



Mémoire de Master

Présenté par :

- Fatah MEKDOUD
- Yani ZIZI

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie

Spécialité : Chimie des matériaux.

Thème :

***Traitement des eaux usées industriels
par le Kaolin de Tamzgert***

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Nom & Prénom	Département d'affiliation	Qualité
Md BRAHMI	CHIMIE	Président
Md ISSAADI	CHIMIE	Examineur
Mr Abdelhamid BOUKEROUI	CHIMIE	Encadrant

2020-2021

REMERCIEMENT

*Louange A Dieu, le miséricordieux, sans lui
rien de tout cela n'aurait pu être.*

Nous tenons à remercier vivement Mr
Abdelhamid BOUKERROUI, pour nous avoir
honoré par son encadrement, pour sa
disponibilité, ses orientations, ses précieux
conseils et ses encouragements qui nous ont
permis de mener à bien ce travail.

Je remercie chaleureusement tous nous
enseignants pour leurs conseils, leurs
gentillesse, et leurs générosités.

Un merci particulier à nous parents, pour leur
amour, leurs sacrifices et leurs patiences.

Un énorme merci à nous amis pour leurs
soutient.

La liste des Figures

Figure I.1: Systèmes d'épuration et voies d'évacuation des eaux.....	5
Figure I.2 : Les filières de traitement des eaux usées.....	6
Figure I.3 : Composition des couches tétraédriques et octaédriques :	9
Figure I.4 : Argile de type 1:1.....	11
Figure I.5 : La structure d'une argile de type 2:1.....	12
Figure I.6 : Structure d'une argile de type 2:1:1.	12
Figure I.7 : Photo d'une coupe de kaolin.	13
I.3.3 Humidité du kaolin	13
Figure I.8 : Coupe schématique d'un gisement de kaolin	15
Figure II.1: Photo du gisement de kaolin (Tamazert, NE Algérie) en cours d'exploitation	20
Figure II.2. : Le KT3 (photo prise le 25/06/2021)	20
Figure II.3. : diagramme de la DRX pour le Kaolin KT3B7.	21
Figure II.4. : kaolin de tamazert vue sous MEB.....	22
Figure II.5. : le tamisage du kaolin KT3B.....	23
Figure II.6 : balance de précision	23
Figure II.7 : eaux usées huileuse de (CO.G. B)	24
Figure II.8 : dilution 1/15 avec des dilutions à l'eau de robinet.....	24
Figure II.9. : le phénomène d'adsorption et d'adsorption	25
Figure II.10. : L'analyse de l'eau usée avant le traitement (photo prise le 06/2021) Erreur ! Signet non défini	
Figure II.11. : L'agitation lors du traitement de l'eau usée (photo originale	29
Figure II.12: PH-mètre (photo originale 06/2021).....	29
Figure II.13 : Multi paramètre utilisé dans notre étude (photo originale 06/2021).....	30
Figure II.14 : Turbidimètre utilisé dans le cadre de notre étude (photo Originale 06/2021)	30
Figure III.1. : La variation de la turbidité de l'eau usée à une dilution de 1/10 traitée par le kaolin.	32
Figure III.2 Variation de la turbidité de l'eau usée (dilution 1/15) traitée par le kaolin.	34
Figure III.3 : La variation du pH de l'eau usée diluée à 1/10eme traitée par le kaolin.	36
Figure III.4: la variation de PH de l'eau usée de dilution 1/15 traité par le kaolin.	38
Figure III.5 : variation de la conductivité de l'eau usée de dilution 1/10 traité par le kaolin	40
Figure III.6 : Variation de la conductivité de l'eau usée avec une dilution 1/15 traitée par le kaolin	42
Figure III.7 : La variation de TDS de l'eau usée de dilution 1/10 traité par le kaolin.....	44
Figure III.8 : La variation de TDS de l'eau usée de dilution 1/15 traité par le kaolin.....	46

La liste des Tableaux

Tableau I.1 : Caractéristiques des eaux résiduaires urbaines en Algérie	2
Tableau I.2 : teneur massique en oxyde d'un kaolin brut.....	15
Tableau II.1 : les principales raies de la kaolinite du mica et du quartz observé sur le diffractogramme du kaolin KT3	21
Tableau II.2 : Les méthodes d'analyse utilisées.....	27

Table des Matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
I.1 Les eaux usées :.....	2
I.1.1 Définition :.....	2
I.1.2 Origine des eaux usées :.....	2
I.1.2.1 Eaux usées urbaines :.....	2
I.1.2 Les eaux industrielles :.....	3
I.1.3 Le traitement des eaux usées :.....	3
I.1.3.1 Etapes de traitement des eaux usées :.....	3
I.1.3.1.1 Le prétraitement :.....	3
I.1.3.1.2 Les traitements primaires :.....	4
I.1.3.1.3 Les traitements secondaires :.....	4
I.1.3.1.4 Le traitement biologique :.....	4
I.1.3.1.5. Les traitements complémentaires :.....	4
I.1.4 Classification des Techniques de traitement des eaux usées :.....	6
I.1.4.1 Les différentes techniques de dépollution :.....	6
I.1.4.2 Classement en fonction du lieu de traitement :.....	7
I.1.4.3 Classement en fonction du devenir des polluants.....	7
I.2 Les argiles :.....	8
I.2.1 Définition :.....	8
I.2.2 Structure et cristallographie des argiles :.....	8
I.2.2.1 Couche tétraédrique :.....	9
I.2.2.2 Couche octaédrique :.....	9
I.2.2.3 Espace interfoliaire :.....	9
I.2.3 Classification des argiles:.....	10
I.2.3.1 Minéraux à 7Å :.....	10
I.2.3.2 Minéraux à 10Å :.....	10
I.2.3.3 Minéraux à 14Å :.....	10
I.2.4 Les argiles inter stratifiées :.....	10
I.2.5 Les minéraux à couches discontinues et à fascié fibreux :.....	11
I.3 Les kaolins :.....	13
I.3.1 Historique :.....	13
I.3.2 Définition :.....	13
I.3.3.1 Eau d'absorption (eau hygroscopique).....	13
I.3.3.2 Eau de constitution :.....	13
I.3.4 Origine des Kaolins et minéraux associés :.....	14

I.3.4.1 Les kaolins primaires ou kaolins résiduels :.....	14
I.3.4.2 Kaolins secondaires :.....	15
I.3.5 Traitement du kaolin :.....	15
I.3.6 Utilisation du kaolin dans le traitement des eaux usées :.....	16
I.3.6.1 Pouvoir d'absorption :.....	17
I.3.6.2 Pouvoir de fixation :.....	17
I.4Présentation du complexe des corps gras de Bejaia.....	17
I.4.2 La station d'épuration de CO.G. B <i>Labelle</i>	17
II.1 Introduction :.....	19
II.2 Caractéristiques Du Kaolin De Tamazert :.....	19
II.3 La préparation de l'échantillonKT3B.....	22
II.3.1 Le broyage :.....	22
II.3.2 Le tamisage :.....	22
II.3.3 La pesée :.....	23
II.3.4 Préparation de l'eau usée :.....	24
II.4 La méthode d'adsorption.....	25
II.4.1 Définition d'adsorption:.....	25
II.4.2 Capacité d'adsorption du kaolin.....	25
II.4.2.1 Capacité d'échange cationique :.....	26
II.4.2.2 Surface spécifique:.....	26
II.4.2.3 Substitution dans la kaolinite:.....	26
II.4.3 Matériels utilisés :.....	26
II.4.3.1 Verreries :.....	26
II.4.3.2 Équipements :.....	27
II.4.3.2 Les analyses instrumentales.....	27
Chapitre III : Traitements des eaux usées huileuses par le Kaolin KT3B.....	31
III.2.1 Etude de la variation de la turbidité.....	32
III.2.1.1 Influence de la dilution au 1/10eme sur l'effet du kaolin sur la variation de la turbidité.....	32
III.2.1.1.1 Discussion des résultats.....	32
III.2.1.1.2 Interprétation :.....	33
III.2.1.2 Influence de la dilution au 1/15eme sur l'effet du kaolin sur la variation de la turbidité.....	34
III.2.1.2.1 Présentation des résultats :.....	35
III.2.1.2.2 Interprétation.....	36
III.2.2 La variation de PH.....	36
III.2.2.1 Influence de la dilution au 1/10eme sur l'effet du kaolin sur la variation de PH.....	36
III.2.2.1.1 Prestation des résultats :.....	37
III.2.2.1.2 Interprétation :.....	38
III.2.2.2 Influence de la dilution au 1/15eme sur l'effet du kaolin sur la variation de ph.....	38
III.2.2.2.1 Présentation des résultats :.....	39

III.2.2.2.2 Interprétation :	40
III.2.3 La variation de conductivité :	40
III.2.3.1 Influence de la dilution au 1/10eme sur l'effet du kaolin sur la variation de la conductivité	40
III.2.3.1.1 Présentation des résultats :	41
III.2.3.1.2 Interprétation :	42
III.2.3.1 Influence de la dilution au 1/15 sur l'effet du kaolin sur la variation de la conductivité	42
III.2.3.1.1 Présentation des résultats :	43
III.2.3.1.2 Interprétation :	44
III.2.4 La variation de TDS :	44
III.2.4.1 Influence de la dilution au 1/10eme sur l'effet du kaolin sur la variation de TDS	44
III.2.4.1.1 Présentation des résultats	45
III.2.4.1.2 Interprétation	45
III.2.4.2 Influence de la dilution au 1/15eme sur l'effet du kaolin sur la variation de TDS	46
III.2.4.2.1 Présentation des résultats	46
III.2.4.2.2 Interprétation :	47
III.3 La comparaison :	48
III.3.1 Comparaison des résultats de la turbidité dans le cas d'utilisation de la dilution 1/10 et le cas d'utilisation de la dilution 1/15	48
III.3.2 Comparaison des résultats de PH dans le cas d'utilisation de la dilution 1/10 et le cas d'utilisation de la dilution 1/15	48
III.3.3 Comparaison des résultats de la conductivité dans le cas d'utilisation de la dilution 1/10 et le cas d'utilisation de la dilution 1/15	48
III.3.4 Comparaison des résultats de TDS dans le cas d'utilisation de la dilution 1/10 et le cas d'utilisation de la dilution 1/15	48
CONCLUSION GENERALE	49
LA LISTE DES FIGURES	IV
LA LISTE DES TABLEAUX	V
TABLE DES REFERENCES	VI

Introduction Générale

Introduction Générale

L'eau est une ressource vitale pour l'homme et sa santé et son développement, mais la croissance alarmante de la pollution des eaux par des matières diverses, organiques ou non : pesticides, détergents, métaux lourds et d'autres substances toxiques, représente un réel danger pour la flore et la faune et cause de sérieux problèmes à l'humanité [1].

Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge polluante que ces dernières véhiculent et objectif de rejeter dans le milieu naturel des eaux d'une qualité suffisante que pour altérer le moins possible le milieu récepteur [2].

Il existe une propriété particulière qui caractérise les solides poreux en général et le kaolin en particulier. Cette propriété est la capacité d'adsorber et d'absorber les métaux lourds ainsi que les substances organiques contenus dans des solutions aqueuses. Elle serait due essentiellement à leurs surfaces spécifiques élevées.

Le kaolin de Tamazert de la région d'El-Milia est une matière première elle fait partie de cette catégorie de solides. Son abondance lui vaut actuellement d'être utilisé dans l'industrie des céramiques, mais son utilisation dans la lutte antipollution, peut également être envisagée en raison de sa non-toxicité.

Et face à tous les problèmes que connaît notre pays en matière d'assainissement et de gestion des stations d'épuration, le recours à d'autres techniques d'épuration, moins coûteuses et plus simples à gérer est devenu incontournable, si l'on veut protéger les ressources en eau, la santé publique et sauvegarder les milieux récepteurs.

L'objectif de notre travail est d'étudier la capacité d'adsorption et l'absorption d'un matériau disponible et local qui est le kaolin de Tamazert en utilisant les eaux usées huileuses de (CO.G.B), aussi d'analyser l'efficacité de chaque phase de traitement afin de pouvoir définir le traitement le plus adéquat. Pour cela, nous nous intéresserons aux résultats obtenus, la variation de pH, TDS, Conductivité, et la turbidité avant et après le traitement.

Chapitre I

I.1 Les eaux usées :**I.1.1 Définition :**

Les eaux usées appelées eaux polluées souillées. Chargées de différents éléments du fait qu'elles ont déjà été utilisées dans une activité [1]. Elles sont constituées d'eau à 99 %, le reste étant composé de matières de vidange, de déchets organiques et de détergents [2].

I.1.2 Origine des eaux usées :

Suivant l'origine des substances polluantes on distingue deux grandes catégories des eaux usées :

I.1.2.1 Eaux usées urbaines :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de polluants organiques. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques. [3].....etc. Les eaux de vanne sont les rejets des toilettes, chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux [1].

Le tableau suivant regroupe certains paramètres indicateurs de pollution des eaux résiduaires urbaines en Algérie.

Tableau I.1 : Caractéristiques des eaux résiduaires urbaines en Algérie [4].

Paramètre	Valeurs
PH	7.5-8.5
Résidu sec (mg/l)	1000-2000
MES totales (mg/l)	150-500
DBO5 (mgO ₂ /l)	100-400
DCO (mgO ₂ /l)	300-1000
COT (mg/l)	100-300
NTK (mg/l)	30-100
N-NH ₄ ⁺	20-80
N- NO ₂ ⁻	< 1
N- NO ₃ ⁻	< 1
P (mg/l)	10-25

Détergents (mg/l)	6 - 13
-------------------	--------

I.1.2.2 Les eaux industrielles :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées [5]. Il apparaît difficile de classifier les eaux usées industrielles en raison de la diversité des activités industrielles ainsi que la grande différence qui existe entre les rejets d'eaux usées de même activité [6]. Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielles sont :

- Les métaux toxiques,
- Les toxines organiques,
- Les matières colorées,
- Les huiles et graisses,
- Les sels [4].

En raison de leurs spécificités, certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collectes, elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épuration ou du milieu récepteur. [1]

I.1.3 Le traitement des eaux usées :

En général, le traitement des eaux usées suppose une connaissance et une analyse des différents ensembles représentés par ses composantes physiques, chimiques et biologiques [6].

Le traitement des eaux usées se fait en plusieurs étapes. Il a pour objectif de débarrasser l'eau de certaines matières organiques, matières solides, nutriments, organismes pathogènes et autres polluants, ou d'en réduire la quantité, avant d'être rejetées dans l'environnement ou d'être réutiliser [2].

I.1.3.1 Etapes de traitement des eaux usées :

Il existe plusieurs filières de traitement des eaux usées :

I.1.3.1.1 Le prétraitement :

a) Dégrillage :

Les eaux usées en provenance des égouts passent entre les barreaux métalliques d'une grille (ou d'un tamis) qui retiennent les déchets volumineux (papiers, feuilles matières plastiques...)

b) Dessablage :

Les sables et graviers susceptibles d'endommager les installations en aval (ensablement de conduites, des bassins...) se déposèrent au fond de bassins conçus à cet effet, ils sont récupérés de différentes façons.

c) Dégraissage-déshuilage :

L'injection de fines bulles d'air dans un bassin permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface où elles sont raclées selon le principe de l'écumage [7].

I.1.3.1.2 Les traitements primaires :

Traitement physicochimique : Utilisation d'adjuvants chimiques pour éliminer les matières en suspension. Il comporte une phase de coagulation (agglomération des colloïdes par addition par exemple de sels de fer ou d'aluminium), une phase de floculation et une phase de décantation pour assurer la séparation entre solide et liquide suite à l'injection des agents floculants tel le charbon actif en poudre [8].

I.1.3.1.3 Les traitements secondaires :

Ils recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone, azote, et phosphore). Ils constituent un premier niveau de traitement biologique. Pour satisfaire la réglementation actuelle, les agglomérations de plus de 2 000 équivalents-habitants devront être raccordées à des stations d'épuration permettant un traitement secondaire des eaux usées. [2].

I.1.3.1.4 Le traitement biologique :

Ce traitement consiste à une consommation de la matière organique contenue dans les eaux usées et d'une partie des matières nutritives (azote et phosphore) par des microorganismes.

Les techniques de traitement biologique les plus couramment employées sont :

- Les boues activées ;
- Les lits bactériens (bactéries fixées) ;
- Les biofiltre (bactéries fixées) ;

Des procédés membranaires sont utilisés depuis quelques années [7].

I.1.3.1.5. Les traitements complémentaires :

Les traitements tertiaires ont pour but d'améliorer les caractéristiques d'une eau résiduaire après un traitement biologique. Selon le niveau du rejet final recherché, ou la réutilisation envisagée, la gamme des traitements mis en jeu est plus ou moins étendue [2].

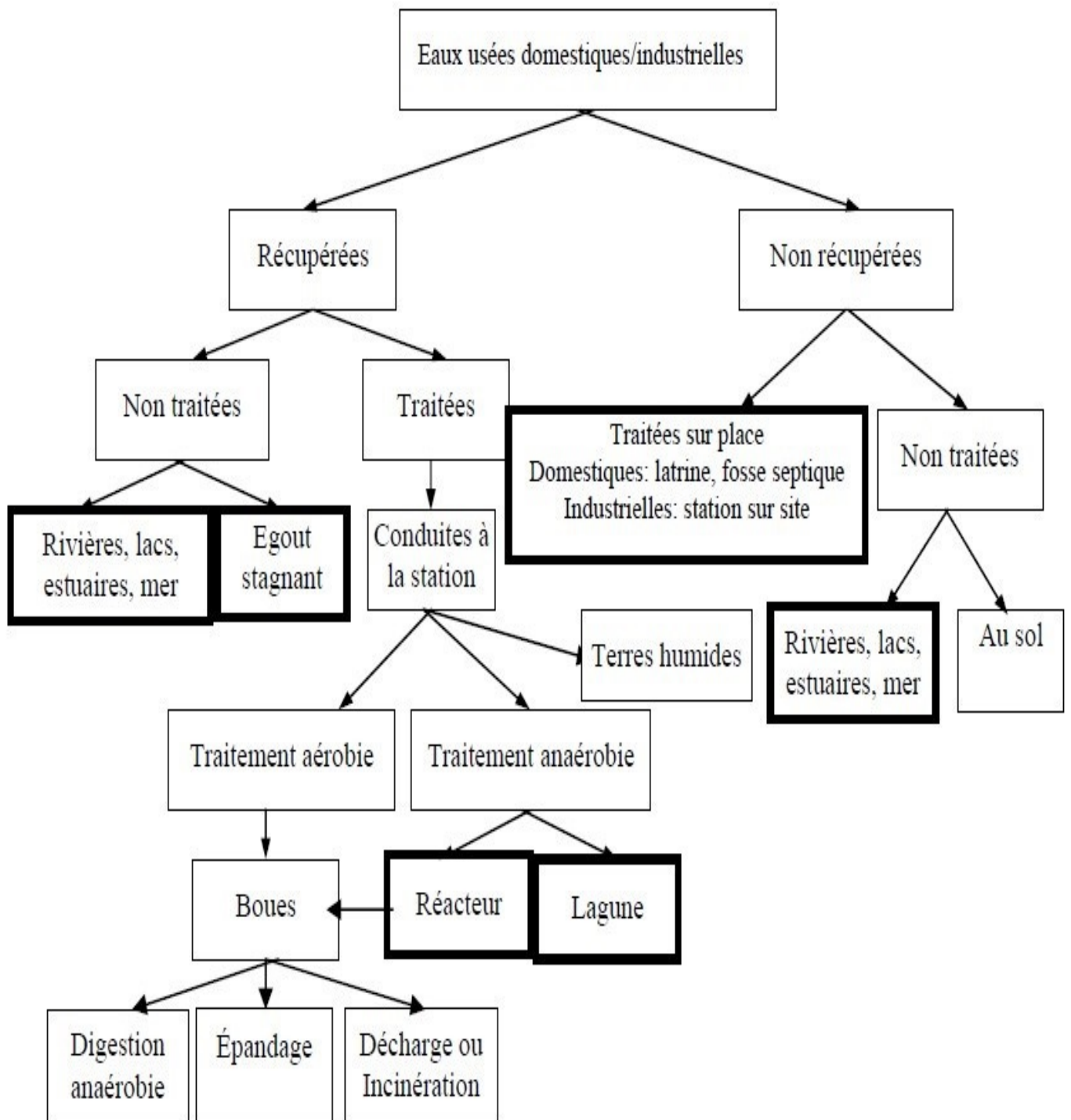


Figure I.1: Systèmes d'épuration et voies d'évacuation des eaux. [9].

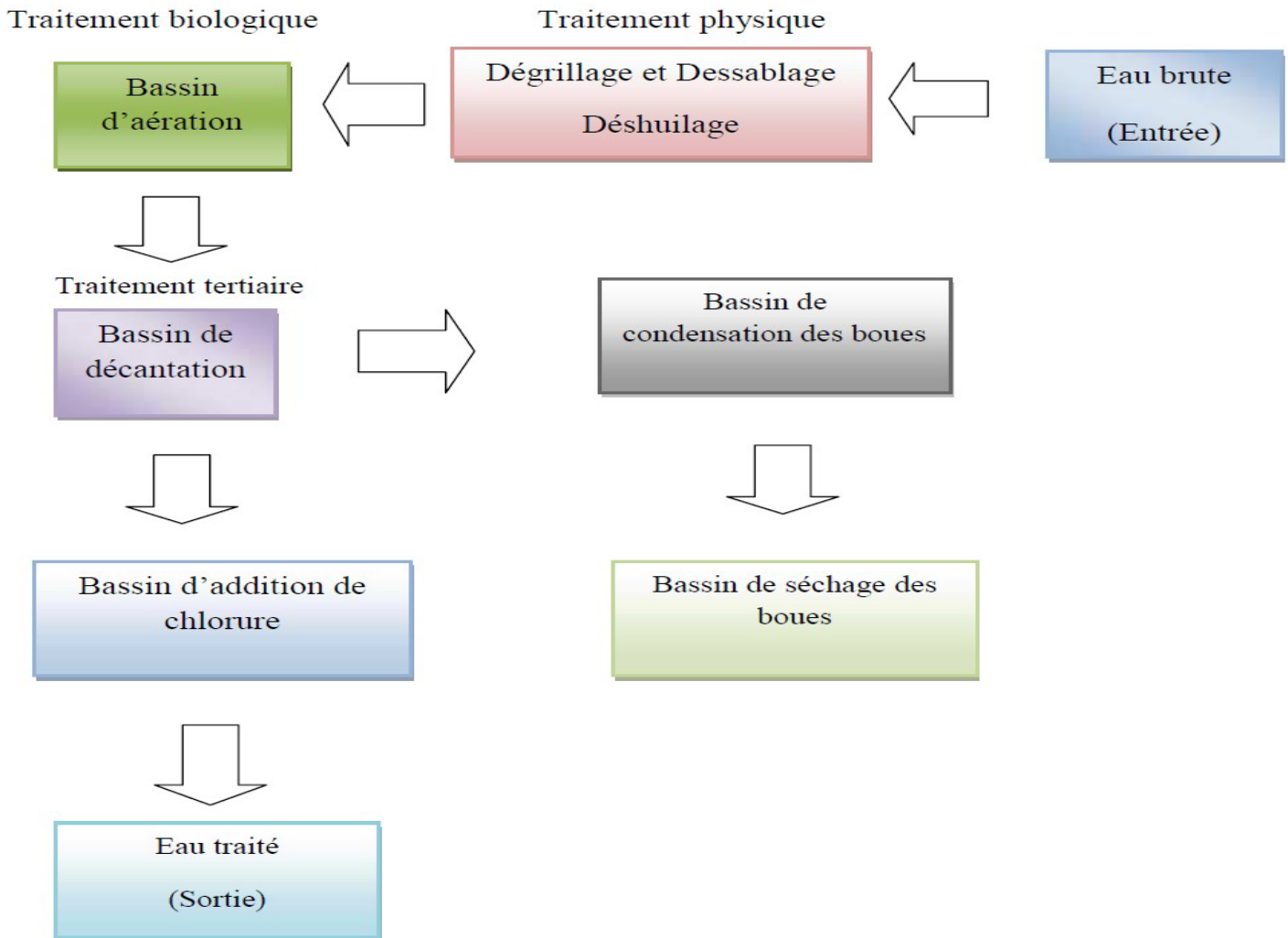


Figure I.2 : Les filières de traitement des eaux usées [9].

I.1.4 Classification des Techniques de traitement des eaux usées :

I.1.4.1 Les différentes techniques de dépollution :

Elles peuvent être classées :

- En fonction de la nature des procédés employés,
- En fonction du lieu de traitement,
- En fonction du devenir des polluants.

Il faut noter que la réhabilitation d'un site mettra souvent en œuvre différentes techniques [10].

1. En fonction de la nature des procédés employés à savoir :

- Les procédés physiques : le principe consiste à utiliser des fluides (eau ou gaz), présents dans le sol ou injectés, comme vecteur pour transporter la pollution vers des points d'extraction ou pour l'immobiliser.

- Les procédés biologiques : ils consistent à utiliser des micro-organismes, le plus souvent des bactéries (mais aussi des champignons et des végétaux), pour favoriser la dégradation totale ou partielle des polluants.

- Les procédés thermiques : ils utilisent la chaleur pour détruire le polluant (ex. : incinération), l'isoler (ex. : désorption thermique, thermolyse, etc.), ou le rendre inerte (ex. : vitrification, etc.).

- Les procédés chimiques : ils utilisent les propriétés chimiques des polluants pour, mieux orienter le processus de dépollution [8].

I.1.4.2 Classement en fonction du lieu de traitement :

Les techniques de dépollution peuvent aussi être classées en fonction du lieu de traitement.

On distingue les traitements suivants :

- Traitements hors site (ou ex-situ) : ils supposent l'excavation/extraction du milieu pollué (déchets, terre, eau) et son évacuation vers un centre de traitement adapté (incinérateur, centre d'enfouissement technique, etc.).

- Traitements sur site (ou on site) : ils consistent à excaver les terres ou les eaux polluées et à les traiter sur le site même.

- Traitements in situ (ou en place) : ils correspondent à un traitement sans excavation : le sol et les eaux souterraines sont laissés en place. Il s'agit alors soit d'extraire le polluant seul, soit de le dégrader ou de le fixer dans le sol.

- Confinement : il consiste à empêcher / limiter la migration des polluants.

I.1.4.3 Classement en fonction du devenir des polluants

Les techniques de réhabilitation peuvent être classées en fonction du devenir des polluants. Il existe deux possibilités :

- L'immobilisation : elle met en jeu des techniques qui permettent de modifier la mobilité et/ou la toxicité des polluants par deux types de processus :
 - ✓ Modification du polluant (changement du comportement, de la toxicité) en agissant sur le niveau d'oxydoréduction, la complexation, la précipitation ;
 - ✓ Modification du milieu récepteur : réduction de la perméabilité et de la porosité :
- Par solidification ou stabilisation,
- Par confinement,

✓ La destruction (totale ou partielle) par les procédés chimiques, thermiques, physiques et biologiques précédemment cités [9]

✓ Parmi les méthodes de la dépollution des eaux, on trouve :

▪ Les techniques visant à former une phase concentrée en polluant. Parmi les techniques reposant sur ce principe, on trouve par exemple l'évaporation, l'osmose inverse, ou la filtration.

▪ Les techniques reposant sur l'extraction du polluant de la phase liquide : électrodéposition, électrolyse, adsorption, extraction liquide-liquide, échange ionique sur résines ou précipitation, floculation coagulation, décantation.

▪ Les techniques entraînant la minéralisation des composés organiques par incinération, pyrolyse, biodégradation ou dégradation catalytique [11].

I.2 Les argiles :

I.2.1 Définition :

Le terme argile vient du mot grec « argilos », dont la racine Argos signifie blanc, ce sont des aluminosilicates dont la structure est formée d'un empilement de feuillets [12].

Les argiles sont des roches sédimentaires de la couche superficielle de l'écorce terrestre, obtenus par dégradation physique (gel, cristallisation de sels...) et altération par l'hydrolyse des minéraux des roches éruptives et magmatiques (granites et basaltes) sous l'action physique et chimique des eaux de surface. [13].

I.2.2 Structure et cristallographie des argiles :

Les cristaux sont conçus à partir d'un empilement de feuillets élémentaires de façon ordonnée telle que :

- Les plans sont constitués d'atomes.
- Les couches tétraédriques et octaédriques sont constituées de combinaison de plans.
- Les feuillets tétraédriques et octaédriques sont constitués de combinaison des couches.
- Ainsi le cristal est le résultat de l'empilement de ces couches [14].

Les principaux constituants de l'argile sont le silicium et l'aluminium, qui forment sa charpente. Les ions Si occupent les centres des structures tétraédriques et les autres cations métalliques occupent les centres des octaèdres, en plus des molécules d'eaux.

Si deux des centres de la couche octaédrique sur trois sont occupés par un ion métallique trivalent tel que Al^{3+} ou Fe^{3+} , cette argile est dite dioctaédrique, par contre si la totalité des cavités de cette même couche octaédrique est occupée par des ions métalliques bivalents, tels

que le Mg^{2+} , Fe^{2+} , on dira que cette argile est tri octaédrique [14].

Il peut exister une substitution iso morphique au sein de la structure de l'argile telle que ; Al^{3+} , Fe^{3+} peuvent remplacer le Si^{4+} dans les couches tétraédriques ou Mg^{2+} , Fe^{2+} peuvent aussi remplacer le Al^{3+} . Le résultat de ces substitutions donne naissance aux déficits de charges, ce qui nous permet de définir le rôle des ions compensateurs (afin de rendre à l'argile son électro-neutralisation). Ces structures peuvent être décrites comme suit:

I.2.2.1 Couche tétraédrique :

Un tétraèdre est composé d'un atome de silicium (Si) entouré de quatre atomes d'oxygène (O) (Figure I-1-a). Ces tétraèdres s'agencent entre eux formant des mailles hexagonales en se partageant des oxygènes, ceci donne naissance à un empilement tétraédrique comme le montre la figure I-1-b.

I.2.2.2 Couche octaédrique :

Selon la figure I.3 c, un octaèdre est formé de cations métalliques tels que le Mg^{2+} , Al^{3+} ou Fe^{2+} entourés de six atomes d'oxygène. La couche octaédrique est constituée d'un enchainement d'octaèdres (Figure I.3d) [14].

I.2.2.3 Espace interfoliaire :

Dans la structure des argiles, la distance qui sépare deux feuillets élémentaires parallèles est appelée espace interfoliaire. Chaque argile possède son propre espace interfoliaire.

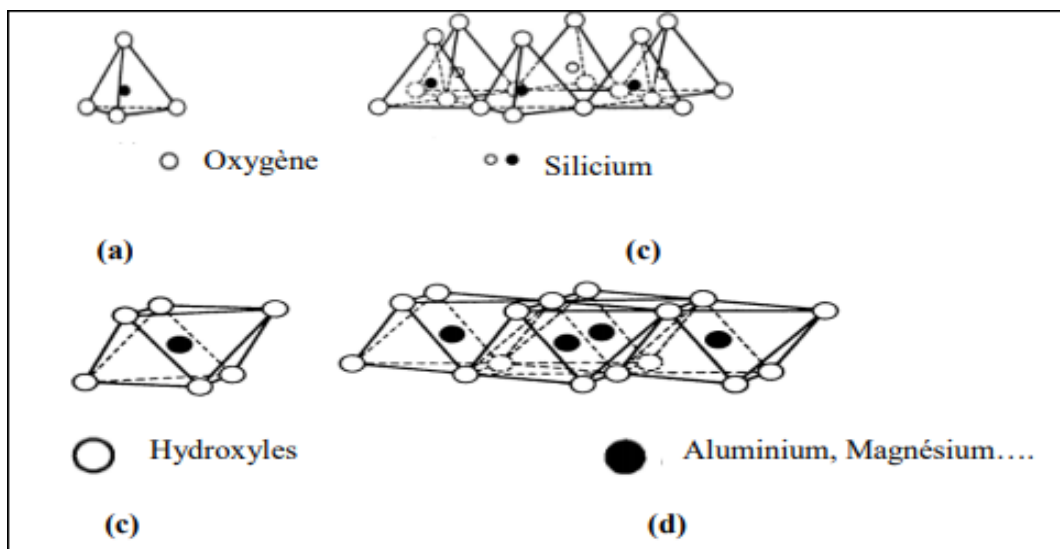


Figure I.3 : Composition des couches tétraédriques et octaédriques :

a) Tétraèdre, b) couche tétraédrique, c) octaèdre, d) Couche octaédrique. [14].

I.2.3 Classification des argiles:

Selon l'Association Internationale pour l'Etude des Argiles (AIPEA), ainsi que d'autres auteurs internationaux ont classés les phyllosilicates selon des critères bien définis:

- Type de combinaison des feuillets : T/O ou 1:1 ; T/O/T ou 2:1 ; T/O/T/O ou 2:1:1.
- La charge de la couche.
- Le contenu de l'espace interfoliaire (cations, molécules d'eau...).

Cette classification se base sur l'épaisseur de l'espace interfoliaire et la structure du feuillet, ainsi on définit l'existence de trois classes:

I.2.3.1 Minéraux à 7Å :

La structure de ce groupe est composée d'une couche tétraédrique liée avec une couche octaédrique, comme l'explique la figure I-2. Cette classe est dite de type T/O ou de type 1:1, l'épaisseur du feuillet est de 7Å. La principale famille de ces minéraux est la kaolinite (Tableau I-1) de formule générale $(Si_2)(Al_2)O_5(OH)_4$, Cette argile est dite dioctaédrique⁷[14].

I.2.3.2 Minéraux à 10Å :

Ces minéraux ont une structure de type T/O/T ou 2:1, ils se composent d'une couche octaédrique qui se trouve entre deux couches tétraédriques dont l'une est renversée par rapport (voir figure I-3). Ce genre de minéraux regroupe des argiles tri octaédriques et des argiles di octaédriques, comme le résume le tableau I-1.

I.2.3.3 Minéraux à 14Å :

La structure de ces minéraux est constituée de deux couches tétraédriques et deux couches octaédriques, comme reporté dans le tableau I-1, ces argiles sont dites de type T/O/T/O ou 2:1:1 (voir Figure I-4). Aux trois familles citées auparavant viennent s'ajouter les argiles fibreuses et les argiles inter stratifiées [14].

I.2.4 Les argiles inter stratifiées :

Les minéraux inter stratifiés se caractérisent par la superposition, selon un empilement vertical, de deux ou plusieurs types de feuillets. Il ne s'agit pas d'un simple mélange physique de différents composés mais d'un minéral à part entière. L'inter stratification est due :

- Aux liaisons fortes dans les feuillets individuels mais faibles entre les feuillets.
- A la configuration proche de tous les feuillets avec l'oxygène pointant vers l'extérieur.

Il s'agit de minéraux très fréquent dans la nature, mais souvent négligé due à cause de

l'impossibilité d'être quantifier par diffraction des rayons X.

Les critères de classification sont en fonction des types de couches impliquées, du pourcentage de chaque couche et de la séquence verticale de l'empilement (régulier ou non) [14].

I.2.5 Les minéraux à couches discontinues et à fascié fibreux :

Ces minéraux sont aussi dits des minéraux à pseudo-feuillets. Ces derniers se caractérisent par la discontinuité de leurs feuillets. Ces argiles présentent une structure de base de type 2:1 comme l'indique le tableau I-1, les tétraèdres sont reliés entre eux et l'oxygène apical pointe toujours vers le haut et le bas dans les rubans adjacents.

Les couches tétraédriques sont continuées, tandis que, les octaédriques sont discontinues⁸, ce qui crée un large espace entre les chaines^{9,10}, appelé les canaux qui se remplissent d'eau et de cations échangeables. Cette structure en ruban confère à l'argile un aspect en lattes ou en fibres. Ces rubans sont disposés de telle façon que la structure présente en coupe donne l'aspect d'une brique creuse^{11,12}[14]. Ainsi en suivant la longueur du ruban, on constate que les argiles fibreuses comptent deux familles : les sépiolites et les palygorskites

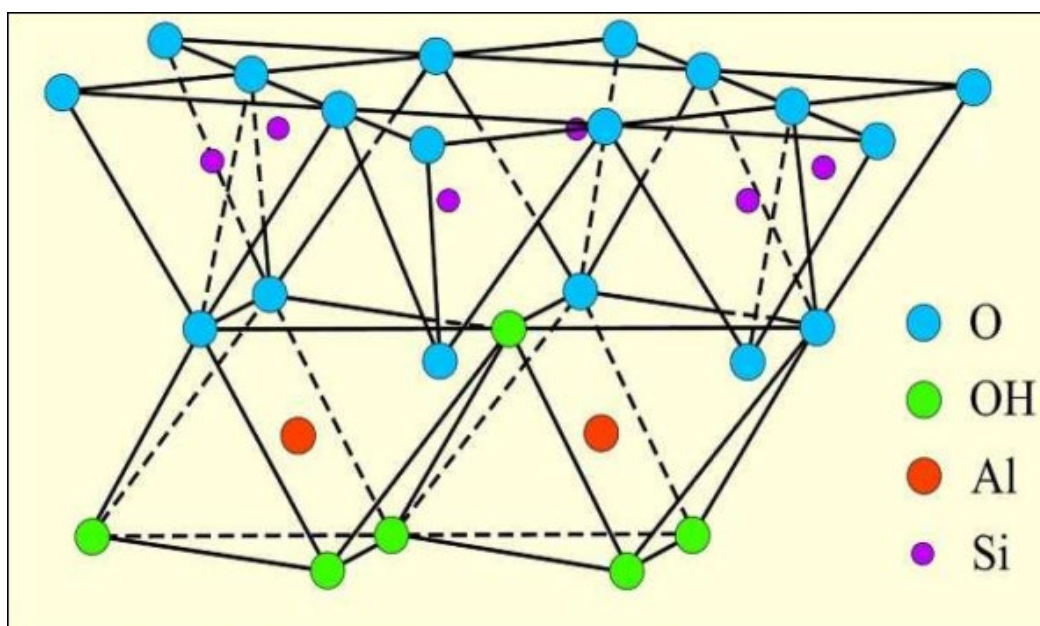


Figure I.4 : Argile de type 1:1. [14].

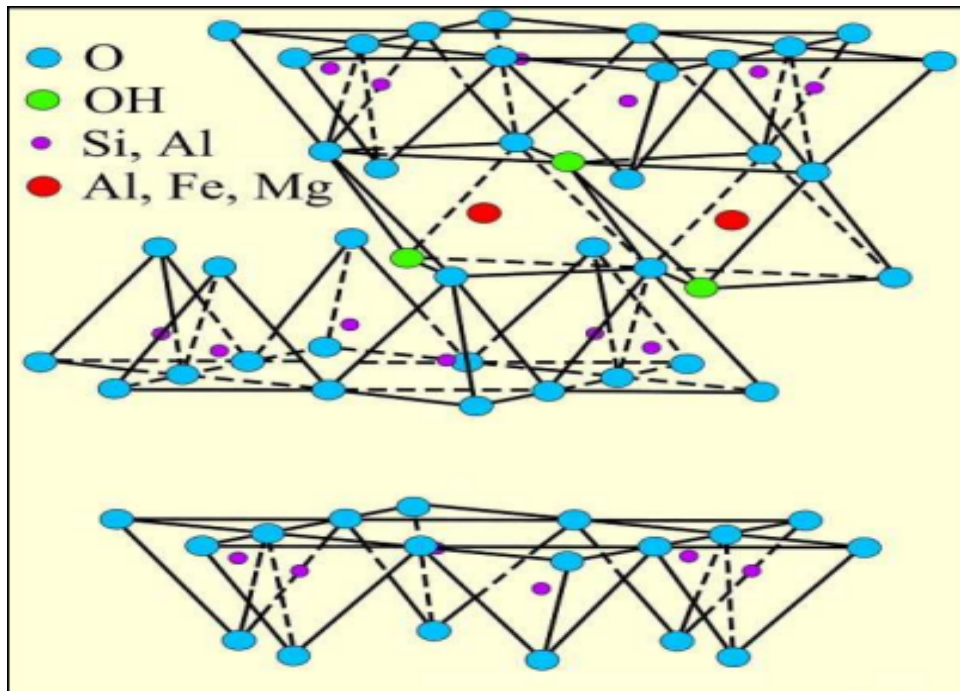


Figure I.5 : La structure d'une argile de type 2:1. [14].

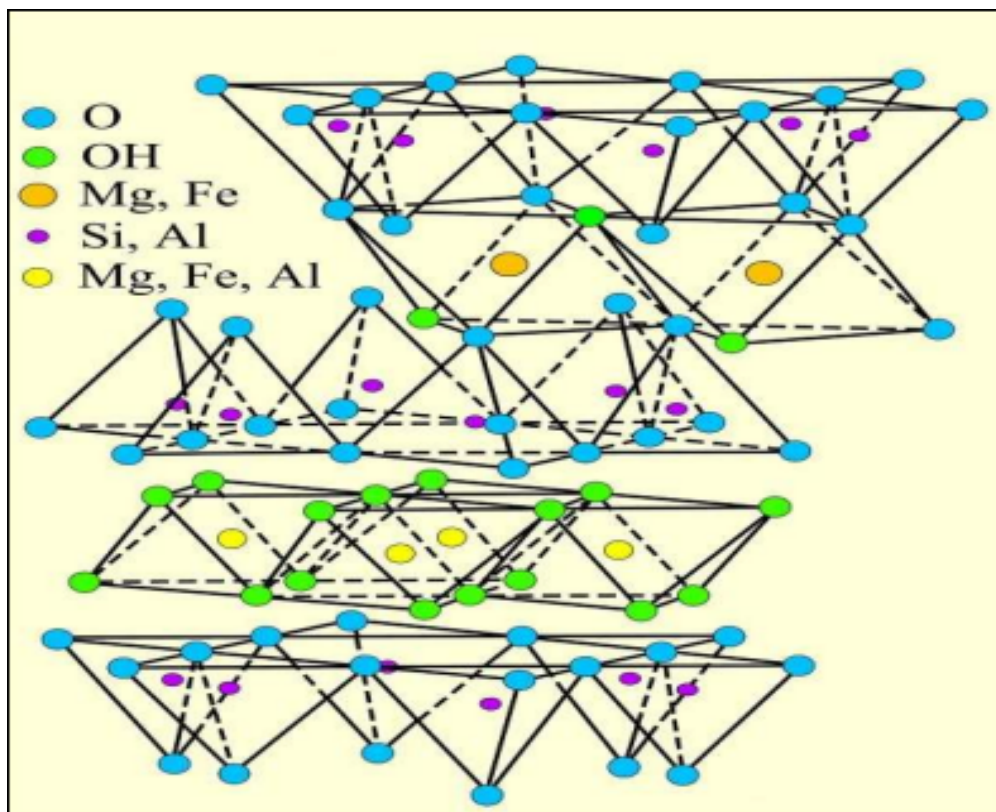


Figure I.6 : Structure d'une argile de type 2:1:1. [14].

I.3 Les kaolins :

I.3.1 Historique :

Le Kaolin est dérivé du mot chinois Gaoling, signifiant Collines Hautes, et qui désigne une carrière située à Jingdezhen, dans la province de Jiangxi, en Chine [15]. Le kaolin est en effet la matière première utilisée dans la fabrication de la porcelaine, découverte et invention chinoise qui a eu lieu à Jingdezhen. La technique de fabrication de la porcelaine n'a été introduite en Occident qu'au XVIII^e siècle par un jésuite français, le père d'Entrecolles, après qu'il en eut observé, à Jingdezhen, les secrets de fabrication [14].

I.3.2 Définition :

Kaolin, aussi appelé l'argile blanche, friable et réfractaire, composé principalement de kaolinite [16]. C'est un minéral naturel de la famille des phyllosilicates. Il est composé de silicate d'aluminium hydraté, sa couleur blanche lui vient de son pourcentage élevé en alumine (environ 23%). Réputé pour son pouvoir cicatrisant [14], sa structure lamellaire (en feuillets) lui donne de très bonnes propriétés couvrantes [17],



Figure I.7 : Photo d'une coupe de kaolin.

I.3.3 Humidité du kaolin

Dans le kaolin, l'eau existe sous deux formes différentes :

I.3.3.1 Eau d'absorption (eau hygroscopique)

C'est l'eau qui est retenue physiquement par adhérence aux particules argileuses. Elle ne rentre pas dans la formule du kaolin. Durant le chauffage, elle s'évapore sans aucune modification de sa forme cristalline.

I.3.3.2 Eau de constitution :

C'est l'eau indiquée dans la formule du kaolin. Quand on chauffe l'argile au-dessus de 400°C,

le réseau cristallin sera modifié et l'argile deviendra amorphe [14].

I.3.4 Origine des Kaolins et minéraux associés :

I.3.4.1 Les kaolins primaires ou kaolins résiduels :

La plupart des argiles et minéraux argileux proviennent de la transformation de silicates primaires ou de roches volcaniques, sous l'influence de processus physiques et chimiques impliquant l'eau de la surface de l'écorce terrestre [18],

La kaolinite provient généralement de l'hydrolyse de n'importe quel minéral ou verre silico-alumineux. Par exemple la formation de kaolinite à partir de feldspath potassique peut s'écrire :



Le processus ci-dessus conduit à des kaolins dits primaires, en contact direct avec la roche silico-alumineuse qui leur a donné naissance [19]

La kaolinisation des minéraux silico - alumineux suppose un lessivage total des éléments alcalins et alcalino-terreux (K, Na, Ca), du fer et le départ d'une partie de la silice ; on estime à environ 30 % la diminution de volume liée à ces lessivages deux fluides peuvent être à l'origine des phénomènes de kaolinisation :

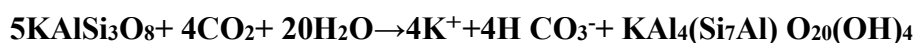
- Les eaux de surface (ou météoriques), en milieu tropical (< 40 °C)
- Les fluides hydrothermaux de température inférieure à 300°C (au-delà desquels la kaolinite n'est pas stable) qui donnent lieu à un lessivage supergène ou hypogène. [9]

Les kaolins résiduels sont généralement situés à la surface de la roche mère. Ils sont relativement purs, avec peu d'intrusion en leur sein [18].

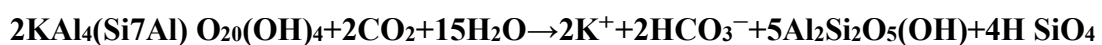
Si le drainage de ces roches par l'eau est abondant, ce processus géochimique naturel conduit directement à la formation de la kaolinite suivant la réaction :



En revanche, si le drainage est faible, le transfert de potassium est incomplet et il se forme de l'illite selon la réaction :



Lors d'un drainage ultérieur, cette illite peut poursuivre son hydrolyse, en expulsant le potassium, pour conduire alors à la kaolinite :



Des réactions analogues permettent de décrire l'hydrolyse de l'albite (feldspath

sodique) directement en kaolinite ou en un composé intermédiaire (montmorillonite sodique). D'après Helgeson et Mackenzie toujours, dans les mêmes conditions d'hydrolyse, la formation de la kaolinite est dix fois plus rapide à partir de l'albite que des feldspaths potassiques. La figure I.8 représente la coupe schématique d'un gisement de kaolin primaire [14]

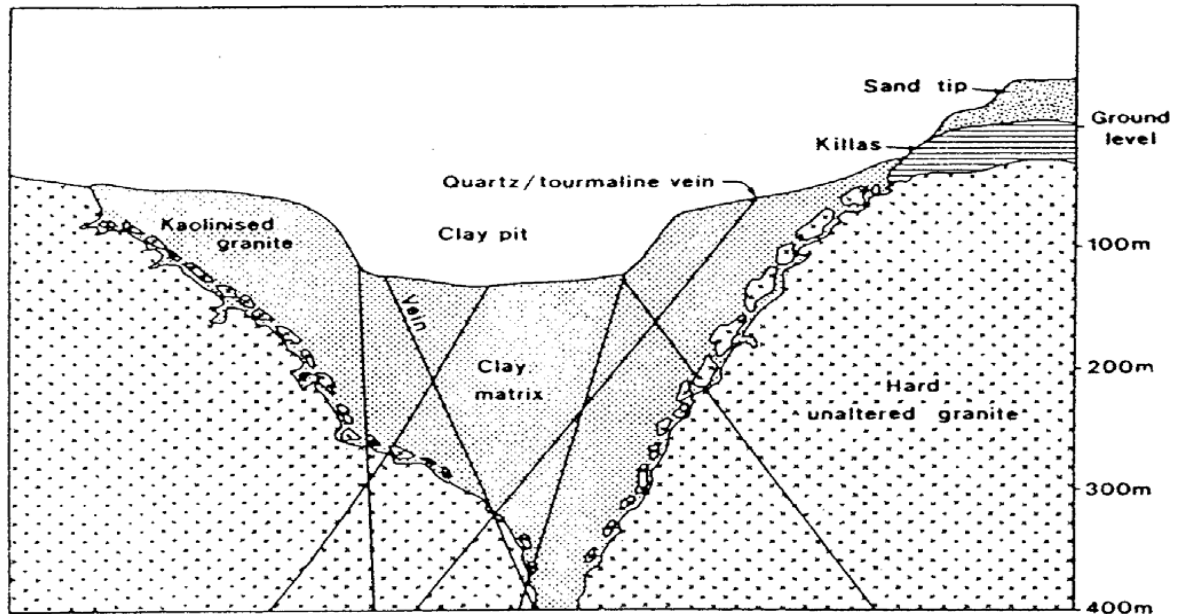


Figure I.8 : Coupe schématique d'un gisement de kaolin [14]

Tableau I.2 : teneur massique en oxyde d'un kaolin brut.

Teneur massique (%)	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	CaO	K ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	PAF	H ₂ O
Kaolin brut	Trace	0.450	0.028	0.45	0.1	00.85	30	12	41	45

I.3.4.2 Kaolins secondaires :

Les kaolins dits secondaires ont pour origine les kaolins primaires pouvant être entraînés par les eaux de ruissellement. Ils se mélangent alors au sable et se déposent dans des fosses. Ils constituent alors des kaolins dits secondaires ou sédimentaires.

I.3.5 Traitement du kaolin :

Compte tenu, de la sensibilité du processus de kaolinisation à la modification des niveaux de

circulation hydrothermale, aux variations de température dans la masse granitique et aux hétérogénéités de composition du granite, un kaolin présente généralement des caractéristiques différentes dans un même gisement. Pour avoir un produit commercialisable, aux propriétés constantes, il faut donc lui faire subir après extraction toute une série de traitements [19].

Un kaolin commercialisé satisfait généralement les conditions suivantes :

- Rester blanc après cuisson à 1400°C ;
- Présenter un diamètre maximum des grains (généralement de 20 μm), qui n'excède pas 50-63 μm .
- Contenir au moins 80% en poids de kaolinite.

Plusieurs études ont été faites au sujet du comportement du kaolin au cours d'un traitement thermique. La première étape dans cette série de transformation est la réaction endothermique située dans le domaine de température entre 450-600°C chez la majorité des auteurs, elle est due en effet au dégagement de la totalité de l'eau de structure, comprise dans la kaolinite contenue dans le kaolin avec la formation d'une kaolinite déshydroxylée définie comme la métakaolinite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) [20], S'agissant de la réaction exothermique située dans la limite du 980°C, elle représente un point d'inflexion chez les différents chercheurs, le premier groupe suppose que cette réaction est due à la formation de l'alumine phase spinelle ($\text{Al}_2\text{O}_3\gamma$) [17], mais d'autres supposent la nucléation de la mullite et spinelle en même temps, le deuxième groupe suppose uniquement la nucléation de la mullite mais la supposition du premier groupe est prédominante.

Donc la transformation entre 1100-1200 °C est due à la formation du mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), cela ne traduit pas que la formation du mullite commence à partir de 1100°C, mais peut être à des températures inférieures de 1100°C.

I.3.6 Utilisation du kaolin dans le traitement des eaux usées :

La kaolinite est formée de l'empilement d'une couche de cations tétraédriques et d'une couche de cations octaédriques. Il résiste jusqu'à une température avoisinant les 1 750 °C sans se ramollir ni se déformer ; le kaolin n'est pas attaqué par les acides et les bases diluées, mais il se décompose sous l'action de l'acide sulfurique concentré.

Notre objectif est d'étudier le traitement des eaux usées à partir du kaolin nous allons chercher dans notre travail un nouveau procédé qui ne nécessite pas la séparation du sulfate d'alumine et de la silice pour l'application en traitement des eaux du fait que la silice aide à la floculation.

Pour mesurer l'efficacité des nouveaux produits obtenus, des essais avec la méthode d'adsorption seront effectués sur l'eau usée du complexe (CO.G. B) de Bejaia.

I.3.6.1 Pouvoir d'absorption :

Cette capacité d'absorption ou d'attraction est très forte, puisqu'elle se manifeste non seulement sur les substances avec lesquelles elle est en contact direct, mais également sur celles qui sont à distance [26].

I.3.6.2 Pouvoir de fixation :

Le kaolin a le pouvoir de lier à lui les substances avec lesquelles il entre en contact. Cette propriété est couramment utilisée pour purifier l'eau. Certains peuples d'Afrique utilisent cette propriété afin de purifier l'eau qu'ils puisent.

I.4 Présentation du complexe des corps gras de Bejaia

Le complexe C O G B-Labelle Bejaia a ouvert ses portes en 1989 sous tutelle du ministère des industries légères il est implanté dans la zone industrielle a Ihaddaden (Bejaia) il est limité par :

- oued sghir au nord
 - ECOTEX (CGB) et la route des Aurès à l'ouest
 - entreprise nationale de liège au sud
 - EDEMIA à l'Est

-ils s'étendent sur une surface de 108800 m² dont 56500 m² couvertes

L'unité est composée d'une raffinerie d'huile pour une production d'une tonne/jour, d'une savonnerie, d'un conditionnement d'huile et d'une margarinerie pour une production de 80 tonne/jour

I.4.2 La station d'épuration de CO.G. B Labelle

La station d'épuration UP7 comprend:

- 4 bacs de stockage des eaux usées de 50m³ chacun (200m³);
- Un flotteur pour l'élimination de la matière grasse;
- Un épaisseur pour l'élimination de la salinité;
- Un bassin d'aération à boue activée avec 04 turbines d'aération ;
- Un bassin de dégazage;
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la

matière en suspension;

- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le dégazeur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité de micro-organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration recherché;
- Un dispositif d'extraction et de traitement des boues
- Un dispositif de récupération et de recyclage de l'eau.

Chapitre II

II.1 Introduction :

Afin de réaliser notre travail, Nous avons utilisé le kaolin de Tamazert provenant de la région d'El- Milia à Jijel dans l'objectif est de traiter les eaux usées huileuses du complexe agroalimentaire (CO.G. B).

La méthode expérimentale adoptée par notre travail, consiste à maitre au point des manipulations dans le sens suivant :

- Préparation mécanique du Kaolin ;
- Broyer et tamiser le Kaolin afin d'obtenir les fractions choisies et retenues pour notre expérimentation ;
- Peser les quantités exactes pour chaque manipulation ;
- Préparer les dilutions de l'eau usée ;
- Procéder aux analyses en suivant le protocole choisi.

II.2 Caractéristiques Du Kaolin De Tamazert :

Le kaolin de Tamazert est situé dans la région d'El-Milia (Nord Est algérien) [21]. Découverte 1925, il est exploité depuis 1932 [22], c'est un gisement primaire, la roche brute est si pauvre en kaolinite (~ 20%) que certains n'hésitent pas à l'appeler sable de Tamazert, précisément à cause de la concentration très élevée en quartz [21].

La roche primaire de feldspath orthose s'est décomposée en donnant différents minéraux, principalement de la silice libre, du mica, de la kaolinite et des impuretés d'oxydes métalliques avec une proportion appréciable d'oxyde de fer.

Il est exploité à ciel ouvert. Le kaolin est surtout utilisé dans l'industrie des céramiques. Il est caractérisé par sa blancheur et une bonne cristallinité [22].



Figure II.1: Photo du gisement de kaolin (Tamazert, NE Algérie) en cours d'exploitation [23].

II.3 Le KT3B

Le KT3B est le Kaolin de Tamazert 3ème nuance enrichi et blanchi à l'aide de l'acide sulfurique [21]. Ce kaolin enrichi est de meilleure qualité et traité chimiquement pour éliminer les oxydes et hydroxydes de fer libre.

Ils sont composés principalement de kaolinite, de minéraux de mica et de quartz (voir tableau II.1). Leurs grains sont grossiers et ils ne sont pas plastiques en les comparant à la plupart des argiles sédimentaires [22].



Figure II.2. : Le KT3 (photo prise le 25/06/2021)

Tableau II.1 : les principales raies de la kaolinite du mica et du quartz observé sur le diffractogramme du kaolin KT3 [22]

	<i>Kaolinite</i>	<i>micas</i>	<i>quartz</i>	<i>Feldspath</i>
%	77	7	6	<2

III.3.1 Caractérisation du KT3B :

III.3.1.1 Analyse par Diffraction des rayons X :

C'est une technique analytique basée sur la diffraction des rayons X par la matière afin d'étudier les différentes phases de la matière, elle nous permettra de mettre en évidence les phases cristallines du Kaolin retenu pour notre étude

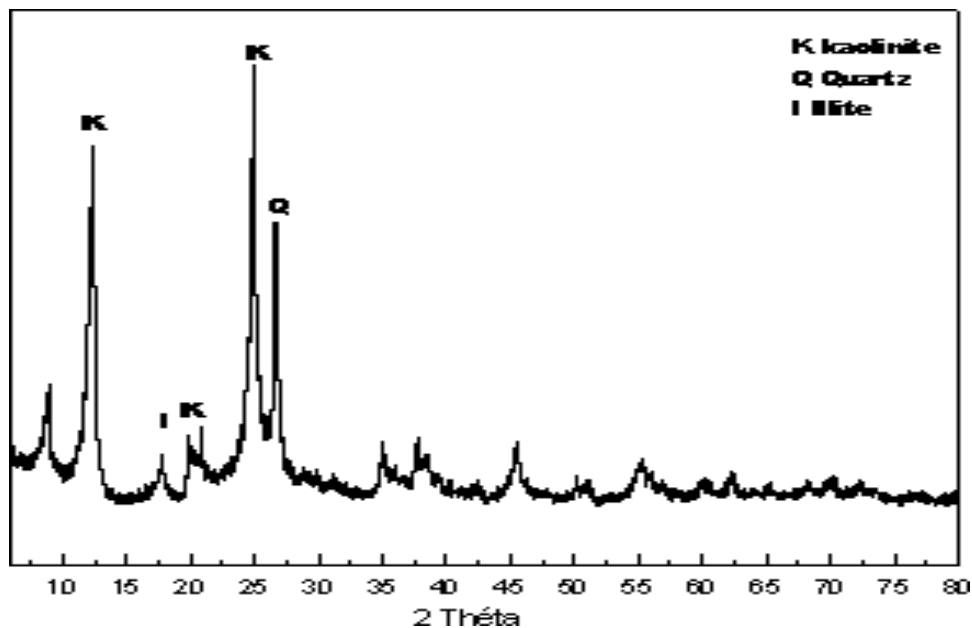


Figure II.3. : diagramme de la DRX pour le Kaolin KT3B7.

L'identification de ce minéral par DRX se fait essentiellement par l'observation de l'équidistance principale (7\AA) et de celle des raies intenses. La Figure II.3 représente le diffractogramme de l'échantillon KT3B. Trois phases cristallines, sont identifiées : la kaolinite, le quartz et l'illite.

II.3.1.2 Observation sous MEB :

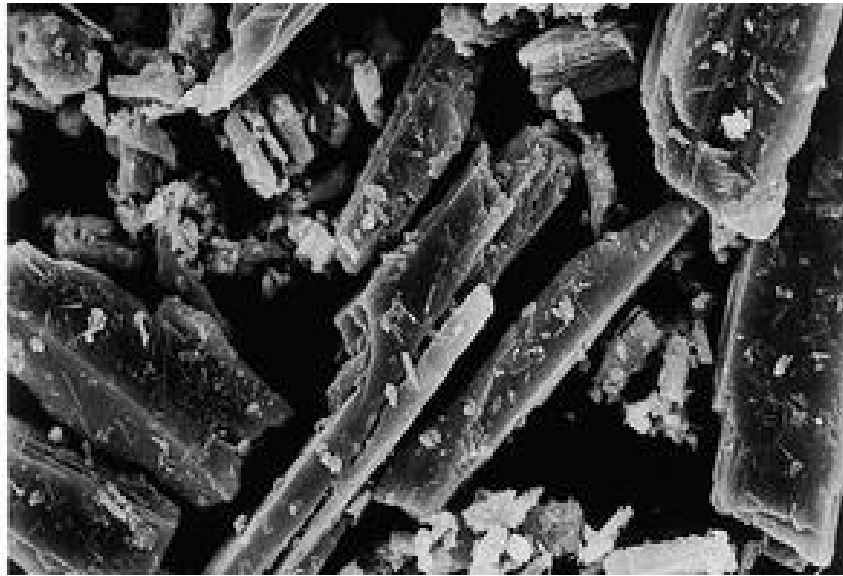


Figure II.4. : Kaolin de tamazert vue sous MEB.

Selon l'origine minéralogique de la substance kaolinique et le mode de broyage subi pour la réduire en poudre, les particules auront des formes très différentes. Le kaolin de Tamazert (Figure II.4) est sous forme de plaquettes hexagonales, parfois remarquablement bien développées, cependant, on constate une certaine dissemblance dans les tailles des particules. Les dimensions des cristaux sont de l'ordre de μm

III.3.2 La préparation de l'échantillon KT3B

III.3.2.1 Broyage :

On sèche Le KT3B dans une étuve pendant 24h pour éviter qu'il absorbe de l'humidité, puis broyé à l'aide d'un broyeur. (Dans notre travail nous avons utilisé le broyeur manuel).

III.3.2.2 Tamisage :

Cette phase permettra l'obtention des différentes fractions. Cette opération est effectuée grâce une colonne de tamis (1mm ; 250 μm et 63 μm) emboîtés, les uns sur les autres dans un ordre de progression croissante des ouvertures des mailles du bas en haut.



Figure II.5. : le tamisaseuse du kaolin KT3B

II.3.2.3 Pesée :

On prépare les différentes fractions, en pesant des quantités de 5mg ; 10mg ; 20mg ; de chaque fraction à l'aide d'une balance à précision.



Figure II.6 : Balance de précision

II.3.3 L'eau usée utilisée :

Les eaux traitées sont les eaux usées huileuse de (CO.G. B), prélevée au niveau du collecteur des rejets.

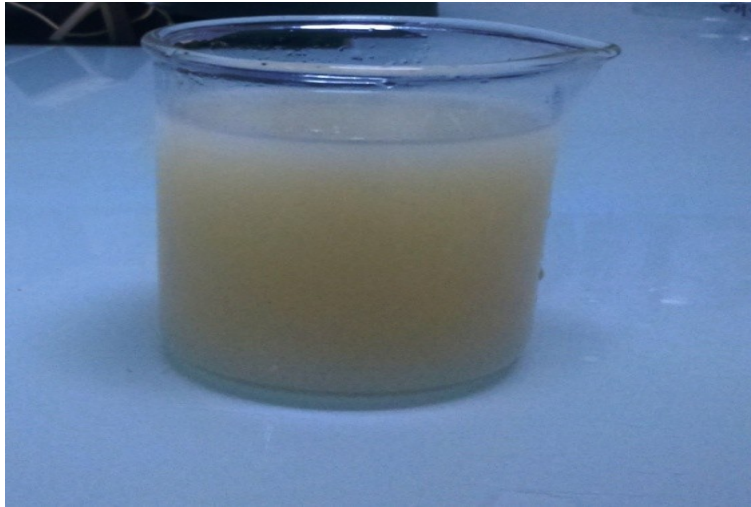


Figure II.7 : Eaux usées huileuse de (CO.G. B)

II.3.2.4 Préparation de l'eau usée :

De l'eau usée huileuse de CO.G. B, on prépare les dilutions de 1/10^{ème} et de 1/15^{ème}

- a)** Une dilution de 1/10^{ème} est obtenue en utilisant 1ml d'eau usée huileuse de CO.G. B ajoutée et mélangée avec 9ml de l'eau de robinet.
- b)** Pour obtenir un litre d'eau diluée à 1/10^{ème} on prend 100ml de l'eau usée de (CO.G. B) on la mélange avec 900ml de l'eau de robinet
- c)** Pour une dilution de 1/15^{ème} on utilise 1ml d'eau usée huileuse de (CO.G. B), qu'on mélange avec 14ml de l'eau de robinet.
- d)** Pour obtenir un litre d'eau diluée à 1/15^{ème} on prend 100ml de cette eau usée on ajoute 1400 ml de l'eau de robinet on va avoir 1.5L.

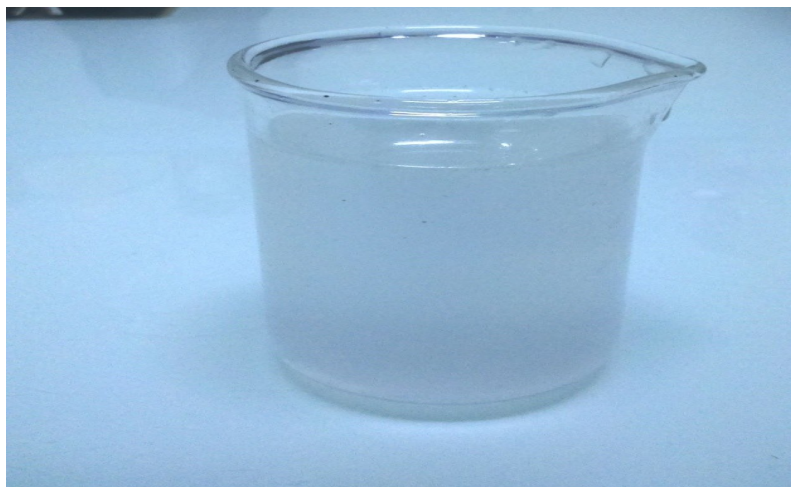


Figure II.8 : dilution 1/15 avec des dilutions à l'eau de robinet

II.4 Méthode d'adsorption

II.4.1 Définition d'adsorption :

L'adsorption est un phénomène physico-chimique inter facial et réversible provoquant l'accumulation des molécules de soluté dans l'interface solide-liquide ou solide-gaz [23].

La capacité d'adsorption de l'adsorbant dépend de la surface développée ou surface spécifique du matériau [24]. Certains adsorbants ont la surface des pores comprenant des Fonctions organiques tels que les groupements hydroxyles permettant la formation de liaison hydrogène, tandis que d'autres substances possèdent une structure ionique qui conduit à la présence de champs électrique intense dans les pores [14]

Plusieurs études ont abordé le principe de l'adsorption comme technique d'élimination des métaux en solution. L'isotherme d'adsorption est une courbe qui représente la relation entre la quantité adsorbée par unité de masse de solide et la concentration de la phase fluide. On obtient une telle courbe à partir des résultats d'essais de laboratoire effectués à une

Température constante. Pour ce fait, on introduit des quantités connues de solide dans des Volumes de solution traiter, et après un temps de contact donné, et la fraction qui convient.

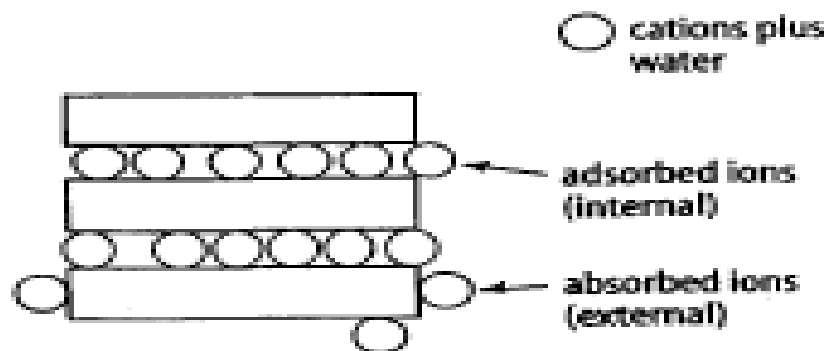


Figure II.9. : le phénomène d'adsorption et d'adsorption

II.4.2 Capacité d'adsorption du kaolin

Le kaolin appartenant à la famille halloysite, utilisé comme adsorbant pour éliminer les métaux lourds [14], il est activé par traitement à l'acide pour être utilisé comme un adsorbant alternatif à faible coût efficaces et prometteur pour l'élimination des colorants anioniques de tannerie. Les Kaolins de Tamazert activés ont un bon potentiel élevé pour le retrait de substances polluantes [25].

II.4.2.1 Capacité d'échange cationique :

La capacité d'échange de cation (CEC) est définie par le nombre de charges échangeables par une masse donnée d'argile. Elle s'exprime en milléquivalent par 100 g d'argile. Cette caractéristique est fonction de la nature de l'argile (type d'argile), de ses caractéristiques cristallographiques, de ses cations et du pH du milieu. La C.E.C du kaolin est assez basse, elle dépasse rarement 20mécq/100g, elle correspond aux effets de bords des feuillets.

II.4.2.2 Surface spécifique :

L'aire spécifique d'un matériau argileux est une propriété essentielle et elle est mesurée par l'isotherme d'absorption de l'azote ce qu'on appelle BET. Le kaolin a une valeur théorique de surface spécifique de 20 m²/g d'environ.

II.4.2.3 Substitution dans la kaolinite :

Par rapport aux autres phyllo silicates, la composition des minéraux de la famille de la kaolinite est relativement constante [14]. Ce qui indique que les kaolinites naturelles présentent relativement peu de substitutions. Range et al. (1969) signalent de faibles échanges Si⁴⁺/Al³⁺ en couche tétraédrique.

En ce qui concerne les substitutions octaédriques, il est prouvé grâce aux techniques spectrométriques (RPE, Mössbauer) que le fer peut se substituer à l'aluminium.

La substitution octaédrique par le titane est supposée mais n'est pas prouvée. Weaver (1976) a montré que le titane pouvait se présenter sous forme d'amorphes de petite taille intimement associés à la surface de la kaolinite.

La présence de chrome substitué à l'aluminium a été mise en évidence par Macksimovic et al. (1981) par spectrométrie infrarouge puis par spectrométrie RPE par Mosser et al. Qui montrent une possible substitution octaédrique par des ions Cu²⁺.

II.4.3 Matériels utilisés :

Au cours de notre travail nous avons utilisé un ensemble d'ustensiles et d'équipements, à savoir de la verrerie et des appareils de mesure, dont on cite :

III.4.3.1 Verreries :

- Bêchers de 100 et 250 ml.

- Pipettes de 10 et de 2 ml.
- Spatule.
- L'erenmeyer de 1L.
- Papier aluminium
- Une bouteille pour l'eau distillée
- Un Barreau magnétique.
- Un agitateur.

II.4.3.2 Équipements :

- Turbidimètre.
- PH-mètre.
- Conductimètre.
- Multi paramètre (mesure le TDS et la conductivité).
- Thermomètre.

II.4.3.3 Les analyses instrumentales :

Au cours de notre expérimentation nous avons utilisés des équipements de mesure afin d'enregistrer les résultats obtenus et l'ensemble de ces appareils est représentés dans le tableau II.2.

Tableau II.2 : Les méthodes d'analyse utilisées.

Paramètres mesuré	Méthodes utilisées ou Appareils
La température	Thermomètre
pH	pH-mètre
La conductivité	Conductimètre multi paramètre
TDS	Multi paramètre conductimètre
Turbidité	Turbidimètre

Compagne de prélèvement

Les prélèvements sont effectués de manière manuelle dont les informations sont les suivantes

- ✓ Identité des préleveurs ; étudiants
- ✓ Date et heure de prélèvement ; 25/06/2021 à 09 :30 - Motif de la demande : analyse pédagogique dans le cadre de la réalisation d'un projet de fin d'étude master
- ✓ Point de prélèvement d'eau ; (CO.G. B) (unité de raffinage, atelier de traitement des eaux)
- ✓ Conditionnement de l'eau (bouteille en verre)
- ✓ Origine de l'eau : rejet des eaux huileuse de (CO.G. B).

Mesure de la température

La température de l'eau joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. Elle est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à l'irrigation, elle est mesurée par un thermomètre, nous avons immergé le thermomètre dans l'eau, après un temps de stabilisation, il nous a été permis de lire la valeur de T°C.

Mode opératoire

Pour tester l'effet d'absorption des polluants sur le Kaolin, des essais au laboratoire ont été réalisés avec un turbidimètre, un multi paramètre et un pH-mètre pour mesurer la turbidité, la conductivité, les TDS le pH respectivement et cela avant et après le traitement. Suivant le protocole nous avons mené nos manipulations dans l'ordre suivant:

1. Dans un erlenmeyer, on verse 1L d'échantillon d'eau usée de dilution 1/10^{ème},
2. On prend un sous échantillon d'un volume de 50ml dans un bécher à l'aide d'une pipette.
3. On mesure son PH, sa turbidité, ses TDS et sa conductivité avant le traitement.
4. On prend une quantité du kaolin de fraction et de quantité définies on le mélange Avec notre échantillon d'un volume de 1 L de l'eau usée d'une dilution de 1/10^{ème}.
5. On place l'erlenmeyer sur un agitateur rotatif pendant 20min avec une vitesse d'agitation de 200 tours/minute.
6. On prélève des quantités de 50ml de cet échantillon pour les analyser selon des pas de temps de 5min, 10min et 20min,
7. On mesure le PH, la turbidité, les TDS et la conductivité à l'aide des appareils mentionnés au-dessus.
8. Dans chaque essai on prend un litre de l'eau usée (volume à respecter).
9. Après l'arrêt de l'agitation et l'analyse on enregistre les résultats obtenus dans un tableau.

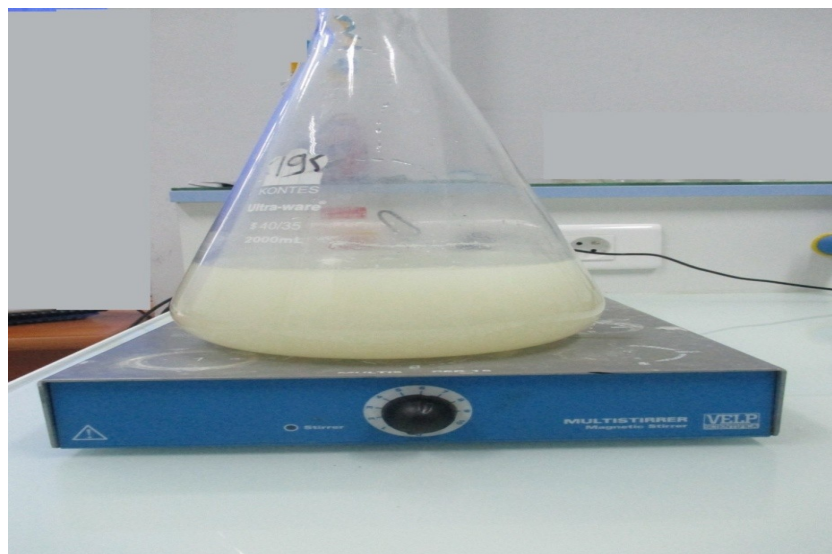


Figure II.11. : L'agitation lors du traitement de l'eau usée

Paramètres physiques

Potentiel Hydrogène (pH) :

Le pH est déterminé à l'aide d'un pH- mètre. Le pH donne une indication sur l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène (OH^-) hydronium (H^+) ou d'ions hydroxyde (OH^-) contenus dans la substance [26].

On prend environ 100 ml d'eau à analyser et on met un agitateur avec une faible vitesse d'agitation, on trempe l'électrode dans le bécher et on le laisse se stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation, la valeur du pH d'eau est inscrite sur l'appareil.



Figure II.12: PH-mètre

Conductivité électrique :

La conductivité est la capacité d'une solution, d'un métal ou d'un gaz –autrement dit de tous les matériaux – à faire passer un courant électrique. Dans une solution, ce sont les anions et les cations qui transportent le courant alors que dans un métal se sont les

électrons [27].

On immerge le multi paramètre dans l'échantillon. La valeur de la conductivité est inscrite directement sur l'afficheur de l'appareil.

Détermination des TDS

TDS signifie total des solides dissous représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques [28].

On prend environ 100 ml d'eau à analyser et on immerge le multi paramètre dans l'échantillon, on laisse stabiliser un moment puis on lit la valeur du TDS.



Figure II.13 : Appareil de mesure des TDS.

La Turbidité

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau; c'est l'inverse de la limpidité. Techniquement, la turbidité correspond à la propriété optique de l'eau permettant une lumière incidente d'être déviée (diffraction) ou être absorbée par des particules plutôt que transmise en ligne droite [29].

On Rempli le tube de mesure avec l'échantillon environ 10ml ; on séché le tube de mesure puis on l'introduit dans la chambre ; On la Ferme un instant on lit directement la valeur de la turbidité.



Figure II.14 : Turbidimètre.

Chapitre III

Chapitre III : Traitements des eaux usées huileuses par le Kaolin KT3B

Après un traitement du kaolin durant 20 minutes par agitation à 200 tours/minutes puis on effectue des prélèvements périodiques toutes les 5, 10 et 20 minutes (prélèvement d'eau pour analyse). La manipulation se fait pour deux dilutions différentes à savoir 1/10ème et 1/15ème.

Les résultats obtenus sont regroupés sous forme d'histogramme qui sont représentés par des graphes de nature suivante :

- Classes d'Histogramme : représente l'ensemble des résultats obtenus en fonction de la variation des quantités de Kaolin injectées dans l'eau à traiter (5, 10, 20 mg) et en fonction des temps d'agitation pour une même fraction.
- Bouquets : représente l'ensemble des résultats obtenus en faisant varier juste le temps (avant le traitement, après le traitement : 5min, 10min, 20 min), mais appartenant à une seule quantité et une seule fraction de Kaolin utilisé.
- La barre : représentée en couleur, renvoie aux résultats obtenus par l'utilisation d'une seule fraction, une seule quantité et un seul temps d'agitation.

Remarque : la barre bleue représente la valeur enregistrée avant l'ajout du kaolin, considéré comme référence de la comparaison (le témoin).

Dans notre étude nous avons utilisé des eaux usées huileuses, dont la composition sont liées aux divers facteurs notamment aux substances des rejets du complexe (CO.G. B).

Les représentations graphiques utilisées, montrent les résultats d'adsorption des éléments existant dans les eaux usées par le kaolin.

A chaque essai, on a varié les paramètres suivants : la quantité du Kaolin, la fraction du kaolin ainsi que le temps d'agitation en passant par deux dilutions différentes à une température ambiante (23°C).

III.2.1 Etude de la variation de la turbidité

III.2.1.1 Influence de la dilution au 1/10ème sur l'effet du kaolin sur la variation de la turbidité

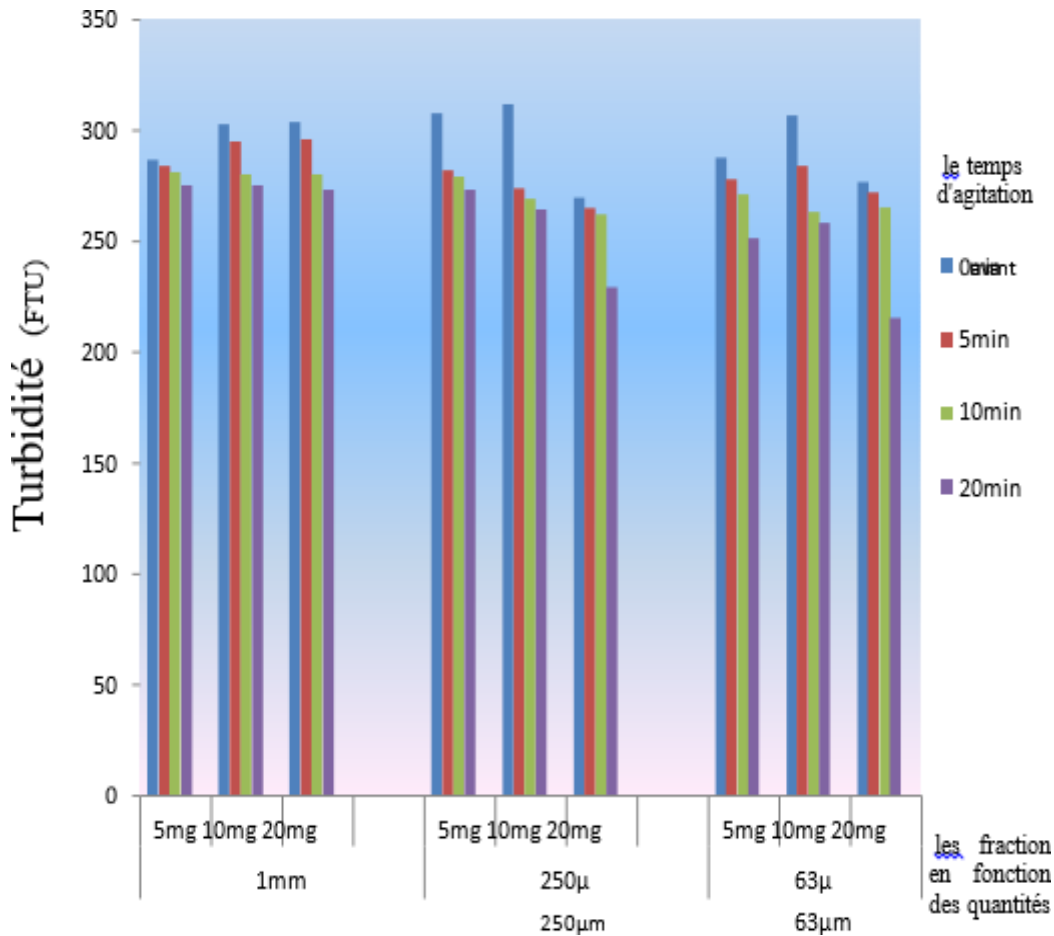


Figure III.1. : La variation de la turbidité de l'eau usée à une dilution de 1/10 traitée par le kaolin.

III.2.1.1.1 Discussion des résultats

a. La première classe :

- La plus grande valeur de turbidité est égale à 296 FTU et est représentée par la barre rouge de 3ème bouquet correspond à une manipulation réalisée avec quantité de 20 mg et une fraction de 1 mm, pour un temps d'agitation de 5 min.

La turbidité a diminué par rapport au témoin qui est égal à 303FTU, la différence est de 7 FTU.

- La plus petite valeur qui est égale à 273 FTU est représentée par la barre violette du 3ème bouquet correspondant à une manipulation réalisée avec une quantité de 20 mg d'une fraction de 1 mm pour un temps d'agitation qui est égale à 20 min.

La turbidité a diminué par rapport au témoin qui est égal à 303FTU d'un taux de 30 FTU.

b. La deuxième classe :

- La plus grande valeur qui est égale à 282 FTU est représentée par la barre rouge du 1er bouquet qui correspond à une manipulation réalisée avec une quantité de 5 mg et une fraction de 250 µm durant 5 min de temps d'agitation.

La turbidité a diminué par rapport au témoin qui est égal à 307FTU d'un taux de 25 FTU.

- La plus petite valeur enregistrée est 229 FTU représentée par la barre violette du 3ème bouquet correspondant à une manipulation réalisée avec une quantité de 20 mg et de fraction de 250 µm et un temps d'agitation égalant à 20 min.

La turbidité a diminué par rapport au témoin de 269FTU de turbidité d'un taux de 40 FTU.

c. La troisième classe

- La plus grande valeur est de 284 FTU est représentée par la barre rouge du 2ème bouquet relative à une manipulation réalisée avec une quantité de 5 mg de kaolin et une fraction de 63 µm pendant un temps d'agitation qui égale à 5 min.

La turbidité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 307FTU d'un taux de 22 FTU.

- La plus petite valeur qui égale à 215 FTU est représentée par la barre violette du 3ème bouquet, elle est obtenue avec l'utilisation d'une quantité de 20 mg d'une fraction de 63 µm durant 20 min d'agitation.

La turbidité a diminué par rapport au témoin qui est égale à 76FTU donnant un taux de diminution de 61 FTU.

II.2.1.1.2 Interprétation :

Le meilleur résultat offre une réduction de 61FTU, obtenu par le triplet représenté par la barre violette du troisième bouquet, ce résultat est obtenu par l'utilisation d'une quantité de 20 mg de Kaolin et une fraction de 63 µm pendant un temps d'agitation de

20minutes.

On observe une diminution de la turbidité dans les eaux usées de dilution 1/10ème :

- Lorsqu'on augmente le temps d'agitation, on remarque que la turbidité diminue de plus en plus.
- Lorsqu'on diminue la granulométrie du kaolin, on remarque la diminution de la turbidité.
- Lorsqu'on augmente la quantité du kaolin, on remarque la diminution de la turbidité

Une diminution de la turbidité signifie que l'eau usée se clarifie et que les éléments qui turbident l'eau diminuent [29], ce qui confirme l'absorption des polluants et des métaux existants dans cette dernière par le kaolin [40].

III.2.1.2 Influence de la dilution au 1/15ème sur l'effet du kaolin sur la variation de la turbidité

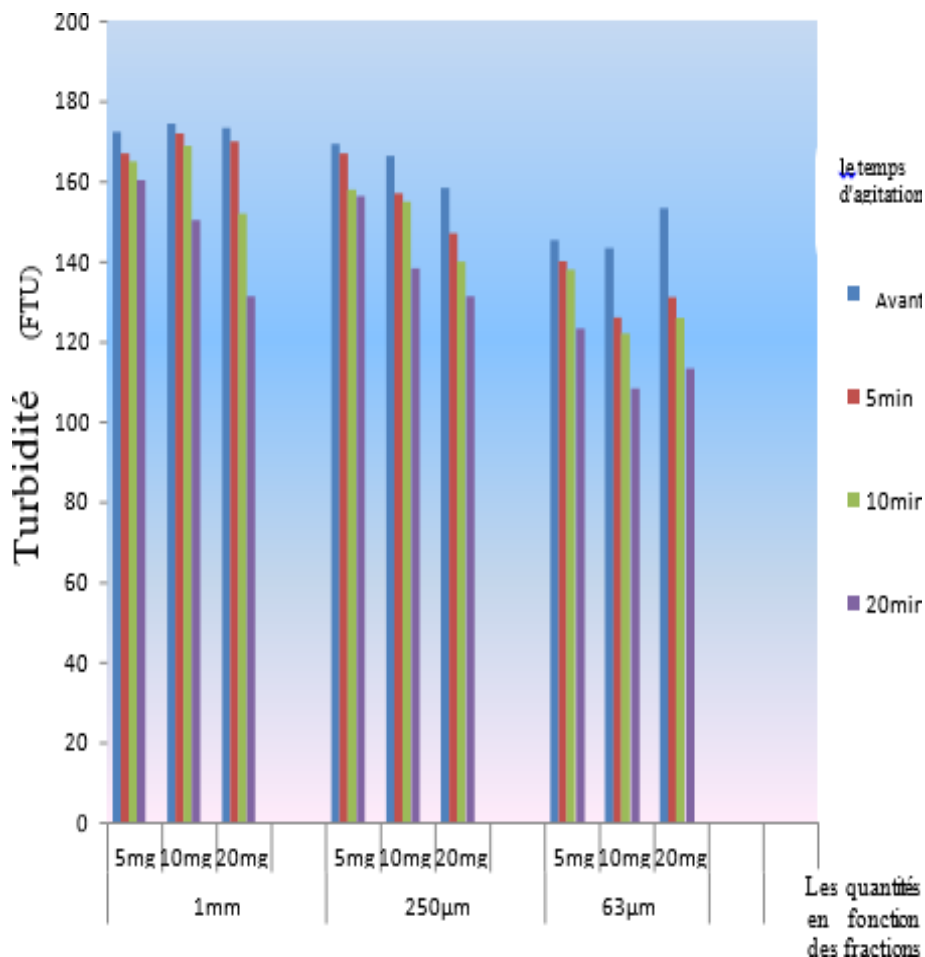


Figure III.2 Variation de la turbidité de l'eau usée (dilution 1/15) traitée par le kaolin.

III.2.1.2.1 Présentation des résultats :**a. La première classe :**

- La plus grande valeur est égale à 172 FTU, elle est représentée par la barre rouge du 1er bouquet, elle correspond à une manipulation réalisée à avec une quantité de 10 mg de Kaolin d'une fraction de 1 mm pendant un temps d'agitation de 5 min.

La turbidité a diminué par rapport au témoin qui égale à 174FTU (diminution de 2 FTU).

- La plus petite valeur enregistrée est de 131 FTU, elle est représentée par la barre violette du 3ème bouquet correspondant à une manipulation réalisée avec l'ajout de 20 mg de Kaolin d'une fraction de 1 mm, agitée pendant 20min.

La turbidité a diminué par rapport au témoin marquant une baisse de 41 FTU.

b. La deuxième classe :

- La plus grande valeur est de 167 FTU, représentée par la barre rouge du 1er bouquet qui correspond à une manipulation réalisée avec 5 mg de Kaolin de 250 µm de taille pendant à 5 min d'agitation.

La turbidité a diminué par rapport au témoin affichant 169 FTU, d'un taux de 2 FTU.

- La plus petite valeur est 131 FTU, représentée par la barre violette du 3ème bouquet obtenue avec une quantité de 20 mg d'une fraction de 250 µm et un temps d'agitation qui est égale à 20 min.

La turbidité a diminué par rapport au témoin d'un taux de 27 FTU.

c. La troisième classe :

- 140 FTU est la plus grande valeur obtenue, représentée par la barre rouge du 1er bouquet après l'utilisation de 5 mg de Kaolin d'une taille de 63 µm agiter durant un temps de 5 min.

La turbidité a diminué par rapport au témoin d'un taux de 5 FTU.

- La plus petite valeur égale à 108 FTU, représentée par la barre violette du 3ème bouquet correspondant ainsi à une manipulation réalisée avec un ajout de Kaolin a une quantité de 20 mg d'une fraction granulométrique de 63 µm pendant un temps d'agitation de 20 min.

La turbidité a diminué par rapport au témoin qui affiche une valeur de 73FTU, ce paramètre a diminué d'une valeur de 35 FTU.

III.2.1.2.2 Interprétation

- La plus grande baisse est de 35 FTU, obtenu dans le 3ème bouquet de l'histogramme, représenté par la barre violette, suite à une manipulation réalisée en utilisant une quantité de 20 mg de Kaolin d'une fraction de 63 μm pendant 20min d'agitation.

La turbidité diminue dans tous les essais en variant le temps de contact (eau usée + kaolin) et le temps d'agitation. En augmentant la quantité du kaolin, la turbidité diminue encore, en diminuant la fraction. Cette dernière diminue de plus en plus, et cela explique la caractéristique d'adsorption des éléments qui polluent cette eau par le Kaolin.

III.2.2 La variation de PH

III.2.2.1 Influence de la dilution au 1/10eme sur l'effet du kaolin sur la variation de PH

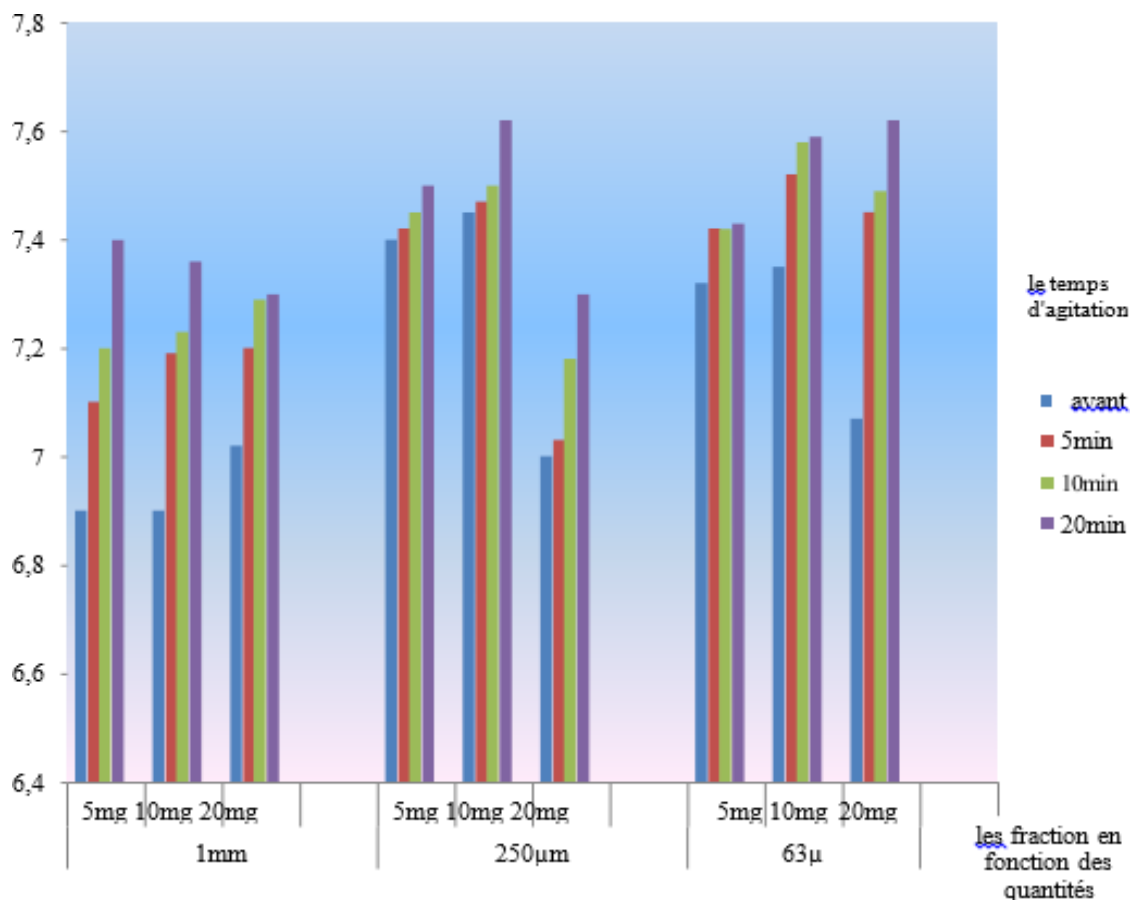


Figure III.3 : La variation du pH de l'eau usée diluée à 1/10eme traitée par le kaolin.

III.2.2.1.1 Prestation des résultats :**a. La première classe :**

- La plus petite valeur du pH est égale à 7.1, représentée par la barre rouge du 1er bouquet correspondant à une manipulation réalisée avec une quantité de 5 mg d'une fraction de 1mm durant 5 min d'agitation.

Le pH a diminué par rapport au témoin d'un taux de 0,19.

- La plus grande valeur du pH est de 7,4 elle est représentée par la barre rouge du 1er bouquet obtenu par l'addition d'une quantité de Kaolin de 5 mg d'une fraction de 1 mm pendant 20 min d'agitation.

Le pH augmente par rapport au témoin affichant un pH de 6,9 d'un taux de 0,5.

b. La deuxième classe :

- La plus petite valeur du pH qui égale à 7,03 données par la barre violette du 3ème bouquet après une manipulation réalisée avec une quantité de 20 mg de Kaolin d'une fraction de 250 μm agiter pendant 5 min.

Le pH a augmenté par rapport au témoin qui égale à 7 d'un taux de 0,3.

- La plus importante du pH qui égale à 7,62 données par la barre rouge du 2ème bouquet correspondant à une manipulation réalisée avec une quantité de 10 mg d'une fraction de 250 μm et un temps d'agitation de 20min.

Le pH augmente par rapport au témoin d'une valeur de 0, 7.

c. La troisième classe :

- La valeur réduite du pH égal à 7.4, elle est représentée par la barre rouge du 1er bouquet qui illustre une manipulation réalisée avec une quantité de 5 mg de Kaolin d'une fraction de 63 μm pendant 5min.

Le pH augmente par rapport au témoin d'une valeur qui égale à 7.32 d'un taux d'augmentation de 0,10.

- La plus grande valeur du pH égale à 7.62 est représentée par la barre violette du 3ème bouquet, suite à l'utilisation de 20 mg de Kaolin à une fraction de 63 μm et un temps d'agitation de 20 min.

Le pH a augmenté par rapport au témoin qui d'un taux de 0,55.

III.2.2.1.2 Interprétation :

- On constate que le meilleur triplet est celui de la barre violette du 3ème bouquet appartenant à la 3ème classe, correspondant à une fraction de 63 µm et une quantité 20 mg agitée pendant 20 min, offrant une diminution du pH d'un taux de 0,55.

On remarque une légère augmentation du pH dans toutes les fractions, avec toutes les quantités utilisées, qui va atteindre la valeur de l'eau de robinet.

- La variation du pH est influencée par la matrice minérale qui essaie couramment de tamponner le milieu, et cela veut dire une neutralisation du pH grâce à l'addition d'une base.

III.2.2.2 Influence de la dilution au 1/15ème sur l'effet du kaolin sur la variation de pH

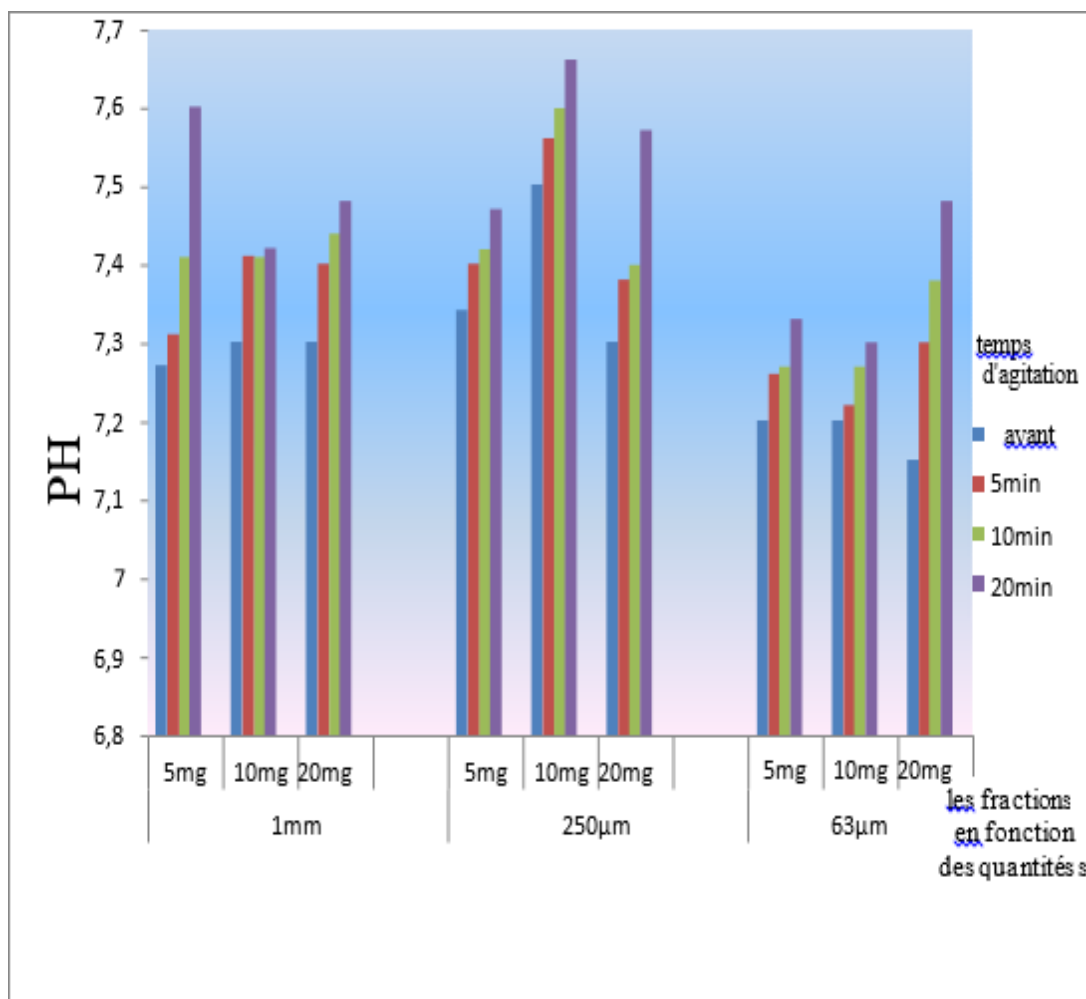


Figure III.4: La variation de PH de l'eau usée de dilution 1/15 traité par le kaolin.

III.2.2.2.1 Présentation des résultats :**a. La première classe :**

- La valeur inférieure du pH est égale à 7,31 elle est donnée par barre rouge du 1er bouquet correspondant à une manipulation réalisée par l'ajout d'une quantité de 20 mg d'une fraction de 1 mm pendant une agitation de 5 min.

Le pH augmente par rapport au témoin de valeur 7,27 d'un taux de 0,04.

- La valeur supérieure du pH est égale à 7,6 elle est donnée par la barre rouge du 1er bouquet, après une utilisation d'une quantité de 20 mg de fraction de 1 mm pendant 20min d'agitation.

Le pH a augmenté par rapport au témoin d'un taux de 0,33.

b. La deuxième classe :

- La plus petite valeur du pH qui égale à 7,38 données par la barre rouge du 3ème bouquet, obtenue après une manipulation réalisée avec une quantité de 20 mg de fraction de 250 μ pendant 5min d'agitation.

Le pH augmente par rapport au témoin qui affiche une valeur de 7,3 et cela d'une différence de taux de 0,08.

- La plus grande valeur du pH est 7,66 elle est représentée par la barre violette, du 2ème bouquet suite à une utilisation de 10 mg de Kaolin d'une fraction de 250 μ pendant 5min d'agitation.

Le pH a augmenté par rapport au témoin d'unité 0,16.

c. La troisième classe :

- La plus petite valeur enregistrée est de 7,22 donnée par la barre rouge du 2ème bouquet correspondant à une manipulation réalisée avec une quantité de 10 mg de Kaolin et de fraction de 63 μ m pendant une agitation de 5min.

Le pH a augmenté par rapport au témoin qui est égal à 7,2 d'un taux de 0,02.

- La plus grande valeur du pH est de 7,48 elle est représentée par la barre violette du 3ème bouquet qui correspond à une manipulation réalisée avec une quantité de 20 mg de Kaolin de fraction de 63 μ m et un temps d'agitation de 20 min.

Le pH a augmenté par rapport au témoin qui égale à 7,2 d'un taux de 0,28.

III.2.2.2.2 Interprétation :

- On constate que le meilleur triplet est celui de la barre violette de la 3^{ème} classe du 3^{ème} bouquet, ce résultat est obtenu suite à l'utilisation de 20 mg de Kaolin de fraction de 63 μm pendant 20 min d'agitation, ainsi nous avons obtenu un plus grand taux de diminution du pH qui est de 0,33.
- On observe une augmentation du pH avec l'augmentation du temps de contact, le pH qui se produit est presque le même dans toutes les conditions utilisées (lors de changement de fraction, quantité et le temps).
- On remarque que les valeurs du pH des eaux usées diluées traitées par le kaolin sont comprises entre 7 et 7.66. Ces valeurs confirment la légère alcalinité de ces eaux grâce à l'addition d'une base qui est l'eau de robinet utilisée pour obtenir les dilutions.

III.2.3 La variation de conductivité :

III.2.3.1 Influence de la dilution au 1/10^{ème} sur l'effet du kaolin sur la variation de la conductivité

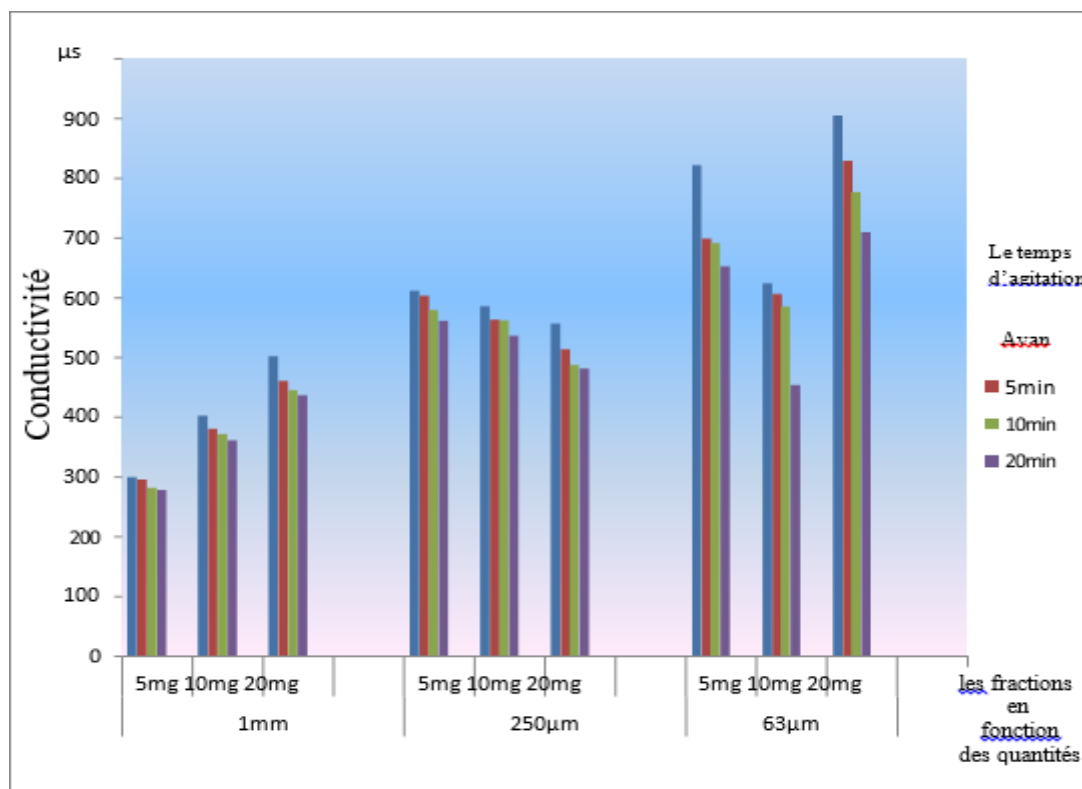


Figure III.5 : Variation de la conductivité de l'eau usée de dilution 1/10 traité par le kaolin

III.2.3.1.1 Présentation des résultats :**a. La première classe :**

- La plus grande valeur la conductivité qui est égale à 460 μs est représentée par la barre rouge du 3ème bouquet correspond à une quantité de 20 mg de Kaolin, d'une fraction de 1 mm et du temps d'agitation égale à 5 min.

La conductivité est diminuée par rapport au témoin qui affiche une valeur de 500 $\mu\text{s}/\text{cm}$, et un taux de 40 μs

- La plus petite valeur de conductivité est égale à 277 μs , elle est représentée par la barre violette du 1er bouquet correspond à une manipulation réalisée avec une quantité de 5 mg et de fraction de 1 mm et du temps d'agitation égale à 20 min.

La conductivité est diminuée par rapport au témoin qui est égal à 298 μs d'un taux de 21 μs .

b. La deuxième classe :

- La plus grande valeur de la conductivité est égale à 603 μs , représentée par la barre rouge du 1er bouquet correspond à une manipulation réalisée avec une quantité de 5 mg de fraction de 250 μm et du temps d'agitation de 5 min.

La turbidité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 610 μs d'un taux de 50 μs .

- La plus petite valeur de la conductivité qui égale à 480 μs est représentée par la barre violette du 3ème bouquet correspond à une manipulation réalisée avec une de quantité de 20 mg et de fraction de 250 μm et du temps d'agitation égale à 20 min.

La conductivité a diminué de 75 μs par rapport au témoin qui est égale à 555 μs .

c. La troisième classe :

- La plus grande valeur de la conductivité qui est égale à 829 μs est représentée par la barre rouge du 3ème bouquet correspond à une manipulation réalisée avec une quantité de 20 mg, de fraction de 63 μm et du temps d'agitation de 5 min.

La turbidité est diminuée de 74 μs . Par rapport au témoin qui égale à 903 μs

- La plus petite valeur de la conductivité qui égale à 452 μs est représentée par la barre violette du 2ème bouquet correspond à une manipulation réalisée avec une quantité de 10 mg, de fraction de 63 μm et du temps d'agitation de 20 min.

La conductivité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 622 μs d'un taux de 170 μs .

III.2.3.1.2 Interprétation :

- On constate que le meilleur triplet est celui de la 3ème classe et du 3ème bouquet de barre violette, or une manipulation est faite à une fraction de $63 \mu\text{m}$, de quantité 20 mg et 20 min du temps d'agitation qui a le plus grand taux de diminution qui est égale à $170 \mu\text{s}$
- Lorsqu'on augmente la quantité du kaolin, la conductivité diminue avec le temps de contact et l'agitation.
- L'adsorption des actions et des anions à la surface du kaolin sont sans doute à l'origine de cette diminution. [11]
- L'augmentation du pH comme indique les histogrammes du PH dans la dilution 1/10 et dilution 1/15 peut influencer sur la conductivité dont le milieu devient moins conducteur en milieu basique ce qui signifie qu'il devient moins chargé en sels [19].

III.2.3.1 Influence de la dilution au 1/15 sur l'effet du kaolin sur la variation de la conductivité

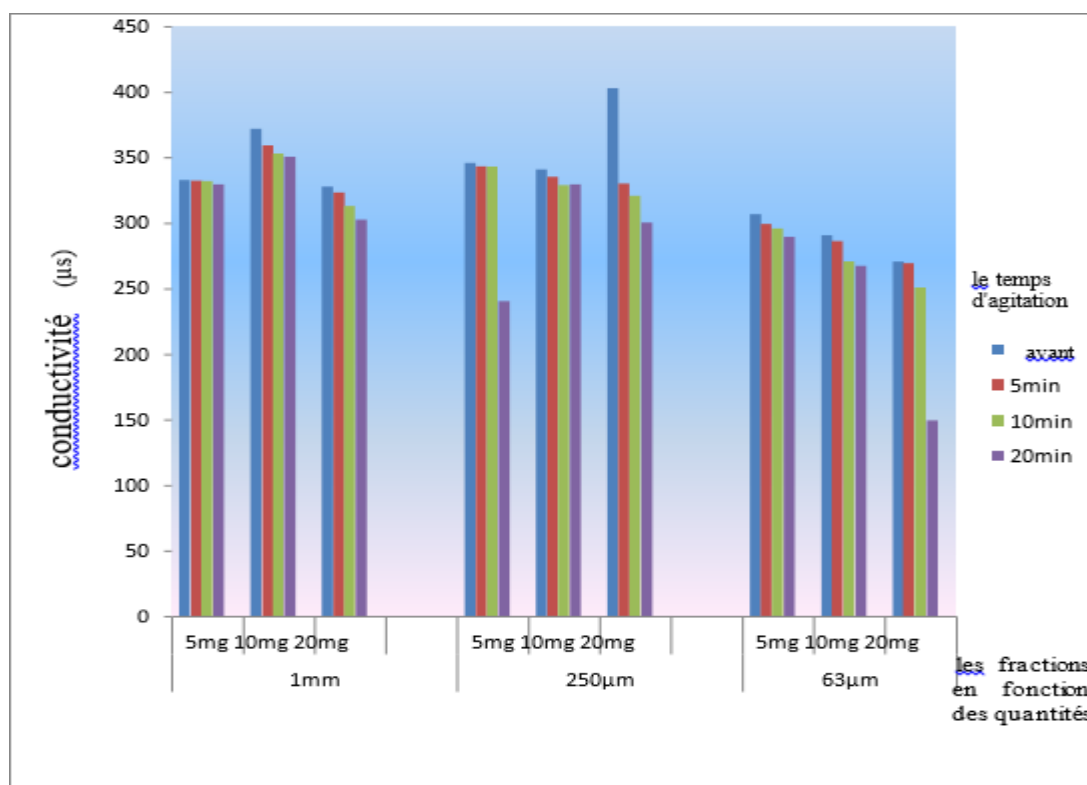


Figure III.6 : Variation de la conductivité de l'eau usée avec une dilution 1/15 traitée par le kaolin

III.2.3.1.1 Présentation des résultats :**a. La première classe :**

- La plus grande valeur qui est égale à 359 μs est représentée par la barre rouge du 2ème bouquet correspond à la manipulation d'une quantité de 10 mg, de fraction de 1 mm et du temps d'agitation qui est égale à 5 min.

La conductivité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 371 μs d'un taux de 12 μs .

- La plus petite valeur de conductivité qui égale à 302 μs est représentée par la barre violette du 3ème bouquet qui correspond à une quantité de 20 mg, de fraction de 1 mm et du temps d'agitation est égale à 20 min.

La conductivité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 327 μs d'un taux de 25 μs .

b. La deuxième classe :

- La plus grande valeur qui égale à 343 μs est représentée par la barre rouge du 1er bouquet correspond à une quantité de 5 mg et de fraction de 250 μm et du temps d'agitation égale à 5 min.

La conductivité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 345 μs d'un taux de 2 μs .

- La plus petite valeur qui égale à 240 μs est représentée par la barre violette du 1er bouquet correspond à une quantité de 5 mg et de fraction de 250 μm et du temps d'agitation égale à 20 min.

La conductivité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 345 μs d'un taux de 105 μs .

c. La troisième classe :

- La plus grande valeur qui égale à 299 μs est représentée par la barre rouge du 1er bouquet correspond à une quantité de 5 mg de kaolin et de fraction de 63 μm et du temps d'agitation égale à 5 min.

La conductivité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 306 μs d'un taux de 6 μs .

- La plus petite valeur qui égale à 149 est représentée par la barre violette du 3ème bouquet correspond à une quantité de 20 mg de kaolin et de fraction de 63 μm et du temps d'agitation égale à 20 min.

La conductivité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 270 μs d'un taux de 121 μs .

III.2.3.1.2 Interprétation :

- On constate que le meilleur triplet est celui de 3ème classe et 3ème bouquet de la barre violette, or une manipulation qui est faite avec une fraction de kaolin $63 \mu\text{m}$ et de quantité 20 mg et 20 min du temps d'agitation qui a le plus grand taux de diminution qui est égale à $120 \mu\text{s}$.
- On observe une diminution de la conductivité électrique avec le temps de contact et d'agitation, une fois on augmente la quantité, la conductivité diminue, et aussi lorsqu'on diminue la fraction, la conductivité diminue aussi de plus en plus.
- Le milieu devient moins conducteur en milieu basique ce qui signifie qu'il devient moins chargé en sels [19].
- L'adsorption des actions et des anions à la surface du kaolin sont sans doute à l'origine de cette diminution [11].

III.2.4 La variation de TDS :

III.2.4.1 Influence de la dilution au 1/10ème sur l'effet du kaolin sur la variation de TDS

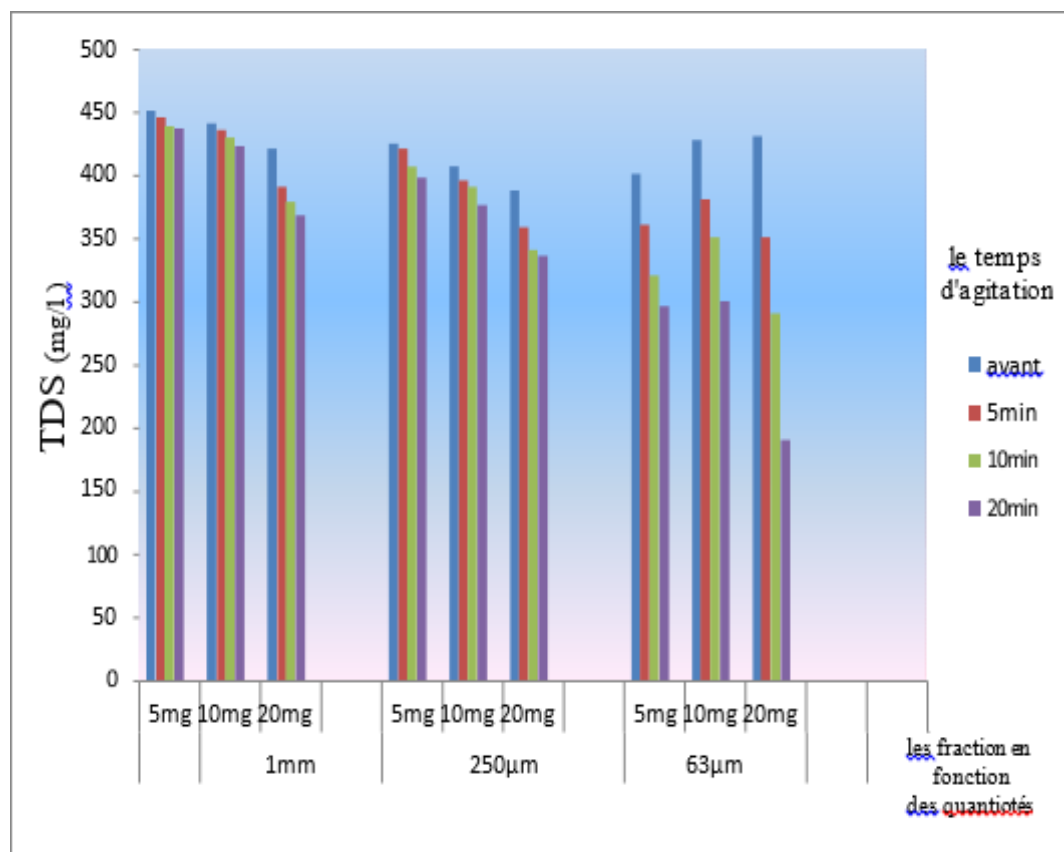


Figure III.7 : La variation de TDS de l'eau usée de dilution 1/10 traité par le kaolin.

III.2.4.1.1 Présentation des résultats

a. La première classe :

- La plus grande valeur de TDS est égale à 445 mg/l est représenté par le 1er bouquet de la barre rouge correspond à une quantité de 20 mg, de fraction de 1 mm et du temps d'agitation égale à 5 min.

La TDS est diminué par rapport au témoin qui est égal à 450 mg/l d'un taux de 5 mg/l.

- La plus petite valeur de TDS qui égale 368 mg/l est représentée par le 3ème bouquet de barre violette correspond à une quantité de 5 mg et de fraction de 1 mm et du temps d'agitation égale à 20 min.

Le TDS est diminuée par rapport au témoin qui est égal à 300 mg/l d'un taux de 68 mg/l.

b. La deuxième classe :

- La plus grande valeur de TDS qui est égale à 420 mg/l est représentée par la barre rouge du 1er bouquet correspond à une quantité de 5 mg, de fraction de 250 µm et du temps d'agitation égale à 5 min.

Le TDS est diminué par rapport au témoin qui est égal à 424 mg/l d'un taux de 4 mg/l.

- La plus petite valeur de TDS qui est égale à 336 mg/l est représentée par la barre violette du 3ème bouquet correspond à une quantité de 20 mg, de fraction de 250 µm et du temps d'agitation égale à 20 min.

La turbidité est diminuée par rapport au témoin qui est égal à 387 mg/l, d'un taux de 51 mg/l.

c. La troisième classe :

- La plus grande valeur de TDS qui est égale à 380 mg/l est représentée par la barre rouge du 2ème bouquet correspond à une quantité de 20 mg, de fraction de 63 µm et de temps d'agitation égale à 5 min.

Le TDS est diminué par rapport au témoin qui égale à 427mg/l d'un taux de 47mg/l.

- La plus petite valeur de TDS qui est égale à 190 mg/l, représentée par la barre violette du 2ème bouquet correspond à une quantité de 10 mg, de fraction de 63 µm et du temps d'agitation égale à 20 min.

La turbidité est diminuée par rapport au témoin qui égale à 430 mg/l d'un taux de 240 mg/l.

II.2.4.1.2 Interprétation

- Le plus grand taux est égal à 240 mg/l qui est le meilleur triplet qui se trouve dans le 3ème bouquet de barre violette, or une manipulation qui est faite à une

quantité de 20 mg, de fraction de 63 μm et de temps d'agitation égale à 20minute.

- On observe une diminution de TDS avec le temps de contact. Lorsqu'on augmente la quantité du kaolin le TDS diminue, aussi de plus en plus la fraction est fine le TDS est plus petit.
- Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques lorsqu'il diminue cela signifie que les concentrations de sels et de matière organique diminuent, qui explique le phénomène d'adsorption de ces derniers par le kaolin.

III.2.4.2 Influence de la dilution au 1/15eme sur l'effet du kaolin sur la variation de TDS

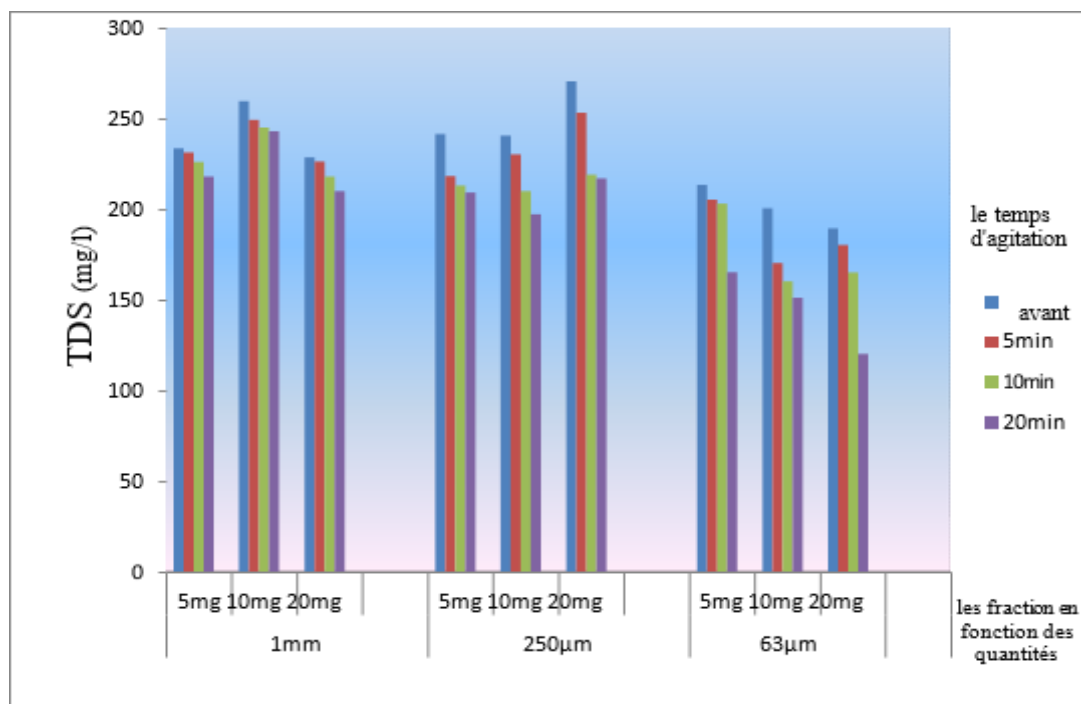


Figure III.8 : La variation de TDS de l'eau usée de dilution 1/15 traité par le kaolin.

III.2.4.2.1 Présentation des résultats

a. La première classe :

- La plus grande valeur de TDS est égale à 249 mg/l, elle est représentée par la barre rouge du 2ème bouquet correspond à une quantité de 10 mg de kaolin et de fraction de 1 mm et du temps d'agitation égale à 5 min.

Bilan : Le TDS est diminué par rapport au témoin qui égale à 259 mg/l d'un taux de 16 mg/l.

- La plus petite valeur de TDS est égale à 210 mg/l, elle est représentée par la barre violette 3ème bouquet correspond à une quantité de 20 mg de kaolin et de fraction de 1 mm et du temps d'agitation égale à 20 min.

Le TDS est diminué par rapport au témoin qui est égal à 228mg/l, et d'un taux de 78 mg/l.

b. La deuxième classe :

- La plus grande valeur de TDS qui égale à 253 mg/l est représentée par la barre rouge du 3eme bouquet correspond à une quantité de 20 mg de kaolin et de fraction de 250 µm et du temps d'agitation égale à 5 min.

Le TDS est diminué par rapport au témoin qui égale à 197 mg/l d'un taux de 17 mg/l.

- La plus petite valeur de TDS qui égale à 197 mg/l est représentée par la barre violette du 2ème bouquet correspond à une quantité de 10 mg de kaolin et de fraction de 250 µm et du temps d'agitation égale à 20 min.

Le TDS est diminué par rapport au témoin qui égale à 240 mg/l d'un taux de 43 mg/l.

c. La troisième classe :

- La plus grande valeur de TDS est égale à 205 mg/l, elle est représentée par la barre rouge du 1er bouquet correspond à une quantité de 5 mg de kaolin et de fraction de 63 µm et du temps d'agitation égale à 5 min.

Le TDS est diminué par rapport au témoin qui est égal à 213 mg/l d'un taux de 8 mg/l.

- La plus petite valeur de TDS qui est égale à 120 mg/l est représentée par la barre violette du 3ème bouquet correspond à une quantité de 10 mg de kaolin, de fraction de 63 µm et du temps d'agitation égale à 20 min.

Le TDS a diminué d'un taux de 69mg/L par rapport au témoin qui égale à 189mg/l d'un taux de 69 mg/l.

II.2.4.2.2 Interprétation :

- Le plus grand taux égal à 69 mg/l qui est le meilleur triplet qui se trouve dans le 3ème bouquet de barre violette, or une manipulation qui est faite à une quantité de 20 mg de kaolin et de fraction de 63 µm et de temps d'agitation égale à 20 min.
- On augmente la quantité et on diminue la fraction le TDS se diminue de plus en plus avec le temps de contact et le temps d'agitation. Ce qui explique aussi le phénomène l'adsorption des sels et de la matière organique.

III.3 La comparaison :

III.3.1 Comparaison des résultats de la turbidité dans le cas d'utilisation de la dilution 1/10 et le cas d'utilisation de la dilution 1/15

- On remarque que la turbidité diminue plus dans le cas d'utilisation de la dilution 1/10 que dans le cas d'utilisation de la dilution 1/15.
- L'analyse de la turbidité à révéler que la dilution 1/15 nous donne un meilleur résultat que celle de la dilution de 1/10, car la dilution 1/15 présente une charge en matière en suspension moindre que 1/10, donc nous offre une meilleure contacte.

III.3.2 Comparaison des résultats de PH dans le cas d'utilisation de la dilution 1/10 et le cas d'utilisation de la dilution 1/15

- On remarque que les résultats du PH a la dilution 1/15 et meilleure qu'a 1/10.
- Cella est en effet dû à la charge minérale qui est importante à la dilution 1/15 et qui provient de l'utilisation de l'eau du robinet qui lui et très riche en minéraux, et donc suit à l'adsorption des minéraux a charge positif ce qui fait que l'effet tampon augmente on obtient un PH plus important.

Dans la dilution 1/15 on utilise plus d'eau de robinet que la dilution 1/10.

III.3.3 Comparaison des résultats de la conductivité dans le cas d'utilisation de la dilution 1/10 et le cas d'utilisation de la dilution 1/15

- La conductivité diminue dans 1/10 par rapport à 1/15 et cela parce qu'il existe peu de polluants qui turbide dans cette eau a la dilution 1/15 par rapport à 1/10
- L'adsorption des cations et des anions à la surface du kaolin est plus forte dans la dilution de 1/10 que la dilution 1/15 car la quantité de l'eau ajouté est moindre ce qui faits que la charge Minérale est plus importante.

III.3.4 Comparaison des résultats de TDS dans le cas d'utilisation de la dilution 1/10 et le cas d'utilisation de la dilution 1/15.

- Le TDS se diminue plus dans la dilution 1/10 que la dilution 1/15.
- L'absorption des sels et les matières organiques est plus fortes dans la dilution 1/10 que dans la dilution 1/15 à cause de la forte présence de ces éléments polluants car la quantité de l'eau ajouté est moindre ce qui faits que la charge minérale est plus importante.

Conclusion Générale

Ce travail nous a permis de mettre en évidence les performances épuratoires d'un matériau naturel abondant et à faible coût de revient à savoir le kaolin.

Plusieurs techniques ont été employées pour l'élimination des polluants et des éléments des effluents industriels. L'adsorption est l'une des techniques les plus utilisées pour cette élimination.

Notre étude qui a été portée sur l'épuration des eaux usées huileuses de (CO.G.B) par le kaolin KT3B, kaolin de Tamazert d'El-Milia a permis à travers l'étude de l'influence du temps d'agitation, la fraction et la quantité du kaolin utilisé : de donner des résultats satisfaisants. Ces derniers ont montré une efficacité d'élimination des impuretés et cela par :

- Une diminution de la valeur de turbidité, TDS, conductivité ;
- Une neutralisation du pH de milieu.

Pour déterminer le bon mode d'adsorption et d'absorption, nous avons comparé les résultats obtenus par l'utilisation des différentes fractions (de la plus grosse à la plus fine fraction) et les différentes quantités (l'augmentation de quantités dans chaque essai) avec le temps d'agitation, on a trouvé que le meilleur triplet contient :

- La meilleure fraction est la plus fine qui est $63\mu\text{m}$;
- La meilleure quantité c'est la plus grande qui est 20 mg ;
- Le temps d'agitation plus long qui est 20minutes.

Les résultats obtenus lors de cette étude à l'échelle du laboratoire confirment la possibilité d'utiliser le kaolin de Tamazert comme adsorbant et absorbant dans le domaine de dépollution des eaux usées, dans des conditions économiquement acceptables.

Table des Références

- [1] OUSSAMA, Belahmadi Mohamed Seddik. Etude de la biodégradation du 2, 4-dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn Ziad. 2017.
- [2] KIR OUSSAMA LECHELAH AHMED FAWZI, mémoire master académique « *Caractérisation Des Eaux Usées Urbaines De La Ville D'el Oued Et Limitation De Leur Pollution A L'aide De Matériaux A Base D'argile* » université de KASDI MERBAH OUARGLA
- [3] LAKHDARI, Bouazza. Effet de la coagulation-floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz. *Memory of Magister, Abou Bekr Belkaid Tlemcen University, Algeria*, 2011, p. 6-39.
- [4] CHENNAFI, BOTHAYNA ALZAHRAA et DOAUDI, AHLAM. *Traitement des Eaux de Surface du Barrage El K'sob par Coagulation Floculation*. 2021. Thèse de doctorat. University of M'sila.
- [5] LARABA, Mohammed. Chemical analyses with X-ray diffraction, X-ray Fluorescence and the influence of the impurities on the quality of kaolin of Tamazert El-Milia, Algeria. *Journal of Applied Sciences*, 2006, vol. 6, no 5, p. 1020-1027.
- [6] BANDU KISEMENO, Jean-Louis. *Étude des options de traitement secondaire des eaux usées pour la région du Grand Moncton*. National Library of Canada= Bibliothèque nationale du Canada, Ottawa, 2000.
- [7] FLOTRON, Vanina. *La réaction de Fenton comme procédé de réhabilitation dans le traitement des eaux: application à la dégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les eaux et les boues résiduelles*. 2004. Thèse de doctorat. INAPG (AgroParisTech).

- [8] AMIR, Soumia. *Contribution à la valorisation de boues de stations d'épuration par compostage: devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost*. 2005. Thèse de doctorat.
- [9] NASSIMA, Kafi. *Traitement des eaux usées de Touggourt par l'argile de Bildet Omar*. *Mémoire master académique, Université Kasdi Merbah Ouargla*, 2013.
- [10] 10. RENOU, Sebastien. *Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées*. 2006. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine.
- [11] MOUSSET, Emmanuel, OTURAN, Nihal, VAN HULLEBUSCH, Eric D., et al. Influence of solubilizing agents (cyclodextrin or surfactant) on phenanthrene degradation by electro-Fenton process—study of soil washing recycling possibilities and environmental impact. *water research*, 2014, vol. 48, p. 306-316..
- [12] HARRAT, Mohamed. *Contribution à l'amélioration du procédé de fabrication de la céramique Etude sur site: unité Maghreb céramique de Touggourt*. 2007. Thèse de doctorat. Université de Ouargla-Kasdi Merbah.
- [13] BOUAZIZ, Ala-eddine. *Contribution à l'étude géologique des argiles maestrichtiennes le long de la limite Nord-Ouest du Oued Bou Sellem, Sétif, Algérie*. 2012. Thèse de doctorat. Université de Annaba-Badji Mokhtar.
- [14] DALI YOUCEF, Lamia. *Purification et caractérisation de la palygorskite Algérienne et ses applications*. Thèse de doctorat. Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella.
- [15] KONESHLOO, Mohammad. *Caractérisation, estimation et valorisation de gisements d'argiles kaoliniques du bassin des Charentes*. 2007. Thèse de doctorat. École Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- [16] RAKOTOMARIA, Etienne, RATSIMBA, Marie, et RAKOTOMAMONJY, Pierre. Valorisation chimique du kaolin dans le traitement des eaux: préparation de nouveaux coagulants minéraux. *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*, 2011, vol. 24, no 4, p. 437-448.
- [17] LARABA, Mohammed. Chemical analyses with X-ray diffraction, X-ray Fluorescence and the influence of the impurities on the quality of kaolin of Tamazert El-Milia, Algeria. *Journal of Applied Sciences*, 2006, vol. 6, no 5, p. 1020-1027.

- [18] Belamri Zehira. "Elaboration et caractérisation des matériaux polycristallins à base de kaolin DD et KT2 «. Mémoire de Master de l'université Mentouri-Constantine.p10-11 ,2008.
- [19] VANDERMEERSCH, Sophie. Étude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes. Université libre de Bruxelles, 2006..
- [20] 20. CAILLIERE, S., N&IN, S., et RAUTUREAU, M. Mineralogie des argiles, Tome 1, Zicmc edition. 1982.
- [21] TIZAOUI, K. Elimination des métaux lourds en solution aqueuse par des argiles algériennes. *Mémoire de Magister., Université Abou Bekr Belkaid–Tlemcen, Algérie*, 2013.
- [22] . REBIAI, L., BOUYOUCEF, A., BOUKHEIT, N., *et al.* Caractérisation de la Kaolinite et du Mica dans un kaolin enrichi. *Sciences & Technologie. A, sciences exactes*, 2010, p. 20-25.
- [23] BELKACEMI, Hayet. *Caractérisation et Valorisation du kaolin de Tamazert (Algérie)*. 2018. Thèse de doctorat.
- [24] BEN MABROUK, Ghada et MELLAK, Samah. Traitement des eaux usées par la fibres Alfa et l'argile. 2020. Thèse de doctorat. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA..
- [25] EL BERRICHI, FZ et ZEN, S. Elimination des colorants anioniques des solutions aqueuses en utilisant des kaolins activés locaux comme adsorbants. Dans : *Actes de la Conférence internationale 2014 sur les systèmes électriques, l'énergie et l'environnement*. 2014.
- [26] TANDIA, Cheick Tidiane. Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées protocole de détermination des paramètres Physico-chimiques et bactériologiques. *Centre Régional Pour L'eau Potable Et L'assainissement A Faible Coût, Centre collaborant de l'OMS, Ouagadougou, Burkina Faso*, 2007.
- [27] SÉGALEN, Christophe, DIEUDÉ-FAUVEL, Emilie, et BAUDEZ, Jean-Christophe. La conductivité électrique comme technique rhéologique alternative. In : *Congrès français de mécanique*. AFM, Maison de la Mécanique, 39/41 rue Louis Blanc, 92400 Courbevoie, France (FR), 2013.

- [28] DJEFFAL, Lemya. Elimination, par adsorption sur argile locale, des ions métalliques contenus dans les eaux de rejet industriel de la région de Annaba. 2008.
- [29] MENAA, Hakim et HADJOU, Ridha. Etude de l'épuration physico-chimique des effluents de la laiterie EDOUGH (Annaba). 2015.
- [30] CHOUFA, Nassima. *Epuration des eaux usées: l'élimination des micropolluants dans les eaux usées par un matériau argileux*. 2012. Thèse de doctorat. University of Souk Ahras
- [31] ASSAAD, Elias. Étude du processus de coagulation-floculation du système montmorillonite-chitosane dans l'élimination de métaux de transition. 2006.
- [32] EL HAMOURI, B., BOUCHABCHOUB, A., RHALLABI, N., *et al.* Traitement des eaux usées domestiques dans un chenal algal à haut rendement. *Actes Inst. Agron. Vét*, 1987, p. 5-15.

Résumé :

Dans ce travail nous nous sommes proposés d'étudier une méthode d'adsorption pour le traitement des eaux usées , en particulier des eaux usées huileuse de (CO.G.B) pour l'élimination des polluants existants, en utilisant de préférence un matériau local peu onéreux et bon adsorbant et absorbant qui est le kaolin de Tamazert KT3B.

A travers cette étude nous montrons la haute capacité d'adsorption de kaolin vis-à-vis des éléments polluants.

Ce travail est suivie par l'influence des paramètres expérimentaux (le temps d'agitation, la variation de la quantité, la variation de la fraction)

.Les résultats obtenues en laboratoire ont montrés que le kaolin KT3B est très efficace dans le domaine de traitement des eaux usées.

Mots clés: argile, kaolin, KT3B, eaux usées, traitement, adsorption.

Abstract :

In this work we proposed to study a method of absorption and adsorption for the wastewater treatment, especially oily wastewater (CO.G.B) for the removal of existing pollutants, preferably using a local little material expensive and good absorbent and adsorbent is kaolin TamazertKT3B.

Through this study we demonstrate the high adsorption capacity of kaolin against the pollutants. This work is followed by the influence of the experimental parameters (stirring time, the variation of the quantity, the variation of the fraction).

The Results obtained in the laboratory have shown that the kaolin KT3B is very effective in the field of wastewater treatment.

Keywords: clay, kaolin, KT3B, wastewater treatment, adsorption.