

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret-  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: "Biologie"

Spécialité: "pathologie des écosystèmes"

## Adsorption du bleu de méthylène par des boues modifiée chimiquement

Présenté par:

ADDA NARIMANE

CHENINA DENIA

Member de jury:

President: M<sup>r</sup> Boussoum . M

Examineur :M<sup>r</sup> Hadj Said

Promoteur : M<sup>r</sup> KADI . S

Année universitaire: 2014–2015

## Remerciements

Nous remercions ALLAH tout puissant qui nous à donner le pouvoir, le Courage et la patience pour l'élaboration de ce modeste travail.

Nous remercions chaleureusement notre encadreur monsieur **KADI SAMIR** Pour ces valeurs conseils, pour son précieux temps qui a été consacré pour nous, par son encouragement durant l'élaboration de ce mémoire, qui nous a enrichi par ses idées et ses informations qui ont été nécessaire pour l'actualisation de notre mémoire, avec la plus grande simplicité et gentillesse, avec une excellente méthodologie qu'il trouve ici notre reconnaissance et profond gratitude. Nous tiendrons à adresser nos remerciements aux membres du jury **Mr Boussoum. M** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury ce travail et **Mr Hadj said**, pour l'honneur qu'il nous a accordé en acceptant d'examiner ce mémoire.

Nos remerciements les plus sincères vont à l'ensemble de nos enseignants qui ont contribué largement à notre formation et nous ont donné le gout de la recherche scientifique.

Nos vifs remerciements à l'ensemble du personnel de laboratoire de l'université d'Ibn **khaldoun**.

Enfin, nous remercions tout le personnel administratif et technique qu'ont Collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



## Dédicaces

Je dédie ce travail à mon père que dieu el Karim

L'accueil dans son vaste paradis et ma mère et pour sa prière, patience, amour, et son encouragement et que dieu nous le garde.

Mes chers frères YOUCEF, NOURI, ILYES.

A mes chères sœurs SALIHA, BARKAHOUM, SIHAM, KIKA, FATI, KADIJA, MONA.

Je dédie ce travail surtout à ALAA, NADA, RACHA, RIHAM.

A toutes mes familles.

A toute mes amies FATI, NAJATE, SOUMIA, KIKA, AMINA, FATIMA, DENIA, MALIKA, FARIDA.

A mes enseignants et mes collègues de ma promotion.



# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à mon père que Dieu el Karim*

*L'accueil dans son vaste paradis, prière, patience, amour, et son encouragement et que*

*Dieu nous la garde*

*A mes chers Frères Ahmed, zoubir et Abdelkader*

*A mes chères sœurs Naima, Bakhta et Keira*

*A toute ma Famille surtout*

*Mes tantes Rabia, Fatima*

*A mes oncles Mohamed et benisa*

*Ames amies intimes Nawal, Fatiha, Fatima, Narimane, aicha, Wafa, Najete, Keira et sàumia*

*A mes enseignants et mes collègues de ma promotion*



***DENIA***

# Liste des abréviations

**°C**: Degré Celsius.

**BM** : Bleu de méthylène.

**B (0.5N)** : Boue brute modifiée par NaOH (0.5N).

**B (1N)** : Boue brute modifiée par NaOH (1N).

**B (2N)** : Boue brute modifiée par NaOH (2N).

**B (3N)** : Boue brute modifiée par NaOH (3N).

**Bb** : Boue brute.

**DBO** : Demande biochimique de l'oxygène.

**DBO<sub>5</sub>** : Demande biochimique de l'oxygène pendant de 5 jours.

**DCO** : Demande chimique en oxygène (mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>).

**g** : Gramme.

**h** : heure.

**NaOH** : Hydroxyde de sodium.

**HCl** : l'acide chlorhydrique.

**m** : masse d'adsorbant (g).

**MES** : matière en suspension (mg l<sup>-1</sup>).

**ml** : millilitre.

**MO** : Matière organique.

**MVS** : matière volatile en suspension.

**N** : normalité.

**nm** : nanomètre.

**pH** : potentiel hydrogène.

**Q<sub>e</sub>** : quantité d'adsorbat à l'équilibre par gramme d'adsorbant (mg g<sup>-1</sup>).

**R<sup>2</sup>** : Coefficient de détermination.

**R(S/l)** : rapport (solide/liquide).

**STEP** : station traitement des eaux polluées.

**t** : temps de contact (min).

**µm** : micromètre.

**UV** : ultraviolet.

**V** : volume de solution.

**mg** : milligramme.

**C<sub>0</sub>** : concentration initiale de l'absorbât ( $\text{mg l}^{-1}$ ).

**C<sub>e</sub>** : concentration à l'équilibre de l'absorbât ( $\text{mg l}^{-1}$ ).

**min** : minute.

**Abs** : absorbance.

**Cr** : chrome.

**Fe** : fer.

**Mg** : magnésium.

**MO** : matière organique.

**MS** : matière sèche.

**MV** : matière volatiles.

**°TH** : taux hydrotimétrique.

**K** : coefficient de Freundlich ( $\text{l g}^{-1}$ ).

**m** : facteur d'hétérogénéité (isotherme de Freundlich).

**N** : Azote.

# Liste des tableaux

<b>Tableau n° 01</b> : Caractéristiques physico-chimiques du bleu de méthylène. ....	9
<b>Tableau n° 02</b> : Les paramètres de linéarisation du modèle de Langmuir. ....	33
<b>Tableau n°03</b> : Les paramètres de linéarisation du modèle de Freundlich.....	34.

# Liste des Figures

<b>Figure 01</b> : Le protocole expérimental. ....	18
<b>Figure 02</b> : préparation de la boue. ....	19
<b>Figure03</b> : traitement chimique de la boue.....	20
<b>Figure 04</b> : La longueur d'onde de bleu du méthylène. ....	26
<b>Figure 05</b> : L'évolution de l'absorbance en fonction de la concentration de bleu du méthylène.....	27
<b>Figure 06</b> : Rapport solide –liquide. ....	27
<b>Figure 07</b> :L'effet du pH sur l'adsorption du bleu du méthylène par la boue brute et modifiée chimiquement .....	28
<b>Figure 08</b> : L'effet du temps de contact sur la fixation du bleu du méthylène. ....	29
<b>Figure 09</b> : isothermes d'adsorption du BM par la boue brute. ....	30
<b>Figure 10</b> : isothermes d'adsorption du BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (0.5N)...	30
<b>Figure 11</b> : isothermes d'adsorption du BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (1N)....	31
<b>Figure12</b> : isothermes d'adsorption du BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (2N).....	31
<b>Figure 13</b> : isothermes d'adsorption du BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (3N).....	31
<b>Figure14</b> : Affinité d'adsorption du B.M par la boue modifiée.....	32
<b>Figure 15</b> : modèle de Freundlich à l'adsorption de BM par la boue brute.....	35
<b>Figure16</b> : modèle de Freundlich à l'adsorption de BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (0.5N). ....	36
<b>Figure 17</b> : modèle de Freundlich à l'adsorption de BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (1N).....	37
<b>Figure 18</b> : modèle de Freundlich à l'adsorption de BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (2N). ....	38
<b>Figure 19</b> : modèle de Freundlich à l'adsorption de BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (3N). ....	39

# ANNEXES :

**Annexes 01 :** Détermination de la longueur d'onde spécifique.

**Annexes 02 :** La courbe d'étalonnage.

**Annexes 03 :** Rapport solide liquide.

**Annexes 04 :** Effet de pH.

**Annexes 05 :** Le temps de contact.

**Annexes 06 :** Isotherme d'adsorption du BM à 25°C.

**Annexes07 :** Isotherme d'adsorption du BM à 40°C.

**Annexes 08 :** Isotherme d'adsorption du BM à 60°C.

# Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale	

## **1<sup>ere</sup> partie: partie bibliographique**

### **Chapitre I: pollution et colorant**

I.1.Généralité .....	1
I.2.Définitions .....	1
I.2.1. Définition selon le dictionnaire Larousse.....	1
I.2.2. Classification des termes concernant la pollution.....	2
I.2.2.1. Classification selon le type de polluant.....	2
I.2.2.2. Pollution physique .....	2
I.2.2.3. Pollution chimique .....	2
I.2.2.4.Pollution biologique .....	2
I.2.3. Classification selon l'origine de la pollution.....	2
I.2.3.1.Pollution domestique.....	2
I.2.3.2. Pollution urbaine .....	3
I.2.3.3. Pollution agricole.....	3
I.2.3.4. Pollution industrielle.....	3
I.3.Paramètres de mesure de la pollution.....	4
I.3.1.Paramètres organoleptiques .....	4
I.3.1.1. Couleur.....	4
I.3.1.2. Odeur.....	4
I.3.2.Paramètres physiques.....	4
I.3.2.1. Température .....	4

I.3.2.2.Potentiel d'hydrogène .....	4
I.3.2. 3.Matières en suspension... .....	5
I.3.3.Paramètres chimiques .....	5
I.3.3.1. Demande chimique en oxygène (DCO).....	5
I.3.3. 2.Demande biologique en oxygène (DBO).....	5
I.4.Les colorants .....	6
I.4.1.Les colorants naturels.....	6
I.4.2.Les colorants synthétiques .....	6
I.5. Classification chimique.....	6
I.6.Classification des colorants.....	7
I.6.1. Colorants réactifs.....	7
I.6.2. Les colorants acides ou anioniques .....	7
I.6.3.Colorants de cuve .....	7
I.6.4.Les colorants basiques ou cationiques.....	8
I.6.4.1. Bleu de méthylène .....	8

## **Chapitre II : les boues d'épuration et l'adsorption**

II.1Boues d'épurations .....	10
II.1.1.Définition.....	10
II.1.2.Classifications des boues .....	10
II .1.3.Composition des boues .....	10
II. 1.3.1.Matière organiques .....	11
II.1.3.2.Elément fertilisant et amendements.....	11
II.1.3.3.Contaminants chimiques inorganiques et organiques .....	11
II.1.4.Nature des boues .....	11
II.1.4.1.Concentration en matières sèches (MS).....	11
II.1.4.2.Teneur en matières volatiles (MV) .....	11
II.1.4.3.Composition élémentaire pondéral .....	12
II.1.5. Différentes filières de traitement des boues .....	12

II.1.5.1 Boues résiduaire	12
II.1.5.2 Stabilisation	12
II.1.5.3 Déshydratation et la concentration des boues	12
II.1.5.4. épaisissement	13
II.1.5.5. Valorisation des boues	13
II.2. Phénomène d'adsorption	13
II.2.1. Définition	13
II.2.2. Classification des phénomènes d'adsorption	13
II.2.2.1. Adsorption chimique (ou chimisorption)	14
II.2.2.2. Adsorption physique (ou physisorption)	14
II.2.3. Description du mécanisme d'adsorption	14
II.2.4. Facteurs influençant le phénomène d'adsorption	15

## **2<sup>eme</sup> partie : partie expérimentale**

### **Chapitre III : Matériels et méthodes**

III.1. Matériels	16
III.1.1 Appareillages	16
III.1.2. Produits chimiques	16
III.1.3. Matériau utilisé	16
III.2. Méthodes	16
III.2.1. Protocole expérimental	16
III.2.2. Activation de la boue par NaOH	21
III.2.3. Spectrophotomètre UV /VISIBLE	21
III.2.4. Détermination de la longueur d'onde spécifique	21
III.2.5. Courbe d'étalonnage	22
III.2.6. Détermination de la quantité adsorbée	22
III.2.7. paramètre influençant sur l'adsorption	23

II.2.7.1. Rapport solide –liquide.....	23
III.2.7.2. Effet du pH.....	23
III.2.7.3. Temps de contact.....	23
III.2.8. Isothermes d’adsorption .....	23
III.2.8.1. Isothermes de LANGMUIR .....	24
III.2.8.2. Isotherme de FREUNDLICH .....	25

## **Chapitre IV : Resultats et discussions**

IV.1. Détermination de la longueur d’onde .....	26
IV.2. Courbe d’étalonnage.....	26
IV.3. Influence des conditions opératoires.....	27
IV.3.1. Rapport Solide-liquide .....	27
IV.3.2. Effet du pH .....	28
IV.3.3. Temps de contact .....	29
IV.4. Isothermes .....	29
VI.4.1. AFFINITE D’ADSORPTION.....	33
IV-5-Description des isothermes.....	34
IV-5-1-Modèle de Langmuir.....	34
IV-5-2-Modèle de Freundlich .....	35

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

# Introduction générale

## **Introduction :**

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute l'un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel. celle-ci se définit comme une dégradation de la qualité des eaux causée par les rejets issus de toute la surface du territoire et transmise au milieu aquatique de façon indirecte, ces déversements sont dus essentiellement aux activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels, leur présence dans l'eau, même à des quantités infinitésimales, modifie sa saveur, sa couleur et son odeur la rendant impropre à la consommation voire toxique et posent les problèmes les plus difficiles à résoudre, ils provoquent aussi des effets qui peuvent être de deux formes : effet immédiat ou à court terme conduisant à un effet toxique brutal et donc à la mort rapide de différents organismes et effet différé ou à long terme, par accumulation au cours du temps, des substances chez certains organismes. Parmi ces micropolluants, on trouve les colorants où toutes les gammes de nuance et de familles sont représentées dans l'industrie de textile, les molécules de ces colorants. **(Lalitagauri et al, 2000)**.

La présence de ces polluants doit subir avant leur rejet dans le milieu naturel un traitement d'épuration qui conduit les boues résiduelles. **(Waranusantigul, et al .2003)**.

La production des boues ; augmente avec le développement des stations d'épuration. Un problème majeur consiste à trouver une solution pour éliminer ces résidus dans les conditions les plus économiques tout en respectant la contrainte liée à la protection de l'environnement et l'hygiène publique.

Au fil des ans, différentes techniques ont été employées pour éliminer les colorants, parmi celles –ci, nous pouvons mentionner la précipitation chimique, l'échange d'ions, le traitement électrochimique, l'osmose inverse et l'adsorption. La précipitation chimique est inappropriée pour éliminer les faibles concentrations et produit une grande quantité de boues .en dépit de son efficacité, l'osmose inverse est une technique onéreuse, car elle requiert un remplacement fréquent de membranes. **(Bhattacharyya ,2008)**.l'échange ionique est également une opération coûteuse, tandis que les processus électrolytiques sont considérés rentable seulement pour des solutions concentrées.

L'adsorption constitue une solution très intéressante, en raison de son coût réduit, sa grande efficacité et la facilité de sa mise en œuvre .Ses autres avantages sont applicabilité aux concentrations très basses et possibilité de régénération, pour un usage en continu ou discontinu. Une variété d'adsorbants tels que le charbon actif, oxydes métalliques, résines et argiles ont été utilisés pour adsorber les colorants.

Si les argiles ont une longue tradition d'utilisation, les boues, à l'instar des boues de stations d'épuration, sont relativement moins utilisées.

Le manuscrit est en deux parties, la première partie consiste en deux chapitres : le premier relatif à la pollution et aux colorants, les propriétés des boues et l'adsorption ont été examinées dans le second chapitre.

La deuxième partie se subdivisée en deux chapitres .matériels et méthodes, résultats et discussion .Dans le premier on détermine les principales méthode ainsi les différents protocoles relatifs à laboue brute et la bouemodifiée par traitement basique, à différentes normalités (0.5N ,1N, 2N, 3N), et à leur application pour éliminer le bleu de méthylène.

Le dernier chapitre est consacré à la détermination des paramètres influençant sur l'adsorption de ce polluant et à la description des isothermes d'adsorption par les modèles de Langmuir et Freundlich. En fin une conclusion est donné.

**Première partie**

**Partie bibliographique**

# Chapitre I

## Pollution et colorants

**I.1.Généralité :**

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.

La pollution de l'eau qui affecte les rivières, les mers, les nappes phréatiques et les lacs, est le résultat du rejet des eaux usées sans traitement ou avec un niveau de traitement insuffisant : cela provoque une dégradation de l'écosystème. (**Ramade, 2005**).

**I.2.Définitions :**

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

**I.2.1. Définition selon le dictionnaire Larousse :**

La pollution est une dégradation d'un milieu naturel par des substances chimiques et des déchets industriels ou naturels (à l'exemple des ordures ménagères).

**I.2.2. Classification des termes concernant la pollution :**

On appelle pollution de l'eau toute modification de la composition de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains. Cette modification peut être causée par l'ensemble des rejets de composés toxiques que l'homme libère dans l'écosphère. On peut utiliser divers critères de classification, reposant sur l'origine, la nature des polluants, la nature des nuisances créées (répercussions sur la santé publique, sur l'équilibre écologique en rivière ou en lac...), ou selon d'autres critères.

**I.2.2.1. Classification selon le type de polluant :**

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

**I.2.2.2. 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 nucléaire (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires). **(Bourrinet et al ,1999)**.

#### **I.2.2.3. Pollution chimique :**

Elle est due au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités des substances chimiques dont certaines sont non dégradables. **(Neveu, 2001)**.

#### **I.2.2.4. Pollution biologique :**

Il s'agit de la pollution par les micro-organismes (bactéries, virus, parasites, champignons, efflorescences planctoniques, etc.). **(Botta et al, 2001)**.

#### **I.2.3. Classification selon l'origine de la pollution :**

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

##### **I.2.3.1. Pollution domestique :**

Elle est due principalement aux rejets domestiques (eaux de lavage, huiles de vidange, matières fécales, etc.). **(Choukchou, 2004)**.

##### **I.2.3.2. Pollution urbaine :**

Ce sont les eaux des habitations et des commerces qui entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectif et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par les entreprises en quantités variables selon l'importance de l'agglomération et son activité. Le « tout –à- l'égout » est une expression significative ; elle exprime cette diversité.

On trouve les excréments, les restes d'aliments, les déversements d'abattoirs, les déversements hospitaliers, les lessives, les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de la petite industrie et divers produits toxiques.

Le « tout –à- l'égout » est une expression significative ; elle exprime cette diversité. On trouve les excréments, les restes d'aliments, les déversements d'abattoirs, les déversements

hospitaliers, les lessives, les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de la petite industrie et divers produits toxiques. (**Valiron, 1989**).

### **I.2.3.3. Pollution agricole**

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

Les pesticides sont utilisés en agriculture pour protéger les cultures et les récoltes contre les insectes prédateurs afin d'augmenter les rendements. Le lessivage de ces produits phytosanitaires utilisés en agriculture entraîne la contamination des eaux par des substances toxiques (pesticides). Par ailleurs, les pesticides ne sont pas biodégradables. (**Gaid, 1984**).

### **I.2.3.4. Pollution industrielle**

Le développement accéléré des techniques industrielles modernes a engendré une pollution très importante. En effet, celle-ci est devenue plus massive, plus variée et plus insidieuse. Devant l'extrême diversité de ces rejets, une investigation propre à chaque type d'industrie est nécessaire : il est donc primordial d'être parfaitement informé sur les procédés de fabrication et le circuit des réactifs et des produits. Il est évident que les effluents déversés sans traitement approprié entraînent des changements indésirables dans le milieu récepteur et des pollutions très néfastes. A ce propos, parmi les grandes industries polluantes, l'industrie textile occupe une place suffisamment importante pour être prise en compte. (**Degrémont, 2005**).

## **I.3. Paramètres de mesure de la pollution :**

L'estimation de la pollution industrielle est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents. Parmi ces paramètres on cite les plus importants:

### **I.3.1. Paramètres organoleptiques :**

#### **I.3.1.1. Couleur :**

La couleur signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipite à l'état d'hydroxyde colloïdale, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes. (Tardat et al, 1992).

#### **I.3.1.2. Odeur :**

Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition. (Bouziani, 2000).

#### **I.3.2. Paramètres physiques :**

##### **I.3.2. 1. Température :**

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O<sub>2</sub>) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques la température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau. (Mechati, 2006).

##### **I.3.2.2. Potentiel d'hydrogène :**

Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9).

##### **I.3.2.3. Matières en suspension :**

Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les ERI. Mesuré par peser après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Les procédés de séparation par filtration font appel, soit à des disques en fibres de verre, soit à des couches d'amiante.

La méthode par centrifugation est plus particulièrement réservée au cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite d'un risque élevé de colmatage des filtres. (Pesson, 1976).

#### **I.3.3. Paramètres chimiques :**

##### **I.3.3. 1. Demande chimique en oxygène (DCO) :**

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. (**Gaid, 1984**).

**I.3.3. 2.Demande biologique en oxygène (DBO) :**

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. (**Vandevennes, 1982**).

#### **I.4. Les colorants :**

Il ya deux types de colorants :

##### **I.4.1. Les colorants naturels :**

Ils sont très répandus, surtout dans les plantes (bois, racines, graines, fleurs et fruits) et même dans les micro-organismes et le corps des animaux. On les trouve à l'état libre ou liés à des glucides ou des protéines, exemple : garance, cochenille, indigo, pourpre.

Aujourd'hui, l'importance économique des colorants organiques naturels a beaucoup diminué. Du fait de leur cherté, on ne les utilise dans l'industrie textile, du cuir et du papier que pour des traitements spéciaux. Ils restent, en revanche très utilisés dans les produits alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques soumis à des réglementaires plus strictes.

##### **I.4.2. Les colorants synthétiques :**

Les colorants synthétiques dominent aujourd'hui le marché surtout que leurs propriétés peuvent être précisément adaptées à leur utilisation. Tous ces colorants sont synthétisés principalement à partir des produits pétroliers, notamment du benzène et de ses dérivés (toluène, naphthalène, xylène et anthracène).

Ils sont de plus en plus utilisés dans les industries de coloration et des textiles grâce à leur synthèse assez facile, à leur production rapide et à la variété de leurs couleurs comparées aux colorants naturels (Griffiths, 1984).

#### **I.5. Classification chimique :**

Le classement des colorants selon leur structure chimique repose sur la nature du

Groupement chromophore :

- ✓ **Les colorants azoïques.**
- ✓ **Les colorants anthraquinoniques.**
- ✓ **Les colorants du diphénylamine et du triphénylméthane.**
- ✓ **Les colorants polyméthiniques .**
- ✓ **Les colorants au soufre.**
- ✓ **Les colorants d'alambic.**
- ✓ **Les colorants Phtalocyanines.**

- ✓ les colorants indigoïdes.
- ✓ Les colorants xanthènes.

.

## **I.6. Classification des colorants :**

Si la classification chimique présente un intérêt pour le fabricant de matières colorantes, le teinturier préfère le classement par domaines d'application.

### **I.6.1. Colorants réactifs :**

Les colorants réactifs constituent la dernière classe de colorant apparue sur le marché. Leur utilisation est très importante, notamment dans le domaine de l'habillement (la solidité à la lumière n'est suffisante que pour des applications en ameublement).

Ce sont des colorants de synthèse constitués d'une partie colorante chromogène (groupe chromophore) sur laquelle est (sont) fixé(s) un (ou plusieurs) groupement (s) réactif(s) électrophile(s) destiné(s) à former une liaison chimique stable, covalente, solide avec les fonctions hydroxyles de la cellulose et les NH<sub>2</sub> et NH des polyamides. (**Rosenberg et al, 1988**), (**Hedyatullah, 1976**).

### **I.6.2. Les colorants acides ou anioniques :**

Ils sont solubles dans l'eau grâce à leurs groupements sulfonates ou carboxylates, ils sont ainsi dénommés parce qu'ils permettent de teindre les fibres animales (laine et soie) et quelques fibres acryliques modifiées (nylon, polyamide) en bain légèrement acide. L'affinité colorant-fibre est le résultat de liaisons ioniques entre la partie acide sulfonique du colorant et les groupements amino des fibres textiles.

### **I.6.3. Colorants de cuve :**

Les colorants de cuve sont des colorants insolubles dans l'eau. Cependant, sous l'action d'un réducteur, le dithionite de sodium (Na<sub>2</sub>SO<sub>8</sub>), un colorant de cuve donne son leuco-dérivé c'est-à-dire le produit de réduction incolore ou blanc et soluble dans l'eau. Le leuco-dérivé présente une affinité pour certaines fibres textiles telles que le coton, le lin, la laine et la soie. Par oxydation à l'air ou à l'aide d'un agent oxydant, le colorant initial insoluble dans l'eau est régénéré au sein de la fibre (**Perrin, 1995**).

#### **I.6.4. Les colorants basiques ou cationiques :**

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 phase 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.

##### **I.6.4.1. Le bleu de méthylène :**

Le bleu de méthylène (ou chlorure de méthylthioninium) est un composé organique dont le nom savant est 3,7-bis-(diméthylamino) phenazathionium. Il est soluble dans l'eau et plus légèrement dans l'alcool. Il fut synthétisé la première fois par Heinrich Caro en 1876.

Le bleu de méthylène est utilisé dans divers domaines :

- Il sert d'indicateur coloré redox : sa forme oxydée est bleue tandis que sa forme réduite est incolore. On l'utilise dans la fameuse expérience de la bouteille bleue.
- Il est employé comme colorant histologique. Le bleu de méthylène teint le collagène des tissus en bleu. Il tache la peau durant plusieurs semaines. Il est donc utilisé comme encre alimentaire pour les viandes, par tampon.
- Il permet de calculer le taux de dureté de l'eau (en °Th : Taux Hydrotimétrique).
- Il est utilisé comme colorant alimentaire dans le Curaçao et certaines variétés de Gin.
- En médecine, il est fréquemment utilisé comme marqueur afin de tester la perméabilité d'une structure (par exemple des trompes utérines lors d'une hystérosalpingographie) ou de préciser le trajet d'une fistule. Il est aussi utilisé lors de chimiothérapie anticancéreuse comme antidote à l'ifosfamide afin de prévenir les crises de convulsions liées à la neurotoxicité du produit.
- Le bleu de méthylène est utilisé en quantité importante pour lutter contre la méthémoglobine.
- Si ingéré, il peut colorer l'urine et les selles.

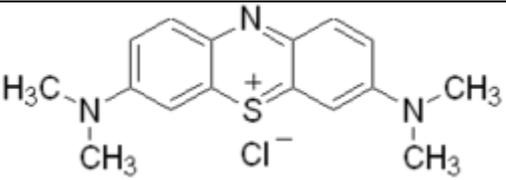
Le choix étudié répond aux critères suivants :

- Solubilité élevée dans l'eau.
- Tension de vapeur faible.

- Analyse par spectrophotomètre UV/visible.
- Modèle de structure cationique pour le bleu de méthylène.

L'ensemble des propriétés est récapitulé dans le tableau 1 :

**Tableau01:**Caractéristiques physico-chimiques du bleu de méthylène

Caractéristique	Résultats
Structure	
Masse Molaire	319.85g. mol-1
Solubilité dans l'eau	Elevée
Unité	Désinfectant et colorant en bactériologie
Tension de vapeur	Faible

# Chapitre II

Les boues d'épuration et adsorption

## **II.1 Boues d'épuration**

### **II.1.1. Définition**

On appelle une boue d'épuration les boues qui se forment lors des traitements biologiques des eaux usées dans les stations d'épuration (Avant tout dans le bassin de clarification et de bassin de décantation), elles sont composées d'eau et de matière sèche dont les quelles se trouve des éléments polluants et les métaux lourds (Adler ,20020) ;(Guy, 2002) ;(Bliefert et al ; 2009).

### **II.1.2. Classifications des boues**

Pour appréhender le problème des boues, il faut d'abord préciser une définition et pour cela il convient de considérer les typologies existantes. Nous en considérerons 3 mais d'autres peuvent être imaginées. En considérant d'une part les boues seules et sur la base d'une relation matière sèche/eau, il est possible de distinguer plusieurs classes :

- boues organiques hydrophiles
- boues huileuses hydrophiles (raffinerie, mécanique)
- boues huileuses hydrophobes (laminage)
- boues minérales hydrophiles (traitement de surface, tannerie)
- boues minérales hydrophobes (forage. lavage de gaz)

### **II.1.3. 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 Les boues résiduaires représentent avant tout une matière première composé différents éléments (Matière organique, éléments fertilisants (N et P ...), d'éléments traces métalliques, d'éléments traces organiques et d'agents pathogènes).

#### **II.1.3.1. Matière organique**

La concentration en matière organique peut varier de 30 à 80 %. La matière organique des boues est constituée de matières particulières éliminées par gravité dans les boues primaires, des lipides (6 à 19 % de la matière organique), des polysaccharides, des protéines et des acides aminés (jusqu'à 33 % de la matière organique), de la lignine, ainsi que des produits de

métabolisation et des corps microbiens résultant des traitements biologiques (digestion, stabilisation) (Kakii et al., 1986 ; Inoue et al., 1996 ; ADEME, 2001 ; Jarde et al., 2003).

### **II.1.3.2.Éléments fertilisant et amendements**

Selon la dose appliquée, les boues peuvent couvrir, en partie ou en totalité, les besoins des cultures en azote, en phosphore, en magnésie, calcium et en soufre ou peuvent aussi corriger des carences à l'exception de celle en potassium (Zebarth et al. 2000 ; Su et al. 2004 ; Warman et al, 2005). 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

### **II.1.3.3.Contaminants chimiques inorganiques et organiques**

Ces mêmes éléments traces métalliques (cuivre, le zinc, le chrome et le nickel) indispensables au développement des végétaux et des animaux peuvent se révéler toxiques à trop fortes doses. D'autres, tels que le cadmium et plomb sont des toxiques potentiels. Ainsi, un polluant peut être défini comme un élément ou un composé chimique ordinaire dont la nocivité n'apparaît qu'à partir d'une certaine concentration.

## **II.1.4.Nature des boues**

### **II.1.4.1.Concentration en matières sèches (MS)**

Elle s'exprime généralement en grammes par litre ou en pourcentage en poids et est déterminée par séchage à 105°C jusqu'à poids constant. Pour des boues liquides, elle est généralement proche de la teneur en matières en suspension (MES), déterminée par filtration ou centrifugation caractérisant la nature de la boue.

### **II.1.4.2.Teneur en matières volatiles (MV)**

Exprimée en pourcentage en poids des M.S., elle se détermine par gazéification dans un four à 550 - 600°C. Pour les boues de la classe organohydrophile notamment, elle est souvent proche de la teneur en matières organiques (MO) et est caractéristique de la teneur en matières azotées.

### **II.1.4.3.Composition élémentaire pondéral**

(Surtout pour les boues organiques)C et H pour apprécier le degré de stabilisation ou calcul le pouvoir calorifique inférieur, N et P pour apprécier la valeur agricole de la boue, autres composés (métaux lourds par exemple). Pour les boues minérales, sont souvent utiles les teneurs en Fe, Mg, Al, Cr, en sels de calcium (carbonates et sulfates), et en silice.

### **II.1.5.Différentes filières de traitement des boues**

#### **II.1.5.1Boues 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.

#### **II.1.5.2Stabilisation :**

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) (Office International de l'Eau, 2001). La stabilisation biologique présente l'avantage de limiter l'évolution ultérieure de la composition des boues.

#### **II.1.5.3.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. Un conditionnement est souvent utilisé en amont pour favoriser la séparation liquide-solide à l'aide de flocculants organiques de synthèse ou minéraux, et autoclavage. Selon la puissance du procédé de séchage utilisé, épaissement, déshydratation ou séchage thermique, 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 % (ADEME, 1996).

#### **II.1.5.4. épaissement :**

Première étape du traitement des boues, l'épaissement réduit le volume et concentre la matière en suspension. Pour une boue activée, la concentration moyenne de la liqueur mixte est de l'ordre de 5 g/l, de 10 g/l au niveau des boues extraites du clarificateur, et, après épaissement, de l'ordre de 20 à 100 g/l.

#### **II.1.5.5. Valorisation des boues :**

Est souvent aléatoire et leur évacuation constitue presque toujours une charge d'exploitation importante. Sur le plan économique le but à atteindre est en réalité de limiter les frais de leur traitement et de leur transport. Cette optimisation dépend des conditions d'écoulement du produit, des besoins en énergie et du coût de celle -ci, du prix de la main d'œuvre des réactifs de conditionnement, etc.

Parallèlement, l'hygiène du travail et la protection de l'environnement imposent le développement de solutions provoquant le minimum de nuisances tout en restant économiquement supportables.

## **II.2. Phénomène d'adsorption**

### **II.2.1. Définition**

L'adsorption à l'interface soluté/solide est un phénomène de nature physique ou chimique par lequel des molécules présentes dans effluent liquide ou gazeux, se fixent à la surface d'un solide. Ce phénomène dépend à la fois de cette interface et des propriétés physico-chimiques de l'adsorbat. Ce phénomène spontané provient de l'existence à la surface du solide de forces non composées, qui sont de nature physique ou chimique. Ces forces conduisent respectivement à deux types d'adsorption : la chimisorption et la physisorption. (Bauer ,2001) ;(Weber et al ,1991)

### **II.2.2. Classification des phénomènes d'adsorption**

L'adsorption est divisée en deux types :

**II.2.2.1. Adsorption chimique (ou chimisorption)**

Elle met en jeu une ou Plusieurs liaisons chimiques covalentes ou ioniques entre l'adsorbat et l'adsorbant. La chimisorption est généralement irréversible, produisant une modification des molécules adsorbées. Ces dernières ne peuvent pas être accumulées sur plus d'une monocouche. Seules sont concernées par ce type d'adsorption, les molécules directement liées au solide. Ils existent des cas où des groupements réactifs greffés peuvent former des longues chaînes (cas des silices modifiées). **(Koller ,2005).**

**II.2.2.2. Adsorption physique (ou physisorption)**

L'adsorption physique se produit à des températures basses. Les molécules s'adsorbent sur une ou plusieurs couches (multicouches) avec des chaleurs d'adsorption souvent inférieure à 20 kcal/mol.

Les interactions entre les molécules du soluté (adsorbât) et a la surface du solide (adsorbant) sont assurées par des forces électrostatiques de types dipôles- dipôles, liaison hydrogène ou de van der waals La physisorption est rapide, réversible et n'entraîne pas de modification des molécules adsorbées. **(Motyuki, 1990).**

La distinction entre les deux types d'adsorption n'est pas toujours facile. En effet, les énergies mises en jeu dans les physisorptions fortes rejoignent celles qui interviennent dans les chimisorption faibles.

**II.2.3. Description du mécanisme d'adsorption**

L'adsorption se produit principalement en quatre étapes **(Weber et al, 1991).**

(Avant son adsorption, le soluté va passer par plusieurs étapes :

- 1) Diffusion de l'adsorbât de la phase liquide externe vers celle située au voisinage de La surface de l'adsorbant.
- 2) Diffusion extra granulaire de la matière (transfert du soluté à travers le film liquide vers la surface des grains).
- 3) Transfert intra granulaire de la matière (transfert de la matière dans la structure poreuse de la surface extérieure des graines vers les sites actifs).

4) Réaction d'adsorption au contact des sites actifs, une fois adsorbée, la molécule est considérée comme immobile.

#### **II.2.4.Facteurs influençant le phénomène d'adsorption**

L'adsorption d'un composé dépend essentiellement (**Hattabe, 2004**) :

- Des caractéristiques des matériaux adsorbant, telles que la surface spécifique, la granulométrie, la fonction de surface, porosité.
- Des caractéristique des molécules adsorbable : concentration dans la solution, solubilité, taille et configuration, fonction chimique présentes, compétition entre molécule différentes.
- Des paramètres externe : pH, température, force ionique de la solution, cinétique d'adsorption.

# **Deuxième partie**

## **Partie expérimentale**

# Chapitre III

Matériels et méthodes

### III.1. Matériels

#### III.1.1 Appareillages

- Balance Analytique (SARTORIUS BASIC).
- Bain Mairie GFL.
- Agitateur Magnétique: STUART- SB 162.
- Etuve: Memmert.
- pH meter: HANNA model HI2211 PH/ORP Meter.
- Spectrophotomètre: UV /VISIBLE. VWR model UV – 1600 PC.
- Autre matériels : verreries, barreau magnétique, mortier, spatule-Tamis (Retsch) 150µm.

#### III.1.2. Produits chimiques

- Eau distillée.
- Bleu de méthylène.
- NaOH, HCl (37%).

#### III.1.3. Matériau utilisé

Dans notre travail, nous avons utilisé la boue d'épuration provient de la station d'épuration d'Ain Boucha kif de Tiaret (STEP). La STEP de la ville de Tiaret est implanté sur le territoire de la commune de BOUCHEKIF, le lancement officiel du traitement des eaux usées a été réalisé le 25 Mai 2008. Le prélèvement de cette boue a effectué le : 25 février 2015.

### III.2. Méthodes

#### III.2.1. Protocole expérimental

Avant de commencer les essais d'adsorption du bleu de méthylène, l'échantillon de la boue a été séché à l'air libre, ensuite l'échantillon a été broyé et puis passés dans un tamis ayant une ouverture de 150µm. L'étude expérimentale de notre travail comprend les étapes suivantes :

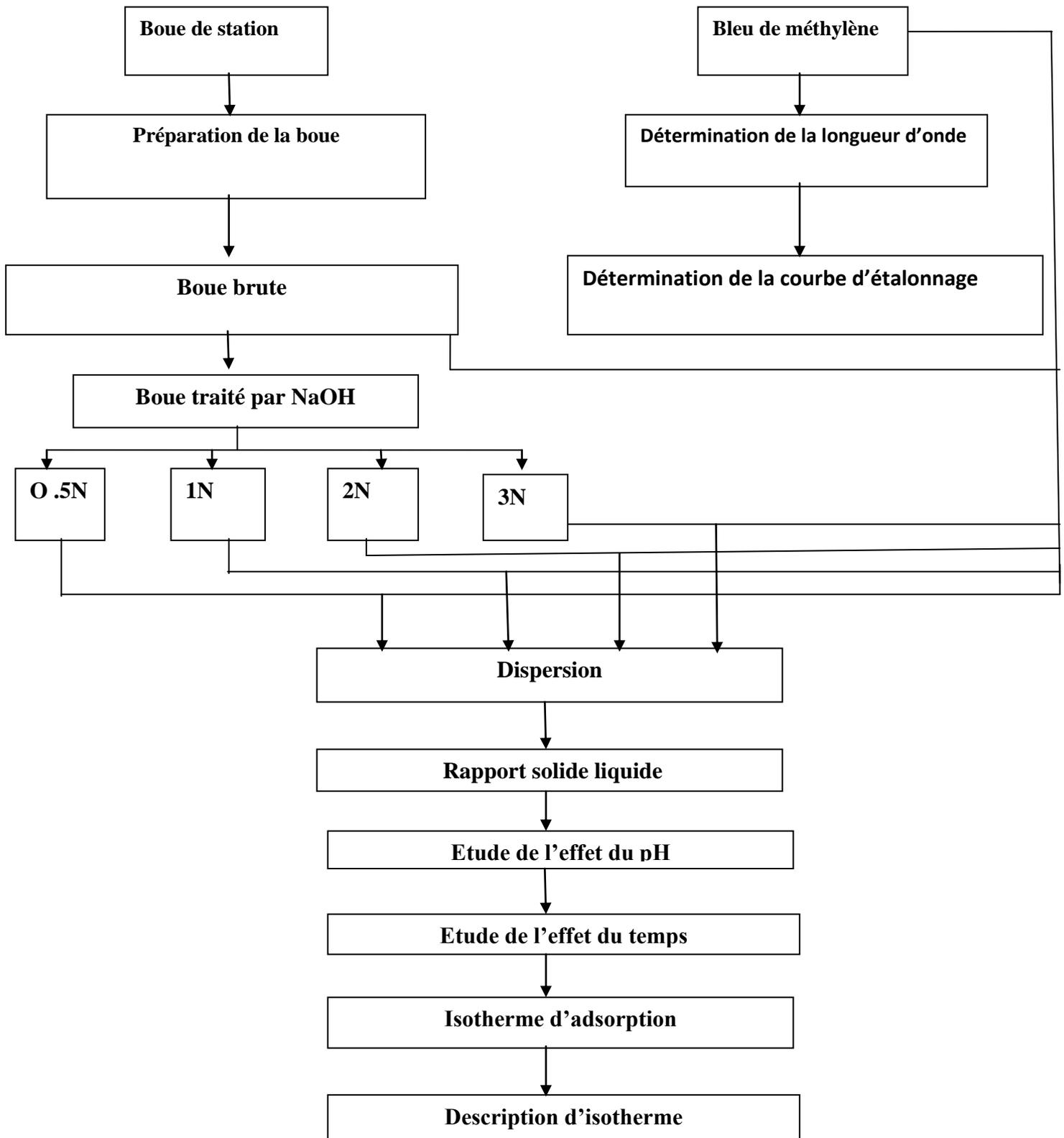
- A- Le traitement chimique de la boue par NaOH à différentes normalités (0.5N, 1N, 2N et 3N).
- B- Détermination de la courbe d'étalonnage du bleu du méthylène.
- C- Détermination des paramètres qui influencent sur l'adsorption :
  - Rapport solide-liquide pour avoir la quantité de la boue optimale qui donne la meilleure adsorption pour un volume constant de 20ml d'une solution du bleu du méthylène (40mg/L).

- Etude de l'effet du pH sur l'adsorption du bleu méthylène (40mg/L) par la boue brute et traitée chimiquement cela pour des valeurs de pH égales à 2,4,6,8,10 et 12.
- Détermination du temps de contact de la boue brute et traitée chimiquement en contact avec 20ml de bleu du méthylène (40mg/L) à des intervalles de temps différents 1, 3, 5, 10, 20, 30, 60, 90 et 120 minutes.

D-Isothermes d'adsorption du bleu du méthylène à différentes concentrations (10, 20, 40, 60, 100, 150, 200, 300 et 400mg/l), à des températures de 25°C, 40°C et 60°C par la boue brute et traitée chimiquement ont été effectués.

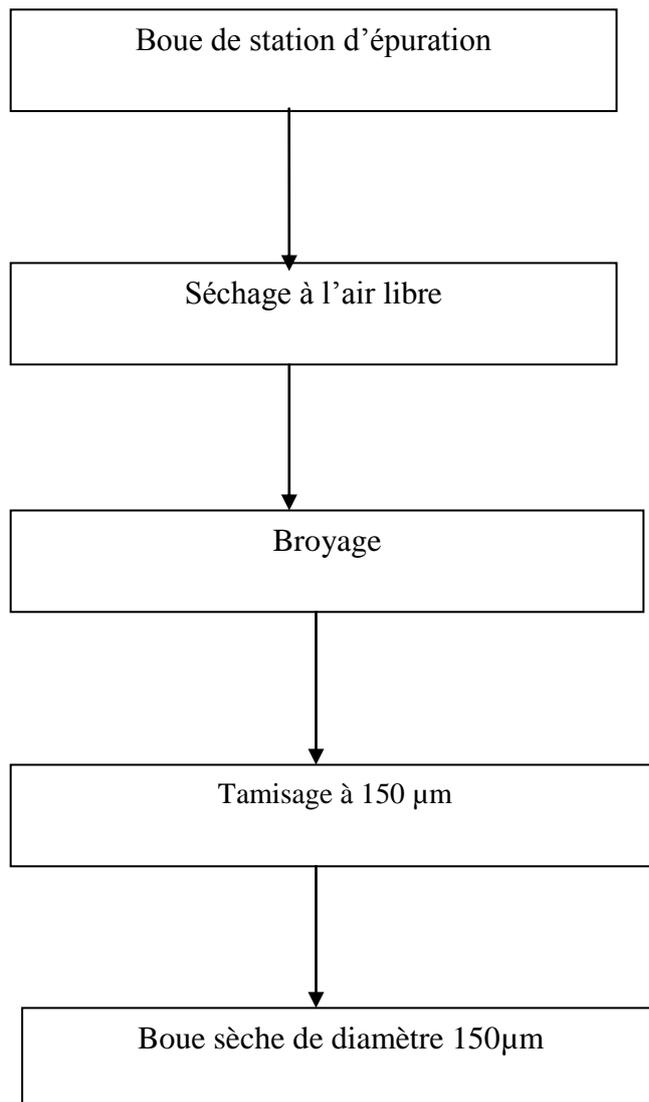
E-Description des isothermes d'adsorption par les modèles de Freundlich et Langmuir.

Le protocole expérimental est représenté sur la figure suivante :



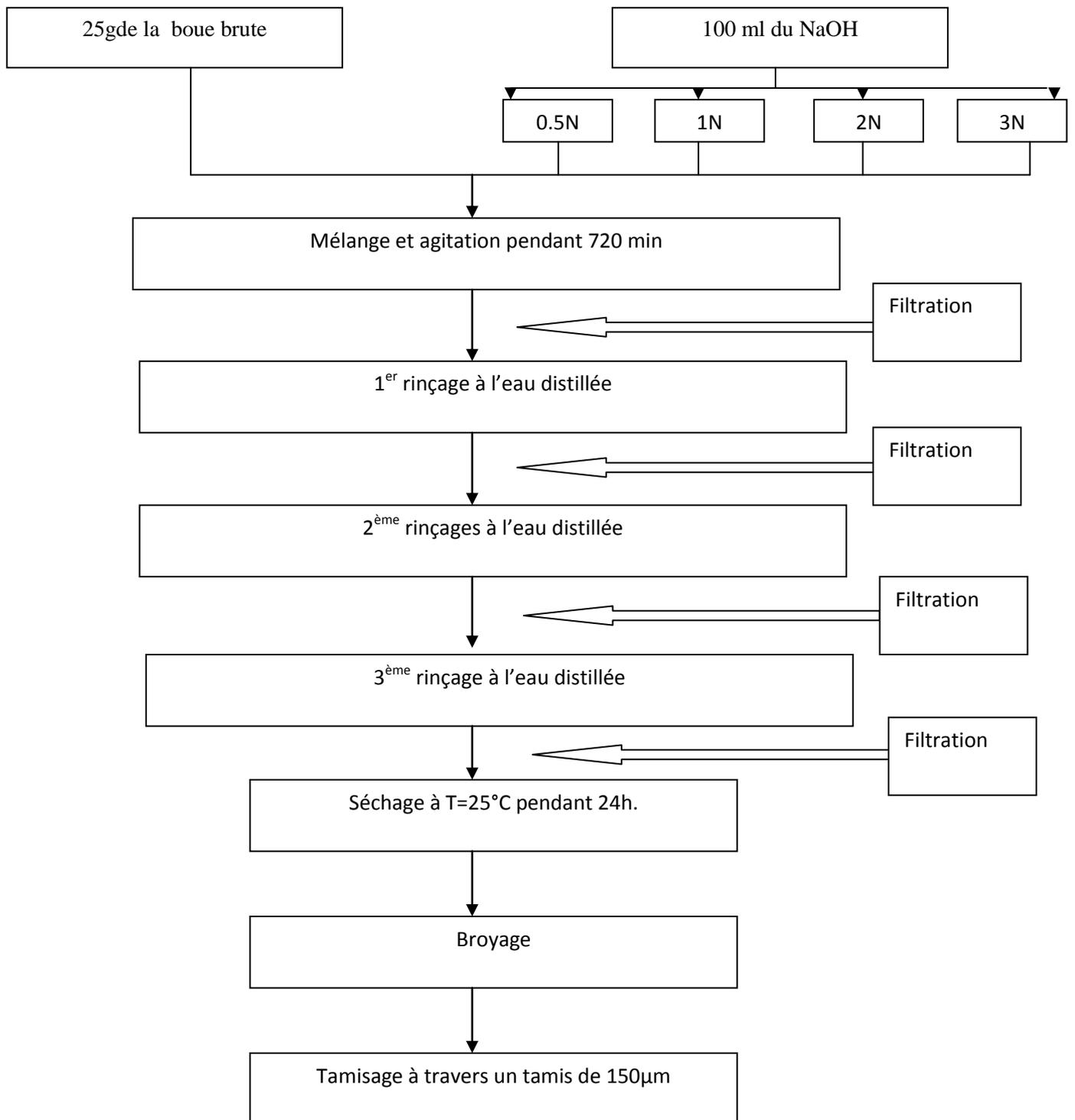
**Figure 01** : protocole expérimentale

La figure 2 illustre le protocole expérimentale de la préparation de la boue



**Figure02** : préparation de la boue

La figure 3 représente le protocole expérimental de traitement chimique de la boue



**Figure 03** : traitement chimique de la boue

### III.2.2. Activation de la boue par NaOH

Expérimentalement la modification par NaOH est une opération qui permet d'activer la boue. La méthode consiste à mettre 25g de la boue brute que l'on agite à 35°C pendant 12h dans 100ml de NaOH à concentrations différents (0.5N, 1N, 2N et 3N), par la suite on procède à la filtration suivi par plusieurs lavages. Les échantillons sont séchés à 25°C pendant 24h. (J.L.H.U et al. *J. Bioresources Technology* 121 (2012) 25-30.

### III.2.3. Spectrophotomètre UV /VISIBLE

Dans cette méthode, un spectrophotomètre est employé pour déterminer la quantité du bleu du méthylène en passant par la détermination de l'absorbance.

Un faisceau de lumière, de longueur d'onde donnée, traverse une solution à analyser, de la proportion d'intensité lumineuse absorbée par la solution, nous pouvons déduire la concentration de la substance absorbante.

La spectrophotométrie est régie par deux lois qui sont exprimées en une seule relation la loi de BEER LAMBERT.

$$A = \ln(I_0/I) = -\epsilon \cdot L \cdot C$$

Où:

**A**: absorbance.

**I<sub>0</sub>** : Intensité de lumière sortante.

**I**: intensité de lumière entrante.

**ε**: coefficient d'extinction molaire.

**L** : Chemin optique, longueur de la cuve d'échantillonnage (cm).

### III.2.4. Détermination de la longueur d'onde spécifique

Pour déterminer la meilleure longueur d'onde qui donne une bonne absorption de BM, il faut préparer d'abord une solution mère de 40(mg/l) de BM. Les analyses sont effectuées sur un spectrophotomètre VWR model UV -1600PC. Le choix de la longueur d'onde a été effectué, suite à un balayage entre 550nm et 750nm.

### III.2.5. La courbe d'étalonnage

Pour tracer la l'absorbance en fonction de la concentration de la solution en bleu de méthylène, nous avons préparé d'abord une solution mère de 40(mg/l) et à partir de celle-ci nous avons préparé des solutions filles par des dilutionssuccessives. La densité optique a été déterminerpar Spectrophotomètre UV réglé à une longueur d'onde 665 nm.

Pour préparer les solutions filles, on a utilisé la relation suivante :

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

Où :

$C_1$  : la concentration de la solution mère (mg/l).

$V_1$  : le volume de la solution mère.

$C_2$  : la concentration de la solution diluée.

$V_2$  : le volume de la solution diluée.

### III.2.6. Détermination de la quantité adsorbée

En générale, la concentration de l'adsorbat retenue par l'adsorbant est calculée par la différence entre la concentration initiale du soluté  $C_0$  et la concentration finale du soluté  $C_e$ , la quantité de soluté adsorbée à l'équilibre  $Q_e$  est donnée par l'équation suivante : (**Limousin ,2007**)

$$Q_e = (C_0 - C_e) V / m$$

Avec :

$Q_e$  : Quantité adsorbée à l'équilibre (mg .g<sup>-1</sup>)

$V$  : Volume de la solution(L)

$m$  : masse d'adsorbant(g)

$C_0$  : concentration initiale de l'adsorbat (mg .L<sup>-1</sup>)

$C_e$  concentration à l'équilibre de l'adsorbat (mg .L<sup>-1</sup>)

### III.2.7. paramètre influençant sur l'adsorption

#### III.2.7.1. Rapport solide –liquide

Le rapport solide –liquide est la concentration du solide dans un volume donné. A Partir de la formule ci dessous , on peut déterminer la masse de boue nécessaire pour chaque rapport étant le volume fixe.

$$R(S /L)=m/V.$$

Une fois la masse de la boue brute et modifiée chimiquement par NaOH (0,5, 1,2et 3N) est déterminée, on met cette dernière au contact de 20 ml du bleu de méthylène (40mg /l) pendant 2 h sous une agitation modérée et la température ambiante .par la suite ,on fait une filtration à travers des filtres de 2 $\mu$ m .A la fin ,on analyse le filtrat par spectrophotométrie UV/VISIBLE et on trace la quantité adsorbée à l'équilibre  $Q_e$  (mg/g) en fonction du Rapport solide –liquide .

#### III.2.7.2. Effet du pH

Sous la même condition expérimentale, nous avons étudiées dans cette série d'expérience l'effet du pH sur l'adsorption du bleu méthylène (40mg/L) par 0.02 g de la boue brute et modifiées chimiquement par NaOH (0,5,1,2,et3N) à la température ambiante à des pH varie (2,4,6,8,10,12) ;pour but d'optimisation de phénomène d'adsorption .

#### III.2.7.3. Temps de contact

Après la détermination de rapport solide liquide et l'effet de pH et sous les même conditions expérimentales , nous avons étudié le temps de contact qui correspond à l'équilibre d'adsorption ou à un état de saturation du support par le substrat d'une solution du bleu du méthylène(40mg/l) par 0.02g de la boue brute et modifiée chimiquement en fonction du temps (1,3,5,10,20,30,60,90et120 min).

### III.2.8. Isothermes d'adsorption

Les isothermes d'adsorption jouent un rôle important dans la détermination des capacités maximales d'adsorption et dans la conception de nouveaux adsorbants ; il est donc indispensable dans notre étude de les déterminer. Il existe de nombreux modèles théoriques qui ont été développés pour décrire la relation entre la masse d'adsorbat fixée à l'équilibre ( $Q_e$ ) et la concentration sous laquelle elle a lieu ( $C_e$ ). Cependant, nous intéresserons seulement aux modèles de Langmuir et Freundlich, car ils sont les plus simples et les plus répandus. (Edeline, 1998)

#### III.2.8.1. Isothermes de LANGMUIR

L'isotherme de Langmuir proposé en 1918 ; c'est le modèle le plus utilisé pour commenter les résultats trouvés au cours de l'adsorption des composés organiques en solution aqueuse. (Howard ,1997).

A une température constante, la quantité adsorbée  $Q_e$  est liée à la capacité maximale d'adsorption  $Q_m$  à la concentration à l'équilibre  $C_e$  du soluté et à la constante d'affinité  $K$  par l'équation:

$$\frac{Q_e}{Q_m} = \frac{K C_e}{1 + K C_e}$$

Cette équation est basée sur les hypothèses suivantes :

- La surface du solide est homogène.
- Les molécules adsorbées ne présentent pas d'interaction entre elles.
- Les molécules adsorbées ne peuvent former qu'une couche mono moléculaire sur la surface de soluté.

Si cette équation est vérifiée, on doit obtenir, en coordonnées  $C_e/Q_e = f(C_e)$ , des droites.

### III.2.8.2. Isotherme de FREUNDLICH

C'est une équation empirique largement utilisée pour la représentation pratique de l'équilibre d'adsorption. Elle est plus souvent utilisée dans le domaine des solutions très diluées. (Nicolaon ,1972). Elle se présente sous la forme. (Calvet et al ,1980).

$$Q_e = K (C_e)^m$$

$Q_e$ : Quantité adsorbée par gramme du solide.

$C_e$  : concentration de l'absorbât à l'équilibre d'adsorption.

$K$  et  $m$  : constantes expérimentales positives, fonction de la nature de l'absorbât et de l'adsorbant. La linéarisation de ce modèle nécessite le tracé de la courbe.

$$\ln Q_e = mK (\ln C_e)$$

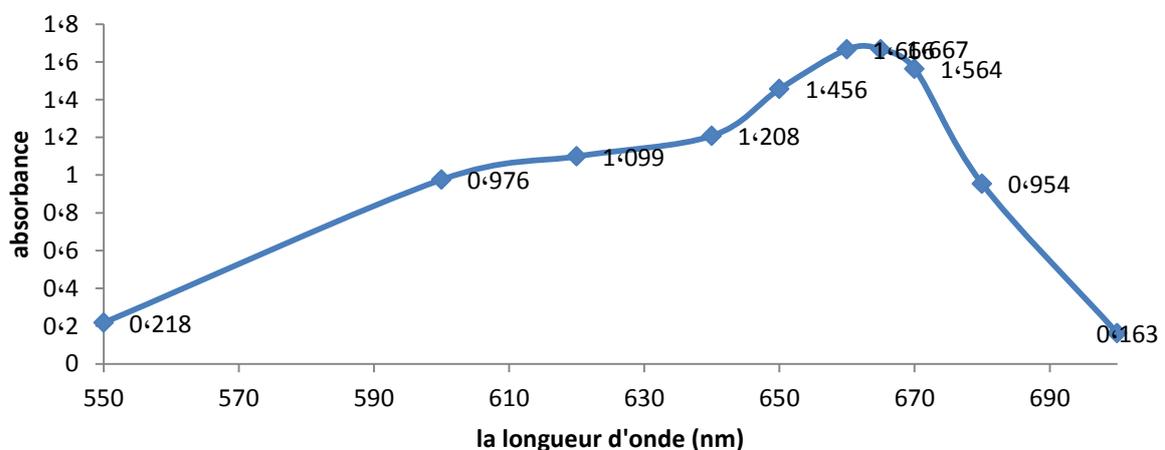
En traçant  $\ln (Q_e)$  en fonction de  $\ln C_e$ , on obtient une droite de pente  $m$  et d'ordonnée à l'origine  $K$ .

# Chapitre IV

Résultats et discussions

### IV.1. Détermination de la longueur d'onde

Le choix de la longueur d'onde a été effectué, suite à un balayage entre 550nm et 700nm (figure04). L'évolution de la densité optique en fonction de la longueur d'onde a une allure gaussienne dont le maximum se situe à 665nm.



**Figure04** : La longueur d'onde du bleu du méthylène

### IV.2. La courbe d'étalonnage

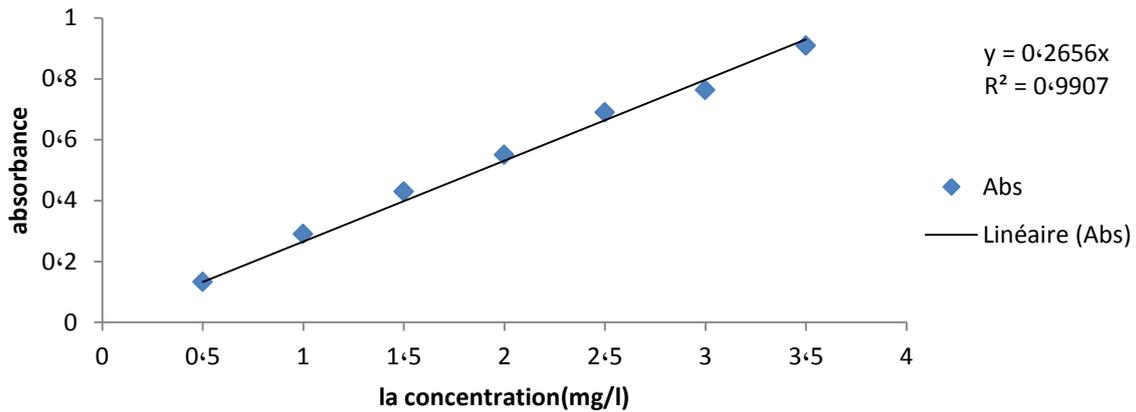
La courbe d'étalonnage montre l'évaluation de l'absorbance en fonction de la concentration du bleu du méthylène est représentée dans la figure 05.

Les valeurs obtenues, montre qu'il y a une variation linéaire entre l'absorbance et la concentration du bleu du méthylène avec un coefficient de corrélation égale à  $R^2=0.9941$  suivant la relation suivante :

$$Y = 0.265x$$

Où : Y : l'absorbance à 665nm et à 23°C.

X : concentration du bleu du méthylène en mg/l.

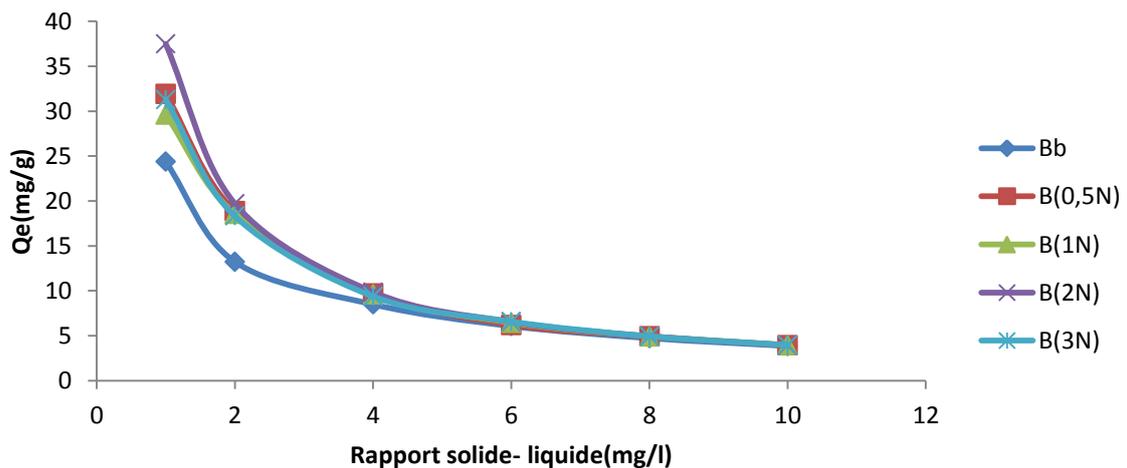


**Figure 05:** l' évolution de l'absorbance en fonction de la concentration du bleu du méthylène

### IV.3.Influence des conditions opératoires

#### IV.3.1.Rapport Solide-liquide

La figure06, reflète l'évaluation de la quantité du bleu du méthylène adsorbée à l'équilibre exprimée en mg de bleu du méthylène par g de la boue  $Q_e$  (mg/g) en fonction de la concentration de la boue.

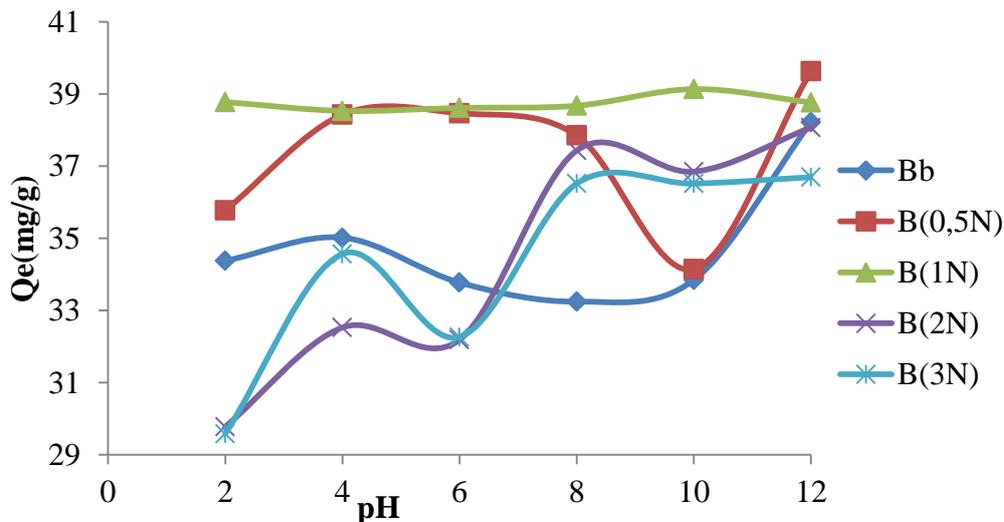


**Figure 06:** Rapport solide-liquide

On remarque, une diminution de la quantité de bleu du méthylène adsorbée à l'équilibre au fur et à mesure que la concentration solide-liquide augmente et cela pour l'ensemble des échantillons de la boue brute et modifiée chimiquement. La meilleure quantité adsorbée est remarquée pour un rapport solide-liquide égale à 1

### IV.3.2.Effet du pH

Afin d'étudier l'influence du pH sur la rétention du bleu du méthylène par les différents matériaux de boue brute et modifiée chimiquement, nous avons pris un intervalle du pH allant de 2 à 12. La figure ci dessous, met en évidence l'évolution de la quantité du bleu du méthylène adsorbée à l'équilibre  $Q_e$  (mg/g) en fonction du pH par la boue brute et modifiée chimiquement.

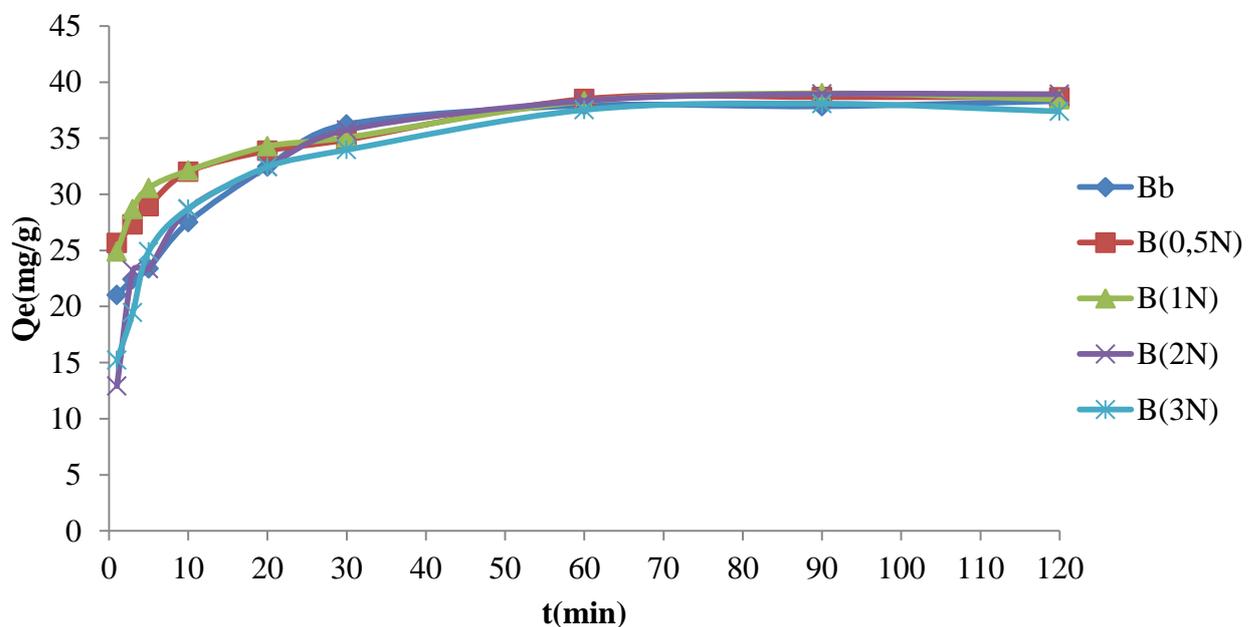


**Figure 07:** L'effet du pH sur l'adsorption du bleu du méthylène par la boue brute et modifiée Chimiquement. Condition :  $V=20\text{ml}$ ,  $C=40\text{mg/l}$ , Rapport Solide-liquide = 1,  $T=25^\circ\text{C}$ ,  $t=2\text{h}$ .

Les résultats montrent que le pH de la solution du bleu du méthylène influence d'une façon significative sur la rétention du bleu du méthylène. D'après la figure07. pour suite de l'expérimentation, nous avons ajusté le pH à 12 pour l'adsorption du bleu du méthylène.

### IV.3.3. Temps de contact

L'effet du temps de contact sur la fixation du bleu du méthylène par la boue brute et modifiée chimiquement est représentée sur la figure08. D'après cette dernière, on observe une augmentation rapide de la quantité adsorbée du bleu du méthylène  $Q_e$  (mg/g) dans les vingt premières minutes, au-delà la variation n'est plus significative. Pour la suite de l'expérimentation le temps de contact est de 60 min pour l'ensemble des échantillons.



**Figure08** : L'effet du temps de contact sur la fixation du bleu du méthylène.

Condition :  $V=20\text{ml}$ ,  $C=40\text{mg/l}$ , Rapport Solide- liquide=1,  $T=25^\circ\text{C}$ .

### IV.4. Isothermes

Les isothermes d'adsorption de bleu du méthylène à  $25^\circ\text{C}$ ,  $40^\circ\text{C}$ ,  $60^\circ\text{C}$ , par la boue brute et modifiée chimiquement, sont représentées sur les figures09 , 10, 11,12et13 en coordonnées quantité adsorbée par gramme d'adsorbant,  $Q_e$  (mg/g), en fonction de la quantité d'ions du bleu de méthylène restante en solution à l'équilibre,  $C_e$ (mg/l). Suite à l'étude cinétique établie précédemment, un temps d'équilibre de 1h a été considéré pour la suite des travaux.

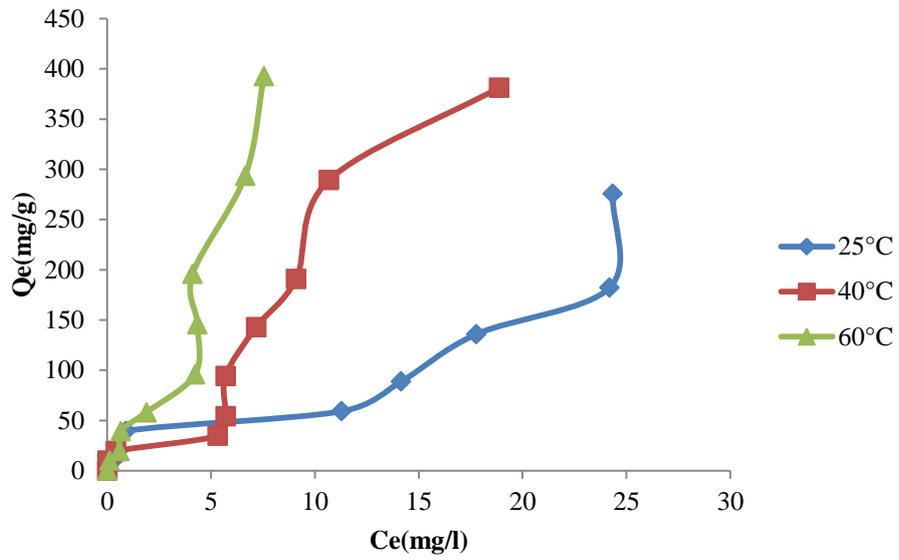


Figure09 : isotherme d'adsorption du BM par la boue brute.

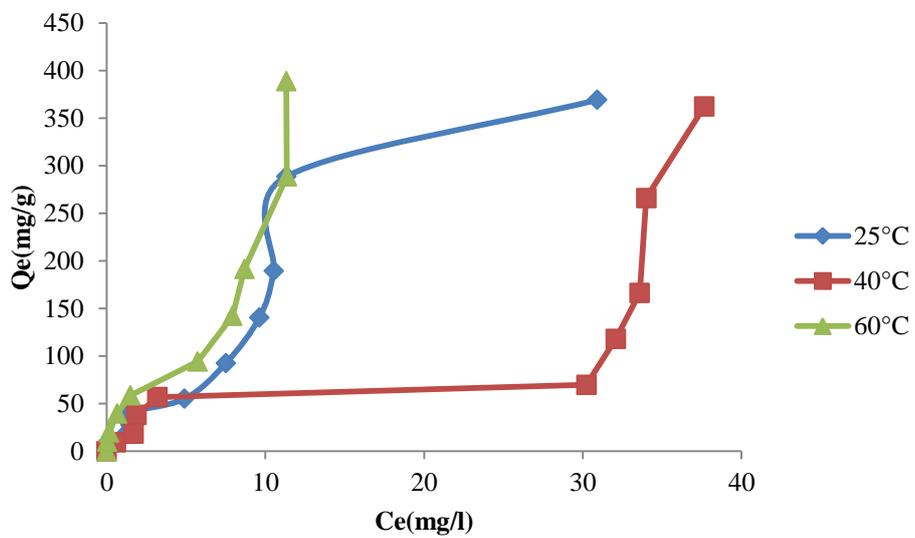
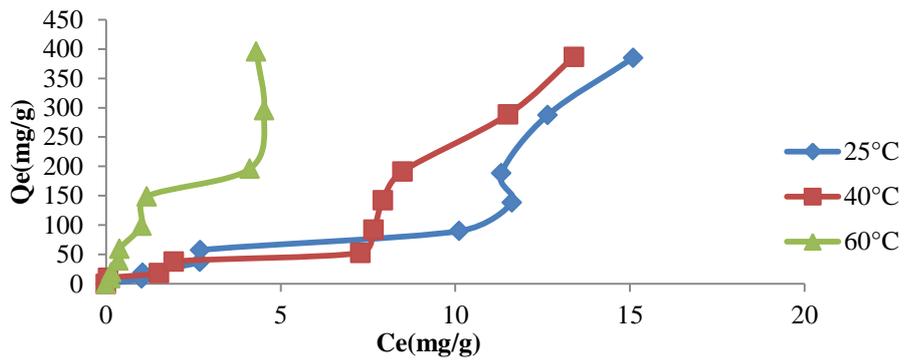
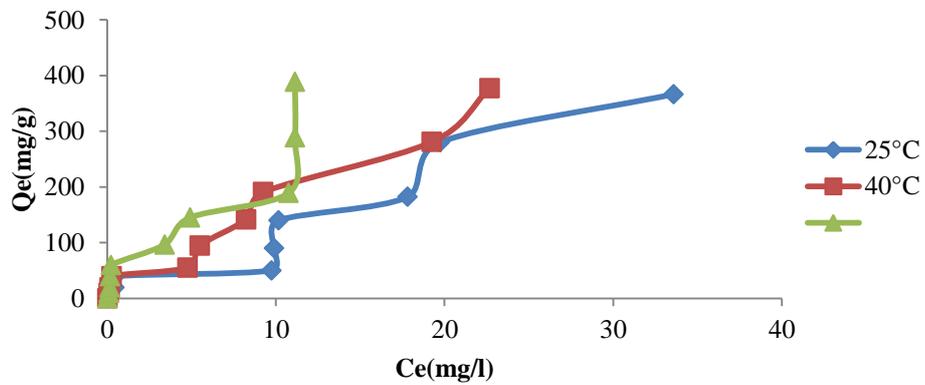


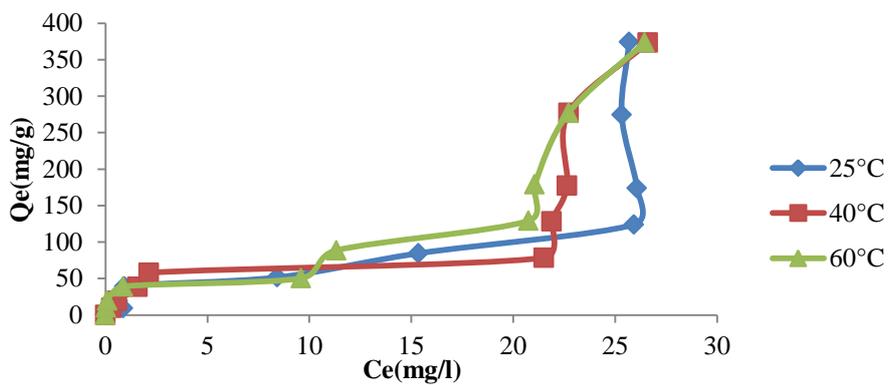
Figure10 : isotherme d'adsorption du BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (0.5N)



**Figure11** : isotherme d'adsorption du BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH(1N).



**Figure12** : isotherme d'adsorption du BM par la boue modifiée chimiquement par NaOH (2N).



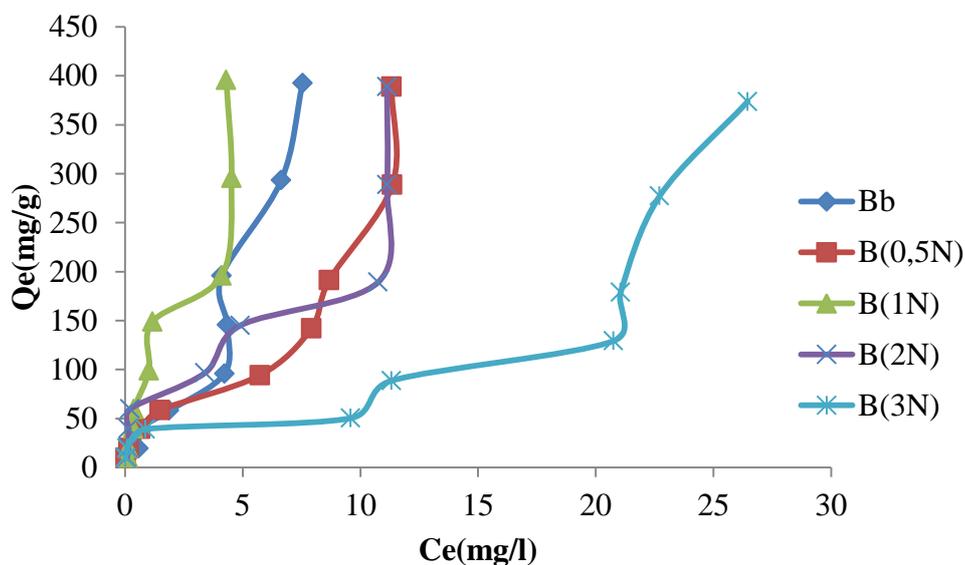
**Figure13** : isotherme d'adsorption du BM par la boue modifiée chimiquement par le NaOH(3N).

Dans l'intervalle de température considéré, les isothermes mettent en évidence une augmentation de la quantité adsorbée au fur et à mesure que la température augmente ce qui signifie que le processus mis en jeu est endothermique.

Les isothermes d'adsorption ont été classées par **Giles et al.** En cinq principales classes, pour les solutions diluées. L'interprétation du mécanisme mis en jeu, associé à ces isothermes, est basée sur leur pente initiale et la forme de ces courbes aux fortes concentrations du soluté. En utilisant cette classification, les isothermes expérimentales obtenues sont de type S. Dans ce type d'adsorption, il n'existe pas d'interaction entre les molécules adsorbées.

#### IV.4.1. AFFINITÉ D'ADSORPTION

L'affinité d'adsorption est la quantité du bleu de méthylène adsorbée par les échantillons, à une température donnée, par rapport à la concentration à l'équilibre. Cette affinité relative à nos différentes boues, mesurée à 60°C, est représentée sur la figure 14



**Figure 14:** Affinité d'adsorption du B.M par la boue modifiée

Nous remarquons que B (1N) (boue traitée par NaOH (1N)) présente la plus grande affinité, tandis que B (3N) (boue traitée par NaOH (3N)) manifeste la plus petite

capacité de fixation du bleu de méthylène (figure 14). La séquence suivie est, en effet, la suivante:

$$\mathbf{B (1N) > Bb > B(0.5N) > B (2N) > B (3N)}$$

#### IV-5-Description des isothermes :

##### IV-5-1-Modèle de Langmuir :

Les paramètres de linéarisations du modèle de Langmuir, relatives aux isothermes d'adsorption du bleu de méthylène, sont représentés dans le tableau 2

**Tableau 02:** paramètre de linéarisation du modèle de Langmuir :

Adsorbant	T (°C)	Equation d'isotherme	Coefficient de détermination (R <sup>2</sup> )
<b>Bb</b>	25°C	Y=0.003X+0.024	0.536
	40°C	Y=0.000X+0.054	0.009
	60°C	Y=0.000X+0.023	0.015
<b>B (0.5N)</b>	25°C	Y=0.001X+0.046	0.224
	40°C	Y=0.004X+0.068	0.348
	60°C	Y=0.002X+0.016	0.444
<b>B (1N)</b>	25°C	Y=0.001X+0.080	0.095
	40°C	Y=0.00X+0.057	0.001
	60°C	Y=0.001+0.009	0.371
<b>B (2N)</b>	25°C	Y=0.002x+0.049	0.187
	40°C	Y=0.002x+0.027	0.384
	60°C	Y=0.003X+0.009	0.701
<b>B (3N)</b>	25°C	Y=0.002X+0.072	0.254
	40°C	Y=0.004X+0.035	0.414
	60°C	Y=0.003+0.042	0.304

Le modèle de Langmuir ne décrit pas du tout nos isothermes expérimentales vu les faibles valeurs du coefficient de détermination qui ne dépasse pas 0.71

#### IV-5-2-Modèle de Freundlich :

Les paramètres de linéarisations du modèle de Freundlich, relatives aux isothermes d'adsorption du bleu de méthylène, sont représentés dans le tableau3 et les figures 15,16, 17,18 et 19

**Tableau03** : paramètre de linéarisation du modèle de Freundlich.

Adsorbant	T (°C)	Equation d'isotherme	Coefficient de détermination (R <sup>2</sup> )
<b>Bb</b>	25°C	Y=0.521X+3.793	0.805
	40°C	Y=0.510X+3.787	0.874
	60°C	Y=0.845X+3.837	0.850
<b>B(0.5N)</b>	25°C	Y=0.665X+3.463	0.887
	40°C	Y=0.662X+2.87	0.836
	60°C	Y=0.579X+4.007	0.941
<b>B (1N)</b>	25°C	Y=1.060X+2.608	0.892
	40°C	Y=0.643X+3.523	0.760
	60°C	Y=0.833+4.475	0.925
<b>B(2N)</b>	25°C	Y=0.551+3.575	0.866
	40°C	Y=0.523+3.925	0.906
	60°C	Y=0.537X+4.262	0.881
<b>B (3N)</b>	25°C	Y=0.667X+3.032	0.805
	40°C	Y=0.624X+3.274	0.874
	60°C	Y=0.411+3.873	0.850

D'après le tableau 3, l'ajustement des données expérimentales par le modèle de Freundlich s'avère bien meilleur, comparativement au modèle de Langmuir

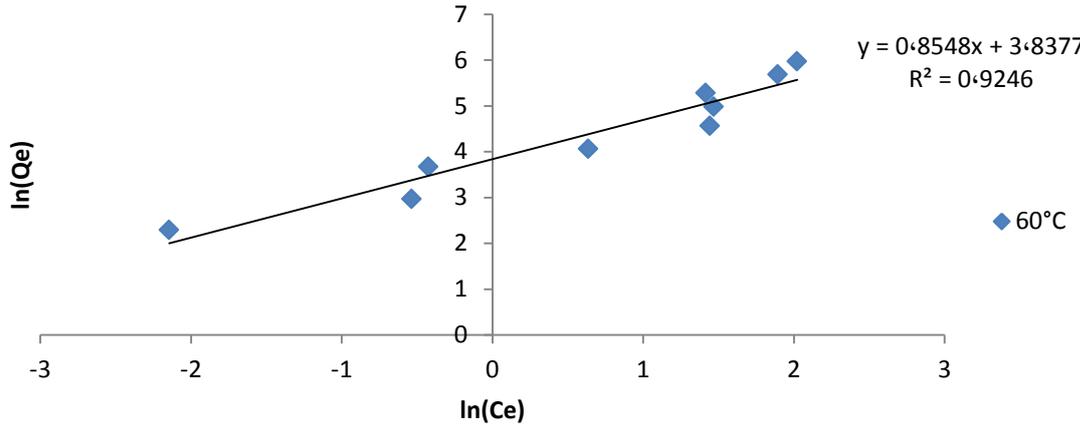
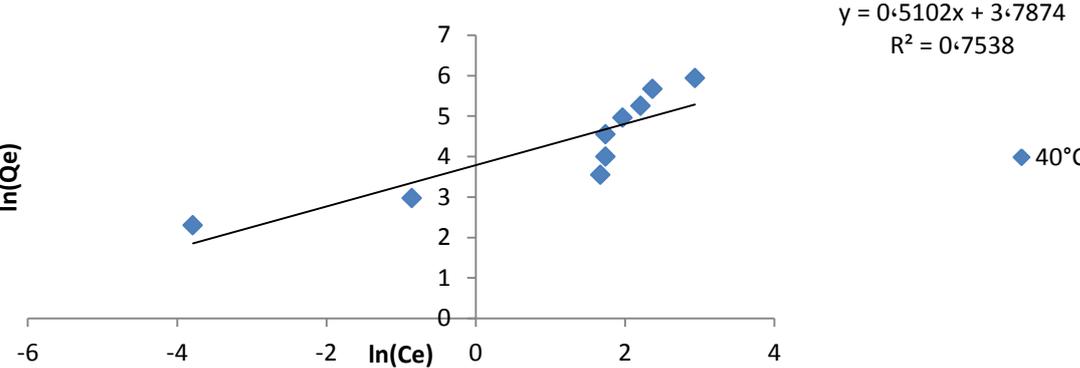
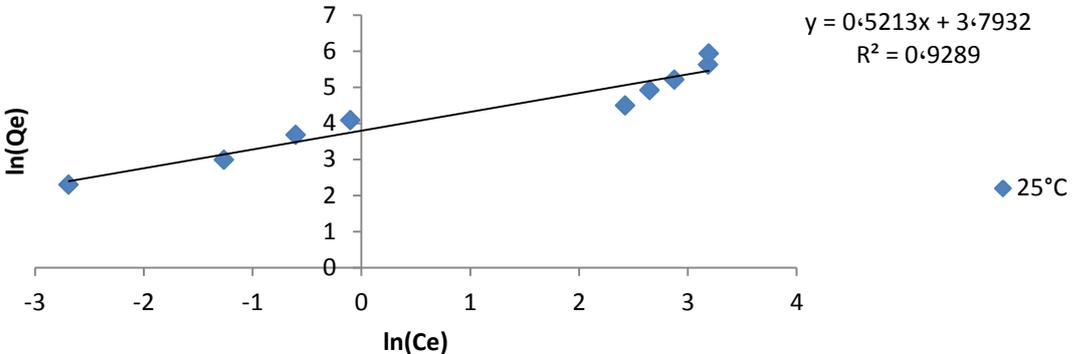
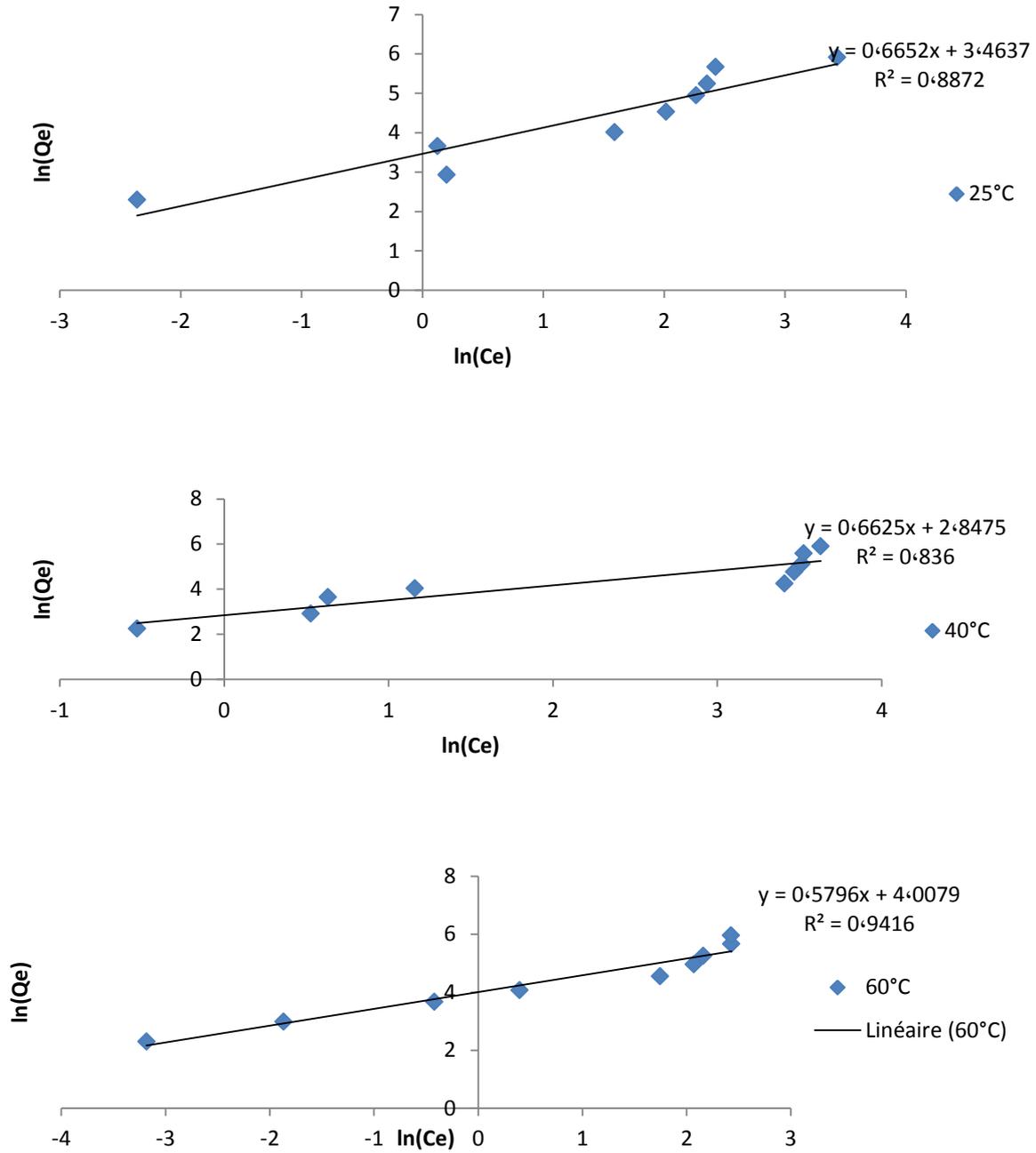
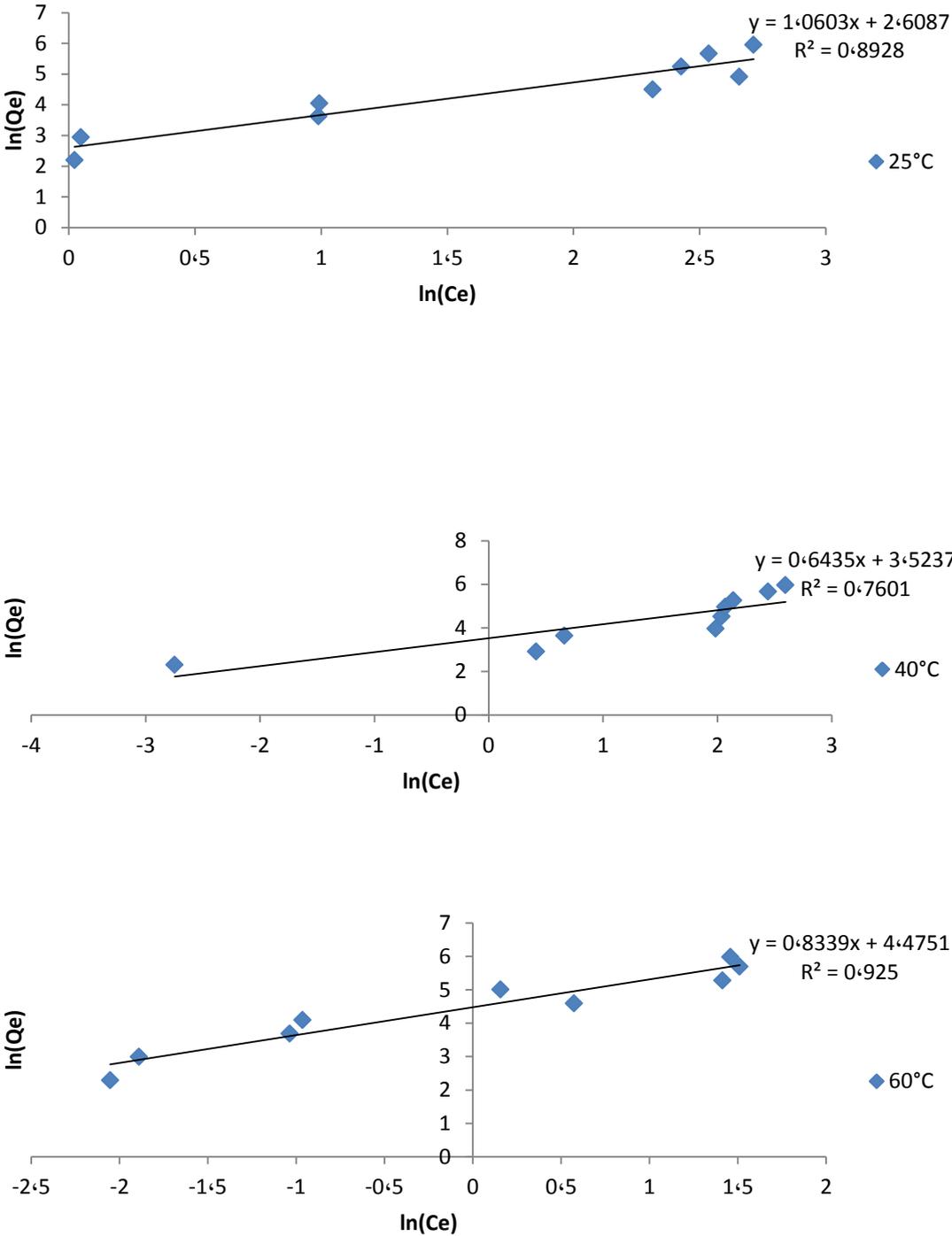


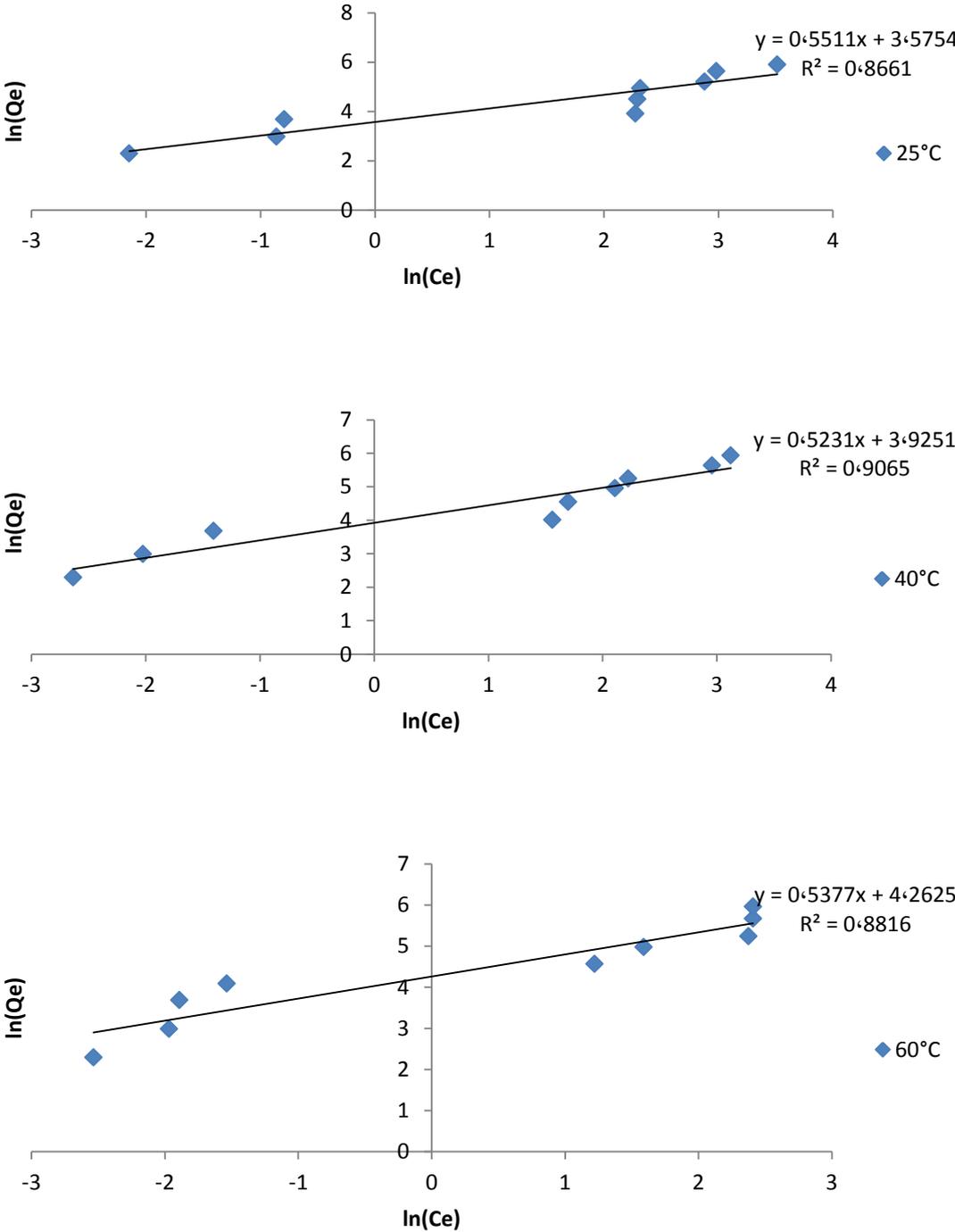
Figure15: modèle de Freundlich à l'adsorption de BM par la boue brute.



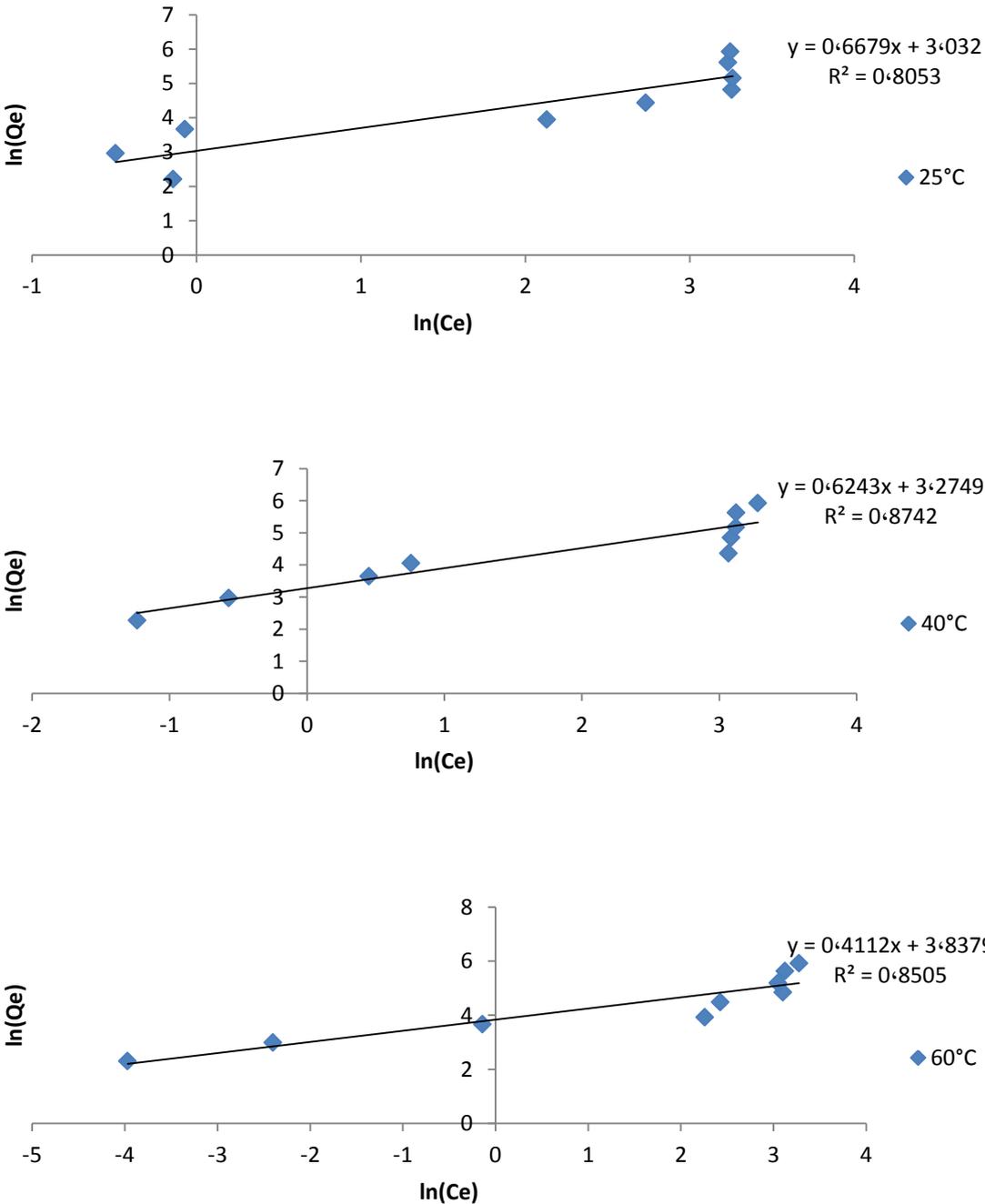
**Figure16 :** modèle de Freundlich à l'adsorption de BM parla boue modifiée chimiquement par le NaOH (0.5N)



**Figure17** : modèle de Freundlich à l'adsorption de BM parla boue modifiée chimiquement par le NaOH (1N).



**Figure18** : modèle de Freundlich à l'adsorption de BM parla boue modifiée chimiquement par le NaOH (2N).



**Figure19** : modèle de Freundlich à l'adsorption de BM parla boue modifiée chimiquement par le NaOH (3N).

# Conclusion

## Conclusion générale:

Quel que soit le système d'épuration adopté, le traitement des eaux usées s'accompagne d'une production de quantité des boues non négligeables dont il faut se débarrasser. Il peut arriver qu'on retrouve dans les boues produites un certain nombre d'éléments biologiques organique ou métalliques.

Ce travail s'inscrit dans le cadre des études menées afin de faire face au problème de pollution des eaux par la valorisation des boues issues des station d'épuration. Pour cela, on a réalisé une étude comparative entre la boue brute et traité chimiquement par traitement base vis-à-vis la rétention du bleu de méthylène.

Les principaux résultats sont:

1-La meilleur quantité adsorbée à l'équilibre est remarquée pour un rapport solide/liquide égale à 1 et cela pour l'ensemble des échantillons.

2-Le pH influence considérablement sur la rétention du bleu de méthylène par les différents échantillons, la plus grande quantité adsorbée à l'équilibre est remarquée pour un pH=12.

3-Temps de contacte pour atteindre l'équilibre d'adsorption du bleu de méthylène par la boue brute ou modifiée est estimé de 1h.

4 -L'isotherme d'adsorption du bleu de méthylène par les différents échantillons est de type S(Freundlich) selon la classification de Gille et al.

5 -La linéarisation des isothermes avec les modèles de Langmuir et Freundlich, montre que ce dernier décrit mieux nos isothermes.

Comme perspective, on recherche à caractériser mieux ces matériaux, soit à l'état brute ou modifiée chimiquement à fin d'étudier et d'expliquer les propriétés de ces matériaux et de connaître l'effet du traitement base sur ce dernier. Trouver d'autres application de ce rejet avec d'autres polluants organiques ou métalliques.

# Références bibliographiques

# Références bibliographiques :

- 1- **Ademe**, (1995) : les micropolluants métalliques des boues résiduelles des stations d'épuration urbaine, Ed .paris, p119.
- 2- **Ademe**, (2001) : les boues chaulées des stations d'épuration municipales. Production, qualité et valeur agronomique, Ed ADEME, Paris, p209.
- 3- **Adler**, (2002) : le maire et les boues d'épuration "guide pratique pour les collectivités locales", Ed AMF, Paris, p101.
- 4- **Bauer**, (2001) : photochimie photobiol, Ed.chem, p92
- 5- **Bhattacharyya, K, Gupta.S**, (2008) :Adv Colloid Interface ,Ed.SCI,p114 .
  
- 6- **Bliefert. C et perraud.R**, (2009) : chimie d'environnement : air, eau, sol, déchet, Ed.De Boeck et larcier, p330.
- 7- **Botta.A et Bellon.L**,(2001) : pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro-Méditerranée TEHYS.75p.
- 8- **Bourrinet.P,François Ramade.F et Gouilloud. M**,(1999) :pollution, article ,68p.
- 9- **Bouziari.M**, (2000) : l'eau de la pénurie aux maladies, Ed. IBN-KALDOUN, p130.
- 10- **Calvet.R, Terce. M et Arvieu.C**, (1980) : Ann.Agron.pp385-427.
- 11- **Choukchou.S**, (2004) : Etude de l'adsorption du phénol par le charbon du bois brute et active, mémoire magistère de l'université de Tiaret, 78p.
- 12- **Degrémont**, (2005) : Memento technique de l'eau, tome 1, Ed. Dégremont, pp21, 33,177.
- 13- **Edelin.F**, (1998) :l'épuration physico-chimique, théorie et technologie des eaux, Ed.Cebedoc Sprl, Liège, p154.
- 14- **Gaid.A**, (1984) : Epuration biologique des eaux usées urbaines, tome 1, Ed. Officedes publications universitaires, 234.
- 15- **Gaid.A**, (1984) : Epuration biologique des eaux usées urbaines, tome 2, Ed. Office des publications universitaires, 132,133.
  
- 16- **Griffiths.J**, (1984): developments in the light absorption properties of dyes-color andphotochemical reaction. In: developments in the chemistry and technology of organic Dyes. Society of chemistry Industry, Ed. Oxford, pp1-30.
- 17- **Guy.C**, (2002): Un outil collectif de valorisation thermique des boues, Ed.SMTB,France, pp4-20.
- 18- **Hattab.F**,(2004) : Etude de l'adsorption des métaux lourds ( $Cr^{+2}$ , $Cd^{+2}$ ) par le charbon du bois, mémoire magistère de l'université de Tiaret,76p.
- 19- **Hedyatullah.M**, (1976) : les colorants synthétiques. 4éme trimestre, 1ére édition .p233, 235.
- 20- **Howardgdg.J**, (1967): Phys.chemi.p981.
- 21- **J.L.HU, X.He.C.R.Wang.J. W.Li , C.H**- cadmium adsorption characteristic of alkali modified sewage sludge ,Bio resource thecnolgy ,121(2012) 25-30.
- 22- **Koller.E**, (2005): Aide-mémoire Génie chimique, Ed. DUNOD, paris, pp364-365.
- 23- **Lalitagauri.R, P, Subham.P etDebabrata .B**,(2000) :Subst Res ,pp512.
- 24- **Limousin.G**, (2007) : Sorption isotherms :areview on physic bied ,bases ,modelling and measurement ,Applied Geochemistry,pp224.

- 25- **Mechati.F, (2006)** : Etude des paramètres physico-chimiques avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKDA, Mémoire de magistère d'université du 20Aout 1955 SKIKDA 150p.
- 26- **Motoyuki.S,(1990)**: Adsorption Engineering-Professor, Institute of Industrial Science, University of Tokyo 1-KODANSHA, p5.
- 27- **Nicolaon.C, (1972)**: colloide interface, Ed.SCI, pp38-172.
- 28- **Neveu, (1989)**:l'eau dans l'espace rurale (vie et milieu aquatique), Ed.SCI, pp38-172.
- 29- **Perrin.R, et Sharef.J, (1995)** : Chimie industrielle.Tome 2Ed.MASSON, Paris, p158.
- 30- **Pesson.P,(1976)** : la pollution des eaux continentales, Ed.BORDASE, Parie, p2.
- 31- **Ramade.F,(2005)** : Elément d'écologie (écologie appliqué) ,6ém Edition, DUNOD. Paris, pp62-303.
- 32- **Rosenberg.N et Rousseli.X, (1988)** : Rhinite et asthme professionnels aux colorants réactifs. Document pour le médecin de travail, pp111-114.
- 33- **Tardat.H et Beaudry,(1992)** : Chimie des eaux, Ed. le griffon d'argile, p112.
- 34- **Valiron.F, (1889)** : Gestion des eaux, alimentation en eau, assainissement, Ed. presss de l'école nationale des ponts et des chaussées, p139.
- 35- **Vandevenne.L, (1982)** : Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, Ed.TEC&DOC, p14.
- 36- **Waranusantigul P,Pokethitiyook P,Kruatrachue M (2003)** :upatham E.S.,Environ .Pollut .p125.
- 37- **Weber.W, Ginley. M, et Katz.L(1991)**: Water Res, Ed. Wiley & Sons, New York, pp25-30.

# Annexe

## Annexe

### Annexes01 : La longueur d'onde

La longueur d'onde (nm)	550	600	620	640	650	660	665	670	680	700
Abs	0.218	0.976	1.099	1.208	1.456	1.666	1.667	1.564	0.954	0.163

### Annexes 02 : La courbe d'étalonnage

C <sub>BM</sub> (mg/l)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
Abs	0.133	0.29	0.43	0.55	0.69	0.763	0.909

### Annexes03 : rapport solide liquide

R(S /L)	Qe (mg/g)				
	Brute	0.5 N	1N	2N	3N
1	24,3773585	31,9245283	29,6226415	37,4867925	31,2830189
2	13,245283	18,8641509	18,5622642	19,709434	18,3301887
4	8,49056604	9,70188679	9,59528302	9,86603774	9,38396226
6	6,07295597	6,21132075	6,45974843	6,54213836	6,57484277
8	4,73018868	4,93537736	4,93066038	4,93867925	4,94716981
10	3,86226415	3,96867925	3,94943396	3,91471698	3,96188679

### Annexes04 : effet du pH

pH	Qe (mg/g)				
	Brute	0.5N	1N	2N	3N
2	34,3773585	35,7735849	38,7773585	29,7735849	29,5849057
4	35,0188679	38,4264151	38,5320755	32,5283019	34,5660377
6	33,7735849	38,4679245	38,6150943	32,1886792	32,2641509
8	33,245283	37,8528302	38,6754717	37,4339623	36,5169811
10	33,8490566	34,1509434	39,1358491	36,8490566	36,5169811
12	38,2188679	39,6339623	39,1235678	38,0716981	36,6943396

## Annexe

---

### Annexes05 : le temps de contacte

T (min)	Qe (mg /g)				
	Brute	0.5N	1N	2N	3N
1	35,7735849	36,754717	37,1320755	37,6981132	38,3018868
3	33,4716981	37,3584906	36,490566	37,0566038	37,3584906
5	36,3396226	36,9056604	35,8490566	36,0754717	37,2075472
10	33,7358491	35,3207547	35,3962264	35,5849057	35,6603774
20	31,9622642	35,6603774	36,5283019	36,2264151	36,3773585
30	33,8490566	35,3962264	34,6415094	36	36,1886792
60	37,9132075	38,490566	38,2943396	39,4679245	37,5207547
90	37,8415075	38,6603774	38,6113208	38,9358491	38,0792453
120	38,309434	38,6226415	38,4528302	38,9207547	37,5471698

## Annexe

### Annexes 06 : Isotherme d'adsorption du BM à 25°C

C <sub>0</sub> (mg/l)	Brute		0.5N		1N		2N		3N	
	Ce mg /l	Qe mg/g								
10	0,067	9,932	0,094	9,905	1,022	8,977	0,116	9,883	0,867	9,132
20	0,283	19,71	1,222	18,777	1,049	18,950	0,422	19,577	0,611	19,388
40	0,547	39,452	1,132	38,867	2,690	37,309	0,452	39,547	0,932	39,067
60	0,905	59,094	4,905	55,094	2,698	57,301	9,735	50,264	8,415	51,584
100	11,28	88,716	7,509	92,490	10,11	89,886	9,886	90,113	15,35	84,641
150	14,15	135,84	9,622	140,37	14,26	135,73	10,15	139,84	25,92	124,07
200	17,77	182,22	10,52	189,47	11,32	188,67	17,81	182,18	26,07	173,92
300	24,18	275,811	11,32	288,67	12,64	287,35	19,73	280,26	25,3	274,67
400	24,339	375,66	30,905	369,09	15,09	384,905	33,58	366,415	25,6	374,301

### Annexes 07 : Isotherme d'adsorption du BM à 40°C

C <sub>0mg/l</sub>	Brute		0.5N		1N		2N		3N	
	Ce mg /l	Qe mg/g								
10	0,02	9,977	0,588	9,411	0,064	9,935	0,071	9,928	0,290	9,709
20	0,42	19,57	1,694	18,305	1,513	18,486	0,132	19,867	0,566	19,43
40	5,32	34,67	1,879	38,120	1,935	38,064	0,245	39,754	1,569	38,43
60	5,69	54,30	3,188	56,811	7,283	52,716	4,754	55,245	2,132	57,86
100	5,69	94,30	30,22	69,773	7,660	92,339	5,471	94,528	21,50	78,49
150	7,16	142,8	32,07	117,92	7,924	142,07	8,226	141,77	21,88	128,1

## Annexe

200	9,09	190,9	33,58	166,41	8,490	191,50	9,245	190,75	22,64	177,4
300	9,09	190,9	34	266	11,50	288,49	19,24	280,75	22,71	277,8
400	10,6	289,3	37,66	362,33	13,39	386,603	22,679	377,320	26,603	373,65

**Annexes 08** : Isotherme d'adsorption du BM à 60°C

C <sub>0</sub> mg/l	Brute		0.5N		1N		2N		3N	
	Ce mg /l	Qe mg/g								
10	0,198	9,883	0,041	9,958	0,128	9,871	0,079	9,920	0,018	9,981
20	0,584	19,41	0,15	19,84	0,15	19,84	0,139	19,86	0,090	19,90
40	0,65	39,34	0,65	39,34	0,35	39,64	0,150	39,84	0,8	39,13
60	1,886	58,11	1,49	58,50	0,38	59,61	0,215	59,78	9,584	50,50
100	4,226	95,77	5,73	94,26	1,77	98,22	3,396	96,60	11,32	88,67
150	4,339	145,6	7,92	142,0	1,16	148,8	4,905	145,0	22,26	127,7
200	4,113	195,8	8,67	191,3	4,11	195,8	10,75	189,2	21,21	178,9
300	6,641	293,3	11,3	288,64	4,52	295,47	11,1	288,8	22,71	277,2
400	7,547	392,45	11,32	388,679	4,30	395,698	11,13	388,86	26,4	373,54

## **Résumé :**

Pour une nouvelle méthodologie de la **valorisation** de la **boue** issue de la STEP de Ain bouchekif Tiaret, on a proposé l'utilisation de cette dernière comme un **adsorbant** pour traiter une eau contaminée par un **polluant** organique toxique qui le **bleu de méthylène**.

La **boue** a été modifiée chimiquement par NaOH à différentes normalités (0.5N, 1N, 2N et 3N). La connaissance de la cinétique de l'**adsorption** présente un intérêt pratique considérable de la mise en œuvre optimale d'un **adsorbant**, pour cela nous avons étudié les paramètres qui influencent sur l'**adsorption** de ce **polluant** : le rapport solide liquide, l'effet de pH, le temps de contact, la concentration et la température.

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une meilleure rétention de **bleu de méthylène** à une masse 0,02g de **boue**, à un pH=12 avec un temps du contact de 1h, et cela pour l'ensemble des échantillons. Les **isothermes** obtenues sont de type S (Freundlich) selon la classification de Gilles et al. Le modèle de Freundlich décrit mieux d'isotherme d'adsorption.

## **Les mots clés :**

Boue, adsorption, isotherme, bleu de méthylène, polluant, valorisation, adsorbant.

## **المخلص:**

تهدف هذه الدراسة الجديدة إلى تثمين الوحل الناتج عن محطة معالجة مياه الصرف الصحي عين بوشقيف - تيارت وذلك باستعماله كمتز لمعالجة المياه الملوثة بالمادة العضوية السامة في ازرق المثيلين .

و هذا بعد معالجة الوحل كيميائيا بهيدروكسيد الصوديوم بتراكيز مختلفة 0.5ن، 1ن، 2ن، 3ن .

دراسة العوامل المؤثرة على ظاهرة الامتزاز ( كتلة الوحل, درجة الحموضة, الزمن, درجة الحرارة, التركيز) تسمح بتحسين قدرة الممتز على تثبيت هذا الملوث .

أظهرت النتائج المحصل عليها أن أفضل تثبيت ازرق المثيلين يكون عند الوحل 0,02 غ في درجة الحموضة 12, مع زمن قدرة ساعة واحدة . حسب تصنيف جيل التحارر المتحصل عليه هو من نوع S

النموذج المثالي لوصف خط التحارر هو فراندليش.

## **الكلمات المفتاحية:**

الوحل - الادمصاص - ازرق المثيلين - الملوث - تثمين - ممتز.