-3- Eaux de lac

On peut considérer un lac comme un bassin naturel de décantation dont la période de rétention est longue. La turbidité de l'eau y est donc faible et la contamination bactérienne habituellement peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année, à l'exception de deux courtes périodes au printemps et à l'automne. Durant ces périodes, la différence de température entre les eaux de surfaces et les eaux de profondes peut provoquer un renversement des eaux du lac et en augmenter ainsi brusquement la turbidité.

IV.3. Eaux souterraines

La porosité et la structure du terrain déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterraine.

- Une nappe peut être libre (phréatique), elle est alimentée directement par l'infiltration des eaux de pluie.
- Un cas particulier est représenté par les nappes alluviales: ce sont les nappes situées dans les terrains alluvionnaires sur lesquels circule un cours d'eau. La qualité de ces eaux est alors directement influencée par la qualité de l'eau de la rivière.
- Une nappe peut être captive si elle est emprisonnée entre deux couches de terrains Imperméables. [4]

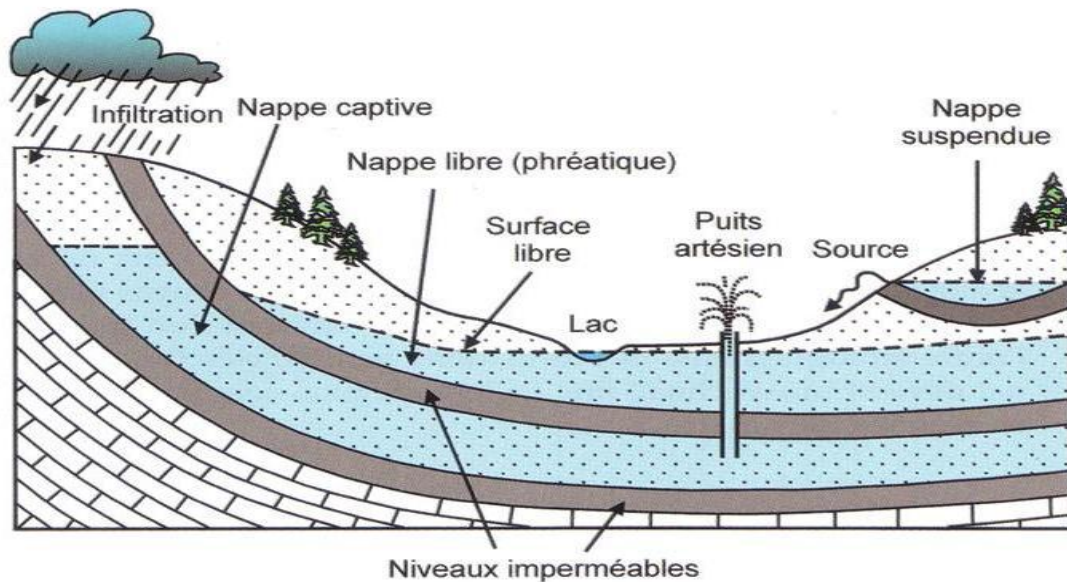


Figure I.2: Différents types des nappes souterraines

Source: <http://www.memoireonline.com/07/09/2348/contamination-des-eaux-souterraines>

IV.4. Eaux de mers

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de la mer sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous ; c'est ce qu'on appelle leur salinité. [12]

La salinité peut être très différente dans le cas des mers fermées ou peu ouvertes sur les masses océaniques :

- Mer Méditerranée 36 à 39 g/l
- Mer Caspienne 13 g/l
- Mer Rouge ~ 40 g/l
- Mer Morte 270 g/l
- Mer Baltique 7 g/l
- Mer Noire 20 g/l. [13]

V. L'eau potable

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur. [14]

V.1. Les paramètres organoleptiques

Il s'agit de la saveur, de la couleur, de l'odeur et de la transparence de l'eau.

Ils n'ont pas de signification sanitaire mais, par leur dégradation, peuvent indiquer une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution. [8]

V.1.1. Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques ...etc.

L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. [15]

Les mesures de turbidité sont de précieux indicateurs de la qualité de l'eau, tout comme les mesures bactériologiques. Des mesures de turbidité élevées ou une fluctuation des mesures peuvent indiquer un traitement inadéquat de l'eau ou un problème de qualité de l'eau. [16]

Exprimée en unité **NFU** (Néphélobimétrie Formazine Unit) ou en unité **NTU** (Néphélobimétrie Turbidité Unit), on obtient sur les eaux de surface des valeurs qui oscillent généralement entre 10 et 50, mais après de fortes précipitations on peut dépasser 100, voire 200. [15]

V.1.2. La couleur

La couleur peut être due à certaines impuretés minérales (fer) mais le plus souvent à certaines matières organiques dissoutes (acides humiques,..). Elle doit être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire. [4]

V.1.3. Goût et odeur

Le goût peut être défini comme : l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche. L'odeur peut être définie comme : l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. [15]

Dans le cas d'une eau potable, l'apparition ou le changement de goût et d'odeur peuvent être signe d'activité microbienne et de lacune dans le traitement ou de contamination dans le réseau de distribution. Par ailleurs, une eau traitée peut avoir un goût plus prononcé qu'une eau non potable du fait du chlore résiduel. [8]

V.2. les paramètres physique-chimiques Il s'agit des caractéristiques de l'eau, ces caractéristiques sont en relation avec la structure naturelle de l'eau.

V.2.1. La température .La température est un paramètre important dans l'étude et la surveillance des eaux qu'elles soient souterraines ou superficielles. Pour que l'eau potable soit

désaltérante, sa température doit se situer entre 8 et 15°C ; entre 20 et 25 °C, elle désaltère mal. [15]

V.2.2.La dureté

La dureté a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium. La dureté s'exprime généralement en degré Français ou en milliéquivalents/l :

1°F= 4 mg/ L de Ca ou 2.43 mg/L de Mg ou 10 mg/ L de CaCO₃.

Les eaux de surface, généralement moins riches en acide carbonique et en oxygène dissous que les eaux souterraines, ont une dureté moins élevée que ces dernières. [15]

V.2.3.Le pH

Le pH est une mesure qui permet de déterminer à quel point l'eau est acide ou basique. Cela est lié directement à la quantité d'ions hydrogène (H⁺) dans l'eau en solution. Plus il y a d'ions H⁺, plus l'eau est acide et plus le pH est bas. Le pH est habituellement donné sur une échelle de 0 à 14. [17]

V.2.4.L'alcalinité

L'alcalinité correspond à la capacité de l'eau de limiter ou, en termes plus techniques, de tamponner les variations du pH. [17]

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes. [15]

V.2.5.La conductivité

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. D'une façon générale, la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau, les écarts sont d'autant plus importants que la minéralisation initiale est faible. [15] La conductivité électrique s'exprime en micro siemens/cm. [8]

V.3. Les Paramètres des substances indésirables

Pour Les substances suivantes, les valeurs des concentrations doivent être inférieures ou égales aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après :

Tableau I.1 : Normes des substances indésirables. [14]

Substance	Valeur
Nitrates (NO ₃) 0.1 mg/l	0.1 mg/l
Manganèse (Mn)	50 µg/l
Fluor (F)	1.5 mg/l
Hydrocarbures dissous ou émulsionnés	0.1 µg/l
Cuivre (Cu)	2 mg/l
Ammonium (NH ₄)	0.1 mg/l
Fer (Fe)	200 µg/l

V.4 Les paramètres de substances toxiques :

Pour les substances suivantes, les valeurs des concentrations doivent être inférieures ou égales aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après :

Tableau I.2: Les normes des métaux lourds. [14]

Substances	Valeurs (µg/l)
Plomb	10
Cadmium	5
Mercure	1
Chrome	50
Cyanure	50
Arsenic	10
Nickel	20

V.5 Normes microbiologiques

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, gram négative, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnet. Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24 h à 44,5 °C.

On retrouve les bactéries coliformes fécales en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud. Donc on utilise de préférence les coliformes fécaux comme indicateurs de la qualité des eaux brutes, ce qui permet de déceler la présence d'organismes pathogènes à la source. Les coliformes totaux étant largement répartis dans la nature, ils n'indiquent pas nécessairement qu'il y a contamination.

Par ailleurs, ces organismes survivent plus longtemps dans l'eau et résistent mieux à la chloration que les coliformes fécaux ou les bactéries pathogènes communes. On utilise de préférence les coliformes totaux comme indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau

potable. La présence d'un organisme coliforme quelconque dans l'eau traité révèle en effet que le traitement a été inefficace ou qu'il y a eu contamination après traitement. L'objectif visé est l'absence de coliformes dans 100 ml d'eau. Toutefois, puisqu'on ne peut pas toujours, en pratique, atteindre cet objectif. Le règlement sur l'eau potable a proposé les limites maximales suivantes :

- ✓ Chaque échantillon doit être exempt de bactéries coliformes fécales, d'autres organismes d'origine fécale, d'organismes pathogènes ou d'organismes parasites.
- ✓ Dans le cas où on prélève plus de 10 échantillons au cours d'une période de 30 jours consécutifs au moins 90 % des échantillons doivent être exempts de toute bactérie coliforme. Par ailleurs aucun échantillon ne doit contenir au total plus de 10 bactéries coliformes par 100 ml d'eau.
- ✓ Dans le cas où on prélève 10 échantillons ou moins au cours d'une période de 30 jours consécutifs, un seul échantillon, au plus, peut contenir au total plus de 10 bactéries coliformes par 100 mL d'eau. [11]

VI- Le choix des procédés de traitement

Le choix des procédés de traitement d'une eau quelle que soit la nature, dépend directement de plusieurs facteurs qui sont :

La connaissance de l'eau à traiter, L'usage que l'on veut faire, Le degré du développement de pays considéré et le progrès de la technologie. [18]

VI.1. Le prétraitement des eaux

Les eaux brutes doivent subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement. Les prétraitements physiques constituent une série d'opérations susceptibles d'alléger les eaux brutes des matières les plus grossières d'une part ou celles pouvant gêner le processus du traitement ultérieur. [19]

VI.2. Traitement physico-chimique

La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension d'une eau brute ainsi que la majeure partie des matières organiques. [20] Cette étape peut comprendre divers sous-processus de traitement, tels que pré-oxydation, décantation lamellaire ou un système coagulation-floculation-décantation, ainsi que la filtration proprement dite (sur sable ou par membranes). [21]

VII. Lignes directrices pour le traitement des eaux

En recourant au traitement des eaux, on vise la production d'une eau potable à partir d'une eau brute plus ou moins polluée. Pour ce faire, on soumet cette eau brute à diverses étapes de traitement réalisées dans plusieurs unités de l'usine de traitement des eaux.

Tableau. I-3 : présente les principales étapes et unités de traitement d'une eau de surface.[11]

Unité ou étape de traitement	Fonction	Commentaire
Prise d'eau	Relier la rivière ou le lac au puits d'eau brute Acheminer l'eau à l'usine de traitement	Aucun entrainement de la vase et des matières flottantes vers les puits d'eaux brutes
Grillage	Arrêter les impuretés grossières	Installé dans les puits d'eau brute nettoyage manuel ou mécanique
Pompes à basse pression	Refouler l'eau du puit d'eau brute jusqu'à la première unité de traitement (au 1 ^{er} étage)	Capacité totale de refoulement=consommation quotidienne maximale pression =135 Pa
Pré désinfection ou pré-oxydation	Réduire la concentration de microorganismes oxydés la matière organique	Ozone, dioxyde de chlore ou chlore
Micro tamisage	Arrêter les particules fines en suspension	Inutile en cas de coagulation, floculation et décantation
Coagulation	Déstabiliser les particules en suspension amorcé la formation d'un floc	Dans un mélangeur rapide
Floculation	Agglutiner les particules d'impuretés. - Augmenter le volume des particules de floc	/
Décantation	Eliminer les particules des floes	Liquide surnageant acheminé vers les filtres boue formée par les particules de floc évacuée vers le réseau d'égouts
Filtration	Arrêter les petites particules de floc contenues dans l'effluent du décanteur	Dernière étape permettant de réduire la turbidité et la couleur
Désinfection	Détruire les microorganismes nuisibles à la santé	Chlore, dioxyde de chlore ou ozone
Réservoir	Conservier l'eau traité jusqu'à son utilisation	/
Pompes à haute pression	Refouler les eaux traitées vers les consommateurs	Capacité= consommation horaire maximale Pression = 600 KPa

Chapitre II

LES EAUX USEES

Introduction

Une personne consomme en moyenne 150 à 200 litres d'eau potable par jour. Une fois utilisée, il est nécessaire d'évacuer cette eau dans de bonnes conditions afin de protéger notre environnement. De nombreuses substances sont déversées dans les eaux utilisées qui deviennent des eaux usées. Leur pollution est produite par des matières minérales et organiques, indésirables ou toxiques qui sont en suspension, en solution ou en émulsion. [22]

Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible. [23]

Les méthodes de traitement des eaux usées sont diverses et peuvent être classées en quatre catégories : le prétraitement, les traitements primaires, secondaires et tertiaires.

Aujourd'hui, les usines de traitement des eaux usées sont devenues des usines de dépollution compactes, couvertes, automatisées. [24]

II-Les stations d'épuration (STEP)

Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs. [25]

Une station d'épuration se compose de plusieurs étapes de traitement que nous regroupons en trois catégories :

- la chaîne de traitement de l'eau : elle regroupe la chaîne des procédés qui dépolluent l'eau usée,
- la chaîne de traitement des boues : elle conditionne les boues en vue de leur élimination et de leur valorisation éventuelle,
- les procédés annexes : ce sont les procédés qui ne traitent ni l'eau, ni les boues mais qui ajoutent une qualité de service à l'usine d'épuration. [26]

II-1- Objectif de l'épuration

L'objet du traitement étant de ramener les teneurs de corps indésirables en dessous des valeurs fixées par les normes de qualité choisies, le traitement ne portera pas sur l'eau elle-même mais sur les corps qui s'y trouvent en suspension vraie ou colloïdale et en solution. Il s'agira de procéder à une élimination totale ou partielle. Il faudra, par conséquent, utiliser séparément ou conjointement des méthodes assurant:

- l'extraction : un transfert de masse solide-liquide, liquide-liquide ou gaz-liquide, c'est-à-dire: le dégrillage; le tamisage; la sédimentation; la filtration; la flottation; l'adsorption;
- la modification d'état ou de structure : précipitation des colloïdes; transformation des ions en sels solides ou en gaz; destruction des micro-organismes.
- la combinaison de la modification d'état ou de structure et de l'extraction. [27]

III-Traitement des Eaux Usées

III.1- Les prétraitements

Le prétraitement à pour objectif de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. [28]

III.1-1. Le dégrillage

A l'entrée de la station d'épuration, les effluents doivent subir un dégrillage Ainsi, les matières volumineuses (flottants, etc.) sont retenues au travers de grilles, afin de protéger les pompes. Ce prétraitement se décline en trois sous-catégories : le pré dégrillage (de 30 à 100 mm), le dégrillage moyen (de 10 à 30 mm) et enfin le dégrillage fin (les barreaux sont espacés de moins de 10 mm). Les grilles peuvent être verticales, mais elles sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale. [29]

III.1-2. Dessablage

L'objectif essentiel du dessablage est de retenir les particules sédimentables afin de protéger les installations de l'aval, les dépôts de sables réduisant en outre la débitance des conduites. En théorie, le dessablage vise à piéger les matériaux denses ($d > 2$) et de taille grenue (diamètre $D > 0.2$ à 0.25 mm) c'est à dire essentiellement des particules minérales type graviers et sables.

Au niveau pratique, la capture des particules est obtenue en réduisant leur vitesse, Ces ouvrages peuvent être aérés ou non afin d'assurer une séparation de la fraction organique fixée sur les sables et les graisses (ce sont alors des dessableurs-déshuileurs utilisés en station d'épuration pour des débits supérieurs à environ 50 l/s). L'efficacité des ouvrages est très variable et dépend en partie des conditions de conception (hydraulique). [30]

III.1-3. Le déshuilage

Les huiles présentent plusieurs inconvénients à plusieurs niveaux :

- Difficile à regarder.
- Diminue le rendement du traitement qui arrive après.
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans le floc bactérien.

- Mauvaise sédimentation et envahissement des décanteurs.
- Risque de colmatage de canalisations et des pompes. [31]

III.2-Traitement primaire

Ce type de traitement consiste d'éliminé les matières en suspension. La décantation est technique la plus utilisé dans les stations d'épuration, dont la base de ces procédés de séparation solide-liquide est la pesanteur. L'élimination des matières en suspension se fait en maintenant l'eau en repos ou en la faisant s'écouler lentement à travers un bassin. Du fait de la lenteur de l'écoulement, la turbulence sera nulle ou négligeable, et les particules ayant une densité (poids spécifique) plus élevée que celle de l'eau pourront décanter. Ces particules se déposeront sur le fond du bassin où elles formeront une couche de boues. A la sortie du bassin l'eau sera claire. [32]

Divers types de matières décantables sont à distinguer :

- ❖ **les particules grenues** décanter indépendamment les unes des autres avec chacune une vitesse de chute constante.
- ❖ **les particules plus ou moins floculées** ont des tailles et des vitesses de décantation variables. Lorsque la concentration est faible, la vitesse de chute augmente au fur et à mesure que les dimensions du floc s'accroissent par suite de rencontres avec d'autres particules, c'est la décantation diffuse.

A l'issue du traitement primaire, seules 50 à 60 % des matières en suspension sont éliminées. Ces traitements primaires ne permettent d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées

III.3- Traitement biologique (traitement secondaire)

Il s'agit d'un traitement biologique dont l'objectif est l'élimination de la pollution carbonée, azotée et phosphorée. [26]

L'épuration biologique des eaux résiduaires est basée sur les mêmes phénomènes que ceux de l'autoépuration naturelle des cours d'eau (rivières, lacs, barrages, mer) sous l'action des microorganismes aquatiques. Dans les ouvrages d'épuration biologique, tous les processus sont intensifiés à cause des conditions artificielles plus favorables à la dégradation de la pollution organique. [33]

III.3.1- Procédés intensifs

Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel.

Trois grands types de procédés sont utilisés :

- les lits bactériens et disques biologiques ;
- les boues activées ;
- les techniques de biofiltration ou filtration biologique accélérée. [34]

III.3.1.1- boues activées

On force ici le mélange du dioxygène, des eaux usées et des bactéries dans des bassins. Les espèces sont sélectionnées selon ce que l'on souhaite éliminer : carbone, azote, phosphore. Les bactéries et leurs déchets du métabolisme forment, dans un bassin appelé clarificateur, des boues (boues secondaires) qui sont ensuite traitées et utilisées pour la fertilisation des sols par exemple ; Une partie de ces boues retourne dans les bassins pour éviter une trop grande perte en bactéries. [35]

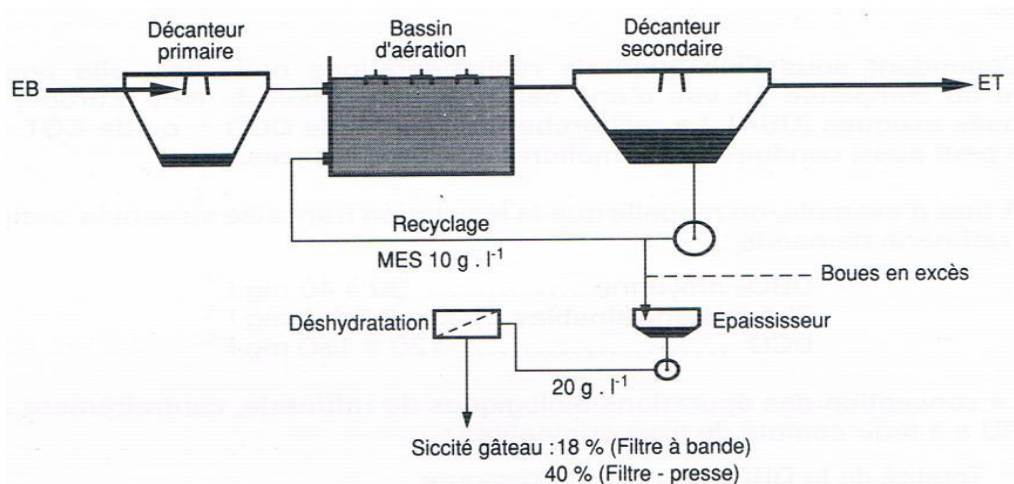


Figure II.1: Epuration biologique par boue activée. [36]

III.3.1.2- Lits bactériens (culture fixe)

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. [34]

Comme matériaux constitutifs des lits, on emploie les pierres non gélives, les pouzzolanes, ou des matières plastiques. Il importe que le matériau de remplissage soit exempt de sable; il doit dès lors être soigneusement lavé. [37]

Les substances contenues dans l'eau usée qui ruisselle sur le garnissage sont piégées par le biofilm puis dégradées par la biomasse fixée. Périodiquement, des plaques de biofilm se détachent du garnissage et sont entraînées avec l'eau. En sortie du lit bactérien, l'eau passe dans un clarificateur où elle est séparée des boues, constituées des fractions détachées de biofilm, par décantation. [26]

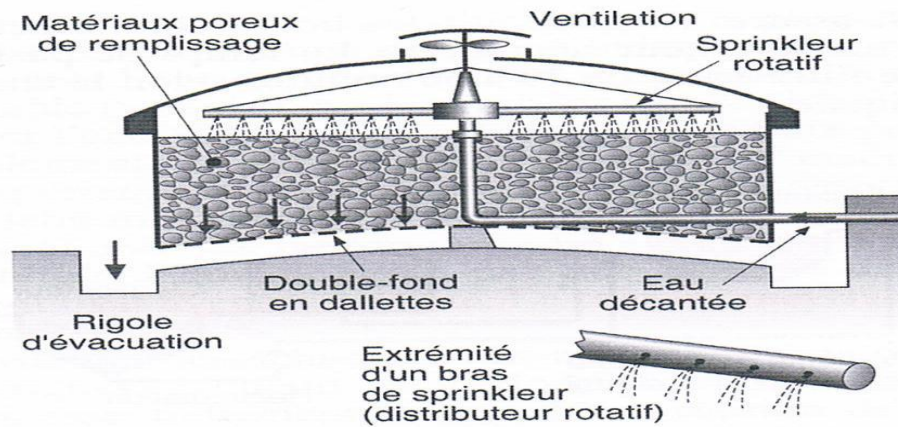


Figure II.2: Lit bactérien [7]

III.3.1.3- Disques biologiques (culture fixe)

Les disques biologiques ou bio-disques sont une filière de traitement biologique aérobie à biomasse fixée. Les supports de la microflore épuratrice sont des disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation lequel assure à la fois le mélange et l'aération. Lors de la phase immergée, la biomasse absorbe la matière organique qu'elle dégrade par fermentation aérobie grâce à l'oxygène atmosphérique. Dès qu'il dépasse une épaisseur de quelques millimètres, les boues en excédent se détachent et sont entraînés vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée. Les boues ainsi piégées sont automatiquement renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées (filière classique). [38]

III.3.2- Procédés extensifs

En pratique, ils se présentent sous trois aspects et peuvent servir de traitements complémentaires des effluents d'une station d'épuration biologique artificielle, afin de faire l'élimination de substances indésirables comme l'azote et le phosphore. Ils comprennent l'épandage sur le sol, le bassin de lagunage et la filtration par le sol. [39]

III.3.2.1- Lagunage

Ce procédé d'épuration des eaux usées consiste en un lent écoulement de l'eau dans un ou plusieurs réservoirs peu profonds (de 0,5 à 1,5 m) où prolifèrent des bactéries et autres organismes vivants au détriment des matières organiques et des sels minéraux contenus dans les eaux. Le lagunage permet également l'élimination de la pollution microbienne, ce qui est un avantage par rapport aux autres techniques d'épuration. [34]

Les boues vont se concentrer sur le fond des lagunes, intervenir dans la biologie du système et ne devront pas être évacuées avant 5 ou 10 ans. [39]

III.3.2.1.1.Lagunage naturel ou bassin de stabilisation (cultures libres)

Les étangs de stabilisation sont des bassins peu profonds qui utilisent des facteurs naturels comme la biodégradation, la lumière du soleil, la température, la sédimentation, la prédation et l'adsorption pour traiter les eaux usées. [40]

La pollution organique est dégradée par les bactéries qui libèrent des composés azotés, phosphorés et du CO₂. Les algues utilisent ces substances minérales et la lumière pour se développer en produisant de l'oxygène. L'oxygène dissout est repris par les bactéries clôturant ainsi un cycle symbiotique. L'oxygène est aussi introduit dans l'eau grâce à l'action du vent.

Les solides décantés sont décomposés en régime anaérobie au fond de l'étang produisant des minéraux et des composés à odeurs désagréables (H₂S, acides organiques). Ces derniers sont repris et oxydés en zone aérobie évitant ainsi leur émission dans l'atmosphère. Les étangs permettent d'obtenir une réduction de la DBO de l'ordre de 85%. [34]

Ils sont classés selon leur type d'activité biologique :

- ✓ **Etangs aérobie** : conçus de façon à avoir un milieu bien oxygéné.
- ✓ **Etangs facultatifs (aérobie-anaérobie)** : Une partie supérieure aérobie, le fond siège de fermentations anaérobies.
- ✓ **Etangs anaérobie** : Les bactéries anaérobies décomposent les matières organiques en produits gazeux tels que le dioxyde de carbone et le méthane.

III.3.2.1.2- Lagunage aéré

Une lagune aérée utilise le même principe que le lagunage simple dans lequel, l'apport d'oxygène est augmenté par la mise en place d'aérateurs mécaniques. Une lagune aérée fonctionne selon le principe des boues activées à très faible charge. Il existe deux types de lagunes aérées:

- ❖ Les lagunes aérobies dans laquelle on maintient une concentration en oxygène dissous dans tout le bassin.
- ❖ Les lagunes facultatives dans laquelle l'oxygène n'est maintenu que dans la partie supérieure du bassin. Une zone anaérobie est donc présente au fond du bassin. [41]

III.4- Traitement tertiaire

III.4.1- Désinfection des effluents

Ce traitement a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent épuré. Il existe différentes techniques (désinfection au chlore, au brome, par l'ozone, par rayonnement UV ou par lagunage). [42]

- ✓ Les œufs d'helminthes et les cryptosporidium (protozoaires de 4 à 6 µm) ne seraient pas détruits par les UV ni par le Cl, mais sont détruits à 99% par O₃ ou peuvent être arrêtés par microfiltration ;
- ✓ Les rayons UV-C 254 nm détruisent l'ADN, vital pour les microorganismes ;
- ✓ Ozonation C'est le procédé le plus efficace contre les bactéries et les virus. Elle est recommandée pour détruire les bactéries pathogènes et poliovirus ainsi que les kystes de Giardia. [43]

Si on veut obtenir une réduction du nombre de coliforme supérieur à 99,9% on applique la dose suivantes ;

- Après traitement physico-chimique : 3 à 10mg/l
- Après épuration biologique par boues activées 2 à 10mg/l. [44]

III.4.2- Elimination de l'azote

Dans la plupart des eaux usées, l'azote est sous forme organique ou ammoniacale (NH₄⁺). Une correcte oxygénation dans le bassin d'aération permet aux bactéries de transformer l'azote organique en ammoniacque puis d'oxyder l'ammoniacque en nitrate (NO₃). Il est rejeté 13 à 15g d'azote par habitant et par jour, dont deux tiers sous la forme ammoniacale et un tiers sous forme organique. [22]

Cette oxydation est une nitrification. Les nitrates sont alors transformés en azote gazeux en condition anoxie :

- Absence d'oxygène dissout
- Présence d'oxygène combiné aux nitrates

Il faut stopper l'aération pour réaliser cette étape appelée dénitrification. [45]

III.4.3- Elimination de phosphate

La quantité de phosphore rejeté dans les eaux urbaines est de l'ordre de 3 à 4g par habitant et par jour (soit une concentration de l'ordre de 25 mg/l pour le phosphore total). [22]

Le phosphore est un élément constitutif de la biomasse et représente en masse, suivant les stations, de 1 à 2,5% des matières sèches. La déphosphoration biologique entraîne un accroissement conséquent de ce pourcentage jusqu'à des valeurs de 5 à 6% et même plus lorsque les chiffres proviennent d'essais réalisés à l'échelle laboratoire. [46]

La technique la plus utilisée pour l'épuration du phosphore consiste en la précipitation chimique par adjonction de sels métalliques (fer ou aluminium ou de chaux). Les phosphates précipitent sous forme de sels métalliques ou d'hydroxydes et sont séparés de la phase liquide par décantation. Les principaux réactifs sont le sulfate d'alumine, d'aluminate de soude, le sulfate ferreux, le chrome ferrique, le chloro sulfate ferrique et la chaux. L'ajout du réactif peut-être effectué :

- après les prétraitements et avant le décanteur primaire ou le bassin d'aération ;
- Directement sur le bassin d'aération ;
- L'élimination peut également être partiellement faite par voies biologiques anoxie. [47]

III.5- Traitement des boues

Les boues constituent des déchets volumineux puisqu'elles contiennent généralement entre 95 et 99 % d'eau. Elles sont génératrices de nuisances dans la mesure où elles sont constituées par des matières organiques fermentescibles et peuvent renfermer des substances toxiques. Le traitement des boues vise deux objectifs :

- Réduction du pouvoir fermentescible (par voie biologique ou chimique) des boues urbaines afin de limiter, voire annulé, les nuisances olfactives.
- Réduction du volume des boues, afin de faciliter leur manutention et diminuer les frais en vue de leur élimination finale. [48]

III.5.1- composition des boues

La composition exacte des boues varie en fonction de l'origine des eaux usées, de la période de l'année et du type de traitement et de conditionnement pratiqué dans la station d'épuration [49] ;[50]. Les boues résiduaire représentent avant tout une matière première composée de différents éléments :

- Matière organique peut varier de 30 à 80 %. [51]
- Eléments fertilisants, les boues peuvent couvrir, en partie ou en totalité, les besoins des cultures en azote, en phosphore, en magnésie, calcium et en soufre.

➤ Les éléments en traces tels que le cuivre, le zinc, le chrome et le nickel présents dans les boues sont aussi indispensables au développement des végétaux et des animaux, peuvent se révéler toxiques à trop fortes doses. [52]

➤ Les boues contiennent des milliards de microorganismes vivants qui jouent un rôle essentiel dans les processus d'épuration. Seul une infime partie est pathogène (virus, bactéries, protozoaires, champignons, helminthes, etc.) et provient en majorité des excréments humains ou animaux. [53]

D'une façon générale, les boues doivent subir un prétraitement avant leur utilisation en agriculture. [54]

III.5.2- Les différentes filières de traitement des boues

Les boues résiduaires se présentent sous une forme liquide et avec une forte charge en matière organique hautement fermentescible. Ces deux caractéristiques sont gênantes et posent beaucoup de problèmes techniques pour leur évacuation «quelle que soit la destination», parmi lesquels leur transport et leur stockage qui conduisent souvent à des problèmes de manipulation et des nuisances olfactives. Ceci impose le choix d'une filière de traitement dès l'installation de la STEP.

La stabilisation pour empêcher ou réduire les problèmes de fermentation et d'éviter ainsi les nuisances olfactives. La stabilisation peut être biologique par voie aérobie (compostage) ou anaérobie (méthanisation) ou chimique (chaulage ou autres traitements). [55]

La stabilisation biologique présente l'avantage de limiter l'évolution ultérieure de la composition des boues. La déshydratation et la concentration des boues qui a pour objectif de réduire leur volume (plus de 97 % d'eau) par épaissement et/ou par déshydratation pour faciliter par la suite leur transport et leur stockage. Selon la quantité d'eau éliminée, on obtient des boues à différents pourcentages de siccité : Boues liquides (4 à 10 %), Boues pâteuses (10 à 25), Boues solides (25 à 50 %), Boues granulées ou en poudre pour une siccité supérieure à 85 %. [56]

III.5-3- Valorisation des boues

Les techniques les plus utilisées dans ce domaine dans le monde pour valoriser ces boues des STEP et réutilisées la deuxième fois dans différents domaines, selon la parole qui dit « rien ne se jette tout se transforme »

III.5-3.1- L'incinération

Elle réalise la destruction de la matière organique des déchets par combustion à haute température (+ de 500 °C) produisant des fumées et des matières minérales résiduelles

nommées cendres. Dans l'objectif d'une valorisation énergétique des déchets, la chaleur produite est récupérée sous forme de vapeur ou d'électricité pour le fonctionnement du four lui même, pour le chauffage urbain ou industriel. [57]

Les résidus de l'incinération (mâchefer) sont utilisables pour les travaux publics. [29]

III.5-3.2- utilisation agricole des boues

La valorisation agricole des boues résiduelles peut être considérée comme le mode de recyclage le plus adapté pour rééquilibrer les cycles biogéochimique (C, N, P), pour la protection de l'environnement et d'un très grand intérêt économique. Elle vise à ménager les ressources naturelles et à éviter tout gaspillage de matière organique du à l'incinération ou à l'enfouissement dans les décharges. [58] Les boues résiduelles peuvent ainsi remplacer ou réduire l'utilisation excessive d'engrais couteux.

III.5-3.3- utilisé la boue comme un compost

Le compostage est un processus de décomposition et de transformation « contrôlées » de déchets organique sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie. [59]

Les conditions de bon développement des activités microbiologique doivent être optimisées et leur suivi est indispensable pour évaluer la bonne conduite du compostage et l'obtention d'un produit final de bonne qualité. [60] ; [61] .car la stabilité et la maturité du compost sont essentielles pour une utilisation optimale du compost comme amendement du sol et source de nutriments pour les plantes. [62]

Ces paramètres interviennent en même temps au cours du compostage est :

➤ La composition chimique du substrat à composter doit avoir un équilibre tropique estimé généralement par le rapport carbone sur azote C/N.

➤ Le pH est un paramètre qui intervient essentiellement par son rôle sélectif sur la microflore responsable de la décomposition des déchets initiaux. Le pH optimal est de 5,5 – 8,0. [63]; [64] Le pH peut subir des modifications, soit une acidification par formation de certains acides organiques liés à la dégradation des sucres simple et la production de CO₂ en début de compostage, soit une alcalinisation production du gaz ammoniac. [61]

➤ La présence d'oxygène à un seuil minimal de l'ordre de 5% d'oxygène est indispensable au bon déroulement du compostage. [65]

➤ La teneur en eau et la nature de sa liaison avec les constituants du compost conditionnent la capacité de démarrage du processus de compostage et la création d'un biotope favorable au déroulement des processus biologiques. [66]

Conclusion

L'objectif principal de ce chapitre est de savoir que les eaux usées sont des eaux chargées de différents éléments qu'on peut les voir (MES) ou les estimer avec ses propres analyses (DBO- DCO). Dans ce cadre et à partir des constituants et des analyses on peut déterminer le type de traitement éventuel à faire subir à l'eau.

Rapport-Gratuit.com

Chapitre III

POLLUTION ET COLORANTS TEXTILES

Introduction

L'eau est la matière première la plus importante sur notre planète, pour les êtres humains, les animaux, les plantes et les microorganismes. Pratiquement tous les phénomènes vitaux de la biosphère sont liés à la disponibilité de l'eau. L'eau n'est donc pas uniquement espace vital, vecteur énergétique ou moyen de transport, mais également un élément essentiel pour tout genre de production. Au cours de l'histoire, la disponibilité globale d'eau est restée plus ou moins constante. Par contre C'est pourquoi, cette source qu'est l'eau, est aujourd'hui sérieusement menacée par beaucoup de type de pollution.

II. Définition de la pollution

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement. [67]

III- Les Différents types de pollutions

III-1. Pollution chimique

Les substances chimiques dont un grand nombre sont dangereux, peuvent être classées en six catégories : substances explosives, oxydantes, inflammables, toxiques et nocives, corrosives, irritantes et sub-radioactives. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds (mercure, zinc, chrome) et les éléments minéraux nutritifs (Nitrates et phosphates). [68]

Elle est due au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités de substances chimiques dont certaines sont non dégradables.

III-2.Pollution biologique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. [69]

III-3. 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 des usines) et la pollution atomique résidus des usines atomiques et accidents nucléaires).

IV. Origine de la pollution

IV-1. L'agriculture

Elle utilise des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures, ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration. [70]

IV-2. Pollution domestique

Nos eaux usées urbaines sont constituées de matière organique biodégradable certes mais de grandes consommatrices d'oxygène, de germes pathogènes et de produits chimiques. [71]

IV-3. Pollution par les eaux pluviales

Il ne faut pas oublier par ailleurs la pollution générée par les eaux pluviales. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles).

IV-4. Pollution d'origine naturelle

Certaines substances, naturellement, présentent dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le sodium, les chlorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes. [72]

IV -5. Pollution industriel

Ce type de pollution peut avoir un effet toxique sur les organismes vivant et nuire au pouvoir d'autoépuration de l'eau, ou causer l'accumulation de certain élément dans la chaîne alimentaire (métaux, radioactivité, etc.).

L'impact des rejets industriels sur la qualité de l'eau est fonction de leur affinité avec l'oxygène, de la quantité de solide en suspension, et de leur teneur en substance organique et inorganique. Dans des meilleurs des cas, une première étape d'épuration se fait sur le site même de production, le reste des eaux usées étant ensuite dirigé vers les systèmes de traitement municipaux malheureusement, pour de

nombreuse unité de production les eaux usées retournent dans un cours d'eau sans traitement préalable, ou insuffisamment assainies.

Généralement les différents types de pollution sont mélanger et agissent les uns sur les autres. En effet un rejet n'est jamais une source unique et un égout rejette des déchets de différentes natures.

En définitif, la pollution des eaux par les matières organiques est un problème mondial dont les aspects et la portée sont évidemment différents selon le niveau de développement des pays. Il importe que les concentrations des produits polluants soient les plus faibles possibles. La prévention est donc essentiel est repose sur 3 aspects suivants :

- L'aspect réglementaire qui consiste et fixe des normes
- L'aspect sanitaire comporte en particulier le contrôle technique des installations.
- L'aspect scientifique et technologique enfin correspondant à l'amélioration des procédés de dépollution.

Malgré tout il reste encore beaucoup de travail à faire notamment en ce qui concerne les effluents des industries textiles. Ces rejets font partie des eaux usées les plus mal traitées et sont caractérisés par de fortes coloration, de fortes variations de pH, de fortes demandes chimique en oxygène (DCO) et biotoxicité accrue à l'égard des bactéries. [73] ; [74]

IV- a Les colorants de textile

IV-a-1 Généralités

Un colorant doit posséder, outre sa couleur propre, la propriété de teindre. Cette propriété résultant d'une affinité particulière entre le colorant et la fibre est à l'origine des principales difficultés rencontrées lors des traitements. En effet, selon le type d'application et d'utilisation, les colorants synthétiques doivent répondre à un certain nombre de critères afin de prolonger la durée de vie des produits textiles sur lesquels ils sont appliqués : résistance à l'abrasion, stabilité photolytique des couleurs, résistance à l'oxydation chimique (notamment les détergents) et aux attaques microbiennes. L'affinité du colorant pour la fibre est particulièrement développée pour les colorants qui possèdent un caractère acide ou basique accentué. Ces caractéristiques propres aux colorants organiques accroissent leur persistance dans l'environnement et les rendent peu disposés à la biodégradation. [75]

Les matières colorantes se caractérisent par leur capacité à absorber les rayonnements lumineux dans le spectre visible (de 380 à 750 nm). La transformation de la lumière blanche en lumière colorée par réflexion sur un corps ou par transmission ou diffusion, résulte de l'absorption sélective d'énergie par certains groupes d'atomes appelés chromophore par (Witt, 1876), la molécule colorante étant le chromogène. Plus la facilité du groupe chromophore à donner un électron est grande plus la couleur sera intense (groupe chromophore classés par intensité décroissante dans le **tableau III.1**). D'autres groupes d'atomes du chromogène peuvent intensifier ou changer la couleur due au chromophore : ce sont les groupes auxochromes.

Les chromophores sont des groupes aromatiques (système π), conjugués (liaison π), comportent des liaisons non-liantes (électron n) ou des complexes de métaux de transition. Les colorants diffèrent les uns des autres par des combinaisons d'orbitales moléculaires. La coloration correspond aux transitions possibles après absorption du rayonnement lumineux entre ces niveaux d'énergie propres à chaque molécule. [76]

De manière générale, les colorants consistent en un assemblage de groupes chromophores, auxochromes et de structure aromatique conjuguées (cycles benzénique, anthracène, perylène, etc.). Lorsque le nombre de noyaux aromatiques augmente, la conjugaison des doubles liaisons s'accroît et le système conjugué s'élargit. L'énergie des liaisons p diminue tandis que l'activité des électrons p ou n augmente et produit un déplacement vers les grandes longueurs d'onde. De même lorsqu'un groupe auxochrome donneur d'électrons (amino, hydroxy, alkoxy...) est placé sur un système aromatique conjugué, ce groupe se joint à la conjugaison du système p, la molécule absorbe dans les grandes longueurs d'onde et donne des couleurs plus foncées. [77]

Tableau III.1 : Principaux groupes chromophores et auxochromes, classés par intensité croissante.

Groupes chromophores	Groupes auxochromes
Azo (-N=N-)	Amino (-NH ₂)
Nitroso (-NO ou -N-OH)	Méthylamino (-NHNH ₃)
Carbonyl (=C=O)	Diméthylamino (-N(CH ₃) ₂)
Vinyl (-C=C-)	Hydroxyl (-HO)
Nitro (-NO ₂ ou =NO-OH)	Alkoxy (-OR)
Sulphure (> C=S)	Groupes donneurs d'électrons

IV. a.2 Classification

Les principes de classification les plus couramment rencontrés dans les industries textiles, sont basés sur les structures chimiques des colorants synthétiques et sur les méthodes d'application aux différents substrats (textiles, papier, cuir, matières plastique, etc.)

IV. a.2.1 Classification chimique

Le classement des colorants selon leur structure chimique repose sur la nature du groupe chromophores (tableau III.1). Les colorants azoïques et phtalocyanines faisant l'objet de cette étude seront traités plus en détail.

Les colorants anthraquinoniques sont, d'un point de vue commercial, les plus importants après les colorants azoïques. Leur formule générale dérivée de l'anthracène montre que le chromophore est un noyau quinonique sur lequel peuvent s'attacher des groupes hydroxyles ou amino.

Les colorants indigoïdes tirent leur appellation de l'indigo dont ils dérivent. Ainsi, les homologues sélénié, soufre et oxygéné du bleu indigo provoquent d'important effet hypsochromes avec des coloris pouvant aller de l'orange au turquoise.

Les colorants xanthène, dont le composé le plus connu est la fluorescéine, sont dotés d'une intense fluorescence. Peu utilisés en tant que teinture, leur faculté de marqueurs lors d'accident maritime ou de traceurs d'écoulement pour des rivières souterraines est malgré tout bien établie.

Les phtalocyanines ont une structure complexe basée sur l'atome central de cuivre. Les colorants de ce groupe sont obtenus par réaction du dicyanobenzène en présence d'un halogénure métallique (Cu, Ni, Co, Pt, etc.).

Les colorants nitrés et nitrosés forment une classe de colorants très limitée en nombre et relativement ancienne. Ils sont actuellement encore utilisés, du fait de leur prix très modéré lié à la simplicité de leur structure moléculaire caractérisée par la présence d'un groupe nitro (-NO₂) en position ortho d'un groupement électrodonneur (hydroxyle ou groupe aminés).

IV.a.2.2 Classification tinctoriale

Si la classification chimique présente un intérêt pour le fabricant de matières colorantes, le teinturier préfère le classement par domaines d'application. Ainsi, il est renseigné sur la solubilité des colorants dans le bain de teinture, son affinité pour les diverses fibres et sur la nature de la fixation. Celle-ci est de force variable selon que la liaison colorant – substrat est du type ionique, hydrogène, de van der Waals ou covalente. On distingue différentes catégories tinctoriales définies cette fois par les auxochromes. [78]

- Les colorants acides ou anioniques : Solubles dans l'eau grâce à leur groupe sulfonates ou carboxylates, ils sont ainsi dénommés parce qu'ils permettent de teindre les fibres animales (laine et soie) et quelques fibres acrylique modifiées (nylon, polyamide) en bain légèrement acide sulfonique. Le colorant – fibre est le résultat de liaisons ioniques entre la partie acide sulfonique des colorants et les groupes amino des fibres textiles.

- Les colorants basiques ou cationiques : sont des sels d'amines organiques, ce qui leur confère une bonne solubilité dans l'eau. Les liaisons se font entre les sites cationiques des colorants et les sites anioniques des fibres. En passe de disparaître dans la teinture de la laine et de la soie, ces colorants ont bénéficié d'un regain d'intérêt avec l'apparition des fibres acryliques, sur lesquelles ils permettent des nuances très vives et résistantes.

- Les colorants de cuve : Ceux-ci sont les colorants les plus anciennement connus. Leur emploi se base sur une technique particulière de teinture. Dans un premier temps, la matière colorante est ramenée à l'état de produit incolore par réduction. Cette opération se réalise en milieu alcalin dans une cuve, ce qui explique la désignation de ces colorants. Le dérivé incolore caractérisé par sa solubilité en réducteur, présente une grande affinité pour les fibres textiles.

- Les colorants directs : contiennent ou sont capables de former des charges positives ou négatives électro statiquement attirées par les charges des fibres. Ils se distinguent par leur affinité pour les fibres cellulosiques sans application de mordant, liée à la structure plane de leur molécule.
- Les colorants à mordants : contiennent généralement un ligand fonctionnel capable de réagir fortement avec un seul d'aluminium, de chrome, de cobalt, de cuivre, de nickel, ou de fer pour donner différents complexes colorés avec le textile.
- Les colorants réactifs : contiennent des groupes chromophores issus essentiellement des familles azoïques, anthraquinonique et phtalocyanine. Leur appellation est liée à la présence d'une fonction chimique réactive, de type triazinique ou vinylsulfone assurant la formation d'une liaison covalente forte avec les fibres, solubles dans l'eau, ils entrent de plus en plus fréquemment dans la teinture du coton et éventuellement dans celle de la laine et des polyamides.
- Les colorants développés ou azoïques insolubles : sont formés directement sur la fibre. Au cours d'une première étape, le support textile est imprégné d'une solution de naphthol ou copulant. Les précurseurs de la molécule suffisamment petits pour diffuser dans les pores et les fibres sont ensuite traités avec une solution de sel de diazonium qui, par réaction de copulation entraîne le développement immédiat du colorant azoïque.

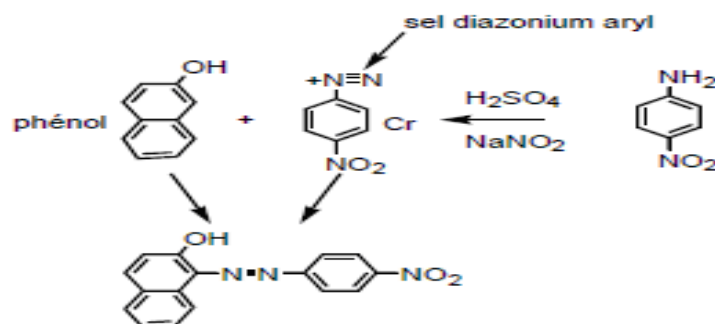


Figure III.1 : Colorant Azoïque insoluble

- Les colorants dispersés : sont très peu solubles dans l'eau et sont appliqués sous forme d'une fine poudre dispersée dans le bain de teinture. Ils sont en mesure, lors d'une teinture à haute température, de diffuser dans les fibres synthétiques puis de s'y fixer.

IV. b- Nécessité de traiter les effluents textiles

IV. b.1- Pourquoi les rejets textiles sont-ils dangereux ?

IV. b.1-1-Les dangers évidents

-Eutrophisation : Sous l'action des microorganismes, les colorants libèrent des nitrates et des phosphates dans le milieu naturel. Ces ions minéraux introduits en quantités trop importante peuvent devenir toxiques pour la vie piscicole et altérer la production d'eau potable. Leur consommation par les plantes aquatiques accélère leur prolifération anarchique et conduit à l'appauvrissement en oxygène par inhibition de la photosynthèse dans les strates les plus profondes des cours d'eau et des eaux stagnantes.

- Sous-oxygénation : Lorsque des charges importantes de matière organique sont apportées au milieu via des rejets ponctuels, les processus naturels de régulation ne peuvent plus compenser la consommation bactérienne d'oxygène. [79] estime que la dégradation de 7 à 8 mg de matière organique par des micro-organismes suffit pour consommer l'oxygène contenue dans un litre d'eau.

-Couleur, turbidité, odeur : L'accumulation des matières organiques dans les cours d'eau induit l'apparition de mauvais goûts, prolifération bactérienne, odeurs pestilentielles et coloration anormales. [80] ont évalué qu'une coloration pouvait être perçue par l'œil humain à partir de $5 \cdot 10^{-6}$ g/l. En dehors de l'aspect inesthétique, les agents colorants ont la capacité d'interférer avec la transmission de la lumière dans l'eau, bloquant ainsi la photosynthèse des plantes aquatiques.

IV. b.1-2-Les dangers à long terme

La persistance : les colorants organiques synthétiques sont des composés impossibles à épurer par dégradations biologiques naturelles. [75] Cette persistance est en étroite relation avec leur réactivité chimique :

-Les composés insaturés sont moins persistants que les saturés,

-Les alcanes sont moins persistants que les aromatique,

-La persistance des aromatique augmente avec le nombre de substituants,

-Les substituants halogènes augmentent plus la persistance des colorants que les groupements alkyles.

.Bioaccumulation : Si un organisme ne dispose pas de mécanismes spécifiques, soit pour empêcher la résorption d'une substance, soit pour empêcher la résorption d'une

substance, soit pour l'éliminer une fois qu'elle est absorbée, alors cette substance s'accumule. Les espèces qui se trouvent à l'extrémité supérieur de la chaîne alimentaire, y compris l'homme, se trouvent exposées à des teneurs en substances toxiques pouvant être jusqu'à mille fois plus élevées que les concentrations initiales dans l'eau.

. Cancer : Si la plupart des colorants ne sont pas toxiques directement, une portion significative de leurs métabolites le sont [81] Leurs effets mutagènes, tératogènes ou cancérigène apparaissent après dégradation de la molécule initiale en sous-produits d'oxydation : amine cancérigène pour les azoïques, [82] leuco-dérivé pour les triphénylméthanes. [83]

. Sous-produits de chloration (SPD) : Le chlore utilisé pour éliminer les microorganismes pathogènes réagit avec la matière organique pour former des trihalométhanes (THM) (Santé Canada, 1999a) pouvant atteindre plusieurs centaines de mg/L. Les SPD sont responsables de développement de cancer du foie, des poumons, des reins et de la peau chez l'homme. [84]

IV. b.2- Actions curatives : traitements des colorants

Au cours des différentes étapes de teinture, des quantités plus ou moins importantes de colorants sont perdues par manque d'affinité avec les surfaces à teindre ou à colorer (Tableau III.2).

Comme nous avons pu le voir, ces rejets organiques sont toxiques et nécessitent une technique de dépollution adaptée.

Le traitement des rejets textiles, compte tenu de leur hétérogénéité de composition, conduira toujours à la conception d'une chaîne de traitement assurant l'élimination des différents polluants par étapes successives. La première étape consiste à éliminer la pollution insoluble par l'intermédiaire de prétraitement (dégrillage, dessablage, déshuilage...) et/ou de traitements physiques ou physico-chimiques assurant une séparation solide – liquide.

Tableau III. 2 : Taux de fixation sur textile pour les différentes classes de colorants. [85]

Classe de colorant	Fixation (%)	Fibres utilisées
Acide	80-93	Laine, nylon
Azoïque	90-95	Cellulose
Basique	97-98	Acrylique
De cuve	80-95	Cellulose
Direct	70-95	Cellulose
Dispersé	80-92	Synthétique
Réactif	50-80	Cellulose
Soufré	60-70	Cellulose

Les techniques de dépollution intervenant le plus couramment en deuxième étape dans les industries textiles d'après [86] et [87] se divisent en trois types :

Physique :

- Méthodes de précipitation (coagulation, floculation, sédimentation),
- Adsorption (sur charbon actif),
- Osmose inverse, filtration,
- Incinération.

Chimique :

- Réduction ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$),
- Résine échangeuse d'ions

Biologique :

- Traitement aérobie,
- Traitement anaérobie.

Dans cette étude nous avons utilisé aussi bien des procédés physiques, chimiques et biologiques et seront abordés plus spécifiquement au cours de la deuxième partie consacré aux techniques de traitement des rejets textile.

Conclusion

Le problème de la pollution n'est pas un problème de « tout ou rien », c'est un problème de « plus ou moins ». Lorsque nous jetons quelque chose à la poubelle ou que nous tirons la chasse d'eau nous avons tendance à en oublier les conséquences. Nous sommes responsables de plusieurs sources de pollution de l'eau non-précise et nous ne sommes pas assez conscience de notre très grande contribution à la pollution de l'eau, sur tous pour les rejets de l'industrie textile. L'étude ce chapitre nous avons expliqué le pourquoi et le comment de la pollution industrielle

Chapitre IV

Présentation et description du complexe textile SOITEX – Chetouane

I - Situation géographique

Le complexe textile de Tlemcen qui dépend de l'entreprise national des industries textiles des soies « SOITEX » se situe à la wilaya de Tlemcen à l'extrême ouest de l'Algérie et exactement au niveau de la Daira de Chetouane et environ 4 Km au chef lieu.

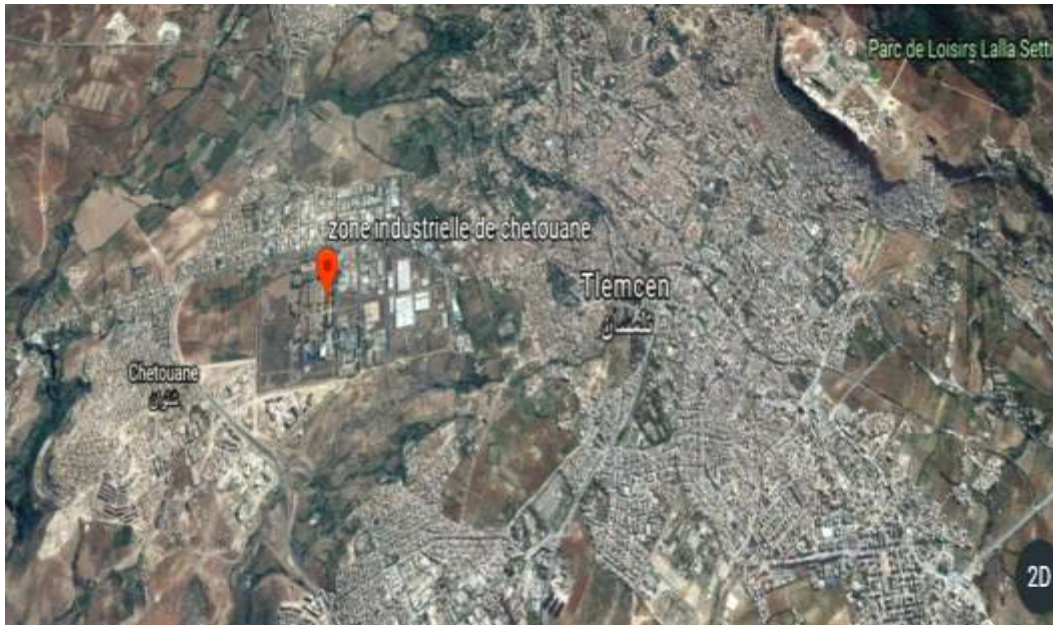


Figure IV.1 : La situation géographique de complexe textile – SOITEX- de Tlemcen

II - Présentation de la société SOITEX

L'entreprise national des industries textiles des soies « SOITEX » est considérée parmi les plus récentes des unités au niveau national, issue de restructuration de l'entreprise national des industries textiles « SONITEX » est crée par décret N°399 – 82 daté du 04 décembre 1982 au capitale social de 604.600.000 DA, est devenue une entreprise économique (société par action) par acte notarié du 04 Mars 1990.

Afin de produire les produits de qualité de soie, destinés aux ménages, en utilisant du fil en soie naturelle et des fils industriel (polyamides, polyester, acétate), les taches attribuées, c'est l'exploitation, la gestion et le développement de diverses activités, spécialement la couture de textile coloration , impression, broderie.

L'entreprise SOITEX comprend trois unités :

- Unités de Boufarik
- Unités de Nedroma
- Unités de Tlemcen : elle comprend la complexe soierie de Tlemcen et l'unité de broderie. Son siège social se trouve à l'intérieur de cette dernière.

Après la restructuration de 1998 à ces unités deviennent indépendantes :

- Unités de Nedroma (SOITIN)
- Unités de Boufarik (SOTRADA)
- Et l'unité SOITEX reste toujours et comprend le complexe de soierie et l'unité de broderie à Tlemcen.

L'unité de SOITEX se situe dans la zone industrielle de Chetouane Tlemcen, elle est composée d'une superficie de 37,3 hectares, elle est considérée parmi les plus grandes unités économique en Algérie. L'effectif opérationnel mois d'avril 2004 a atteint 771 salariés.

Nous n'avons pas eu l'accès au donner de SOITEX pour les actualisé.



Figure IV.2 : présentation de l'unité SOITEX dans la zone industriel de Chetouane - Tlemcen

II –1- FICHE TECHNIQUE

GROUPE : TEXAMO

- 1 - Dénomination de l'entreprise ou de la filiale : SOITEX
- 2 – Siège Social : Adresse : BP.222 – Route de chetouane –Tlemcen
- 3 – activités principales et produit ou famille de produit : textiles de type soierie (Habillement, ameublement) ; broderie et confection.
- 4 – Caractéristique principales de l'entreprise :
 - 4.1 – Date de création : Décembre 1982
 - 4.2 – Forme de société : Spa
 - 4.3 – Organe de gestion : CA 6 D.G.

Complexe de soierie de Tlemcen :

Superficie totale : 35 ha.

Unité Broderie :

Superficie Totale : 22.500 m²

Superficie construite : 3.290 m²

Activités :

Production d'articles et motifs brodés sur franges, couvre lits, rideaux ect...

Capacité Théorique : 40.000 MI/an

Capacité Broderie : 1.171.000.000 points/an

Superficie construite : de l'ordre de 09 Ha composée de :

- ✓ Atelier de préparation tissage



Figure IV. 3 : Salle des machines de préparation des fibres pour le tissage

✓ Atelier de tissage



Figure IV. 4 : Salle des machines de tissage et roulage



Figure IV. 5 : Atelier de contrôle après le tissage

✓ Atelier de Teinture des pièces



Figure IV. 6 : des machines de Teinture

✓ Atelier de finissage



Figure IV. 7 : Atelier de finissage plus la Vaporisation, Lavage et Séchage des pièces.

✓ Atelier de contrôle final et Magasin de produit finis



Figure IV. 8: Atelier de Contrôle finale, classement et emballage

Il existe d'autre Atelier comme :

- ✓ Atelier de fabrication mécanique pour le maintenance de l'usine qui contient des machines de fraiseuse et Toure,...
- ✓ Atelier de chaufferie
- ✓ Bloc social (cantine, œuvres sociales, etc....) + Centre de formation
- Bâtiment administration à usage de direction du C.S.T

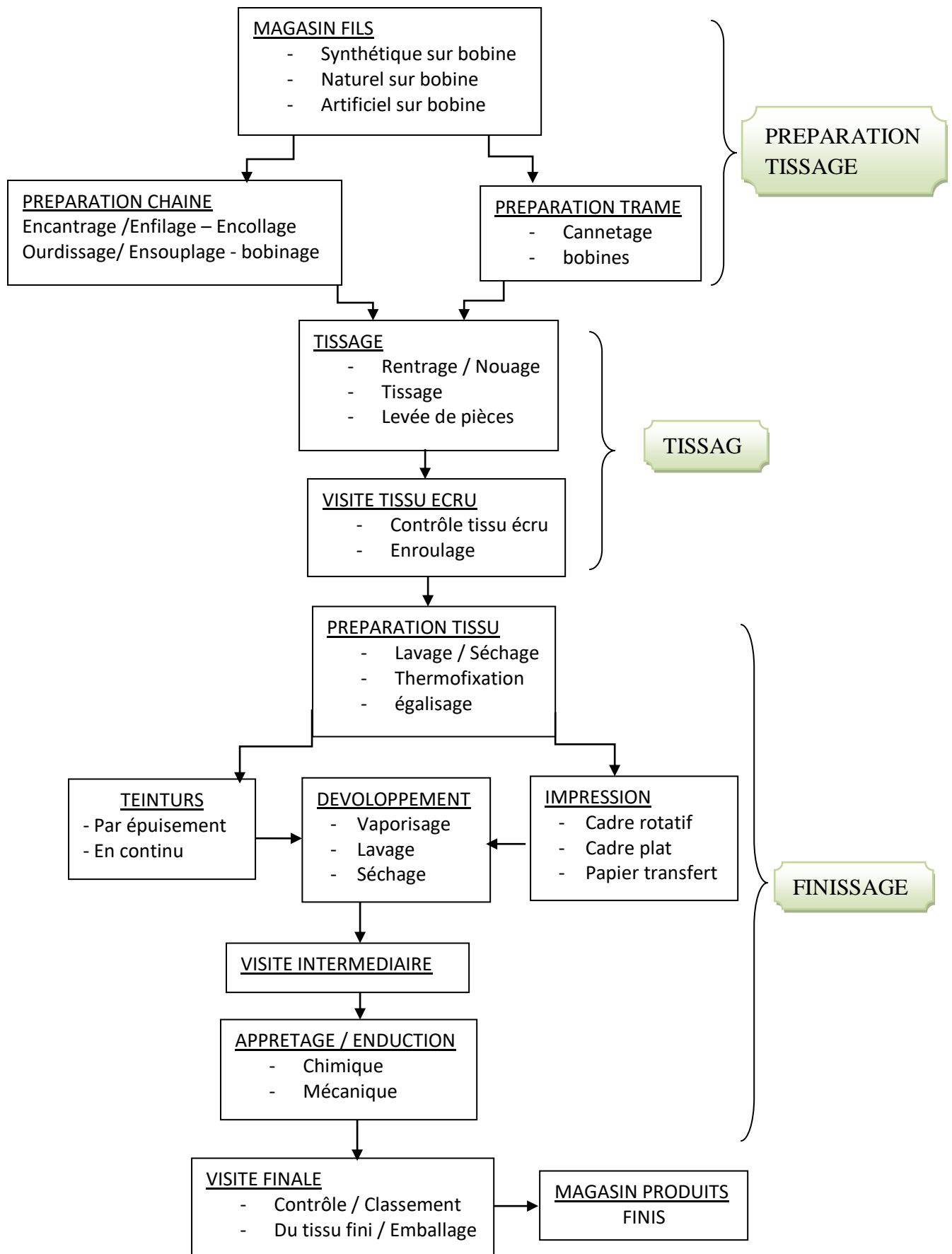


Figure IV. 9 : Processus technique de fabrication du tissu

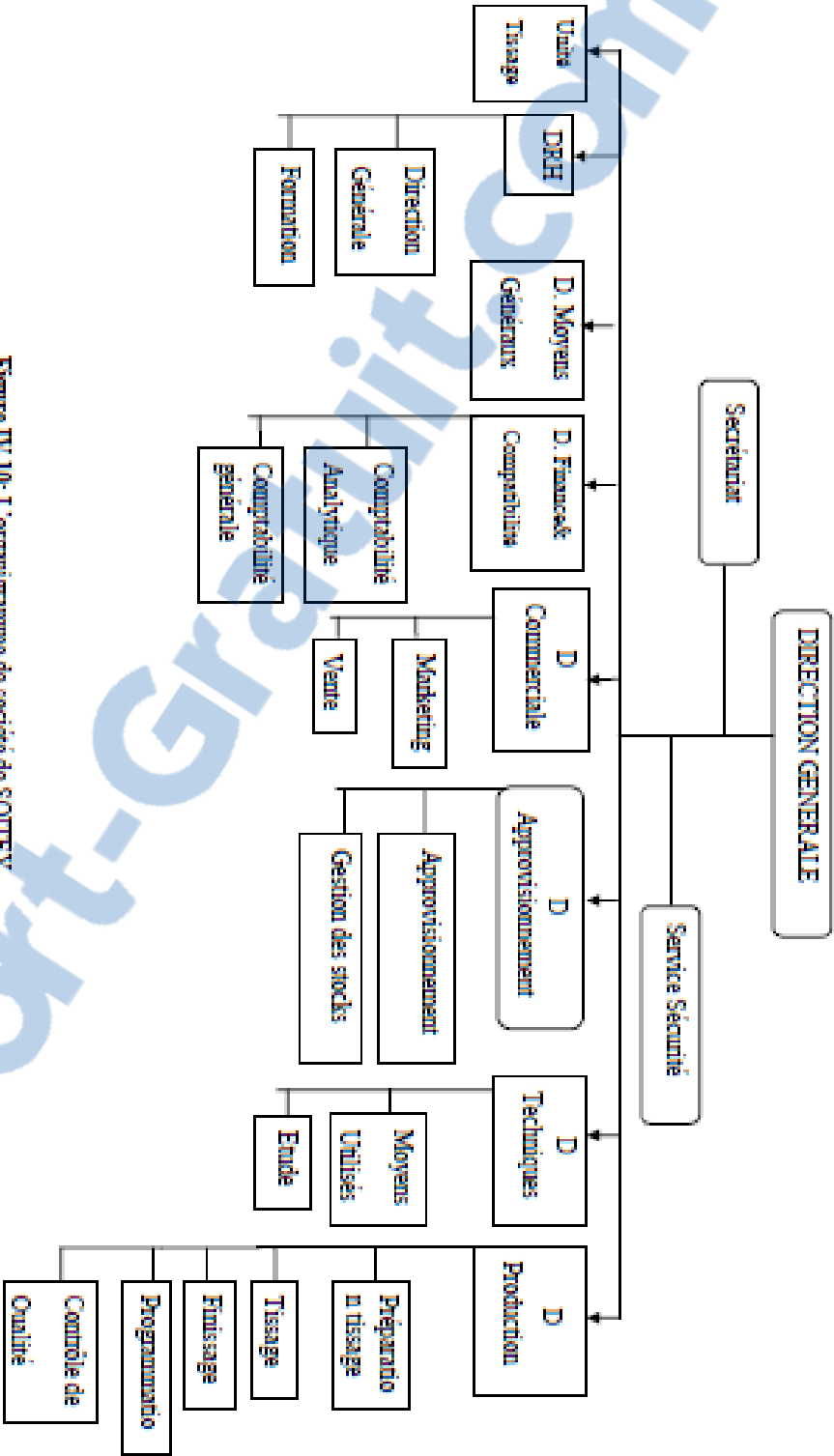


Figure IV.10: L'organigramme de société de SOITEX

Rapport-Gratit.com

III - Types de pollutions générées par le complexe

III –1- Pollution industrielle :

L'industrie textile avec le raffinage de flocons de laine de fils et de tissus à partir de matières fibreuses naturelles et synthétiques, fait partie de branches industrielles utilisant beaucoup d'eau. Les eaux usées des industries textiles font partie des eaux les plus souillées par leur teneur en colorants, en agents auxiliaires, en moyens d'apprêtage et en sels minéraux. Les eaux souillées des industries sont caractérisées exclusivement par des matières organiques ou minérales, par des colorations et par des températures élevées.

Les eaux usées colorées sont toujours considérées, comme eaux souillées, bien que beaucoup de matières colorantes facilement solubles perdent rapidement de leur danger. Mais puisque les bains de teinture ne prennent jamais entièrement des résidus de couleur dans les eaux usées textiles sont inévitables.

Aux eaux usées textiles, des eaux usées industrielles s'ajoutent encore des eaux usées de la production de vapeur et les eaux de service.

III- 2- Pollution biologique

Parmi les eaux usées sanitaires on compte surtout les eaux usées fécales, selles de l'installation sanitaire (douches et lavabos) et les eaux ménagères. Ces eaux sont caractérisées par une très grande pollution organique et par une grande teneur en matières dissoutes.

Chapitre V

MATERIEL ET METHODES

I - Objectif de l'étude :

Puisque la coagulation floculation prend sa place pratiquement dans toutes les stations de traitement ou d'épuration des eaux.

Cette étude a pour but de montrer l'influence que peut avoir la coagulation-floculation sur l'utilisation des différents coagulants et floculants sur l'amélioration de la qualité des eaux de la soitex de Tlemcen.

Pour atteindre cet objectif, on a tout d'abord fixé les conditions optimales de fonctionnement du jar-test sur lequel on va procéder à la coagulation-floculation, après nous avons ramené les eaux de l'industrie textile, la soitex de Tlemcen qu'on a fait utiliser le jar-test de type **JLT6 floculateur (F105A0109)**.

Pour voir et comprendre cette influence, des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été effectuées.

II - Matériel utilisés

II-1- Appareillage de mesure

L'analyse des différents paramètres que nous avons mesuré, ainsi que les appareils utilisés au cours de notre travail sont résumés dans le tableau V.1 :

Tableau V. 1: Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses

Paramètres mesurés	Types d'appareils
pH	pH mètre (PH3110 WTW)
Température	Le thermomètre de laboratoire
Turbidité	Le turbidimètre JLT6 floculateur (F105A0109).
Conductivité	Le conductimètre EC215

II-1-1 Détermination de la turbidité

A – Principe

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence des particules en suspensions dans l'eau (débris organique, argile, organismes microscopique, ...).

Le turbidimètre comprend un faisceau lumineux qui traverse la cuve de mesure. La lumière diffusée latéralement par les particules en suspension est reçue par une cellule de mesure décalée de 90°.

La lumière transmise est reçue par voie directe. Pour que les mesures comparatives d'un appareil à un autre soient satisfaisantes, un certain nombre de conditions doivent être respectées. [72]

B – Mode opératoire

Remplir la cellule avec l'échantillon jusqu'au trait de jauge d'une façon à éviter la formation des bulles d'air. On ferme la cellule. On place la cellule dans le turbidimètre, et on lit la valeur affichée sur l'écran.



Figure V. 1: Turbidimètre

II-1-2 Détermination de la conductivité

A- Principe

Le passage du courant électrique est en fonction directe de la concentration ionique de la solution, sa détermination donne la quantité des sels dissouts.

Etablir les connexions électriques nécessaires du conductimètre, on lave l'électrode avec de l'eau distillée puis on place l'électrode dans un bécher contenant l'eau à analyser ensuite on lit la valeur indiquée sur l'écran de l'appareil.



Figure V.2 : conductimètre

II-1-3 Détermination de la température et du pH

A- Mode opératoire

L'appareil est composé de deux électrodes l'un pour la mesure de la température et l'autre pour la mesure du pH. Ainsi pour leur mesure il faut établir les connexions électriques nécessaires de l'appareil puis on lave avec de l'eau distillée les deux électrodes ensuite on plonge ces deux électrodes dans un bécher contenant l'eau à analyser au même point et on lit la valeur concernant le pH et celle concernant la température qui s'affiche sur l'appareil.



Figure V. 3 : pH mètre de labo

Le **Jar-Test** que nous avons utilisé, de marque JLT6 flocculateur (F105A0109), comporte 6 agitateurs dont la vitesse de rotation peut varier entre 0 et 300 tr/min. Les pales sont de type à hélices (Photos V. 4) et le volume des béchers est de 1 litre.

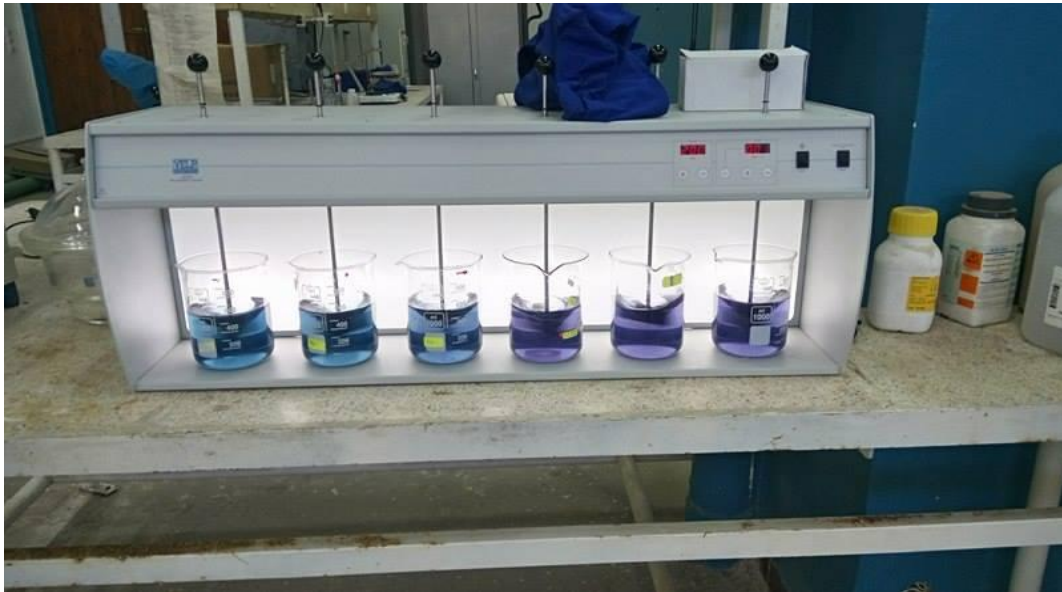


Figure V. 4 : Jar test de labo

II- 1- 4 : Verreries :

- ✓ Béchers de 50 ; 500 et 1000 mL ;
- ✓ Pipettes de 10 et 25mL ;
- ✓ Erlen meyer ; 500 et 1000mL ;
- ✓ Fioles jaugés de 500 et 1000 mL ;
- ✓ Entonnoir ;
- ✓ éprouvettes de 100 ; 250 ; 500mL.

Autres : comme la pissette et le balance électronique.

II.2- Mode opératoire expérimental

II.2.1- Etude expérimentale

II.2.1.1- Les objectifs du travail

Les objectifs convenables de ce travail sont :

- L'étude de l'influence de la concentration du coagulant et flocculant sur le rendement de l'élimination de la matière en suspension;
- L'étude de l'influence de la turbidité de l'eau usée de textile sur la coagulation flocculation;
- L'étude de l'influence de la vitesse et de la durée d'agitation sur la coagulation flocculation.

Pour réaliser ces objectifs, il faut suivre les étapes suivantes :

Pour la phase de coagulation flocculation :

- Trouver la dose optimale du coagulant et/ ou flocculant en fonction de la nature de l'eau à traiter ;
- Optimisation de la vitesse et du temps d'agitation.

II.2.2- Manipulation :

Les essais ont été réalisés au laboratoire de traitement et d'épuration des eaux du Département d'Hydraulique à l'Université de Tlemcen.

Avant d'entamer les essais de coagulation flocculation, sur un exemple d'eau usée de textile dilué 4fois, nous avons effectué au préalable une analyse physico-chimique pour prendre l'habitude de travailler avec les appareils.

Les paramètres à analyser sont : la turbidité, le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité et la température.

Afin de choisir les meilleurs doses du coagulant et du flocculant, nous avons fait l'étude de l'influence de la vitesse et le temps d'agitation sur la coagulation flocculation en utilisant le Jar-test.

II.2.3- Mode opératoire d'essai en Jar-Test

Les bases théoriques de la coagulation flocculation ne permettent jamais de préciser les Doses optimales du coagulant et de flocculant, ainsi la vitesse d'agitation d'une eau donnée.

Mais il fait toujours recours à l'expérience des essais en laboratoire sur l'appareil Jar-Test.

II.2.3. 1- Mode opératoire de l'influence de la concentration de coagulant

Les instructions qu'on doit exécuter lors de l'étude de l'influence de concentration de sulfate d'alumine sur la coagulation-floculation de l'eau salée turbide sont les suivantes :

- Bien laver les béchers ;
- Mesurer un volume précis d'eau à traiter pour chaque bécher (500 ou 1000 ml) selon la capacité des béchers utilisés.
- Placer les béchers dans le " Jar-Test " agité à une vitesse de 200 tr/min pendant 1 min et mesurer les principaux paramètres.
- Mettre en route les agitateurs à une vitesse rapide égale à 200 tr/min ;
- Ajouter des doses croissantes de coagulant (sulfate d'alumine) le plus rapidement possible et de façon identique dans chaque bécher à l'aide des pipettes et laisser l'agitation rapide pendant 2 min ;
- laisser décanté pendant 12 min;
- puis on prélève 50 ml à l'aide d'une pipette placée à une profondeur constante dans chaque bécher.
- mesurer pour chaque échantillon : la température, pH, turbidité.
- Enregistrer les résultats obtenus.

II.2.3. 2. Mode opératoire sur l'influence de la concentration de flocculant

Une fois les paramètres mesurés et on trouve la dose optimale de coagulant, on passe à la détermination de la dose optimale de flocculant.

Les étapes à suivre lors de l'étude de l'influence de concentration de polyamide sur la coagulation-floculation d'une eau turbide sont les suivantes :

- Remplir les béchers par les mêmes solutions dans l'étude de l'influence de concentration de coagulant,
- Placer les béchers dans le " Jar-Test " agité à une vitesse de 200 tr/min pendant 1 min.
- Ajouter la dose optimale de coagulant dans chaque bécher le plus vite possible et laisser l'agitation rapide à une vitesse de 200 tr/min et pendant 2 min ;

- Réduire la vitesse d'agitation jusqu'à 35 tr/min ;
- Ajouter les doses croissantes de flocculant;
- Laisser l'agitation lente pendant 20 min puis la décantation pendant 40 min ;
- Prélever à partir de chaque béccher d'eau décantée, mesurer les paramètres suivants : la température, le pH, la turbidité.
- Enregistrer les valeurs obtenues.

Nous avons fait le même Protocole pour trouver la concentration optimale de kaolin et bentonite.

II.2.3. 3. Mode opératoire de l'influence de la vitesse (rapide et lente) et de la durée d'agitation

A- Durant la coagulation

- Bien laver les bécchers ;
- Mesurer un volume 500 mL d'eau à traiter pour chaque béccher ;
- Placer les bécchers dans le " Jar-Test " agité à une vitesse de 300 tr/min pendant 1 min et mesurer la turbidité ;
- Ajouter 17 mg de coagulant (sulfate d'alumine)le plus rapidement possible et de façon identique dans chaque béccher à l'aide des pipettes ;
- Mettre en route l'agitateur, on varie à chaque fois la vitesse rapide régler entre 120 et 280 tr/min et laisser l'agitation rapide pendant 2 min ;
- Augmenter le temps d'agitation d'une façon croissante (1; 2; 3; 4; 5 et 10min), lorsque on a fixé la vitesse qui donne la faible valeur de la turbidité.
- Laisser décanter pendant 12 min ;
- Mesurer la turbidité.

Une fois que les conditions optimales de la phase rapide sont fixées, on a effectué les mêmes opérations avec la phase lente pour optimiser la durée et la vitesse.

B- Durant la floculation

Après avoir mesuré et fixé ces paramètres pour la phase de coagulation on peut déterminer la vitesse et le temps d'agitation optimale de la phase de floculation.

- Remplir les béchers par les mêmes solutions dans l'étude de l'influence de la vitesse et la durée d'agitation durant la coagulation ;
- Placer les béchers dans le " Jar-Test " agité à une vitesse de 300tr/min pendant 1 min
- Ajouter la dose optimale du coagulant obtenue ($Al_2(SO_4)_3$; $FeCl_3$) lors de l'essai de l'influence des concentrations du coagulant avec une vitesse et un temps d'agitation qui sont maintenue fixées ;
- varie l'agitateur mécanique à des différentes vitesses lentes qui correspondante à : 15 ;20 ; 25 ; 30 ; 35 et 40 tr/min
- Ajouter les doses optimales de floculant obtenue lors de l'essai de l'influence des concentrations du floculant;
- - varier le temps d'agitation lent (15 ; 20 ; 25,30,35 et 40 min) ;
- Après la fixation des paramètres (la vitesse lente et le temps), nous allons jouer sur le temps de décantation après la floculation entre 25 à 50 tr/min ;
- Mesurer la turbidité pour chaque paramètre qu'on a varié et pour chaque variable. La valeur qui donne la turbidité la plus petite on a la prend en considération et nous passons ensuite à la deuxième et ainsi de suite.

II.2.4. Les réactifs utilisés :

II.2.4.1. Le réactif coagulant :

Au cours de nos essais, nous avons utilisé comme réactif coagulants le Sulfate d'Aluminium ($Al_2(SO_4)_3$) et le Chlorure Ferrique ($FeCl_3$), préparé par dissolution dans l'eau.

✓ Le Sulfate d'Alumine que nous avons utilisé lors de cette étude est un produit fabriqué par :KEMIRA (compagnie espagnole livré en sac de 25 Kg) dont la fiche technique est la suivante :

$Al_2(SO_4)_3$	17%
Al_2O_3 %.....	9.0+2.0
Al_2O_3 libre.....	0.3+0.2

Densité apparente (25°C, g/cm³).....0.9+0.2
pH solution.....3.5+0.5
Formule chimique.....Al₂(SO₄)₃.18H₂O
Concentration.....666 g/l

✓ Le Chlorure Ferrique que nous allons utiliser lors de cette étude est un produit qui existe dans le laboratoire de traitement et d'épuration des eaux du Département d'Hydraulique à l'Université de Tlemcen.

II.2.4.2. Le réactif flocculant :

✓ **Le polyamide** : Nous avons utilisé dans notre travail un flocculant sous forme d'un Polymère anionique que la station du barrage «SEKKAK» l'utilise comme un aide coagulant.

✓ **La bentonite** : L'argile est un excellent adsorbant, dont les propriétés de rétention sont bien connues en agriculture. Elle fixe à la surface de ses microcristaux.

Les roches argileuses sont formées de mélange de minéraux argileux auxquels viennent s'ajouter des minéraux tels que les feldspaths, du quartz, du mica,... Du point de vue chimique, les argiles sont des silicates d'aluminium contenant entre autres des cations alcalins, alcalino-terreux et du fer. Dans le domaine des eaux potables, la bentonite est utilisée essentiellement comme adjuvant de floculation dans le but de recharger artificiellement une eau contenant trop peu de matières en suspension, ceci afin d'obtenir une meilleure décantation. [8]

Dans notre cas nous utilisons la bentonite traitée comme flocculant.

Tableau V. 2 : ci-dessous regroupe quelques propriétés de l'argile, naturelle brute et purifiée de Maghnia.

	Bentonite brute	Bentonite purifiée
Granulométrie (µm)	2 à 1	2 à 1
Capacité de gonflement Cg	3,86	8,27
pH pour 10g/L	9,1	10,7
La Capacité d'Echange Cationique (CEC) en (meq/g)	0,85	0,90

✓ **Kaolin** : Nous avons utilisé dans notre travail ce flocculant qui existe dans le laboratoire de traitement et d'épuration des eaux du Département d'Hydraulique à l'Université de Tlemcen.

II. 2. 5. Préparation des solutions :

Remarque :

Au lieu de préparer 1 litre de solution dans un bécher de 1 L nous avons travaillé seulement avec 500 mL pour éviter l'écoulement de nos solution surtout quand la vitesse d'agitation lors de la coagulation est très grande (200 tr/mn).

II.2. 5. 1. Préparation du coagulant

✓ **sulfate d'aluminium :**

Le choix de ce coagulant est justifié par sa disponibilité au laboratoire, et son utilisation à grande échelle dans les stations de traitement des eaux, bonne efficacité de coagulation [1].

On pèse 5 g du coagulant choisi, que nous introduisons dans une fiole de 1L et on ajoute 250 ml de l'eau ; le mélange est agité à l'aide d'un agitateur magnétique jusqu'à dissolution totale du coagulant, enfin on complète par addition de l'eau jusqu'à un volume total de 1 litre. et on obtient une concentration de 5 g/L de sulfate d'aluminium.

✓ Après on a préparé une solution de concentration de 1 g/L avec la méthode suivante :

Nous avons mesurés avec éprouvette de 100 mL un volume de 20 mL à partir de solution de 5 g/L de sulfate d'aluminium et on complète par addition de l'eau jusqu'à un volume total de 100 mL

✓ **Chlorure ferrique :**

Nous avons préparé une solution de concentration de 1g/L suivant les étapes ci - dessous :

- Peser 1g de chlorure ferrique dans une balance électrique.
- Verser cette quantité dans un erlen meyer de capacité de 1 litre.
- Ajouté l'eau jusqu'au trait de jauge de 1 litre.
- Laisser dans un agitateur magnétique jusqu'à ce que la solution soit homogène.

II.2. 5. 2. Préparation du flocculant :

Les solutions de floculation sont très visqueuses, elles sont très difficiles à dissoudre puisqu'elles ne sont pas stables sur tous pour le polyamide. Pour cela, il convient de les préparer à l'avance.

Pour le flocculant polyamide

La masse (g) du flocculant à verser dans un bécher est de 1g puis verser 250 mL de l'eau de robinet, mélangé pour obtenir une solution homogène avec un agitateur magnétique et thermique en même temps puisque la chaleur est très importante pour un bon mélange, et on complète par addition de l'eau jusqu'à un volume de 1 litre. Et comme ça on a une concentration de 1 g/L de polyamide.

- Préparation d'une concentration de 0.1 g/L de flocculant de polyamide:

A l'aide d'une pipette, on prélève 10 mL de solution mère (de 1 g/L de polyamide) et versé dans un éprouvette et complète par addition de l'eau jusqu'à un volume de 100 mL.

Pour le flocculant Kaolin

C'est un produit chimique qui joue le rôle d'un flocculant. Nous allons préparer un dosage de 1 g/L et à partir de cette dernière solution nous allons préparer d'autre concentration de 0,1 g/L donc nous allons prélever 10 mL de la première solution à l'aide d'une pipette et nous allons ajouter l'eau jusqu'à 100 mL dans une éprouvette et nous avons obtenu une concentration de 0,1 g/L.

Pour la bentonite traitée

Dans notre cas, nous avons utilisé la bentonite comme un flocculant pour aggloméré les floccs obtenu par la coagulation.

Nous avons travaillé avec une concentration de bentonite de 1 g/L. Pour cela nous avons pesé 1g de flocculant bentonite à l'aide de balance électronique de labo puis on a versé cette quantité dans un erlen meyer de 1litre et nous allons laisser à une agitation jusqu'à ce que tout la quantité sera dissoudre dans l'eau bien sûr à l'aide d'un agitateur magnétique.

II.2. 5. 3. Préparation des solutions pour varie le pH:

Pour voir l'influence de pH sur la dose optimale de coagulant ou flocculant utilisées nous avons préparé des solutions qui influent sur la variation de pH parmi eux l'acide sulfurique (H_2SO_4) et l'hydroxyde de sodium (la soude) NaOH.

A)- l'acide sulfurique

Pour diminuer la valeur de pH, nous avons utilisé l'acide sulfurique (H_2SO_4) pour avoir un milieu acide sans oublier que c'est une solution concentrée et donc nous allons suivre la méthode suivante :

- Prendre un bécher qui contient 500 mL d'eau coloré de soitex ;
- Nous avons injecté 1 mL de l'acide de la solution mère mais nous avons remarqué que la valeur de pH et diminuer avec une vitesse très vite de 7,51 jusqu'à 1,19 ;
- A partir de solution mère nous avons préparé autre solution dilué 20 fois ;
- Prélever à l'aide de pipette 5 mL de solution mère est versé dans une fiole jaugé de 100 mL ;
- ✓ Prenez des béchers de 500 mL d'eau brute ;
- ✓ Verser d'une façon croissante la dernière solution préparée dans chaque bécher ;
- ✓ Mesurer la valeur de pH pour chaque bécher ;

Nous avons constaté qu'après quelque mL de solution injecté, nous avons obtenu une très grande variation de la valeur de pH, pour cela nous avons réalisé d'autre dilution jusqu'à 50 fois par rapport la solution mère et nous avons suivi le protocole ci-dessous :

- ✓ Prenez une fiole jaugée de 500 mL
- ✓ Verser la solution préalable dans la fiole jaugé ;
- ✓ Ajouter l'eau jusqu'à 500 mL

Donc cette solution donne des bons résultats pour l'abattement de pH que ce soit l'acide ou la base.

$$1 \text{ M} \longrightarrow 98 \text{ g/L}$$

Avec un pourcentage de la pureté de 96% et donc pour :

$$1 \text{ L} \longrightarrow 94 \text{ g pure}$$

$$1 \text{ L} / 50 \longrightarrow 94 \text{ g} / 50 = 1,88\text{g}$$

$$1000 \text{ mL} \longrightarrow 1880 \text{ mg}$$

Pour 1 mL injecté correspond 1,88 mg de H_2SO_4

B)- Hydroxyde de sodium (la soude) NaOH

Pour augmenter la valeur de pH, nous avons utilisé l'hydroxyde de sodium (NaOH) pour créer un milieu basique pour cela nous allons suivre la méthode suivante :

- Peser 2,5 g de la soude dans une balance électrique ;
- Verser cette quantité dans un erlen meyer de 250 mL d'eau et agiter à l'aide d'un agitateur magnétique jusqu'à ce que la solution soit homogène ;
- Prenez des béchers de 500 mL d'eau brute ;
- Ajouter avec croissance la solution basique dans chaque bécher ;

Mais on a remarqué que la valeur de pH à augmenter rapidement. Pour cela nous avons dilué une fois

- Verser 250 mL de solution préparée dans une fiole jaugée de 500 mL;
- Ajouter l'eau jusqu'au trait de 500 mL

Nous avons Reprenez le même essai et on a obtenu une augmentation lente de pH.

$$2,5\text{g} \longrightarrow 500\text{ mL}$$

$$x\text{ g} \longleftarrow 1\text{ mL}$$

$$x = 2,5/500 = 0,5 \cdot 10^{-2} = 5\text{ mg} \text{ donc pour chaque } 1\text{ mL} \longrightarrow 5\text{ mg}$$

Chapitre VI

RESULTATS ET INTERPRETATION

I. Etude expérimentale de la coagulation-floculation et décantation :

II- Introduction:

L'étude expérimentale de la coagulation-floculation a pour but de déterminer les conditions optimales nécessaires pour une réduction maximale de la turbidité de l'eau à traiter.

III- Caractéristiques de l'eau utilisée :

L'eau utilisée dans les différents essais est une eau brute de soitex de Tlemcen et le volume de béccher utilisée est **500 mL** dans tous les essais. Le tableau (VI.1) regroupe les caractéristiques physico-chimiques de cette eau.

Tableau VI. 1 : Caractéristiques de l'eau utilisée.

Les paramètres	La Turbidité	pH	Température	Conductivité
L'eau brute de soitex	914 NTU	7,51	16,5 °C	1049µs/cm

IV- PARTIE 1 : L'utilisation de coagulant sulfate d'aluminium

IV. 1- Recherche de la concentration optimale de coagulant:

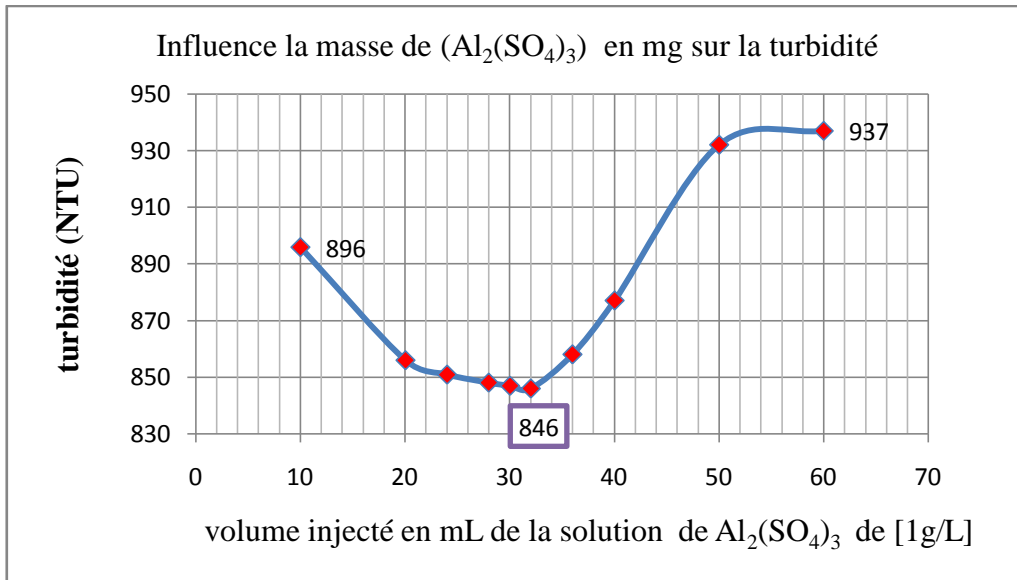
La dose injectée de $Al_2(SO_4)_3$ a été préparé à partir d'une solution de $Al_2(SO_4)_3$ [1 g/l] c'est-à-dire 1 ml de cette solution correspond à 1 mg de $Al_2(SO_4)_3$.

Tableau VI. 2. A : Recherche de la concentration optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$).

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	10	20	30	40	50	60
Turbidité (NTU)	896	862	847	885	932	937

Tableau VI. 2. B : Recherche de la concentration optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) pour la 2^{ème} gamme.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	20	24	28	32	36	40
Turbidité (NTU)	856	851	848	846	868	877



La figure VI.1 : représente l'influence de volume injecté de $Al_2(SO_4)_3$ sur la turbidité

Fig.VI.1 : représente l'influence des masses injectées de $Al_2(SO_4)_3$ de 10 jusqu'à 60 mg sur la turbidité et après ça on minimise l'intervalle des masses de 20 jusqu'à 40 mg. On trouve que 846 NTU est la meilleur valeur de turbidité qui correspond à 32 mg de $Al_2(SO_4)_3$.

Après ses mesures nous avons constaté que les mesures réalisées ne sont pas correctes, car le prétraitement est mal fait et que notre solution contient beaucoup d'autres solvants. Pour cela nous avons fait une décantation et nous avons fait le déshuilage, donc lorsqu'on a mesuré la turbidité des eaux usées après ce premier prétraitement est devenue **653 NTU**.

Tableau VI. 3. A : Recherche de la concentration optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) après déshuilage.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	10	20	30	40	50	60
Turbidité (NTU)	212	203	217	233	274	308

Tableau VI. 3. B : Recherche de la concentration optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) après déshuilage de 2^{ème} gamme.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	10	14	18	22	26	30
Turbidité (NTU)	211	205	199	204	211	215

Tableau VI. 3. C : Recherche de la concentration optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) après déshuilage de 3^{ème} gamme.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	15	16	17	18	19	20
Turbidité (NTU)	203	199	193	196	198	201

Donc la masse optimale de $Al_2(SO_4)_3$ dans 500mL est de 17 mg et pour 1litre la concentration optimale du coagulant est de :

Cc 1 = 34mg /L.

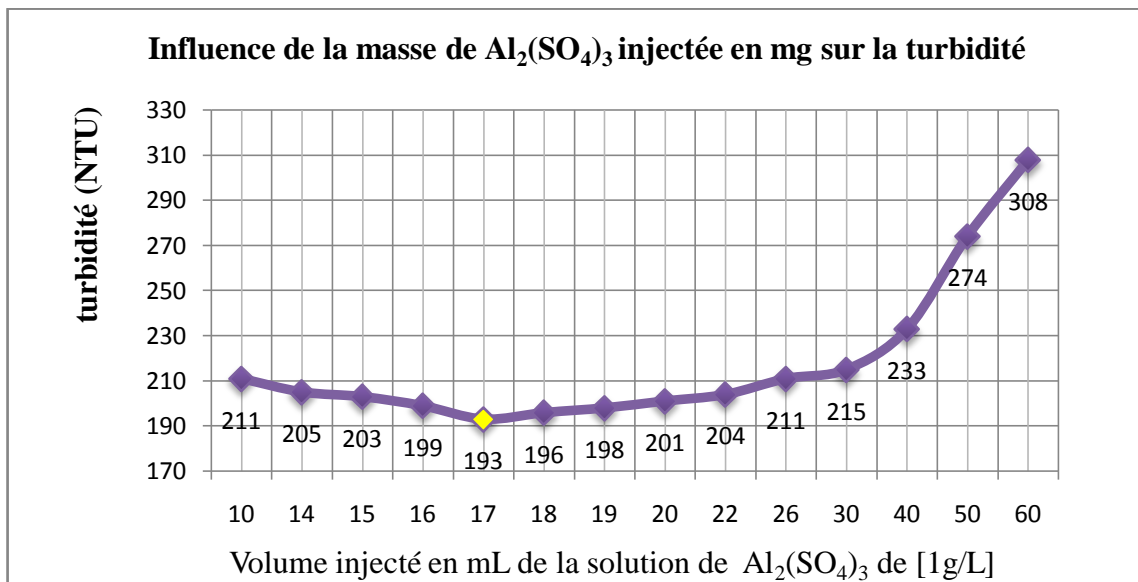


Figure VI.2: L'influence de volume injecté du sulfate d'alumine sur la turbidité.

Le graphe obtenu possède un minimum considéré comme le point d'intersection de deux branches :

- La branche de gauche correspond à la neutralisation des charges électriques des particules qui se grossissent par l'agglomération et la sédimentation.
- La branche de droite ou la turbidité commence accroître traduit la restabilisation des particules, due à l'excès des charges de même signe qui empêchent ces particules de s'agglomérer. Ce sont des forces stabilisatrices.

On a procédé à une injection des différentes masses de $Al_2(SO_4)_3$ comprises entre 10 et 60 mg, nous avons remarqué que la bonne valeur de turbidité est de 203 NTU, cette valeur nous à permit de passer à la deuxième gamme qui a été fixée entre 10 et 30mg, pour lequel on a enregistré une nouvelle valeur de turbidité de 199NTU, qui était inférieure à la première, on a refait la même opération pour avoir une meilleur valeur de turbidité qui été enregistré à 193NTU. Cette dernière a été obtenue après injection de 17mg d' $Al_2(SO_4)_3$. Dans 500 ml

IV. 2-Optimisation du mode opératoire

1)- Vitesse rapide pour la coagulation

Mode opératoire :

- Bien laver les béchers ;
- Mesurer un volume 500mL d'eau à traiter pour chaque bécher ;
- Placer les béchers dans le " Jar-Test " agité à une vitesse de 200tr/min pendant 1 min et mesurer la turbidité ;
- Ajouter 17mg de coagulant (sulfate d'alumine) le plus rapidement possible et de façon identique dans chaque bécher à l'aide des pipettes ;
- Mettre en route les agitateurs à des différentes vitesses rapides régler entre 120 et 280 tr/min et laisser l'agitation rapide pendant 2 min ;
- Laisser décanter pendant 10 min ;
- Mesurer la turbidité.

Tableau VI. 4 : La variation des différentes vitesses rapide durant la coagulation.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	17	17	17	17	17	17
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	120	150	180	200	240	280
Turbidité (NTU)	263	239	212	193	202	215

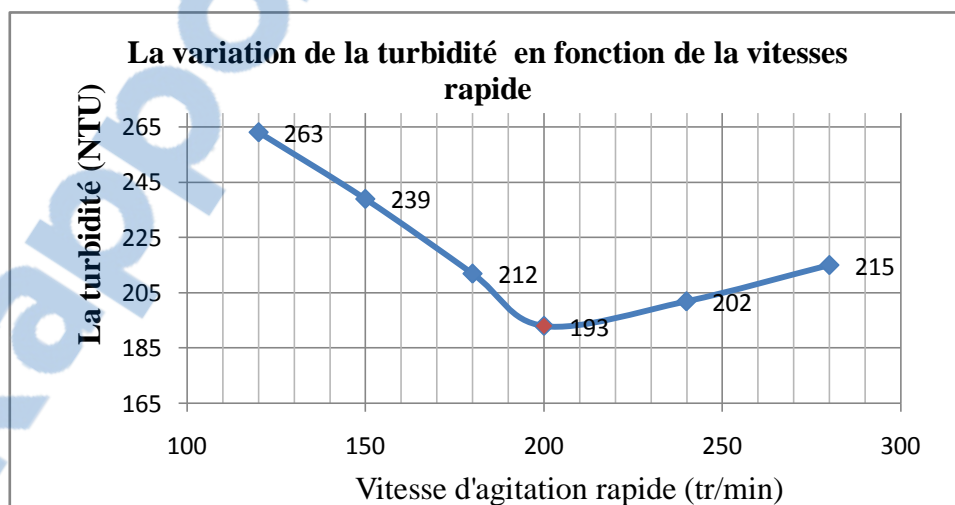


Figure VI. 3 : La variation des différentes vitesses rapide durant la coagulation.

Suivant le graphe (**Fig. VI. 3**), on a constaté que la meilleure valeur de la turbidité est de 193 NTU, correspond à 200 tr/min.

2) Temps d'agitation pour la coagulation

Le même mode d'opérateur a été refait avec une modification, fixation de la masse injectée d' $Al_2(SO_4)_3$ et la vitesse d'agitation rapide que nous avons obtenu c'est à dire 200 tr/min, nous avons fait varier le temps d'agitation entre 1 et 10 min et nous avons mesuré la turbidité pour chaque temps.

Tableau VI. 5 : La variation de Temps d'agitation pour la coagulation.

La dose injectée d' $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	17	17	17	17	17	17
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	1	2	3	4	5	10
Turbidité (NTU)	201	195	198	203	207	219

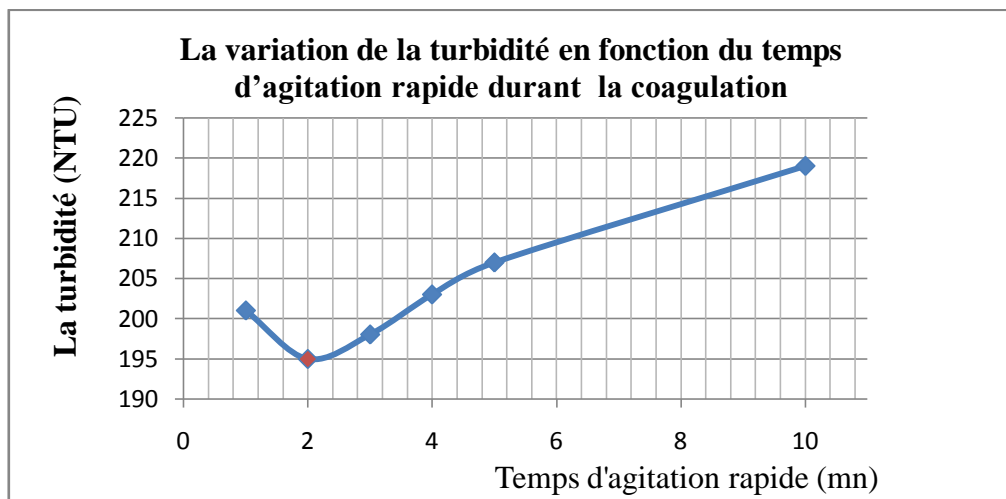


Figure VI. 4: La variation de temps d'agitation rapide.

A partir de la (Fig.VI. 4), on remarque que la meilleure valeur de la turbidité est 195 NTU, correspondent à 2 min d'agitation.

3) Le temps de décantation pour la coagulation

On a fait la même manipulation pour cette étape mais dans ce cas on a fait la variation de temps de décantation et nous avons mesuré la turbidité pour chaque échantillon.

Tableau VI. 6. A : la variation de temps de décantation en fonction de la turbidité.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	17	17	17	17	17	17
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2	2	2
Temps de décantation Après coagulation (mn)	5	10	15	20	25	30
Turbidité (NTU)	213	199	198	207	208	208

Tableau VI. 6. B : la variation de temps de décantation en fonction de la turbidité pour la 2^{ème} gamme.

La masse injectée de Al ₂ (SO ₄) ₃ en (mg)	17	17	17	17	17	17
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	10	12	14	16	18	20
Turbidité (NTU)	199	194	198	202	208	208

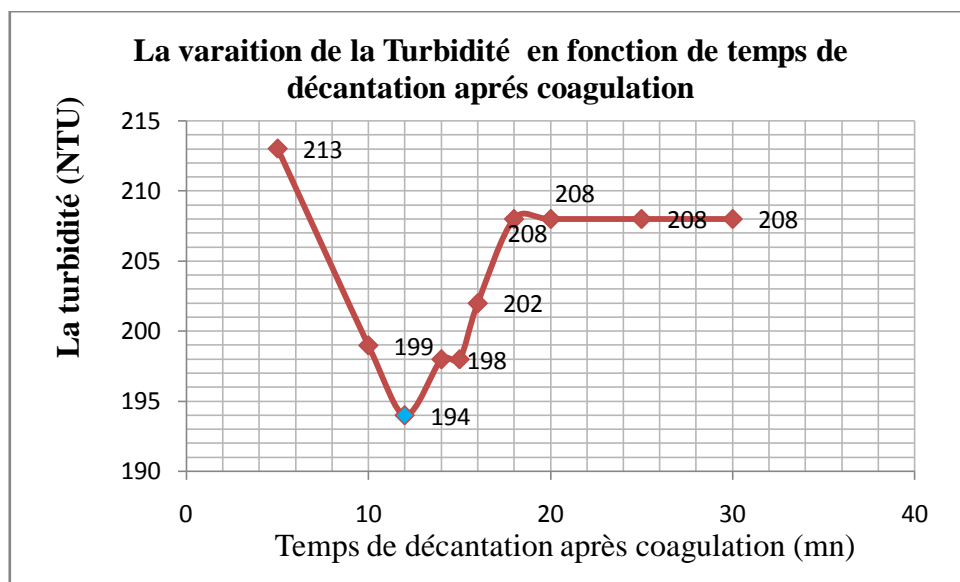


Figure VI. 5 : la variation de temps de décantation après coagulation.

D'après la (Fig.VI. 5) nous avons remarqué que la meilleure turbidité est de 194 NTU, qui correspond à 12 min de temps de décantation.

4) La recherche de la concentration du flocculant (Polyamide)

On a fait le même prototype de la dernier manipe sauf qu'on n'a pas laissé le mélange de se décanter après 2min d'agitation rapide mais on a fait :

- Réduction directement de la vitesse d'agitation jusqu'à 30 tr/min
- Ajouter des masses croissantes de flocculant polyamide
- Laisser l'agitation lente pendant 15 min puis la décantation pendant 20 min ;
- Mesure pour chaque échantillon la turbidité.

Tableaux VI. 7. A : La variation des différentes masses de polyamide en fonction de turbidité.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	17	17	17	17	17	17
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	12	12	12	12	12	12
La masse injectée du flocculant polyamide en (mg ou mL)	5	10	15	20	25	30
Turbidité (NTU)	203	211	228	242	258	267

Tableaux VI. 7. B: La variation des différentes masses de polyamide en fonction de turbidité pour la deuxième gamme.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	17	17	17	17	17	17
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	12	12	12	12	12	12
La masse injectée du flocculant polyamide en (mg ou mL)	1	2	3	4	5	6
Turbidité (NTU)	192	189	182	191	204	207

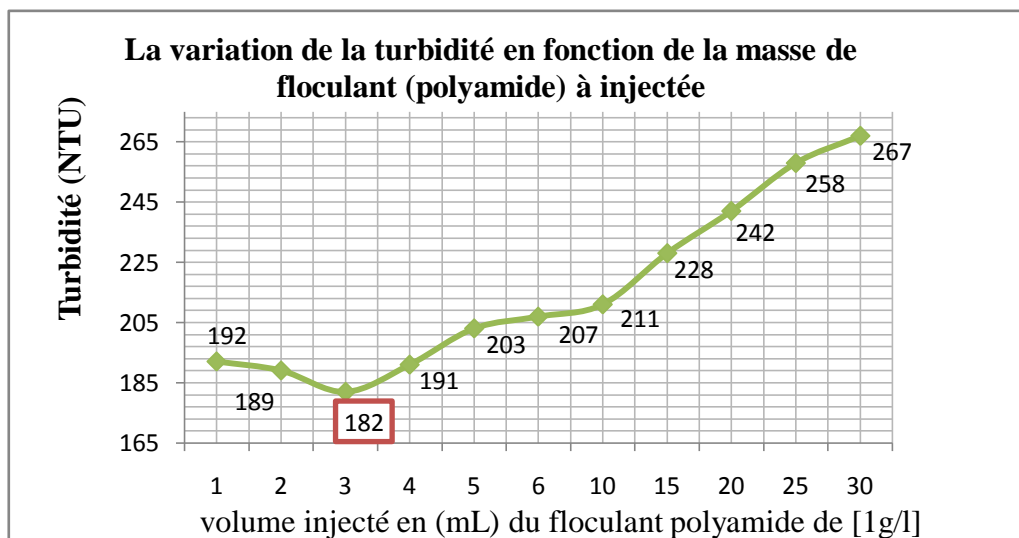


Figure VI. 6 : La variation de la turbidité en fonction des masses croissantes de flocculant (polyamide).

D'après la (Fig. VI. 6) nous avons retenu la meilleure valeur de la turbidité 182NTU, qui correspond à 3mg ou 3mL de polyamide.

5) Vitesse d'agitation lente pour la floculation

On a fait la fixation de plusieurs paramètres trouvés, on a fait la variation des différentes vitesses d'agitation et on a mesuré la turbidité pour chaque vitesse.

Tableau VI. 8 : La variation de vitesse lente en fonction de turbidité.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	17	17	17	17	17	17
Vitesse d'agitation rapide (tr/ mn)	200	200	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	12	12	12	12	12	12
La masse optimale injectée du floculant polyamide en (mg)	3	3	3	3	3	3
Vitesse d'agitation lente pour la floculation (tr/ mn)	15	20	25	30	35	40
Turbidité (NTU)	232	207	188	179	175	192

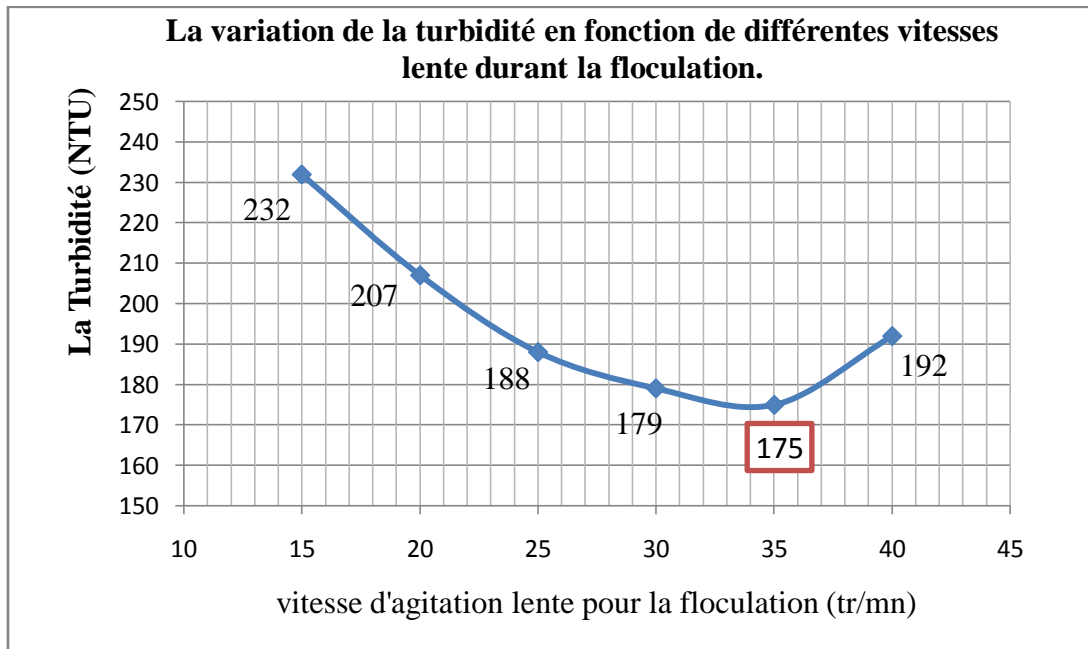


Figure VI. 7 : La variation de la turbidité en fonction des différentes vitesses lentes

6)-Temps de l'agitation pour la floculation

Tableau VI. 9 : La variation de temps d'agitation pour la floculation en fonction de la turbidité.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	17	17	17	17	17	17
Vitesse d'agitation rapide (tr/ mn)	200	200	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2	2	2
Temps de décantation Après coagulation (mn)	12	12	12	12	12	12
La masse optimale injectée du floculant polyamide en (mg)	3	3	3	3	3	3
Vitesse d'agitation lente pour la floculation (tr/ mn)	35	35	35	35	35	35
Temps d'agitation pour la floculation (mn)	15	20	25	30	35	40
Turbidité (NTU)	183	175	179	182	185	186

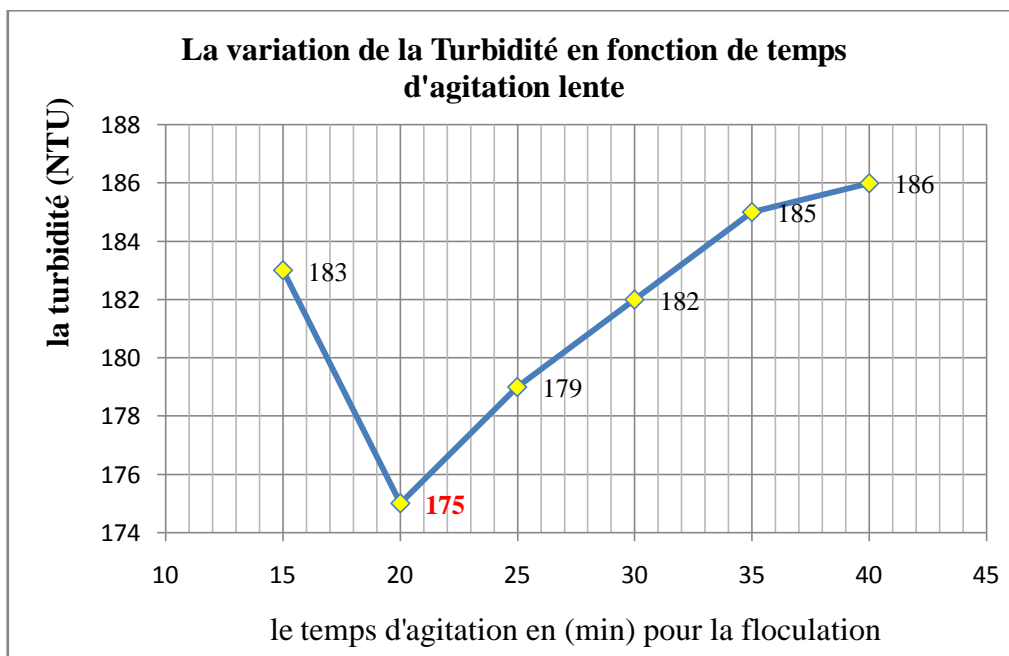


Figure VI. 8 : la variation de la turbidité en fonction des différentes vitesses lentes.

D'après le graphe nous allons remarquer que le temps d'agitation joue un rôle très important pour l'abatement de la turbidité car, selon la durée d'agitation nous allons constater une variation de la turbidité et donc le facteur de temps d'agitation est très intéressant. Nous avons enregistré que pour un temps de 20min la valeur de la turbidité diminuée jusqu'à 175NTU.

7)-Temps de décantation après floculation

Le dernier paramètre qu'il faut optimiser c'est le temps de décantation. Après floculation on a fait varier le temps de décantation avec la mesure de turbidité qui correspond à chaque temps. Les valeurs obtenues sont représentées dans le tableau ci dessous.

Tableau VI. 10: la variation de temps de décantation après floculation en fonction de la turbidité.

La masse injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	17	17	17	17	17	17
Vitesse d'agitation rapide (tr/ mn)	200	200	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	12	12	12	12	12	12
La masse optimale injectée du floculant polyamide en (mg)	3	3	3	3	3	3
Vitesse d'agitation lente pour la floculation (tr/ mn)	35	35	35	35	35	35
Temps de décantation après floculation (mn)	25	30	35	40	45	50
Turbidité (NTU)	214	188	181	173	173	173

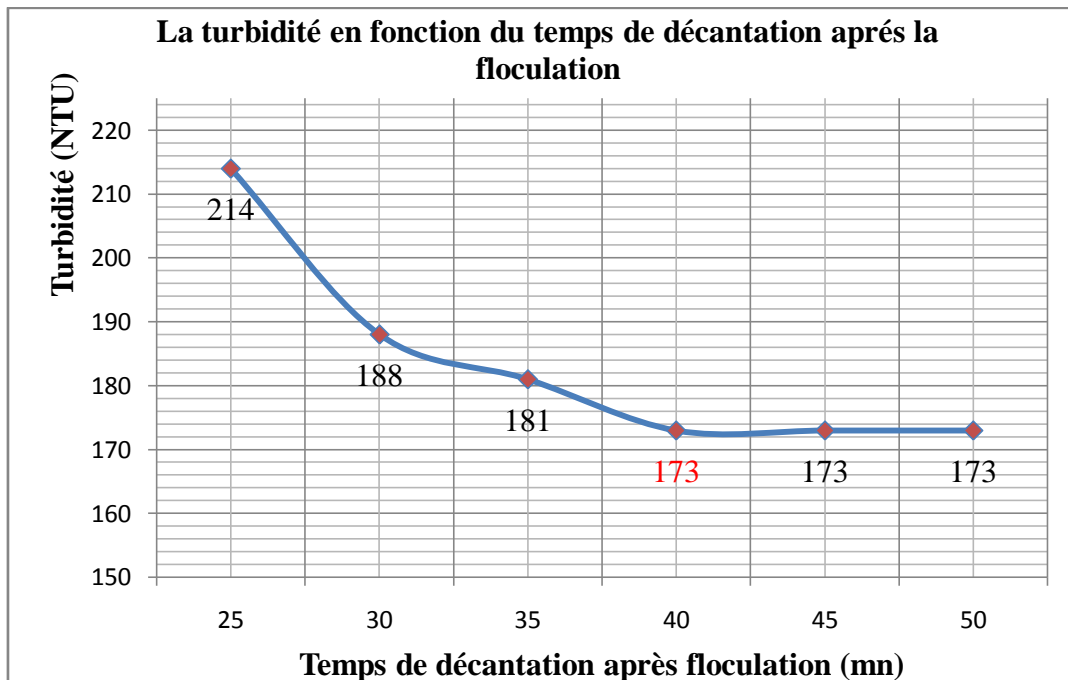


Figure VI.9 : la variation de turbidité en fonction de temps de décantation après floculation.

D'après le graphe on a remarqué que le temps qui donne la meilleur turbidité est 40min car l'eau brute est plus charger en MES et les colorant c'est pour ça elle prend beaucoup de temps pour que les MES se décanté.

IV. 3- Influence du pH sur la coagulation

A)- Influence du **milieu acide** sur la concentration de coagulation (**sulfate d'aluminium**)

On a trouvé que la concentration optimale de sulfate d'aluminium ($Al_2(SO_4)_3$) = 34 mg/L

Nous avons varié les volumes injectés dans chaque bécher de la solution d'acide sulfurique

Avec (1 mL de solution préparé = 1,88 mg de H_2SO_4)

Tableau VI. 11. A : influence du milieu acide sur la concentration optimale de $Al_2(SO_4)_3$ de la 1^{ère} gamme.

	Eau brute	Becher 1	Becher 2	Becher 3	Becher 4	Becher 5	Becher 6
Volume d'acide sulfurique Dans 500mL	////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL	10 mL	12 mL
La masse optimale de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	////	17	17	17	17	17	17
pH	7,53	6,54	6,06	5,35	4,75	4,29	3,89
Turbidité (NTU)	648	198	204	211	219	231	258

Tableau VI.11. B : influence du milieu acide sur la concentration optimale d' $Al_2(SO_4)_3$ de la 2^{ème} gamme

	Eau brute	Becher 1	Becher 2	Becher 3	Becher 4	Becher 5	Becher 6
Volume d'acide sulfurique Dans 500mL	////	0,2 mL	0,5 mL	0,75 mL	1 mL	1,5 mL	2 mL
La masse optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) en (mg)	////	17	17	17	17	17	17
pH	7,53	7,45	7,31	7,23	7,02	6,79	6,56
Turbidité (NTU)	648	188	176	181	185	189	197

B)- Influence du **milieu basique** sur la concentration de coagulation (**sulfate d'aluminium**)

Nous avons varié les volumes injectés dans chaque bécher de la solution hydroxyde de sodium (Na OH) pour augmenter la valeur de pH

Avec (1 mL de solution injectée = 5 mg de Na OH)

Tableau VI. 12. A : influence du milieu basique sur la concentration optimale de $Al_2(SO_4)_3$ de 1^{ère} gamme.

	Eau brute	Becher 1	Becher 2	Becher 3	Becher 4	Becher 5	Becher 6
Volume injecté de NaOH dans 500mL	////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL	10 mL	12 mL
La masse optimale de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	////	17	17	17	17	17	17
pH	7,53	8,19	8,76	8,99	9,16	9,31	9,46
Turbidité (NTU)	648	213	221	228	235	238	240

Tableau VI. 12. B : influence du milieu basique sur la concentration optimale de $Al_2(SO_4)_3$ de la 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Becher 1	Becher 2	Becher 3	Becher 4	Becher 5	Becher 6
Volume injecté de NaOH dans 500mL	////	0.1 mL	0.2 mL	0.5 mL	1 mL	1.5 mL	2 mL
La masse optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) en (mg)	////	17	17	17	17	17	17
pH	7,53	7,58	7,63	7,67	7,81	7,98	8,17
Turbidité (NTU)	648	196	201	203	206	208	212

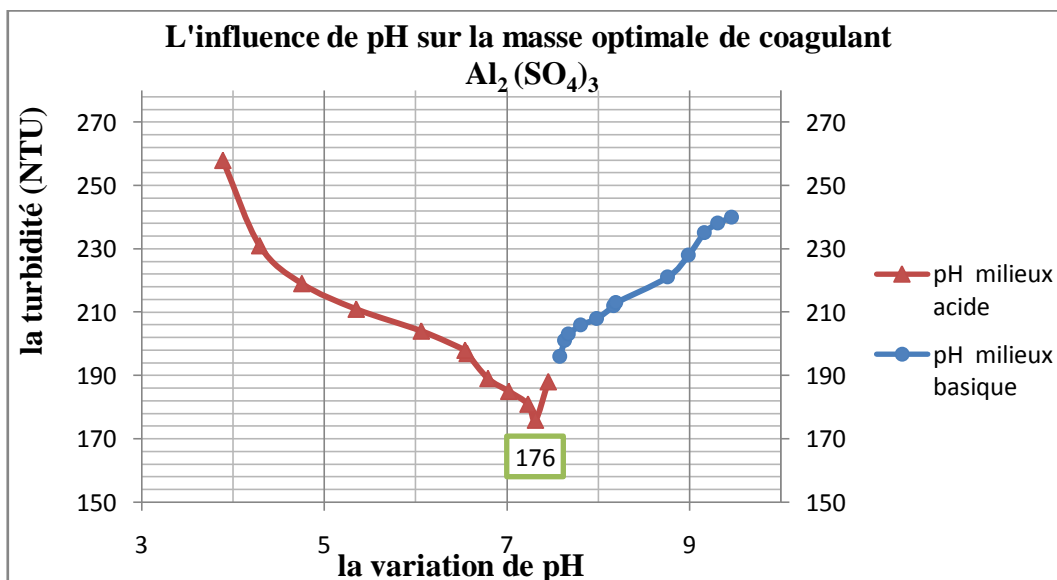


Figure VI. 10 : l'influence de pH sur la masse optimale de coagulant $Al_2(SO_4)_3$

Dans un milieu acide, on a enregistré une bonne valeur de turbidité de 176NTU pour un pH de 7,31. Tandis que dans un milieu basique on a obtenu une valeur de turbidité de 196NTU pour un pH de 7,58.

Donc pour avoir un bon traitement de l'eau brute, qui a préalablement un pH de 7,53. On doit diminuer le pH à 7,31.

IV. 4- L'influence de flocculant (polyamide) sur la turbidité à pH constant

Tableau VI.13 : La variation de turbidité en fonction de masse de flocculant (polyamide) avec un pH constant

	Eau brute	Becher 1	Becher 2	Becher 3	Becher 4	Becher 5	Becher 6
Volume injecté d' acide sulfurique dans 500mL	////	0,5mL	0,5mL	0,5mL	0,5mL	0,5mL	0,5mL
La masse optimale de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	////	17	17	17	17	17	17
La masse de flocculant Polyamide en (mg)		2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1
pH	7,53	7.31	7,31	7.31	7.31	7.31	7.31
Turbidité	648	183	177	173	171	172	175

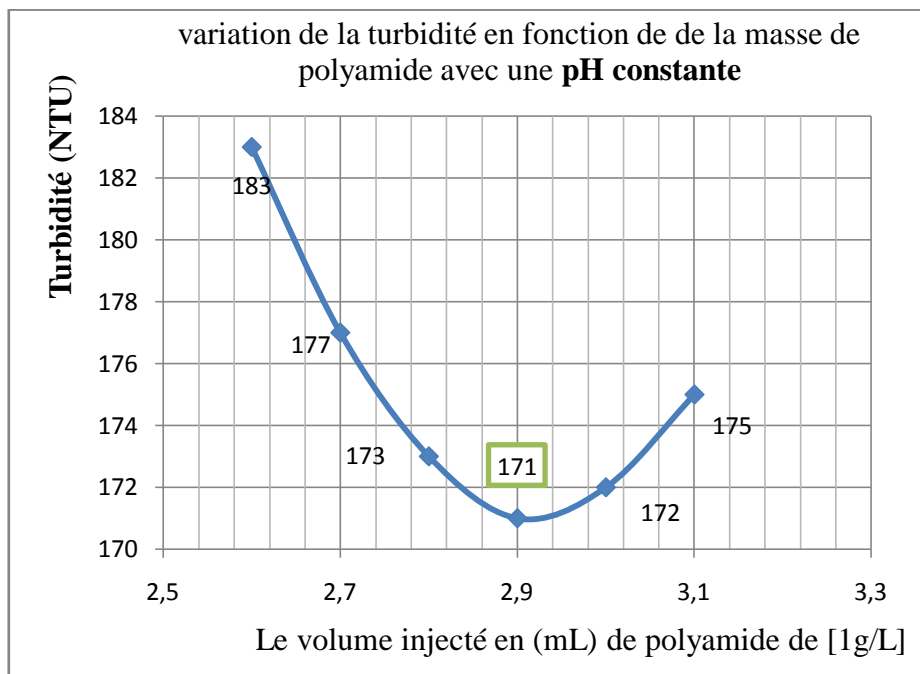


Figure VI. 11 : Représente la variation de turbidité en fonction de la masse de polyamide injectée avec un pH constante.

D'après cette essai on a remarqué que la concentration optimale de flocculant de polyamide qu'on a trouvé a été varié de 2,9mg, lorsqu'on a ajouté l'effet de la valeur de pH (7,31), nous avons amélioré la turbidité, ce qui montre l'importance de la variation du pH sur la coagulation floculation.

IV. 5- Influence d'autre flocculant (kaolin) sur la variation de la turbidité avec la fixation de la concentration optimale de coagulant (sulfate d'aluminium)

On a préparé une solution de 1g de Kaolin dans un litre d'eau pour voir l'influence de ce flocculant sur la variation de la turbidité.

On a injecté dans 6 béchers des masse de Al_2SO_4 constantes égale à 17mg en ajoutant aussi des masse de 1 jusqu'à 6 mg de Kaolin. Les résultats de ce texte représenté dans les deux tableaux suivants :

Tableau VI. 14. A : La variation de turbidité en fonction des masses de flocculant (kaolin)

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) en (mg) dans 500mL		17	17	17	17	17	17
La masse de flocculant kaolin en (mg) de [0,1g/L]	/////	1	2	3	4	5	6
Turbidité (NTU)	648	173.3	160.7	154.9	164.5	172.4	184.7

On remarque que la valeur optimale de la turbidité est de 154,9 NTU qui correspond à 3mg de Kaolin sans oublier que la turbidité de l'eau brute au début était 648 NTU.

Tableau VI. 14. B : La variation de turbidité en fonction des masses de flocculant (kaolin) pour 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) en (mg) dans 500mL	/////	17	17	17	17	17	17
La masse de flocculant kaolin en (mg) de [0,1g /L]	/////	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4
Turbidité (NTU)	648	160.3	155.9	153.2	155.8	158.6	163.9

On a passé à la deuxième gamme pour minimiser l'intervalle des masses de Kaolin entre 2 à 4mg nous avons dilué notre solution 10 fois. Pour cela nous avons prélevé 20 ml de flocculant kaolin de 0,1g/L et nous avons ajouté 180 ml d'eau, pour obtenu une concentration de 0,01g/L.

Et d'après le graphe de la variation de la masse de flocculant Kaolin en fonction de la turbidité on remarque que la meilleur valeur obtenue de la turbidité est de 153.2 NTU qui correspond à la valeur optimal du flocculant qui égale à 2.8mL.

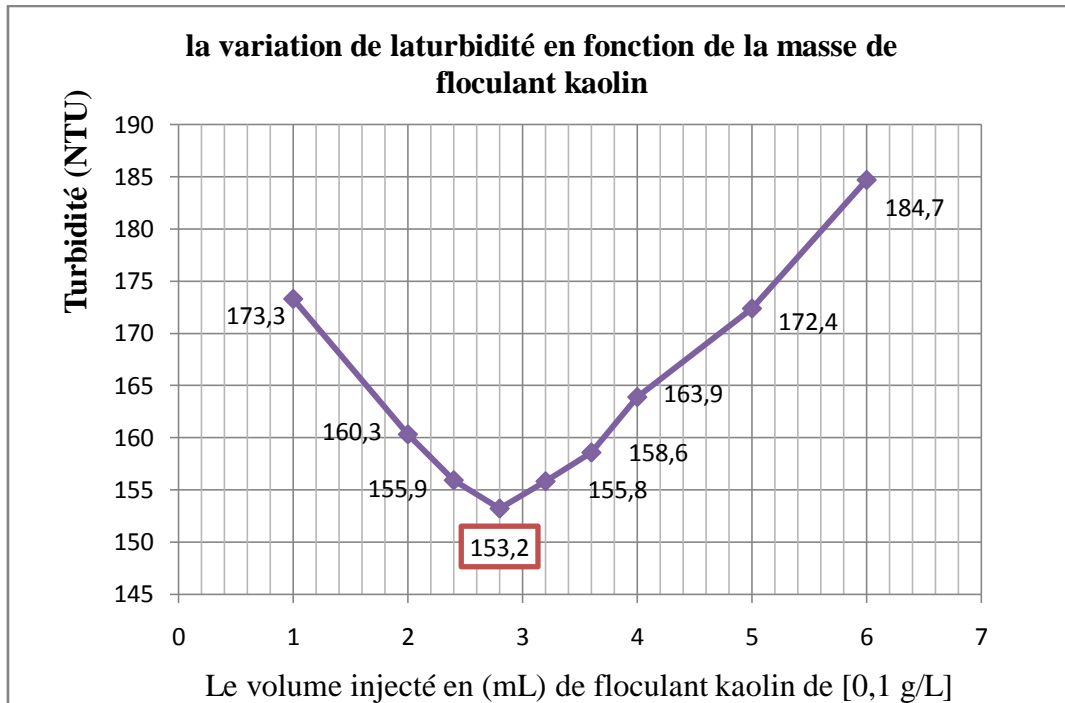


Figure VI. 12 : la variation de la turbidité en fonction de la masse de flocculant kaolin

IV. 6-Recherche sur la dose optimale de flocculant (bentonite) avec la fixation de la concentration optimale de coagulant (sulfate d'aluminium)

On a fixé dans les 6 béchers la masse de coagulant Al_2SO_4 à 17 ml et on a ajouté plusieurs volume de la bentonite de 1 jusqu'à 6mL, avec une concentration de (1g/L)

On remarque que les valeurs de la turbidité donnent une énorme diminution par rapport à la turbidité initiale de l'eau brute et la meilleure valeur de la turbidité dans la deuxième gamme est de 45.2 NTU, qui correspond à 6,5 ml de la bentonite.

Tableau VI. 15. A : La variation de turbidité en fonction des masses de flocculant (bentonite).

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) en (mg) dans 500mL de [1g/L]	/////	17	17	17	17	17	17
La masse de flocculant bentonite en (mg) de [1g/l]	/////	1	2	3	4	5	6
Turbidité (NTU)	648	72,6	63,5	58,8	56,8	53,4	48,4

Tableau VI. 15. B : La variation de turbidité en fonction des masses de flocculant (bentonite) pour 2^{ème} gamme.

	eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale coagulant (Al ₂ (SO ₄) ₃) en (mg) dans 500mL de [1g/L]	/////	17	17	17	17	17	17
La masse de flocculant bentonite en (mg) de [1g/l]	/////	5,5	6	6,5	7	7,5	8
Turbidité (NTU)	648	52.1	48,3	45,2	47,1	49,3	54,6

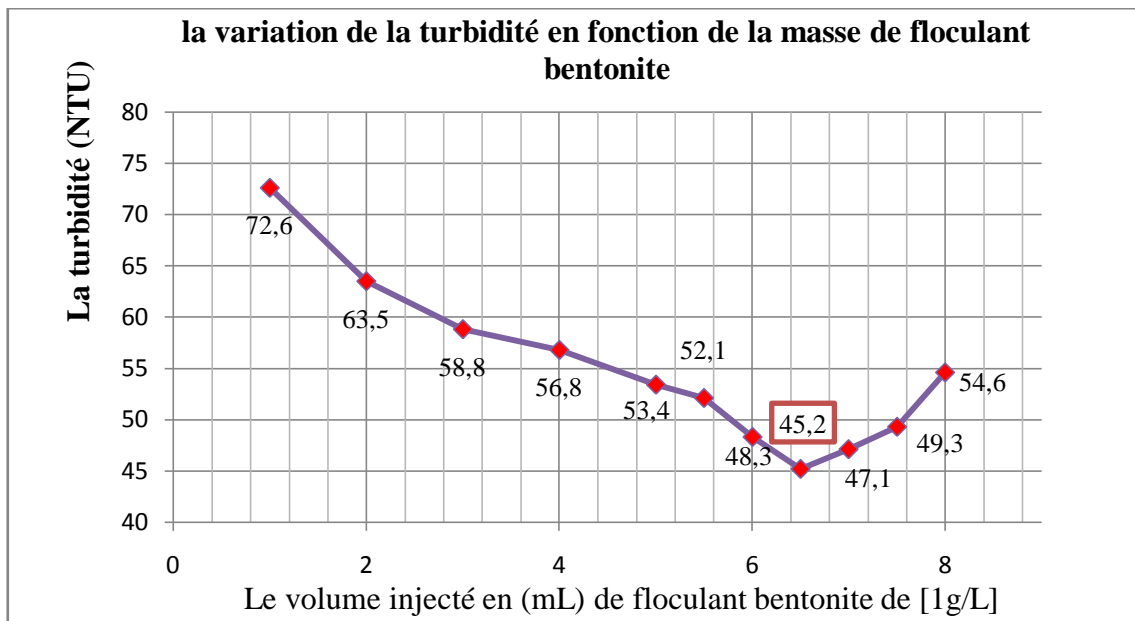


Figure VI. 13 : la variation de la turbidité en fonction de la masse de flocculant bentonite

D'après la figure si dessus on a remarqué que flocculant (bentonite) avec le coagulant (Al₂(SO₄)₃) donne un résultat plus meilleur pour la turbidité de 45,2 NTU. Le flocculant bentonite est très efficace par rapport aux deux autres flocculant avec le même coagulant.

IV. 6. 1- Influence du milieu basique sur la dose optimale de coagulant (Al_2SO_4) et de floculant (bentonite)

Tableau VI. 16. A : L'influence de la turbidité en fonction de pH dans le milieu basique avec la masse coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) et de floculant (bentonite).

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de NaOH	/	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL	10 mL	12 mL
La masse optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) en (mg) dans 500mL de [1g/L]	/	17	17	17	17	17	17
La masse optimale de Floculant bentonite en (mg) de [1g/L]	/	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
pH	7,51	8,61	8,89	9,12	9,29	9,39	9,49
Turbidité (NTU)	644	46,9	49,2	50,7	52,1	54,3	55,1

Tableau VI. 16. B : L'influence de la turbidité en fonction de pH dans le milieu basique avec la masse coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) et de floculant (bentonite) pour 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de NaOH	/	0,5 mL	1 mL	1,5 mL	2 mL	2,5 mL	3 mL
La masse optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) en (mg) dans 500mL de [1g/L]	/	17	17	17	17	17	17
La masse optimale de Floculant (bentonite) en (mg) de [1g/L]	/	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
pH	7,51	7,64	7,82	8,14	8,58	8,66	8,73
Turbidité (NTU)	644	41,2	42,9	45,2	46,6	47,4	48,1

Dans cette opération on a injectée la dose de **NaOH** de 2 jusqu'à 12 ml pour augmenter le pH, on a fixé la masse de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) qui égale à 17 mg et aussi la masse de floculant bentonite pour voir l'influence du pH.

On remarque que la valeur optimale de la turbidité est celle du premier bécher avec 0.5 ml de NaOH qui égale à 41,2 NTU qui correspond à un pH= 7,64.

IV. 6-2- L'influence du milieu acide sur la dose optimal de coagulant (AL_2SO_4) et de floculant (bentonite)

Tableau VI. 17. A : L'influence de la turbidité en fonction de pH dans le milieu acide avec la masse coagulant ($AL_2(SO_4)_3$) et de floculant (bentonite).

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de H_2SO_4	////////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL	10 mL	12 mL
La masse optimale de coagulant ($AL_2(SO_4)_3$) en (mg) dans 500mL de [1g/L]	////////	17	17	17	17	17	17
La masse optimale de floculant bentonite en (mg) de [1g/L]	////////	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
pH	7,51	6,71	6,03	5,36	2,75	2,53	2,21
Turbidité (NTU)	644	40.8	43.3	46.1	47.7	49.5	51.2

Tableau VI. 17. B : L'influence de la turbidité en fonction de pH dans le milieu acide avec la masse coagulant ($AL_2(SO_4)_3$) et de floculant (bentonite) pour 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de H_2SO_4	////////	0.1 mL	0.3 mL	0.5 mL	1 mL	1.5 mL	2 mL
La masse optimale de coagulant ($AL_2(SO_4)_3$) en (mg) dans 500mLde [1g/L]	////////	17	17	17	17	17	17
La masse optimale de floculant bentonite en (mg) de [1g/L]	////////	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
pH	7,51	7.43	7.28	7.19	7.02	6.89	6.70
Turbidité (NTU)	644	39.2	38.6	39.1	39.8	40.3	40.9

A partir de tableau si dessus, on a enregistré une meilleure valeur de la turbidité de 38,6 NTU, qui correspond un pH de 7,28.

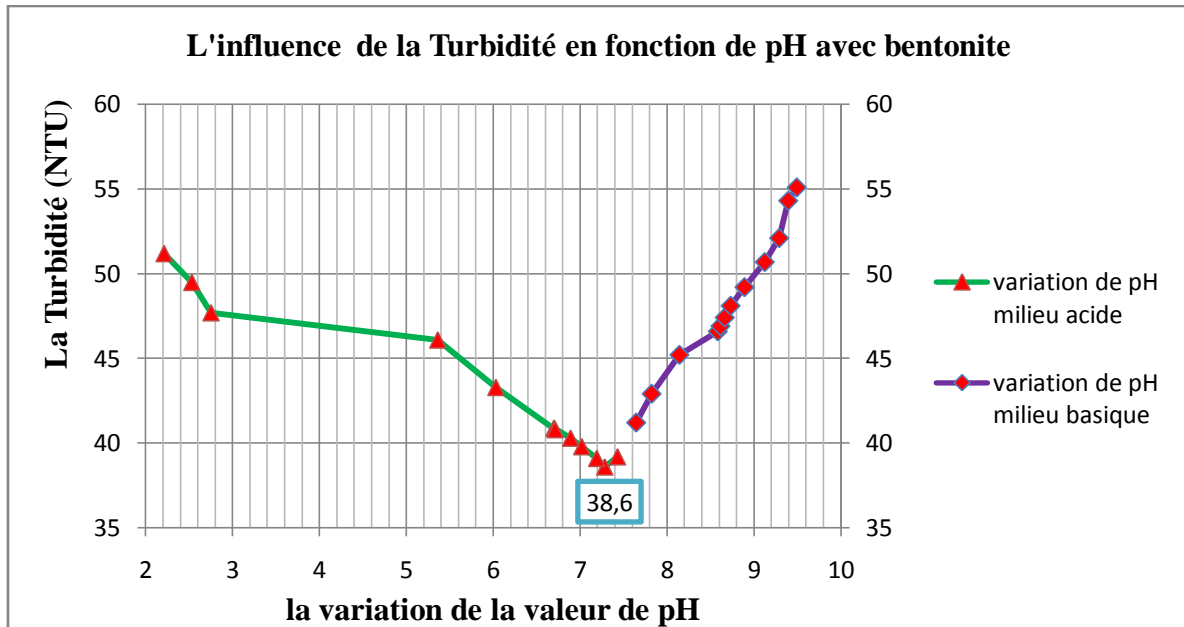


Figure VI. 14 : l'influence de pH sur la valeur de turbidité avec une masse optimale de coagulant et floculant.

D'après la figure on conclue que, pour avoir une meilleure turbidité il faut traiter l'eau brute à un pH acide par apport au pH de l'eau à traité pour avoir des excellents résultats de la diminution de la turbidité.

IV. 7- Influence de température sur la valeur de turbidité

Tableau VI. 18 : L'influence de la température sur la valeur de turbidité.

	Eau brute	Becher 1	Becher 2	Becher 3	Becher 4	Becher 5	Becher 6
La masse optimale de coagulant ($Al_2(SO_4)_3$) en (mg) de [1g/L]	////	17	17	17	17	17	17
Température °C	18	4	10	23	30	40	50
Turbidité (NTU)	189	213	207	171	168	204	249

On a injecté dans 6 béchers la même masse de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ qui égale à 17 mg et on a met ces béchers sous l'influence de plusieurs degrés de température qui commence de 4 °c jusqu'à 50 °c.

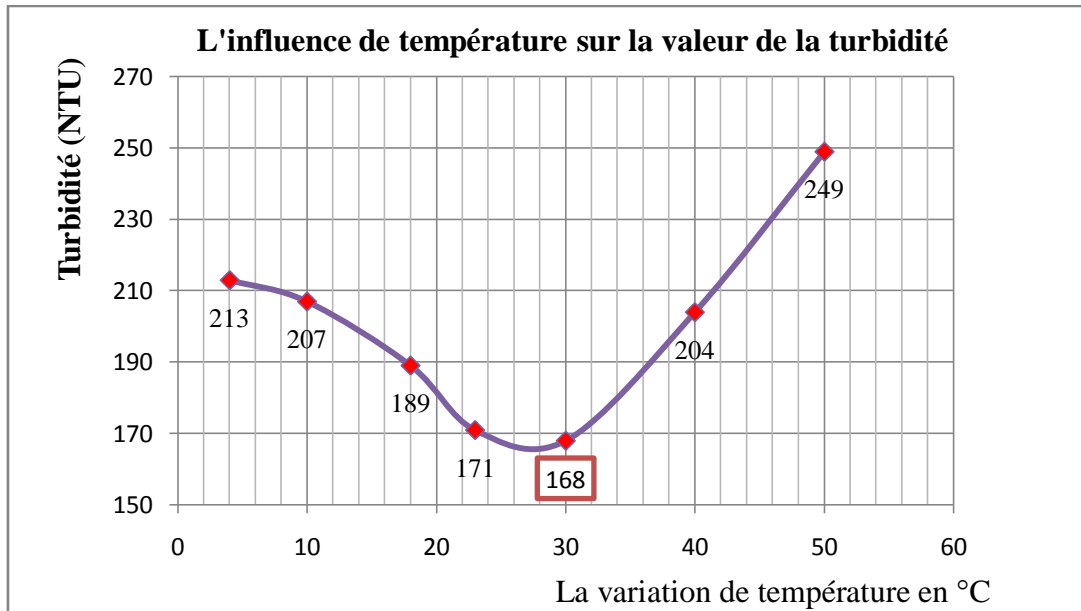


Figure VI. 15 : la variation de la turbidité en fonction de la température.

Et on a remarqué que la valeur la plus faible de la turbidité est 168 NTU, qui correspond à une température de 30 °C.

L'influence de la température est très importante lors d'une coagulation floculation, seulement vue le manque de moyen on ne peut pas terminer cette étude pour la floculation, car le système est loin d'être adiabatique.

Une diminution de la température de l'eau entraîne une augmentation de la viscosité, ce qui explique les difficultés dans le déroulement du processus : la coagulation et la décantation du floc sont ralenties. Si pour ça il faut fixer le coagulant et chercher la température ambiante qui donne un meilleur abattement de la turbidité.

V - PARTIE 2 : L'utilisation de coagulant Chlorure Ferrique

Dans cette partie on a changé d'autre coagulant (chlorure ferrique) pour voir son influence sur la turbidité et avoir une comparaison entre les deux coagulants. Pour aboutir à un meilleur résultat, nous avons travaillé avec le même mode opératoire du premier coagulant.

Turbidité avant = 645 NTU

V. 1- La recherche sur la concentration optimale de coagulant (chlorure ferrique) :

La dose injectée de $FeCl_3$ a été préparé à partir d'une solution de chlorure ferrique [1g/L] c'est-à-dire 1 ml de cette solution correspond à 1 mg de $FeCl_3$.

Tableau VI. 19. A : La variation de la turbidité en fonction de la masse de coagulant $FeCl_3$.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse de coagulant ($FeCl_3$) en (mg) de [1g/L] dans 500mL	/////	10	20	30	40	50	60
Turbidité (NTU)	645	24.8	20.2	18.9	16.4	11.7	14.7

Tableau VI. 19. B : La variation de la turbidité en fonction de la masse de coagulant $FeCl_3$ pour la 2^{ème} gamme

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse de coagulant $FeCl_3$ en (mg) de [1g/L] dans 500mL	/////	50	55	60	65	70	75
Turbidité (NTU)	645	11,4	10,4	14,8	21,1	25,4	28,2

Tableau VI. 19. C : La variation de la turbidité en fonction de la masse de coagulant $FeCl_3$ Pour la 3^{ème} gamme

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse de coagulant $FeCl_3$ en (mg) de [1g/L] dans 500mL	/////	50	51	52	53	54	55
Turbidité (NTU)	645	11,4	10,8	10,1	9,7	9,9	10,3

Donc la masse optimale de $FeCl_3$ dans 500mL est de 53 mg et pour 1litre la concentration optimale du coagulant est de :

Cc2 = 106 mg/L

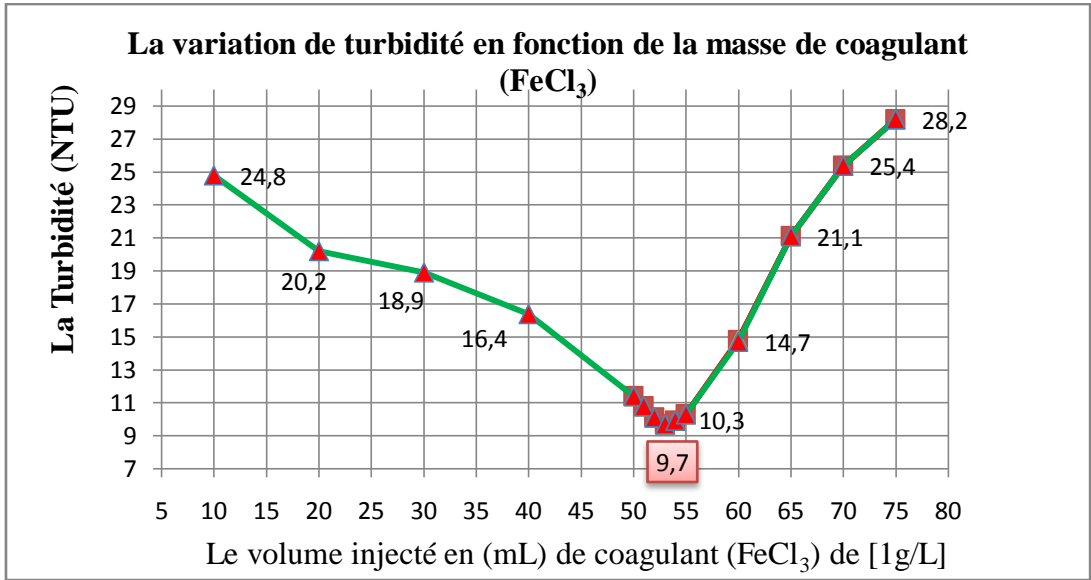


Figure VI. 16 : la variation de la turbidité en fonction de la masse de coagulant (FeCl₃).

D'après le graphe obtenu lors des essais de coagulation (**Fig.VI. 16**), qui représente la variation de la turbidité en fonction des différentes masses de coagulant ajoutés, celle-ci nous permet de connaître la quantité du coagulant (53 mg) à mettre en œuvre pour obtenir à une bonne coagulation correspondant à une turbidité minimale de (9,7 NTU).

V. 2- Effet de pH sur la concentration optimale du coagulant (chlorure ferrique)

V. 2. 1- Milieu basique on a ajouté la base (NaOH)

Tableau VI. 20. A : L'influence de pH sur la coagulation (FeCl₃) on a ajouté la base NaOH 1^{er} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de Na OH	///////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL	10 mL	12 mL
La masse optimale de coagulant (FeCl ₃) en (mg) dans 500mL	///////	53	53	53	53	53	53
pH	7,51	8,60	8,98	9,15	9,29	9,46	9,54
Turbidité (NTU)	645	10.2	10.8	11.3	11.9	12.4	12.8

Tableau VI. 20. B : Influence de pH sur la coagulation (FeCl_3) on a ajouté la base NaOH pour la 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de Na OH	////////	1 mL	1,5 mL	2 mL	2,5 mL	3 mL	3,5 mL
La masse optimale de coagulant (FeCl_3) en (mg) dans 500mL	////////	53	53	53	53	53	53
pH	7,51	8,21	8,51	8,60	8,69	8,81	8,82
Turbidité (NTU)	645	10.0	10.1	10.2	10.3	10.5	10.6

Tableau VI. 20. C : L'influence de pH sur la coagulation (FeCl_3) on a ajouté la base NaOH pour la 3^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de Na OH	////////	0.1mL	0.2mL	0.4mL	0.6mL	0.8mL	1mL
La masse optimale de coagulant (FeCl_3) en (mg) dans 500mL	////////	53	53	53	53	53	53
pH	7,51	7.59	7.68	7.8	7.96	8.11	8,23
Turbidité (NTU)	645	9.72	9.77	9.88	9.95	10.07	10.13

V. 2. 2- Milieu acide on a ajouté l'acide ($\text{H}_2\text{SO}_4^{-2}$)

Tableau VI. 21. A : L'influence de pH sur la coagulation (FeCl_3) on a ajouté l'acide $\text{H}_2\text{SO}_4^{-2}$ pour la 1^{ère} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de $\text{H}_2\text{SO}_4^{-2}$	////////	2mL	4mL	6mL	8mL	10mL	12mL
La masse optimale de coagulant (FeCl_3) en (mg) dans 500mL	////////	53	53	53	53	53	53
pH	7,51	6,64	6,05	5,13	2,70	2,52	2,41
Turbidité (NTU)	645	12,9	15,6	17,8	19,9	21,8	24,4

Tableau VI. 21. B : L'influence de pH sur la coagulation (FeCl_3) on a ajouté l'acide $\text{H}_2\text{SO}_4^{-2}$ pour la 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher2	Bécher3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de $\text{H}_2\text{SO}_4^{-2}$	////////	0.1mL	0.3mL	0.5mL	1mL	1,5mL	2mL
La masse optimale de coagulant (FeCl_3) en (mg) dans 500mL	////////	53	53	53	53	53	53
pH	7,51	7.43	7.28	7.10	6.93	6.81	6.65
Turbidité (NTU)	645	9,3	8,9	9,5	10,35	10,97	12,7

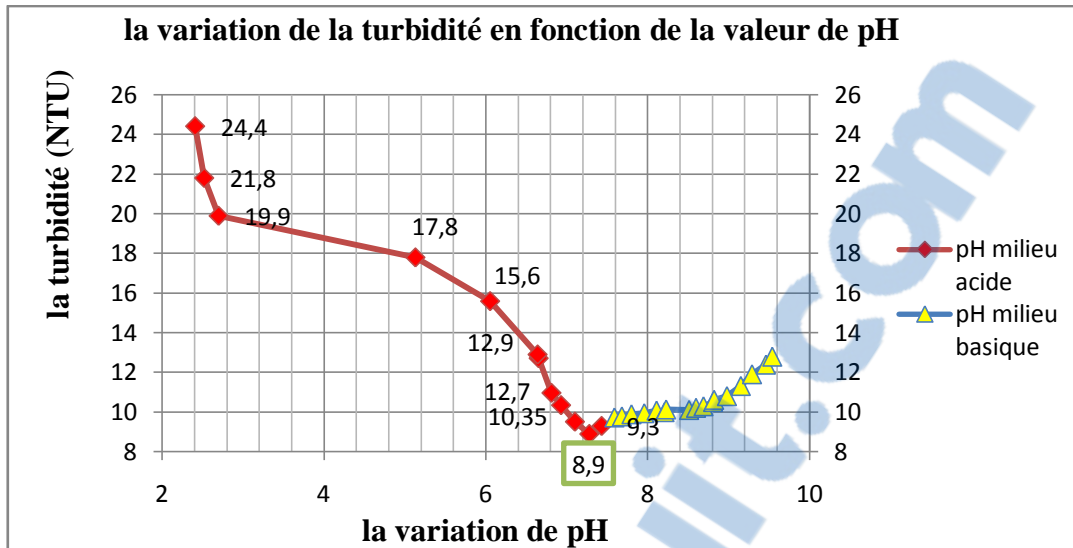


Figure VI.17 : Représente l’influence de pH sur la valeur optimale de coagulant (chlorure ferrique).

Selon le graphe dans la (Fig. VI.17) nous avons constaté que l’ajout de l’acide à la dose optimale de coagulant nous aidé à diminuer la turbidité.

Pour un pH de 7,28 on atteint une valeur de turbidité de 8,9 NTU, plus que l’effet de la dose de coagulant seul.

V. 3 - Recherche sur la dose optimale de floculant (**polyamide**) avec la fixation de la dose de coagulant (**chlorure ferrique**)

Tableau VI. 22. A : la variation de la turbidité en fonction de la variation des masses de floculant (polyamide)

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale de coagulant (FeCl ₃) en (mg) dans 500mL	/////	53	53	53	53	53	53
La masse de floculant polyamide en (mg) de [1g/L]	/////	1	2	3	4	5	6
Turbidité (NTU)	645	7.14	6.51	7,48	9,87	12,38	14,9

Tableau VI. 22. B : la variation de la turbidité en fonction de la variation des masses de floculant (**polyamide**) pour la 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale de (1g/L) coagulant(FeCl ₃) en (mg) dans 500mL	/////	53mL	53mL	53mL	53mL	53mL	53mL
La masse de floculant polyamide en (mg) de [1g/L]	/////	1mL	1,2mL	1,4mL	1.6mL	1.8mL	2mL
turbidité	645	7.21	6.83	6.31	5.96	6.41	6.58

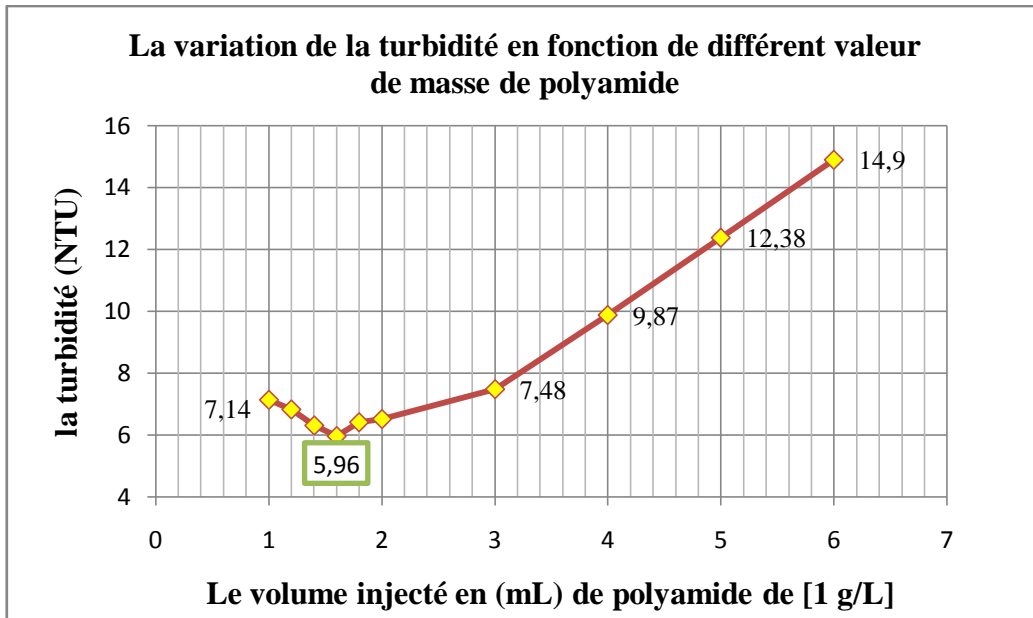


Figure VI.18 : Recherche sur la masse optimale de flocculant (polyamide).

Nous avons étudié l’influence de la dose de flocculant effectués selon le protocole du Jar-test à dose constante de coagulant (chlorure ferrique).

D’après le graphe obtenu (**Fig.VI. 18**) nous avons constaté que l’utilisation de flocculant améliore nettement le rendement d’élimination de la turbidité.

L’ajout du 1,6 mg de flocculant (polyamide) réduit la turbidité à 5,96 NTU et l’eau devient plus claire, par rapport à la mesure de la turbidité après coagulation.

V. 4 -Recherche sur la dose optimale de flocculant (Kaolin**) avec la fixation de la dose de coagulant (chlorure ferrique)**

On a préparé une solution de 1g de Kaolin dans un litre d’eau pour l’utiliser comme flocculant.

Tableau VI. 23. A : la variation de la turbidité en fonction de la variation des masses de flocculant (**Kaolin**) pour la 1^{er} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale de coagulant (FeCl₃) en (mg) dans 500mL	/////	53	53	53	53	53	53
La masse de flocculant kaolin en (mg) de [0,1g/L]	/////	1	2	3	4	5	6
Turbidité (NTU)	645	13.83	11.51	9.78	8.13	6.98	5.94

Tableau VI. 23. B : la variation de la turbidité en fonction de la variation des masses de floculant (**Kaolin**) pour la 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale de coagulant (FeCl₃) en (mg) dans 500mL	/////	53	53	53	53	53	53
La masse de floculant kaolin en (mg) de [0,1g/L]	/////	7	8	9	10	11	12
Turbidité (NTU)	645	5.53	5.09	4.75	6.16	8.34	11,03

Tableau VI. 23. C : la variation de la turbidité en fonction de la variation des masses de floculant (**Kaolin**) pour la 3^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale de coagulant (FeCl₃) en (mg) dans 500mL	/////	53	53	53	53	53	53
La masse de floculant kaolin en (mg) de [0,1g/L]	/////	8	8.2	8.4	8.6	8.8	9
Turbidité (NTU)	645	5.05	5.09	4.77	4.52	4.41	4.83

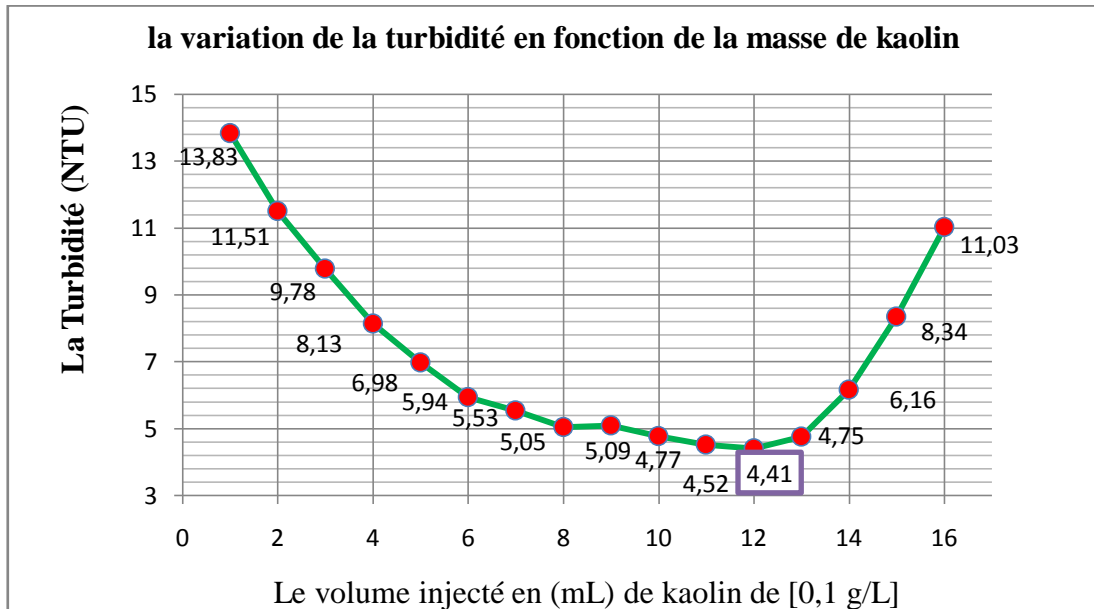


Figure VI. 19 : Recherche sur la masse optimale de floculant (kaolin).

Nous avons utilisé d'autre floculant (kaolin) pour voir son influence sur l'abattement de turbidité avec le même coagulant (chlorure ferrique). D'après le graphe ci-dessus on a eu une meilleure turbidité de 4,41 NTU avec une dose de 8,8 mg/L de kaolin.

V. 5 - Recherche sur la dose optimale de flocculant (**bentonite**) avec la fixation de la dose de optimale de coagulant (**chlorure ferrique**) :

Nous avons ressuyé ce teste avec un autre flocculant (bentonite) pour voir son influence sur la diminution de la turbidité. Pour cela nous avons préparé une solution de 1g de bentonite dans un litre d'eau.

Tableau VI. 24. A : la variation de la turbidité en fonction de la variation des masses de flocculant (**Bentonite**) pour la 1^{er} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale de coagulant (FeCl₃) en (mg) dans 500mL	/////	53	53	53	53	53	53
La masse de flocculant bentonite en (mg) de [1g/L]	/////	1	2	3	4	5	6
Turbidité (NTU)	645	10,3	9,51	7,8	4,35	2,38	4,9

Tableau VI. 24. B : la variation de la turbidité en fonction de la variation des masses de flocculant (**Bentonite**) pour la 2^{eme} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La masse optimale de coagulant (FeCl₃) en (mg) dans 500mL	/////	53	53	53	53	53	53
La masse de flocculant bentonite en (mg) de [1g/L]	/////	4	4,2	4,4	4,6	4,8	5
Turbidité (NTU)	645	4.31	3.93	3.56	2.64	1.62	2,38

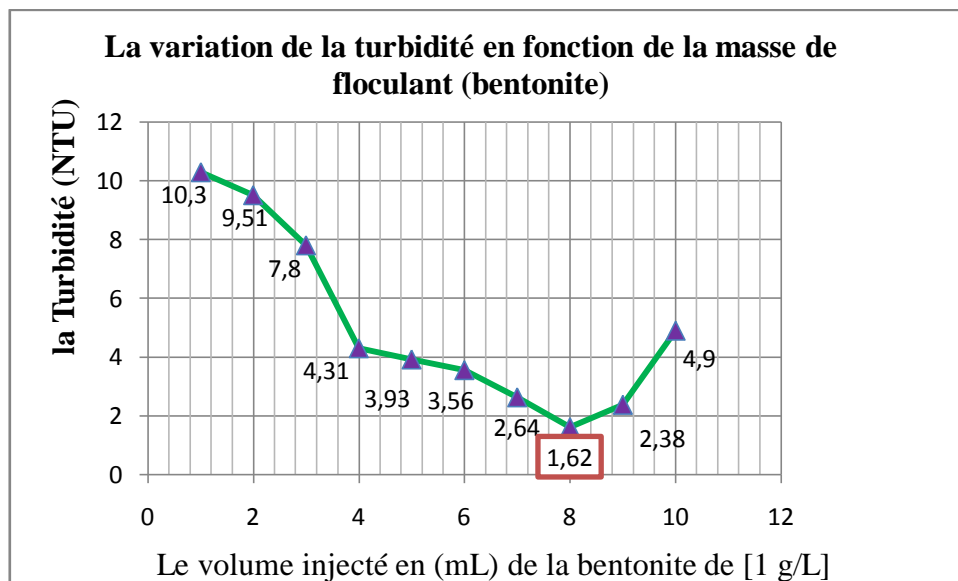


Figure VI. 20 : Représente la recherche de la masse optimale de flocculant (bentonite)

Suivant le graphe obtenu ci-dessus (**Fig.VI. 20**) on conclut que l'utilisation de flocculant (bentonite) avec le coagulant (chlorure ferrique) donne des très bons résultats par rapport à d'autre flocculant à savoir kaolin et polyamide, dont nous avons enregistré une diminution brusque de turbidité qui atteint 1,62 NTU, pour une masse de 4,8 mg de bentonite.

V. 6- L'influence de pH sur la dose optimal de coagulant ($FeCl_3$) et flocculant (bentonite)

V. 6. 1 - Dans le milieu basique

Tableau VI. 25. A : L'influence du milieu basique sur la masse optimale de coagulant et flocculant.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de NaOH	////////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL	10 mL	12 mL
La masse optimale de coagulant ($FeCl_3$) en (mg) dans 500mL	////////	53	53	53	53	53	53
La masse optimale de flocculant bentonite en (mg) de [1g/L]	////////	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
pH	7,52	8,58	8,92	9,11	9,27	9,41	9,45
Turbidité (NTU)	648	3,06	4,35	6,10	7,21	7,81	8,61

Tableau VI. 25. B : L'influence du milieu basique sur la masse optimale de coagulant et flocculant pour la 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de NaOH	////////	0.2mL	0.4mL	0.8mL	1.2mL	1.6mL	2mL
La masse optimale de coagulant ($FeCl_3$) en (mg) dans 500mL	////////	53	53	53	53	53	53
La masse optimale de flocculant bentonite en (mg) de [1g/L]	////////	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
pH	7,52	7.68	7.80	7.95	8,11	8.29	8.52
Turbidité (NTU)	648	1,82	2,03	2,26	2,51	2.48	3,09

V. 6. 2 - Dans le milieu acide

Tableau VI. 26-A : influence du milieu acide sur la masse optimale de coagulant et floculant.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
Le volume injecté de H ₂ SO ₄	////////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL	10 mL	12 mL
La masse optimale de coagulant (FeCl ₃) en (mg) dans 500mL	////////	53	53	53	53	53	53
La masse optimale de floculant bentonite en (mg) de [1g/L]	////////	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
pH	7,51	6,68	6,01	5,30	2,79	2,55	2,33
Turbidité (NTU)	648	2.47	3,18	5.86	9.59	12,57	14.29

Tableau VI.26-B : influence du milieu acide sur la masse optimale de coagulant et floculant pour la 2^{ème} gamme.

	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4	Bécher 5	Bécher 6
La dose de de H ₂ SO ₄	////////	0.2mL	0.4mL	0.8mL	1.2mL	1.6mL	2mL
La masse optimale de coagulant (FeCl ₃) en (mg) dans 500mL	////////	53	53	53	53	53	53
La masse optimale de Floculant bentonite en (mg)	////////	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
pH	7,52	7.46	7.41	7.28	7.12	6.94	6.70
Turbidité (NTU)	648	1,39	1,21	1,44	1,79	2.04	2.45

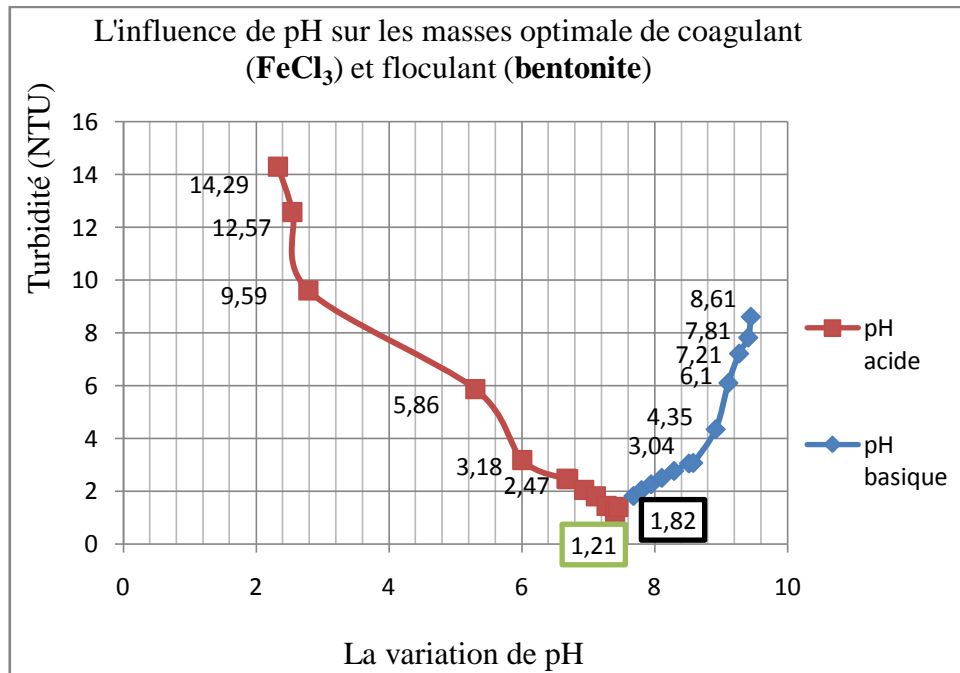


Figure VI. 21 : Représente l'influence de pH sur la masse optimale de coagulant (FeCl_3) et floculant (bentonite).

Le graphe nous montre que pour avoir une meilleure valeur de turbidité il faut traiter l'eau brute dans un milieu acide par rapport le pH de eau à traité.

*CONCLUSION
GENERALE*

L'objectif de ce travail est d'examiner la faisabilité de la technique coagulation floculation pour le traitement des effluents liquides des procédés de teinture de textile et vérifier que le coagulation-floculation peut être performante pour détruire les polluants des rejets industrielles liquides, pour cela nous avons effectué au niveau de laboratoire de traitement d'épuration des eaux, au Département d'Hydraulique à l'Université de Tlemcen, des analyses d'eau de la société de SOITEX situé dans la zone industriel de Chetouane.

Afin de cerner au mieux la problématique du thème choisi, l'élaboration d'une synthèse bibliographique a été nécessaire, dont la première partie du mémoire a donc consisté en un état des connaissances sur l'eau, les principales sources de pollution et les dangers des colorants textiles qui nécessitent un traitement poussé. Dans cette étude nous avons focalisé le travail sur l'élimination de la turbidité qui représente un problème principal de l'eau de la société de SOITEX.

Suivant les moyens de laboratoire, et en appliquant la technique de coagulation- floculation, deux types de coagulants ont été utilisé (chlorure ferrique et sulfate d'aluminium), ainsi trois types de floculant (polyamide, kaolin et bentonite).

L'ensemble des analyses effectuées nous ont permet de faire les constatations suivantes :

- ❖ Pour l'utilisation de **sulfate d'alumine** comme coagulant les résultats obtenus sont :
 - La concentration optimale de coagulant (sulfate d'alumine) 34 mg/L nous a permet d'enregistré une turbidité de 193 NTU, et avec un pH de 7,31 nous avons enregistré une meilleure turbidité de 176 NTU et à une température de 30°C.
 - La concentration optimale de floculant **polyamide** de 6 mg/L a donnée une valeur de turbidité de 182 NTU.
 - La dose optimale de floculant **(kaolin)** de 5,6 mg/L nous a permet d'obtenir une valeur de turbidité de 153,2 NTU.
 - La concentration optimale de floculant **bentonite** de 13 mg/L a donné une turbidité de 45,2 NTU. Et avec un pH de 7,28 nous avons enregistré une meilleure valeur de turbidité de 38,6 NTU.
- ❖ Pour l'utilisation de **chlorure ferrique** comme coagulant les résultats obtenus sont :
 - La concentration optimale de coagulant (**chlorure ferrique**) 53mg nous a donnée une turbidité de 9,7 NTU et avec un pH de 7,28 nous avons enregistré une meilleure turbidité de 8,9 NTU
 - La concentration optimale de floculant **polyamide** de 1,6 mg nous a donnée une turbidité de 5,96 NTU.

- Avec une dose optimale de floculant (**kaolin**) de 8,8 mg/500mL nous avons noté une valeur de turbidité de 4,41 NTU.
- La concentration optimale de floculant **bentonite** de 4,8 mg/500mL nous a donné une meilleure turbidité de 1,62 NTU. Et nous avons pu avoir une meilleure valeur de turbidité de 1,21 NTU avec un pH de 7,41

Parmi ces résultat nous avons conclu que les meilleurs valeurs de turbidité obtenus c'est d'utiliser le chlorure ferrique comme coagulant avec la bentonite comme floculant et avec un pH de 7,41.

Notre étude théorique et pratique étant basée sur la reconnaissance des types de prétraitement les plus efficace et leurs fonctionnements.

L'étude de quelques paramètres de la qualité de l'eau traitée (la turbidité, le pH, la conductivité et la température), nous ramené a conclure que l'effet de la coagulation floculation décantation influence la turbidité, en notant les grandes différences des valeurs trouvées avant et après pour la CFD.

La Société de SOITEX peut envisager une éventuelle technique de coagulation floculation qui lui permettra d'améliorer la qualité physico-chimique de ses rejets d'eaux et de compléter ce traitement par une filtration et rajouter une unité de désinfection de ces eaux comme une chloration pour éliminer les micro-organismes pathogène.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Rapport-Gratuit.com

Bibliographie

- [1] **Barhoumi-Andreani Y.; Gaudremeau J.; Benoit G.; Khamsing F.; Rabatel Y., (2004)** : « Eau ressources et menaces ». Chutes d'Iguaçu- Argentine. <http://www.emse.fr/site/publications/eau.pdf> consulté le 07/02/2017.
- [2] **Karout S., (2009)** : « Estimation des pertes thermiques dans des systèmes de Dessalement par voie solaire ». Mémoire présenté pour obtenir le Diplôme de MAGISTER en Physique, université MENTOURI de CONSTANTINE.
- [4] **Degrement (2005)** : « Mémento technique de l'eau ». Tome I, Lavoisier, Paris. France.
- [5] **Dégréement (1940)** : « Mémento et technique de l'eau ». Edition France
- [7] **Cherif L., (2012)**: « L'influence de la coagulation-floculation et décantation sur le prétraitement des eaux saumâtres ». Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de Diplôme de Master en Hydraulique, université Aboubakr Belkaid, Tlemcen.
- [8] **Lounnas A., (2009)** : « Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station HAMADI-KROMA de SKIKDA ». Mémoire de Magister, université du 20 Août 1955 Skikda.
- [11] **Desjardins R., (1990)** : « Le traitement des eaux »,deuxième édition revue et enrichie, Montréal, presses internationales POLYTECHNIQUE
- [12] **Desjardins R., (1997)** : « Le traitement des eaux » 2ème édition, édition l'école Polytechnique de Montréal.
- [15] **Rodier J., (1999)** : Analyse de l'eau, Dunod, Paris.
- [16] **Sante Canada., (2012)** : « Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique - La turbidité. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, catalogue H1449/2013F- PDF), Ottawa.
- [17] **Le Conseil interministériel fédéral de formation sur la qualité de l'eau, (2011)** : « Qualité de l'eau 101 : Introduction aux microsystèmes d'approvisionnement en eau potable », Catalogue : A22-542/2011-PDF, Canada.
- [18] **Kettab. A., (1992)** : « Traitement des eaux », office des publiques universitaires, 1, Place Centrale de Benaknoun(Alger).
- [19] **Gaid A., (1984)** : « Epuration biologique des eaux usées urbaines », tome I, 1, place Centre de Benaknoun (Alger).

- [20] **Valiron. F., (1989)** : « Gestion des Eaux : alimentation en eau - assainissement » Presses de l'école Nationale des ponts et chaussées, Paris.
- [21] **Christophe H., (2008)** : « Introduction À L'ultrafiltration Et Présentation Du Projet Des Gonelles » Quai Maria Belgia 18, 1800 VEVEY, Suisse, <http://www.sige.ch>.
- [22] **Deshayes M., (2008)** : « Guide pour l'établissement des plans d'assurance de la qualité dans le cadre de la réalisation des stations d'épuration de type boues activées en lots séparés », Juin 2008
- [23] **Vaillant J.r.**: « perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires, eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles », édition Eyrolles, Paris 1974
- [24] institue national de la recherche et de la sécurité ED 5026 novembre 2004.
- [25] **Dekhil S.W. et Zaibet M., (2013)** : « traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA », juin 2013
- [26] **Renou Sébastien, (2006)** : « Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées », École Nationale Supérieure des Industries Chimiques, Lorraine, 2006.
- [27] **Gomella C. et Guerrée H., (1978)** : « le traitement des eaux publiques, industrielles et privées », 2eme édition, Edition Eyrolles, Paris, 1978.
- [28] **Bourier Régis ; Satin M. ; Selmi B., (2010)** : «guide technique de l'assainissement », 4ème édition, Paris 2010
- [29] **Deshayes M., (2008)** : « la réalisation des stations d'épuration de type boues activées en lots séparés » INSA de Strasbourg, Spécialité Génie Civil, option aménagement du territoire.
- [30] **Emmanuel Adler, (2005)** : Cours sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement – ENTPE
- [31] **Othmani B. ; Meghabbere, (1998)** : « étude d'un système d'épuration des eaux usées de la ville de Mecheria », DEA en hydraulique université Abu bekr Belkaid.
- [32] **Hofkes E. H.**: « Alimentation en eau des petites collectivités, technologies appropriées pour les petites installations d'alimentation en eau dans les pays en voie de développement », Août 1983
- [33] **Ouali Mohand S., (2001)** : « Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux », office des publications universitaires, Alger, 2001

- [34] **Berland J.M. et Boutin C., (2001)** :« Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites Et moyennes collectivités (500-5000 eq-hab) », 2001
- [35] **Moulin ; Rozen-Rechels D. ; Stankovic M., (2013)** : « Traitement des eaux usées » ATELIER L'ŒAU ,24 rue Lhomond 75005 Paris www.environnement.ens.fr.
- [36] **Berné F. et Cordonnier J.** : « Traitement des eaux », édition Technip, Paris 1996.
- [37] **Imhoffkarl .R.** : « Manuel de l'assainissement urbain », 5eme édition, Edition Dunod, Paris 1970,
- [38] Fiche Technique sur l'assainissement collectif n°3 La filière disques biologiques.
- [39] **Jardé Emilie:** «Composition organique de boues résiduaires de stations d'épuration » Université Henri Poincaré, Nancy1, Décembre 2002
- [40] **Drechsel Ray, (2011)** : « L'irrigation avec des eaux usées et la santé, évaluer et atténuer les risques dans les pays à faibles revenus », presses de l'université du Québec,2011
- [41] **Gaid A., (1984)** : « Epuration biologique des eaux usées urbaines » Tome II, Alger 1984
- [42] **Habib R. et El rhazi O., (2007)** : « Impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées » MEMOIRE DE LICENCE ; Université Cadi Ayyad Marrakech.
- [43] **Monchalin G., (2000)** : «reprise et complétée par Jacques AVIRON-VIOLET avec les nombreux éléments, Eaux usées, Restauration, Recyclage et Réutilisation présentés lors du “ 1st World Water Congress of the International Water Association (IWA) .
- [44] **Lahmer L. et Laouedj S., (1996)** : « étude d'un système d'épuration des eaux usées de la wilaya de Ain-Temouchent »MEMOIRE D'INGENIEUR EN HYDRAULIQUE.
- [45] **Metafri M. S., (2012)** : « élimination de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées », MEMOIRE DE DOCTORAT université MOULOU MAMMERI TIZI-OUZOU » ; département des sciences agronomiques
- [46] **Lyonnaise des eaux** : « Traitement Des eaux usées urbaines », Guide ENGEES, Mai 2002
- [47] **Jankovic S.,** : manuel de chimie de l'environnement professeur STEVAN JANKOVIC
- [48] Procédés de traitement des boues de station d'épuration, Laboratoire de Génie Chimique <http://www.ulg.ac.be/bioreact>.
- [49] **Perez Fabiel Sergio:** « Etude de la biodégradabilité de boues secondaires soumises à un traitement Thermique à 65°C et du couplage digestion anaérobie et digestion thermophile Aérobie pour la réduction de boues », l'institut national des sciences appliquées de Toulouse, 13 Février

- [50] **Werther J. et Ogada T., (1999)** Sewage sludge combustion. Progress in Energy and Combustion Science, 25 55-116.)
- [51] **Singh, K.P.; Mohan, D.; Sinha S.; Dalwani R., (2004).** Impact assessment of treated /untreated wastewater toxicants discharged by sewage treatment plants on health, agricultural, and environmental quality in the wastewater disposal area. Chemosphere, 55, 227-255.)
- [52] **Cripps, R.W.; Winfree, SK.; Reagan, J.L., (1992):** Effects of sewage sludge application method on corn production. Commun. Soil Sci. Plant anal. 23, 1705-1715.).
- [53] **Sahlström, L.; Aspan, A.; Bagge, E.; Tham M.L.D.; Albiñ, A., (2004).** Bacterial pathogen incidences in sludge from Swedish sewage treatment plants. Water Research, 38, 1989-1994.
- [54] **Garrec, N.; Picard-Bonnaud, F.; Pourcher, A.M., (2003):** Occurrence of listeria sp. And L monocytogenes in sewage sludge used for land application: effect of dewatering, liming and storage in tank on survival of listeria species. FEMS Immunol. Med. Microbiol., 35, 3, 275-28.).
- [55] **Office International de l'Eau, (2001) :** Développer les compétences pour mieux gérer l'eau la stabilisation des boues de station d'épuration : techniques de mesure du procédé.).
- [56] **ADEME, (1996) :** La valeur azotée des boues résiduelles des stations d'épuration urbaines, 336p.
- [57] **Prevot, H., (2000) :** la récupération de l'énergie issue du traitement des déchets. Rapport du conseil général des mines juillet 2000.
- <http://www.environnement.gouv.fr/telch/2001-t3/010731-rapport-prevot-dechets-energie.pdf>
- [58] **Lambkin D.; Nortcliff S.; White, T.; .2004.** The importance of precision in sampling sludges, biowastes and treated soils in a regulatory framework Trends in analytical Chemistry, 23, 10-11.
- [59] **Sharma V.K.; Caudatelli M.; Fortuna F.; Cornachia G., (1997):** Processing of urban and agro-industrial residues by aerobic composting: Review. Energy Conversion and Management, 38, 5, 453-478.).

- [60] **Jiménez E.I.; Garcia V.P., (1992 a)** Composing of domestic refus and sewage sludge. I. Evolution of temperature, pH, C/N ratio and cation-exchange capacity. *Bioresource Technol.*, 41, 3, 265-272.
- [61] **Bernal M.P.; Vavarro A.F.; Roig A., Cegarra J.; Garcia D., (1996)** Carbon and nitrogen transformation during composting of sweet soghum bagasse, *biol. Fertil. Soil.*,22,141-148.
- [62] **CCME (Canadian Council of the Ministers of the Environment), (1996).** Guidelines for compost quality.CCME 106E, CCME Documents, Winnipeg, 11p.
- [63] **Magdi T.A.; horiuchi T.; Oba S., (2004):** Composting of rice straw with oilseed rape cake and poultry manure and its effects on faba bean (*Vicia faba* L.) growth and soil properties. *Bioresource Technol.*, 93 ,2 , 183-189.
- [64] **Zorpas AA. ; Arapoglou D. ; Panagiotis K., (2003) :** Waste paper and clinoptililite as a buking material with dewatered anaerobically stabilized primary sewage sludge (DASPSS) for compost production. *Waste Management.* 23, 27-35.
- [65] **Sundberg C.; Smars S.; Jonsson H., (2004):** Low pH as a inhibiting factor in the transition from mesophilic to thermophilic phase in composting. *Bioresource Technol.*, 95, 145- 150.
- [66] **Tomati U.; Galli E.; pasetti L. ; Volterra E., (1995) :** Bioremediation of olive-mill wastewaters by composting, *Waste Management& Research*, 13, 6, 509-518
- [68] **Dekhil S.W. et Zaibet M., (2013) :** « traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA »,
- [69] **Laurent F. et Dupont N., (2011):** « l'eau dans le milieu», Juin 2011
- [70] **Djabri L., (1996) :** Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines. Thèse de doctorat d'état, université d'Annaba, Algérie, 1996.
- [71] **Degremont.** Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1, 1989, P : 5, 24,25.
- [72] **Rodier J. ; Legube B. ; Merlet N., (2009) :** « l'analyse de l'eau », 9ème édition, Dunod, Paris,
- [73] **Arslan I., (2001)** Treatability of a simulated disperse dye-bath by ferrous iron coagulation, ozonation and ferrous iron-catalysed ozonation, *J, Hazard Master.*, 229-241page.

- [74] **Welker G.M.; Weatherley L.R.**, COD removal from textile industry effluent ;pilot plant studies, Chem Eng, J,84No 2 (2001) 125-131.
- [75] **Pagga U.; Brown D**, the degradation of dyestuffs part ii: behavior of dyestuffs in aerobic biodegradation tests, Chemosphere 15(4) (1986) 479-491.
- [76] **Capon M. ; Courilleu V. ; Valette C., (1999)** : chimie des couleurs et des odeurs, nantes, culture et technique.
- [77] **Zhenwang L. ; Zhenlu C. ; Jianyan L., (2000)**: the pt dye molecular structure and its chromophoric luminescences mechanism 15th world conference on non- destructive testing 15-21, rome.
- [78] **Harrlekas F., (2008)** : “ Couplage des procédés membranaires aux technique physique-chimiques ou biologiques pour le traitement des rejets liquides de l’industrie de textile” Thèse de Doc. de l’université Cadi Ayyad de Marrakeche et de l’institut National Polytechnique de Lorraine.
- [79] **Manahan S.E., (1994)**: Environmental Chemistry, 6e Ed, U.S.A. lewis publisher, 1994
- [80] **Willmott Nj. ; Guthrie J.t. ; Nelson G., (1998)**: The biotechnology approach to colour removal from textile effluent, JSDC, 114, 38-41
- [81] **Ganesh R., (1992)**: Fate of azo dye in sludges, Th :Chim, : Virginia polytechnic institute and state university, 193p
- [82] **Brown M.A.; Devito S.C., (1993)**: Predicting azo dye toxicity, Critical review in environ bacteria, appl, Environ, Sc And techn, 12, 405-414p.
- [83] **Culp S.J.; Beland F.A. ; Heflich R.H., (2002)**: Mutagenicity and carcinogenicity in relation to DNA adduct formation in rats fed leucomolachite green, Mutation research 506-507 ; 55-63page.
- [84] **Santé Canada**, Sous produits de désinfection (SPCD), texte préparé par le groupe de travail sur les SPCD, Nov 1999b ;
- [85] **Azbar N.; Yonar T.; Kestioglu K., (2004)**: comparision of various oxidation processes and chemical treatment methods for COD and color removal from a polyester and acetate fiber dyeing effluent. Chemosphere 55(1) (2004) 35-43
- [86] **Barclay S.; Buckley C., (2000)**: Waste minimization guide for the textile industry, a STEP towards cleaner production, the pollution research group, university of Natal Durban, South Africa, For the South Africa, Water research Commission, Janvier 2000, volume1

[87] **Kurbus T.; Slokar Y.M.; Le Marechal A.M., (2002):** the study of the effect of the variables on H₂O₂ /UV decoloration of vinylsulphone dye: part II, Dyes Pigments 54 (2002) 67-78page.

Site web

[3] <http://www.cieau.com/tout-sur-l-eau/> consulté le 26/02/2017.

[6] http://www.ecosociosystemes.fr/proprietes_physicochimiques_eau.doc consulté le 26/02/2017.

[9] <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/eauproprietes-qualite-valeurs-d-usage-42506210/caracteristiques-et-proprietes-des-eaux-w110> / consulté le 26/02/2017.

[10] <http://www.fr.wikioedia.org/wiki/pluie> (consulté le 30/01 :2017)

[13] <http://hmf.enseiht.fr/travaux/bei/beiere/content/2012-g04/> consulté le 24/04/2017.

[14] <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/potable/menuRessour.html> consulté le 14/05/2017.

[67] <http://lyc-ferry-conflans.ac-versailles.fr/~lyonnetj/SVT/MISVT/2nde3-09-10/Th6-DD/Site-Laura-Chahrazed/2definition-pollution.html>, Consulté le 11/03/2017 à 11:37 H

LES ANNEXES

ANNEXES 1

Tableau1 : Représente les analyses de quelque paramètre d'eau brute après le déshuilage avec spectrophotomètre

Paramètres mesurés	Les valeurs
Ammoniaque	9,29 mg/L
Chlore libre	0,18 mg/L
Chlore totale	0,09 mg/L
Chrome	88 µg/L
Cuivre	Haure limite
Nitrate	0 mg/L
Phosphate (PO_4^{-3})	4,1 mg/L
Phosphore (P)	1,1 mg/L
Silice (SiO_2)	2 mg/L
Zinc	0,22 mg/L
Pentoxide de phosphore (P_2O_5)	2,6 mg/L

Mode opératoire des ces analyses

1. Ammoniaque

a. Réactifs nécessaire

- HI 93700A-0
- HI 93700B-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Ammonia LR
- Remplissez une cuvette avec 10ml de l'échantillon et rebouchez
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0-» il est prêt pour la mesure
- Otez la cuvette
- Ajoutez 4 gouttes de réactifs FIRST HI93700A-0 rebouchez et mélangez soigneusement
- Ajoutez 4 gouttes de réactifs SECOND HI93700B-0 rebouchez et mélanger soigneusement
- Placez cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 3 mn et 30 secondes suivi de l'affichage de la concentration d'azote ammoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$)
- Pour afficher les autres formes chimiques, appuyez sur ▲ ou ▼ puis **ChemFrm**. L'ammoniaque peut être affichée en $\text{NH}_3\text{-N}$ ou en ammonium (NH_4^+)

2. Chlore Libre

a. Réactifs nécessaire

- HI 93701-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Free Chlorine ;
- Remplissez une cuvette avec 10 ml de l'échantillon et rebouchez ;
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0-» il est prêt pour la mesure
- Otez la cuvette ;

- Ajoutez un sachet de réactif DPD HI93701. Remettez le capuchon en place et agitez délicatement pendant 20 secondes ;
- Placez cette cuvette dans l'instrument ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 1 mn suivi de l'affichage de la teneur en chlore libre en mg/L.

3. Chlore Total

a. Réactifs nécessaire

- HI 93711-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Total Chlorine ;
- Remplissez une cuvette avec 10 ml de l'échantillon et rebouchez ;
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0- » il est prêt pour la mesure
- Otez la cuvette ;
- Ajoutez un sachet de réactif DPD HI93711. Remettez le capuchon en place et agitez délicatement pendant 20 secondes ;
- Placez cette cuvette dans l'instrument ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 2 mn et 30 secondes, suivi de l'affichage de la teneur en chlore total en mg/L.

4. Chrome VI Gamme Basse

a. Réactifs nécessaire

- HI 93749-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Chromium VI LR ;
- Remplissez une cuvette avec 10 ml de l'échantillon et rebouchez ;
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0- » il est prêt pour la mesure ;
- Otez la cuvette ;
- Ajoutez un sachet de réactif HI93749-0. Rebouchez la cuvette et agitez vigoureusement pendant 10 secondes ;
- Placez cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 6 mn, suivi de l'affichage de la concentration chrome VI en $\mu\text{g/L}$ (Cr^{6+}).

5. Cuivre Gamme Basse

a. Réactifs nécessaire

- HI 93747-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Copper LR ;
- Remplissez une cuvette avec 10 ml de l'échantillon et rebouchez ;
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0- » il est prêt pour la mesure

- Otez la cuvette ;
- Ajoutez un sachet de réactif HI93747-0. Rebouchez et agitez délicatement pendant 15 secondes ;
- Placez cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 45 secondes, suivi de l'affichage de la concentration de cuivre en $\mu\text{g/L}$ (Cu^{2+}).

6. Nitrate

a. Réactifs nécessaire

- HI 93728-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode Nitrate ;
- A l'aide d'une pipette, remplissez une cuvette avec 6 ml de l'échantillon et rebouchez ;
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0- » il est prêt pour la mesure ;
- Otez la cuvette ;
- Ajoutez un sachet de réactif HI93728-0. ;
- Rebouchez le capuchon puis immédiatement secouez vigoureusement de haut en bas pendant 10 secondes, continué à mélanger en inversant doucement la cuvette pendant 50 secondes. La poudre ne se dissoudra pas complètement. Le temps et la manière de secouer peut affecter la mesure ;
- Remettez la cuvette dans l'instrument en veillant à ne pas la secouez ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 4 mn et 30 secondes, suivi de l'affichage d'azote nitreux (NO_3^-) en mg/l ;
- Pour afficher les autres formes chimiques, appuyez sur ▲ ou ▼ puis **ChemFrm**. Pour convertir le résultat en mg/L de nitrate (NO_3^-).

7. Nitrite

a. Réactifs nécessaire

- HI 93708-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Nitrite HR ;
- Remplissez une cuvette avec 10 ml de l'échantillon et rebouchez ;
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0- » il est prêt pour la mesure ;
- Otez la cuvette ;
- Ajoutez un sachet de réactif HI93708-0. Rebouchez et agitez délicatement jusqu'à complète dissolution de la poudre ;
- Insérez la cuvette dans l'instrument ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 10 mn, suivi de l'affichage de la lecture en mg/L de nitrite.

8. Phosphate

a. Réactifs nécessaire

- HI 93717A-0
- HI 93717B-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Phosphate HR ;
- Remplissez une cuvette avec 10 ml de l'échantillon et rebouchez ;
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0-» il est prêt pour la mesure ;
- Otez la cuvette ;
- Ajoutez 10 gouttes de réactif HI 93717A-0 ;
- Ajoutez un sachet de réactif HI93717B-0. Bouchez mélangez délicatement jusqu'à dissolution complète ;
- Insérez la cuvette dans la cellule de mesure fermée le clapet ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 5 mn, suivi de l'affichage de la concentration des phosphate en mg/L (PO_4^{3-}).

9. Phosphore**a. Réactifs nécessaire**

- HI 93706-A-0
- HI 93706-B-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Phosphores ;
- Remplissez une cuvette avec 10 ml de l'échantillon et bouchez ;
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0-» il est prêt pour la mesure ;
- Otez la cuvette ;
- Ajoutez 10 gouttes de réactif HI 93706-A-0 ;
- Ajoutez un sachet de réactif HI93706-B-0. Bouchez et remuez doucement jusqu'à dissolution complète ;
- Insérez la cuvette dans la cellule de mesure fermée le clapet ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 5 mn, suivi de l'affichage de la concentration des phosphore en mg/L (P).

10. Silice**a. Réactifs nécessaire**

- HI 93705A-0
- HI 93705B-0
- HI 93705C-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Silice ;
- Remplissez une cuvette avec 10 ml de l'échantillon ;
- Ajoutez 6 gouttes de réactif HI 93705A-0. Bouchez et mélangez ;
- Attendez 4 mn puis ajoutez un sachet de réactif HI 93705B-0. Bouchez et mélangez jusqu'à dissolution complète ;
- Attendez 1 mn ceci constitue le blanc ;
- Placer cette cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0-» il est prêt pour la mesure ;

- Otez la cuvette ;
- Ajoutez un sachet de réactif HI93705C-0. Bouchez et agitez jusqu'à dissolution complète des réactifs ;
- Insérez la cuvette dans la cellule de mesure fermée le clapet ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 3 mn, suivi de l'affichage de la concentration de silice sous forme (SiO_2) en mg/L ;
- Pour afficher les autres formes chimiques, appuyez sur ▲ ou ▼ puis **ChemFrm**. Pour convertir le résultat en silicone (Si).

11. Zinc

a. Réactifs nécessaire

- HI 93731A-0
- HI 93731B-0

b. Procédures de mesure

- Sélectionnez la méthode de mesure Zinc ;
- Remplissez une cylindre gradué jusqu'à la marque 20 mL ;
- Ajoutez le contenu d'un sachet de réactif HI 93731A ;
- Bouchez le cylindre et mélangez jusqu'à dissolution complète des réactifs ;
- Versez 10 ml de cette solution dans une cuvette. Bouchez ;
- Placez la cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique « -0.0- » il est prêt pour la mesure ;
- Otez la cuvette ;
- Ajoutez 0.5 ml de réactif HI93731B-0. ;
- Mélangez pendant 15 secondes ;
- Placez la cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet ;
- Appuyez sur la touche TIME. L'instrument affiche un chronométré de 3 mn et 30 secondes ;
- Le résultat est affiché en mg/L de zinc (Zn).



Figure 1: le spectrophotomètre.

ANNEXE 2

II.4. Législation sur L'environnement

La législation sur les rejets d'eaux résiduaires devient de plus en plus stricte dans notre pays. En effet, l'Algérie est dotée d'une réglementation 06-141 sur les rejets d'effluents textiles dans le milieu hydrique. Le tableau 2 : précise les limites réglementaires de ces rejets, qui sont dotés de Décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427, correspondent au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Journal officiel de la république Algérienne n° 26.

Tableau 2 : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents textiles.

Paramètre	Unité	Valeurs limites	Tolérances aux valeurs limites anciennes installation
Température	°C	30	35
pH	-	- 6,5-8,5	6,5-9
DBO ₅	Mg/l	150	200
DCO	Mg/l	250	300
Matière décantable	Mg/l	0,4	0,5
Matière non dissoute	Mg/l	30	40
Oxydabilité Mg/l	Mg/l	100	120
Permanganate	Mg/l	20	25

Face au problème de pollution, des pratiques environnementales courantes dans les entreprises du secteur textile Algérien ont été implantés visant la prévention de la pollution

DECRETS

Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

Décrète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'auto-surveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mises à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixés en annexe du présent décret.

Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

- les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,
- la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,
- la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,
- les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO ₅	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension

e - Ciment, plâtre et chaux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
Matière décantable	"	0,5	1
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2
Chrome	"	0,1	0,1
Cobalt	"	0,1	0,1
Cuivre	"	0,1	0,3
Nickel	"	0,1	0,5
Zinc	"	2	5

f - Industrie de textile :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	35
PH	-	6,5-8,5	6-9
DBO ₅	mg/l	150	200
DCO	"	250	300
Matière décantable	"	0,4	0,5
Matière non dissoute	"	30	40
Oxydabilité	"	100	120
Permanganate	"	20	25

g - Industrie de tannerie et mégisserie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES INDUSTRIES ANCIENNES
DBO ₅	mg/l	350	400
DCO	"	850	1000
MES	"	400	500
Chrome total	"	3	4

PH : Potentiel d'hydrogène
 DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
 DCO : Demande chimique en oxygène
 MES : Matière en suspension

Résumé

La pollution des rejets textiles se forme liquide peut avoir un effet toxique sur les organismes vivant et causer l'accumulation de certain élément dans la chaine alimentaire (métaux, radioactivité, etc.) qui peut provoquer des problèmes pour la santé publique, donc il faut les traiter avant de les rejeter dans la nature.

Le traitement des rejets textiles se fait habituellement via une filière physico-chimique couplée à un traitement biologique. La qualité de l'effluent obtenu obéit difficilement aux normes de recyclage ou de rejet dans le milieu naturel. Dans cet objectif, différentes combinaisons sont proposée : la coagulation floculation (CF) et/ou l'adsorption sur charbon actif (CAP) en poudre couplée aux techniques membranaires (microfiltration (MF) ou ultrafiltration (UF)).

L'objectif de ce travail consiste à une comparaison entre plusieurs coagulant et flocculant et voir quel couple de coagulant flocculant peut être contribuée à une diminution importante de la turbidité sans oublié l'effet de la température et de pH sur ce type de traitement. Parmi ces résultat nous avons conclu que les meilleurs valeurs de turbidité (1,21 NTU) obtenus c'est d'utiliser le chlorure ferrique comme coagulant avec la bentonite comme flocculant et avec un pH de 7,41.

Les résultats obtenus sont assez satisfaisant du point de vue physico-chimique ce qui nous permet de dire que la coagulation-floculation peut améliorer la qualité de l'eau de rejet industriel.

Mots clés : Pollution, Rejets d'industrie textiles, coagulation floculation, turbidité, température, pH.

Abstract

The pollution of the textile wastewater can see the toxic effect for the organism alive and caused the accumulation of something element in the food chain (metal, radioactivity, ...) that can provoke the problem for the health public, so you must be a treatment after the rejected in the ambiance natural.

The treatment of textile wastewater is usually done by a set of physicochemical processes coupled with a biological treatment. The effluent quality abides with difficulty the norms for reuse or discharge in environment. Various treatment combinations have been tested such as coagulation-flocculation (CF) and adsorption on activated carbon (PAC) coupled with membrane technologies (microfiltration (MF) or ultrafiltration (UF)).

The aim of this work consists of a comparison between several coagulant and flocculant and sees what pair of flocculating coagulant can be contributed to a significant decrease in turbidity without forgetting the effect of temperature and pH on this type of treatment. Among these results, we concluded that the best turbidity values (1.21 NTU) obtained were to use ferric chloride as coagulant with bentonite as a flocculant and with a pH of 7.41.

The obtained results are rather satisfactory from the physical, chemical parameters what allows us to say that the coagulation and flocculation can improve the quality of the water for Industry rejected.

Keywords: Pollution, Textile wastewater, coagulation-flocculation, Turbidity, Temperature, pH.

التلخيص

التلوث الناجم عن النفايات السائلة للغزل والنسيج يمكن أن يكون لها تأثير سلبي على الكائنات الحية و التي تتسبب في تراكم بعض العناصر في السلسلة الغذائية (معادن، نشاط إشعاعي). والتي هي المسؤولة عن العديد من مشاكل الصحة العمومية، ولهذا يجب علينا معالجتها قبل رميها في الطبيعة.

معالجة هذا النوع من التلوث عادة ما تتم عن طريق تقنيات فزيائية-كيميائية بالإضافة إلى المعالجة البيولوجية. نوعية النفايات الناتجة لا تخضع غالبا لمعايير إعادة التدوير أو للرمي في الوسط الطبيعي لهذا تستعمل عدة تقنيات من بينها: التخثر والتلبد، لامتراز على الكربون المسحوق النشط، المقترن بتقنية الغشاء

الهدف من هذا العمل هو إيجاد الجرعة المثلى للمختر أو الملبد التي تعطي أفضل النتيجة في لانخفاض التعكر دون أن ننسى تأثير عامل الحرارة ودرجة الحموضة ولهذا نقوم بالمقارنة بين عدة أنواع من المتخثرات و المتلبدات

و النتائج المتحصل عليها تبين أن أفضل القيمة مسجلة للتعكر هي (1,21) باستعمال مادة كلوريد الحديد كمادة تخثر و البشتونية كمادة متلبدة وهذا مع مراعاة درجة حموضة تقارب 7,41

إن النتائج المتحصل عليها مرضية تماما من الوجهة الفيزيائية والكيميائية التي تسمح لنا أن نقول إن التخثر والتلبد يمكن لهما أن يحسنا من نوعية الماء الصرف الصناعي.

كلمات مفتاحية: التلوث، مياه الصرف الصناعي للغزل والنسيج، التخثر والتلبد، التعكر، درجة الحرارة، درجة الحموضة