



**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**

Spécialité : microbiologie appliquée à l'environnement

*Thème*

**Biosorption du rouge tiacril par la boue issue de la  
STEP de Tiaret**

*JURY:*

Examineur: Mr. KADI.S

Promoteur : Mme.RAIS.S

Co-promoteur : Mr.SASSI.M

Présenté par :

*RAGUIM FOUZIA*

*MOULAY ALI CHERIFA*

*MOSTEFAI ZINEB*

PROMOTION : 2016/2017

## *Remerciements*

*Avant tout remercions <Allah> maitre de l'univers sans qui n'airain jamais pu confectionner ce travail, et notre grand salut sur le premier éducateur notre prophète <Mohamed>*

*Nous tenons à remercier en premier lieu notre encadreur M. SASSI et Me. RAIS qui par son suivi et ces précieux conseils on a pu réaliser ce travail*

*Nos remerciements s'adressent aussi à M.KADI qui a voulu examiner ce document.*

*Nous remercions l'ensemble du personnel de laboratoire de recherche de l'amélioration et la valorisation de la production locale.*

*En fin, n'oublions pas de remercier tous ceux qui ont partagé avec nous tous les moments difficiles de la réalisation de ce travail et ceux qui nous ont souhaité bon courage surtout FATIHA.*

*Merci à tous*



## *Dédicaces*

*Je remercie tout d'abord mon dieu qui ma donné le courage et la patience pour terminer ce travail.*

*Un grand merci à mon père [Abdelkader] et ma chère mère [Fatima] pour sa tendresse, sa confiance, son soutien et son encouragement.*

*A mes frères Mohamed, Khaled, hadj, abdelrahman.*

*A mes sœurs kheira (Dalia), Malika.*

*A mes chers amis.*

*Enfin je tiens à dédie à tous ceux et celles qui me sont chers*

*Cherifa*



## *Dédicaces*

*A celle qui sacrifia tant ce qu'elle a de cher pour me prodiguer une éducation, un soutien, une assistance et un encouragement pour enfin ce qui je suis maintenant*

*ma chère mère Acelui qui m à toujours soutenu moralement et matériellement au cours de mes études ; à qui j'ai éprouvé un profond respect*

*Mon cher père*

*A mes sœurs : Khadîdja, Fatima, Halima*

*A mes frères : Mohamed, Tahar*

*A mes très chère amies : Fouzia, Sabrina, Rahma*

*A toute la promotion de master 2 micro biologie appliqué à l'environnement*

*Zineb.*



## *Dédicaces*

*C'est avec une profonde gratitude que je dédie ce modest travail à mes très chers parents que dieu tout puissant leur accorde santé et bonheur.*

*A mes chers frères Mohamed, Mokhtar*

*A mes chères sœurs: Naima, Meryem, Fatima, Djamila*

*A mes chères petites : Abir, Islam, Rida et a tous membres de la famille*

*A mes amies qui ont été présentes tout au long de cette année et qui m'ont soutenu de façon hilarante, Rahma, Fadila, Hanna, Rabha, Shara, Nawal*

*A mes trinômes avec qui j'ai élaboré ce travail Cherifa, Zineb*

*A tout la promotion de master 2 micro biologie appliquée à l'environnement*

*A tous ceux que j'aime ...*

*Fouzia*



**Sommaire:**

Introduction générale

***Partie expérimentale*****A .Chapitre1:matériels et méthodes**

I-1: Objectif du travail .....	4
I-2: Date et lieu de travail.....	4
1-3: Etude expérimentale.....	4
I-3-1: Matériels et méthodes.....	4
I-3-2: Protocole expérimentale.....	5
I-3-3: Préparation du biosorbant .....	6
I-3-4: Méthodes instrumentales d'analyse.....	6
I-3-4-a: Spectrophotométrie UV Visible.....	6
I-3-4-b: Détermination de la longueur d'onde spécifique .....	7
I-3-4-c: Courbe d'étalonnage.....	7
I-3-5: Détermination de la quantité adsorbée .....	8
I-3-6: les paramètres influencent sur l'adsorption.....	8
I-3-6_1: rapport solide/ liquide.....	8
I-3-6_2: effet du Ph.....	9
I-3-6_3 : l'étude cinétique de l'effet de la concentration initiale du rouge tiacrile.....	9
I-4: Modélisation des cinétiques.....	9
I-4-1: Modèle du pseudo-premier ordre.....	9
I-4-2: Modèle du pseudo –deuxième ordre.....	10
I-4-3: Modèle de la diffusion intra particule.....	10
I-4-4: Modèle de Boyd .....	10

**B. Chapitre2 :résultats et discussions**

II-1: Détermination la longueur d'onde maximale.....	11
II-2: Courbe d'étalonnage.....	11
II-3: Influence des conditions opératoires.....	12
II-3-1: rapport solide- liquide.....	12
II-3-2: Effet du Ph.....	13
II-3-3: Effet du $pH_f$ en fonction de $Ph_f$ .....	16
II-3-4 : l'étude cinétique de l'effet de la concentration initial du RT .....	18
II-4: Validation des modèles cinétiques.....	19
II-4-1: Modèle de pseudo premier ordre.....	19
II-4-2: Modèle de pseudo second ordre .....	20
II-4-3: Modèle de diffusion intra –particulaire .....	22
II-4-4: Modèle de diffusion de Boyd .....	23
Conclusion générale	

*Liste des tableaux*

<b>N°</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>page</b>
<b>01</b>	<b>Paramètres cinétiques du modèle pseudo premier ordre</b>	<b>20</b>
<b>02</b>	<b>Paramètres cinétiques du modèle pseudo second ordre</b>	<b>21</b>
<b>03</b>	<b>Paramètre cinétiques du modèle intra particulaire</b>	<b>22</b>
<b>04</b>	<b>Paramètre cinétiques du modèle diffusion de Boyd</b>	<b>24</b>



## *Liste des abréviations*

**A**: absorbance de la solution (sans unité)

**C<sub>0</sub>**: concentration initiale de soluté à l'équilibre (mg/l)

**HCL** :acide chlorhydrique

**K<sub>1</sub>**: constante de vitesse de pseudo- premier ordre ( $\text{min}^{-1}$ )

**K<sub>2</sub>**: constante de vitesse de pseudo – second ordre ( $\text{min}^{-1}$ )

**M**: masse d'adsorbant(g)

**N**: normalité

**NaOH** :l' hydroxyde de sodium

**Q<sub>e</sub>**:Quantité adsorbée à l'équilibre(mg/g)

**Q<sub>t</sub>**: quantité adsorbée au temps t (mg/g)

**V**: volume de la solution(l)

**RT** :rouge tiacril

**I<sub>0</sub>**:intensité de lumière entrée

**I**: intensité de lumière sortant

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

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

**T** :temps de contacts

**F** :fraction de soluté adsorbée au temps de contact

**B<sub>t</sub>**: fonction mathématique de F

## *LISTE DES FIGURES*

<b>N°</b>	<b>Titre des figures</b>	<b>page</b>
<b>01</b>	<b>Protocole expérimental</b>	<b>05</b>
<b>02</b>	<b>Courbe de balayage de la longueur d'onde</b>	<b>11</b>
<b>03</b>	<b>Courbe d'étalonnage du RT</b>	<b>12</b>
<b>04</b>	<b>Rapports solide/liquide</b>	<b>12</b>
<b>05</b>	<b>Effet du pH sur l'adsorption du rouge tiacril par la boue brute</b>	<b>14</b>
<b>06</b>	<b>Effet du <math>pH_i</math> sur le <math>pH_r</math> par la boue brute</b>	<b>14</b>
<b>07</b>	<b>L'étude cinétique de l'effet de la concentration initiale</b>	<b>15</b>
<b>08</b>	<b>Application du modèle second ordre à la biosorption du RT</b>	<b>16</b>
<b>09</b>	<b>Application du modèle intra particulaire à la biosorption du RT</b>	<b>17</b>

# *Introduction générale*

## **Introduction générale**

L'eau est le constituant majeur de toute matière vivante, elle joue un rôle primordial et irremplaçable dans la vie des êtres vivants et donc l'eau c'est le vecteur choisis par l'homme pour éliminer ses déchets. (Khalid, 2001)

Les multiples utilisations de l'eau par l'homme donnant lieu à la formation d'eaux usées qui peut être de nature microbiologique ou chimique, tenant en compte les colorants industriels utilisés dans la teinture des supports.(Khalid,2001)

La pollution des eaux de diverses natures et de diverses origines se manifeste généralement sous quatre formes principales, elle peut être d'origine organique, micro biologique, minérale et organique.Les différentes formes de pollution sont des pollutions atmosphériques, la pollution des sols et la pollution de l'eau. (Emilan, 2004)

A chacune de ces formes de pollution correspond nécessairement une modification du milieu récepteur qui se traduit indirectement et à plus ou moins longue terme par des conséquences néfastes sur l'individu.

Les industries de la tannerie sont de grandes consommatrices de colorants, source importante de pollution.

Le monde industriel utilise les colorants dans pratiquement tous les domaines que cela soit en textile et tannerie pour colorer tissus et cuirs, ou bien en agroalimentaire, ou encore en papeteries, traitement de surface, fabrication d'encres et de peintures.... (Djelal, 2008)

La particularité de ces polluants est que leur rôle de colorant industriel les contraint à ne pas pouvoir facilement perdre leur couleur par dénaturation de leur structure. (Djelal,2008)

Les teintures et autres colorations dans divers produits de consommation ne doivent pas perdre de leur éclat et donc les colorants seront synthétisés de manière à pouvoir résister.

Un colorant est une matière colorée par elle –même, capable de se fixer sur un support.

La coloration plus ou moins intense des différentes substances est liée à leur constitution chimique et la classification des colorants (tinctoriale, anionique, cationique, réactifs et dispersés). (Rigail, 2008)

Le rouge tiacril est l'un des colorants industriels majeurs, il est utilisé pour colorer des tissus des couvertures au niveau de l'unité SOFACT de Tissemsilt.

Les coûts d'exploitation de ces unités de traitement sont loin d'être négligeables d'autant plus qu'il faut souvent traiter les sous-produits. C'est le prix à payer non seulement pour réhabiliter les processus industriels en matière environnementale mais aussi tout simplement pour contribuer à la préservation de l'environnement. Plusieurs traitements ont été utilisés pour diminuer l'effet néfaste des effluents rejetés, les procédés biologiques donnent des résultats non satisfaisants. (Rigail, 2008)

La biosorption, qui consiste en l'utilisation d'une biomasse, reste parmi les techniques les plus utilisées et faciles à mettre en œuvre.

Dans ce contexte, nous nous sommes proposées de tester un biosorbant, la boue de la STEP de Tiaret pour fixer un colorant industriel le rouge tiacril.



# *Chapitre I : étude expérimentale*

### 1.1.L'objectif

L'étude a pour objectif le traitement d'une eau polluée par un colorant industriel et l'effet de quelques paramètres influençant la fixation de ces polluants par la boue de STEP de Tiaret, la biosorption a été suivie par spectrophotométrie UV/Visible.

### 1.2.Date et lieu de travail

Notre travail a été réalisé au niveau des laboratoires de recherche de l'amélioration et la valorisation de la production animale locale de la faculté des sciences de la nature et de la vie universités (ibn khaldoun) Tiaret durant la période allant du 12 février au 28 mars 2017.

### 1.3.1.Matériels et méthodes

- **Appareillages:**  
pH mètre, balance, agitateur magnétique, centrifugeuse, spectrophotomètre (UV Visible), minuterie
- **Réactifs et étalons:**  
Rouge tiacril, acide chlorhydrique(HCL 0,1N), l'hydroxyde de sodium(Naoh 0,1N), eau distillé, eau de javel, la boue activée
- **Autre:**  
Bécher, entonnoir, éprouvettes graduées, micro pipetes, spatules, les tubes a essais, papier aluminium



1.3.2. Protocole expérimental

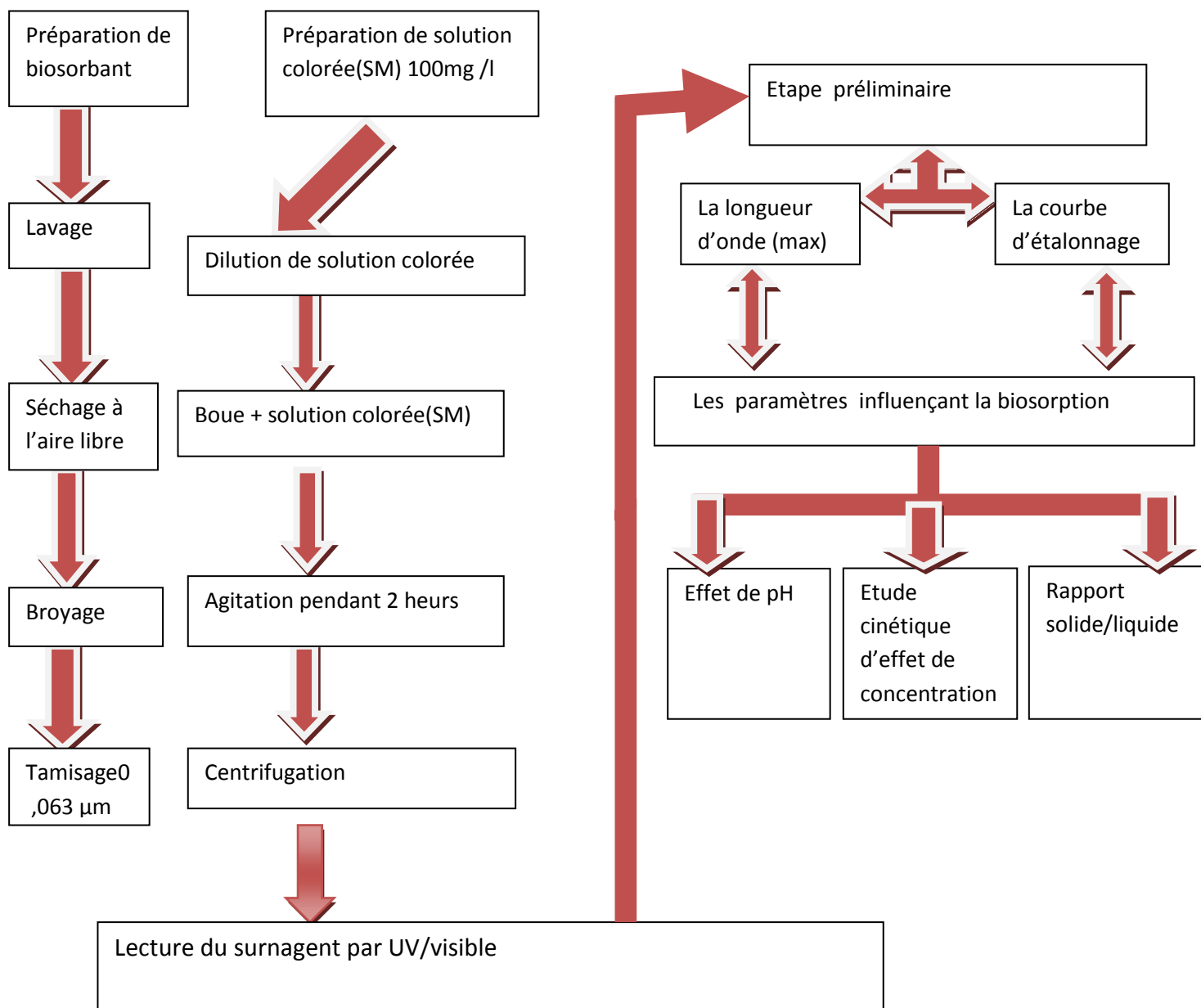


Figure01 : Protocol expérimental

**1.3.3 .Préparation du biosorbant :**

Un traitement préliminaire à comporter 4 étapes :

**1.3.3.1 .Préparation de la solution mère :**

Peser une quantité de colorant rouge tiacril égale à 10mg puis, mettre-il dans un bécher contenant un volume de 100ml d'eau distillé, laisser la solution résulte dans l'agitation pendant quelque minute pour bien homogénése.

**1.3.3.2 .La dilution :**

Puisque la solution résulte est très concentré on va faire alors une dilution un quatrième (1/4) avec l'eau distillé.

**1.3.3.3. Agitation pendant 2heurs :**

Prélever un volume de 20ml de solution mère ensuite, ajouter un quantité de boue égale à 20mg, laisser la solution résulte dans l'agitateur pendant 2heures.

**1.3.3.4. La lecture par spectre photomètre:**

Après l'agitation, on va centrifuger la solution à 3500 tour /min, puis mettre dans les tubes pour lire l'absorbance dans le spectrophotomètre UV/visible.

**1.3.4Méthodes instrumentales d'analyse****1.3.4.1. Spectrophotométrie UV Visible**

Selon( koolman et rohm 2004) ,beaucoup de substances absorbant la lumière dans le domaine visible ou ultra-violet du spectre on peut utiliser cette propriété pour estimer une concentration l'importance de l'absorption dépend du type et de la concentration de la substance mais également de la longueur d'onde de la lumière utilisé ,c'est pour quoi on utilise la lumière monochromatique ,c'est -à- dire de la longueur d'onde définie que l'on peut isoler à partir de la lumière blanche, à l'aide d'un monochromateur la lumière monochromatique d'intensité  $I_0$  traverse un récipient carré fait de verre ou quartz ou se trouve une solution de la substance absorbante l'intensité  $I$  de la lumière atténuée transmise sera mesurée par un détecteur l'absorption  $a$  d'une solution est définie comme le logarithme négative du quotient de la loi de béer Lambert indique que  $A$  est proportionnelle à la

Concentration  $C$  de la substance absorbante et à l'épaisseur de la cuve le coefficient d'adsorption  $\Sigma$  dépend comme nous l'avons déjà mentionné du type de substance et de la longueur d'onde.

$$A = -\log I/I_0 = \Sigma C d \dots \dots \dots \text{Loi de béer Lambert}$$

Ou :

$I_0$  =intensité de lumière entrée

$I$ =intensité de lumière sortant =coefficient d'extinction molaire

$L$ =chemin optique, longueur de la cuve d'échantillonnage (cm)

$C$ =concentration de la solution (mol/l)

#### 1.3.4.2. Détermination de la longueur d'onde spécifique

Afin de déterminer la longueur d'onde spécifique du bleu de rouge tiacril, on a tout d'abord préparé une solution mère de (100mg/l) de RT les analyses sont effectuées par un spectrophotomètre, le choix de la longueur d'onde est basé sur un balayage longueur d'onde 400-700 nm de ces dernières entre les résultats sont illustrés sur la figure(02 )

#### 1. 3.4.3.La courbe d'étalonnage:

Pour tracer la courbe d'étalonnage de rouge tiacril, nous avons préparé d'abord une solution mère de (100mg/l) de RT et à partir de celle-ci nous avons préparé des solutions filles par dilutions successives, la densité optique a été déterminé par spectrophotomètre UV réglé à longueur d'onde de 530 nm

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

$$C_1.V_1=C_2.V_2$$

Ou :

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

$V_1$ =volume de la solution mère

$C_2$ =concentration de la solution diluée

$V_2$ =volume de la solution diluée

#### 1.3.5 .Détermination de la quantité adsorbée

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

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

Avec :

$Q_e$ =quantité adsorbée à l'équilibre

$v$ =volume de la solution(l)

$m$ =masse d'adsorbant(g)

$C_0$ =concentration initiale de l'adsorbat ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ )

$C_e$ =concentration à l'équilibre de l'adsorbat ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ )

### 1.3.6. Paramètres influençant sur l'adsorption :

#### 1.3.6.1.rapport solide/liquide :

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

$$R(S/L)=M/V$$

Une fois la masse de la boue est déterminée, on met cette dernière ou contact de 20ml du rouge tiacril (100mg/l) pendant 2heures, sous agitation modérée et à une température ambiante, par la suit une centrifugation est fait à 3600 tours/min suivi d'une analyse du surnageant par spectrophotomètre UV-visible et on trace la

quantité adsorbée à l'équilibre  $Q_e(\text{mg/g})$  en fonction du rapport solide /liquide.

#### 1.3.6.2.Effet du pH:

Sous les mêmes conditions expérimentales, nous avons étudiées dans cette série l'expérience de l'effet du pH sur la biosorption du rouge tiacril (100mg/L) par 0,02g de la boue modifiée chimiquement par HCL (0,1N) et NaOH (0,1N)à température ambiante à des pH variant (3,5,7,9,11) dans un souci d'optimisation du phénomène d'adsorption.

#### 1.3.6.3.étude cinétique de l'effet de la concentration initial du RT:

Après la détermination de rapport solide/ liquide et effet de pH et sous les mêmes 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 rouge tiacril (100mg/l) par 0,02g de la boue en fonction du temps varies (5, 10, 15,20,...120 min).

Après la détermination du temps d'équilibre et sous les mêmes conditions opératoires la concentration du rouge tiacril a été varié (10mg/l, 20mg/l, 30mg/l) suivi d'une analyse du surnageant par spectrophotomètre UV visible.

**1.4 .Modélisation des cinétiques:****1.4.1. Modèle du pseudo-premier ordre:**

La cinétique du pseudo premier ordre est décrite par la relation suivant :

$$dQ_t/dt = k_1 (Q_e - Q_t)$$

Avec :

$Q_e$  : Quantité adsorbée à l'équilibre (mg/g)

$Q_t$  : Quantité adsorbée au temps t (mg/g)

$K_1$  : Constante de vitesse de pseudo-premier ordre (min<sup>-1</sup>)

Temps d'équilibre (min)

La validité de l'équation du modèle de pseudo premier ordre est testée en traçant

$$\text{Log} (Q_e - Q_t) = \text{log} Q_e - (K_1 \cdot t / 2,303)$$

**1.4.2. Modèle du pseudo- second ordre:**

La cinétique du pseudo second ordre est régie par l'équation suivante :

$$dQ_t/dt = k_2 (Q_e - Q_t)^2$$

$Q_e$  et  $k_2$  sont obtenus à partir de la pente et de l'ordonnée à l'origine du trace linéaire de  $t/Q_t$  en fonction de t

$$t/Q_t = (1/k_2 \cdot Q_e^2) + t/Q_e$$

**1.4.3. Modèle de la diffusion intra particulaire :**

Le modèle de diffusion intra particule est proposé par weber et Morris il est représenté par l'équation suivante :

$$Q_t = K_{id} \cdot t^{1/2} + 1$$

Ou  $k_{id}$  est la constante de vitesse de diffusion intra- particulaire (mg/g·min<sup>1/2</sup>)

**I.4.4. Modèle de Boyd :**

Pour déterminer la vitesse réelle contrôlant les étapes d'adsorption, les résultats expérimentaux sont analysés en appliquant le modèle de Boyd

$$F = 1 - (6/\pi^2) \exp(-B_t) \dots\dots\dots 1$$

Où F : Fraction de soluté adsorbée au temps de contact t

$B_t$  : Fonction mathématique de F donnée par :

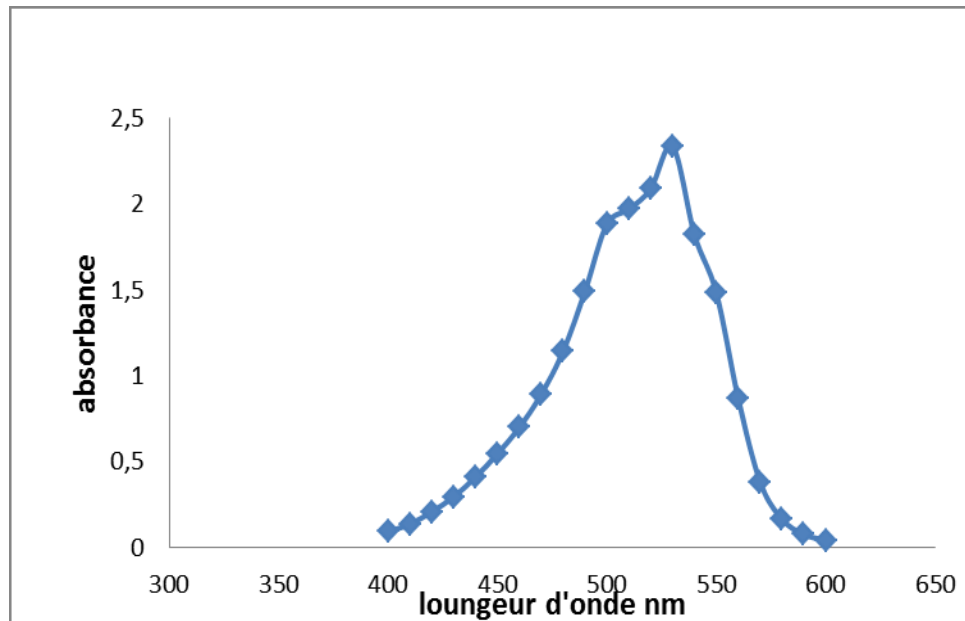
$$F = Q_t / Q_e \dots\dots\dots 2$$

$Q_t$  et  $Q_e$  sont respectivement les quantités adsorbées au temps t et à l'équilibre, exprimées en mg/g la substitution de (1) dans (2) donne :

$$B_t = -0,4977 - \ln [1 - (Q_t / Q_e)] \dots\dots\dots 3$$

### 2.1. Détermination de la longueur d'onde spécifique :

L'évolution de la densité optique en fonction de la longueur d'onde est présentée dans la figure 01, le balayage a montré que l'absorbance maximale se situe à 530nm.



**Figure02** : Courbe de balayage de la longueur d'onde

### 2.2. La Courbe d'étalonnage :

La courbe d'étalonnage montrant l'évolution de l'absorbance en fonction de la concentration du rouge tiacril est représentée dans la figure 2 :

Les valeurs obtenues, montrant qu'il y a une variation linéaire entre l'absorbance et la concentration du rouge tiacril avec un coefficient de corrélation à  $R^2=0,9828$  suivant l'équation suivante :

$$Y=0,0426X$$

Où :

$$Y=\text{absorbance à } \lambda=530\text{nm}$$

$$X=\text{concentration du rouge tiacril en mg/l}$$

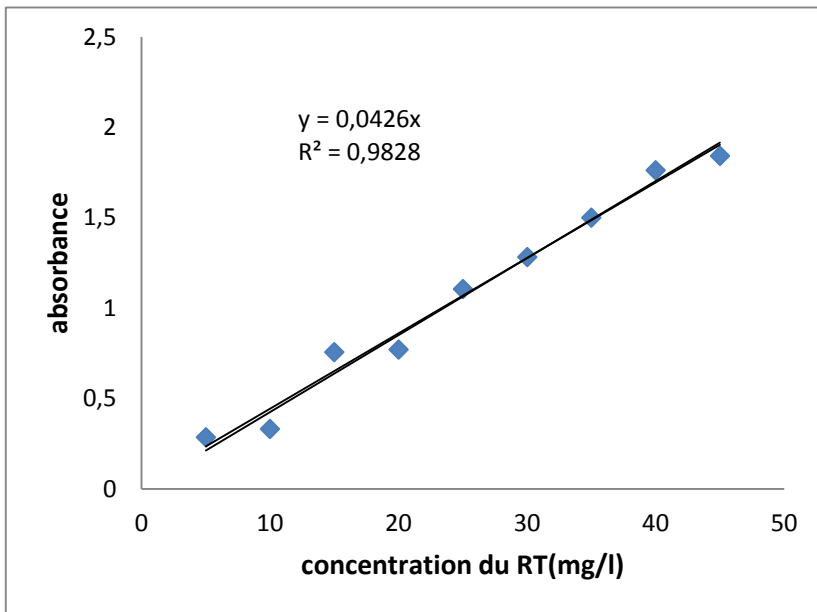


Figure03 : Courbe d'étalonnage du RT

**2.3 .Influence des conditions opératoires**

**2.3.1 .Le rapport solide/liquide(temps fixe)**

Les résultats sont représentés dans les figures 04(a,b, c)

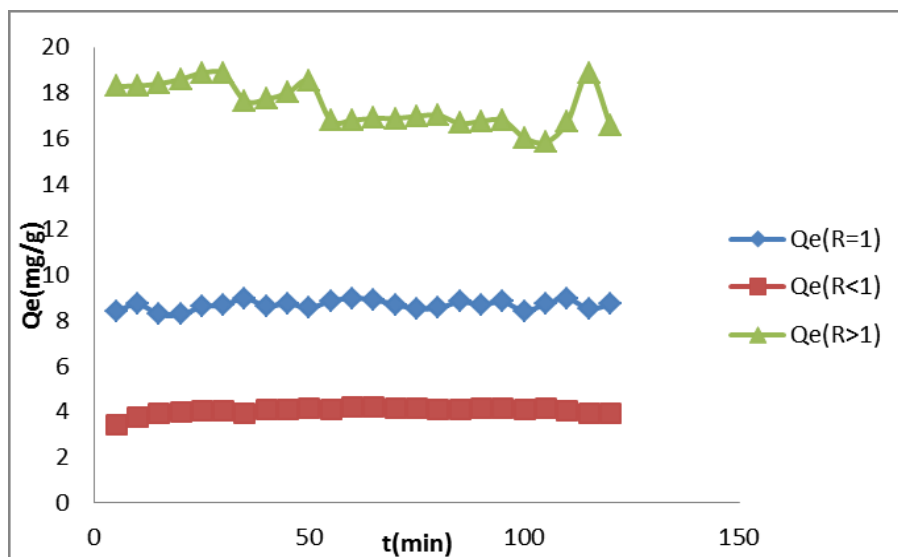


Figure a : rapport solide/liquide pour la concentration 10mg/l



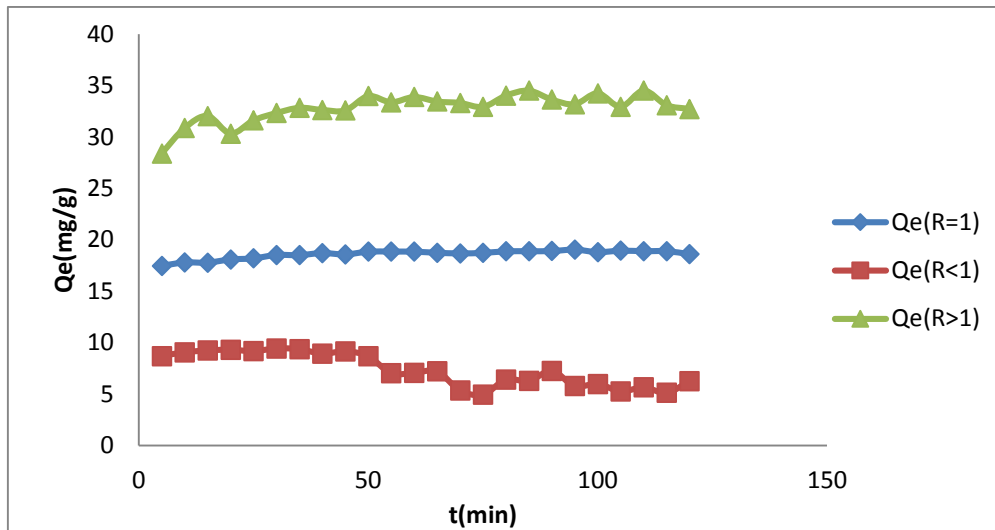


Figure b : rapport solide /liquide pour la concentration 20mg/l

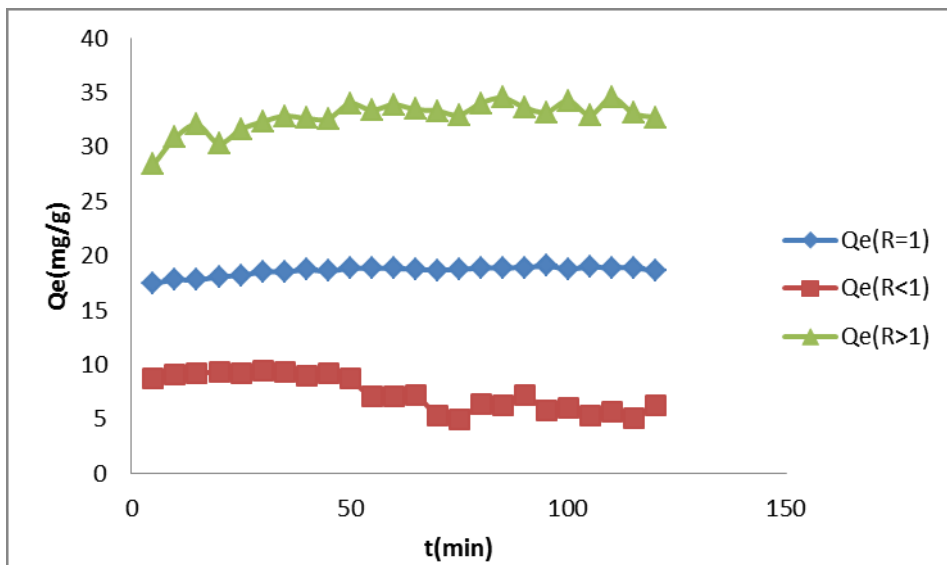
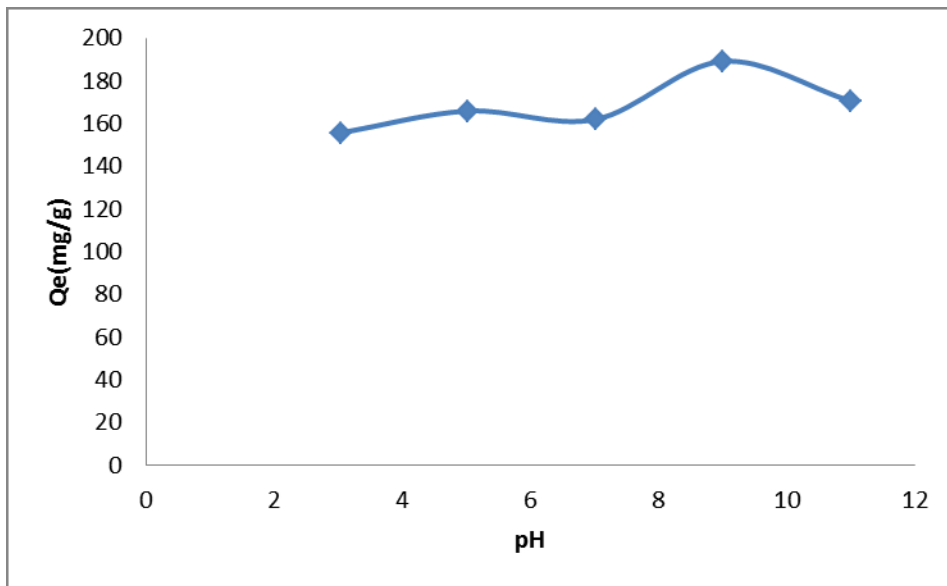


Figure c : rapport solide/liquide pour la concentration 30mg/l

On remarque, une diminution de la quantité de RT 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 , la meilleure quantité adsorbée est remarquée pour un rapport solide/liquide égale à 02 , Cela exprimé par une forte bio sorption pour les 3 concentrations 10, 20 et 30 mg/l.

**2.3.2.Effet du pH :**

Les absorbances lues après la centrifugation ont permettent de calculer des quantités adsorbées du RL à l'équilibre  $Q_e$  (mg/g) en fonction du pH par la boue brute.



**Figure05** : effet du pH sur l'adsorption du Rouge Tiacril par la boue

Conditions :  $v=20\text{ml}$ ,  $C=100\text{mg/l}$ , rapport solide-liquide  $>1$ ,  $T=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t=2\text{h}$

Les résultats montrent que le pH de la solution a peu d'influence sur la rétention de RT

Pour la suite de l'expérimentation nous avons ajusté le pH à 09.

### 2.3.3. Variation de $\text{Ph}_f$ en fonction du $\text{pH}_i$ :

Les absorbances lues après la centrifugation ont permis le calcul des quantités adsorbées du RT à chaque pH testé, la figure ci-dessous, met en évidence l'évolution du pH initial par la

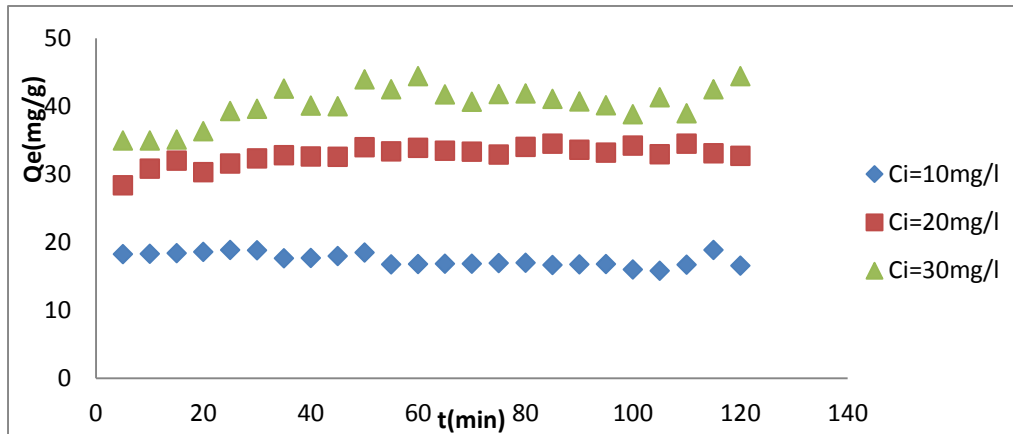
**Figure06** : variation de  $\text{pH}_f$  en fonction du  $\text{pH}_i$

Conditions :  $v=20\text{ml}$ ,  $c=100\text{mg/l}$ , rapport solide/liquide $>1$ ,  $T=25\text{C}^0$ ,  $t=2\text{h}$ .

Après la biosorption et quel que soit le  $\text{pH}_i$  testé (3, 5, 7,9 ,11), nous constatant que le  $\text{pH}_f$  devient basique ( $\text{pH}9$ ), l'augmentation du pH peut être expliquée par la fixation des protons par la boue. Elle joue le rôle de tampon (Guergazi,2005).

### 2.3.4. Cinétique de fixation du RT en fonction de la concentration initiale

La figure 07, représente l'évolution de la quantité adsorbée en fonction de la concentration initiale.



**Figure07** : Cinétique de fixation du RT en fonction de la concentration initiale

Conditions :  $20\text{ml}$ ,  $C=100\text{mg}$ /rapport solide/liquide  $>1$ ,  $T=25\text{C}^0$ ,  $t=2\text{h}$ .

Le temps d'équilibre est faible pour la concentration  $10\text{mg/l}$  (durant les 10 min premières), et il s'allonge pour les deux autres concentrations : 20 min pour la concentration  $20\text{mg/l}$  et plus de 50 min pour la concentration  $30\text{mg/l}$ .

L'allongement du temps d'équilibre s'explique par l'encombrement des molécules du colorant dû à l'augmentation de la concentration. En effet les sites de fixation sont de plus en plus difficiles à atteindre.

### 2.4. Validation des modèles cinétiques

Les données cinétiques obtenues par le processus d'adsorption ont été analysées par le biais de quatre modèles (modèle de pseudo premier ordre ; modèle de pseudo second ordre, modèle de diffusion intra particulaire et modèle de diffusion de Boyd).

#### 2.4.1. Modèle de pseudo premier ordre :

Nous constatons que ce modèle n'est pas en bonne adéquation avec nos résultats ( $R^2$  faible et ERM grande) car au lieu de droites nous obtenons des courbes (annexe07).

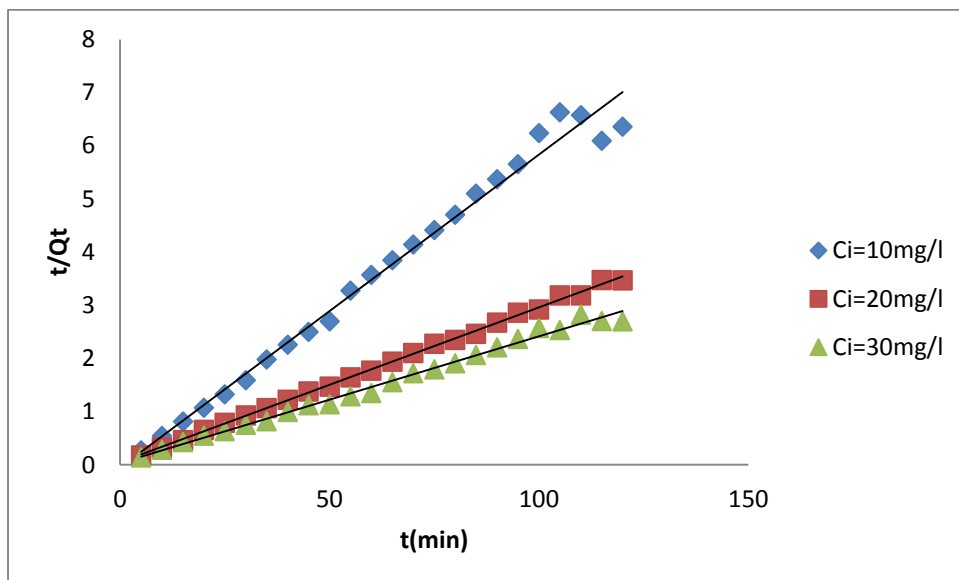
Les paramètres de linéarisation déterminés à partir de ces courbes sont regroupés dans le tableau (02).

**Tableau02** : paramètres cinétiques du modèle pseudo premier ordre

CONCENTRATION	Modèle de pseudo premier ordre				
	Equations	Qe exp	Ki (min-1)	R <sup>2</sup> %	ERM(%)
Ci=10 mg/l	Y=0,0062x+0,5375	18,87324	0,014279	0,0663	94,82023
Ci=20 mg/l	Y=0,0096X+0,6429	34,57746	0,022109	0,04383	88,77481
Ci=30 mg/l	y=0,003x+0,6237	44,43192	0,006909	0,02232	94,13813

**2.4.2. Modèle de pseudo second ordre :**

Le modèle appliqué est celui du pseudo- second ordre dont les résultats sont présents dans la figure (08) et dans le tableau (03).



**Figure08** : Application du modèle pseudo- second ordre à la bio sorption de RT

**Tableau 03** : paramètres cinétiques du modèle de pseudo-second ordre

CONCENTRATION	Modèle de pseudo second ordre				
	Equations	Qe exp	K(g.mg-1min-1)	R <sup>2</sup>	ERM%
Ci=10mg/l	Y=0,0588x-0,0502	18,8732394	-0,0688731	0,986	4,31007113
Ci=20mg/l	Y=0,0291x+0,0479	34,57746448	0,01767871	0,9985	5,59304621
Ci= 30mg/l	Y=0,0236x+0,0305	44,4319249	0,0185718	0,9919	3,86567649

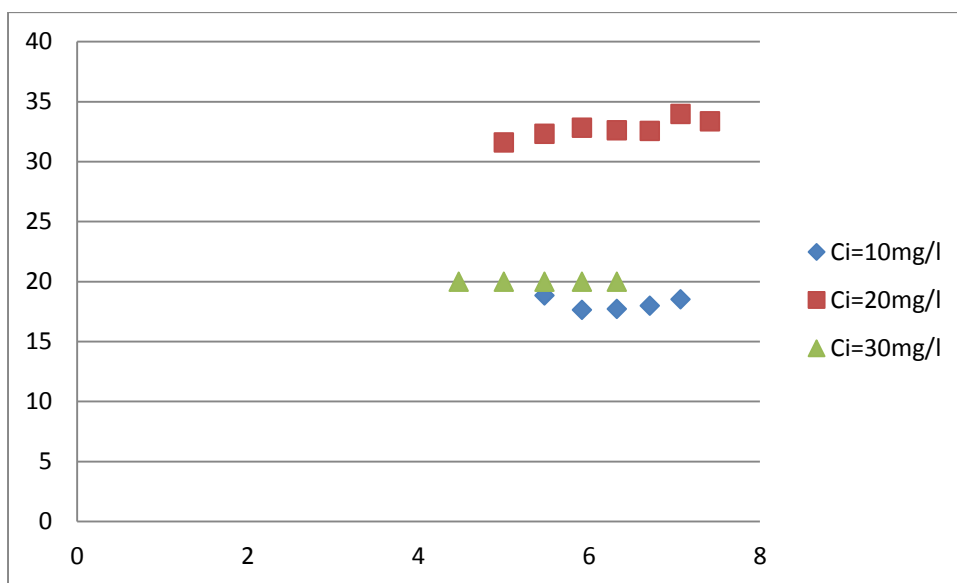
Les résultats montrent que l'adsorption du rouge tiacril suit parfaitement le modèle de pseudo second ordre.

Les coefficients de détermination  $R^2$  tendent vers 1 et l'erreur relative moyenne faible ce modèle suggère que l'adsorption dépend du couple adsorbat adsorbant il s'agit par ailleurs d'une physisorption quoique la contribution d'une chimisorption n'est pas à écarter

**2.4. 3.modèle de diffusion intra particulaire :**

Le modèle de la diffusion intra particulaire a permis de tracer la variation de  $Q_t$  en fonction de la  $\sqrt{t}$  présentée dans la figure ( 09 ).

D'après cette figure les courbes obtenues sont des droites mais qui ne passent pas par l'origine. Dans ce cas le processus de biosorption n'est pas contrôlé uniquement par ce modèle (MALKAN ,2008).



**Figure09 :** application du modèle de diffusion intra particulaire à la biosorption de RT

Les paramètres de ce modèle figurent dans le tableau (04). **Tableau04 :** constantes cinétiques du modèle de diffusion intra-particulaire

concentrations	Paramètres du modèle de diffusion intra particulaire					ERM(%)
	équations	Qe exp	Kid	L	$R^2$	
Ci=10mg/l	Y=0,7254x+34,893	18,872394	0,7254	34,893	0,4335	/
Ci=20mg/l	Y=0,4833x+29,254	34,5774648	0,4833	29,254	0,6973	1,86085415
Ci=30mg/l	Y=0,2057x+19,09	44,4319249	- 0,2057	19,09	0,2851	56,2420258

Les coefficients de détermination du second tronçon représentés dans le tableau (04) sont supérieurs à 0,28, la pente du second tronçon caractérise la constante de vitesse de la diffusion intra particulaire,  $K_{id}$  l'ordonnée à l'origine, I représentant l'épaisseur de la couche limite.

Les valeurs de  $K_{ad}$  augmentent avec l'augmentation de la concentration initiale selon la séquence  $[C] (10) > [C] (20) > [C] (30)$ .

Il ya une combinaison entre les différents paramètres physiques tels que la dimension des particules, la surface spécifique et la taille des pores (MALCAN ,2008).

L'épaisseur de la couche limite  $\delta$  décroît avec l'augmentation de la concentration du traitement pour l'ensemble des échantillons.

#### 2.4.4. Modèle de diffusion de Boyd :

Les résultats du modèle de diffusion de Boyd sont représentés dans le tableau(05).

concentration	Modèle de Boyd			
	équations	Qe exp	R <sup>2</sup>	ERM%
Ci=10mg/l	0,00669+1,8601	18,87324	0,0232	/
Ci=20mg/l	0,221+1,5652	34,57746	0,4383	/
Ci=30mg/L	-0,01427+3,677	44,43192	0,0663	/

**Tableau 05:** Paramètres cinétiques de diffusion de Boyd

Les courbes obtenues montrent que ce modèle ne convient pas dans le cas de la rétention du rouge tiacril par la boue, ainsi que nous remarquons que les valeurs des coefficients de déterminations sont faibles et les valeurs d'ERM sont augmentées. En conséquence que le phénomène d'adsorption n'est pas essentiellement limité par le transfert externe.

## *Conclusion générale*

## **Conclusion générale**

Les effluents industriels sont de nature très variable et la législation est très sévère en termes de rejet dans le milieu naturel. Certains procédés industriels produisent des eaux dont les caractéristiques permettent des traitements connus tel que le traitement par les boues activées que l'on retrouve dans les STEP des eaux usées urbaines.

Notre essai expérimental s'inscrit généralement dans le cadre de dépollution des eaux usées par la boue issue de la STEP de Tiaret.

Pour cela, on a réalisé une étude sur la boue vis-à-vis de la rétention du rouge tiacril, ce processus est connu sous le terme biosorption

Multiplés paramètres influençant la biosorption ont été étudiés comme la masse de l'adsorbant (boue), le pH les concentrations initiales de l'adsorbat(RT) et la cinétique d'adsorption.

D'après l'étude on peut tirer les conclusions suivantes:

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

Le pH peut influencer la rétention du rouge tiacril et ce pour les différents échantillons, la plus grande quantité adsorbée à l'équilibre est observée pour un pH9.

Concernant les modèles cinétiques, les résultats expérimentaux sont parfaitement ajustables au modèle de pseudo-second ordre avec de forts coefficients de régression, le modèle pseudo-premier ordre n'est pas en bonne adéquation avec nos résultats ( $R^2$  faible, ERM grande), ainsi que le modèle de Boyd. le modèle de diffusion intra particulaire explique en partie le processus de biosorption. En effet la diffusion externe et l'adsorption (interaction biosorbat site de fixation), contribuent aussi au phénomène de biosorption

En fin, d'après les résultats obtenus nous pouvons affirmer que la boue brute issue de la STEP de Tiaret est considérée comme un biosorbant efficace pour l'élimination des polluants organiques tels que le colorant industriel rouge tiacril

Ce matériaux biologiques est plus utilisé puis qu'il présent de nombreux avantages tel que l'abondance (déchet) et faible cout par rapport aux autres adsorbants plus couteux comme le charbon actif et les zéolite argile...etc.



# *Annexes*



Annexe 01 : la longueur d'onde

$\lambda$ (nm)	410	440	470	500	530	560	590	600
Abs(A)	0,1306	0,4128	0,8932	1,8932	2,3341	0,8685	0,0782	0,0436

Annexe 02 : la courbe d'étalonnage.

Ci (mg/l)	5	10	15	20	25	30	35	40	45
D.O	0,286	0,3312	0,7572	0,7703	1,105	1,2815	1,5002	1,7616	1,8412

Annexe 03 : rapport solide- liquide m/v(0,5), m/V(1), m/v(2) pour Ci=10mg/l.

t (min)	Ce (mg/l)	V (ml)	m (mg)	Qe(R=1)	m (mg)	Ce (mg/l)	Qe(R<1)	m (mg)	Ce (mg/l)	Qe(R>1)
5	1,610329	200	200	8,389671	400	3,086854	3,456573	100	0,859155	18,28169
10	1,260563	200	200	8,739437	400	2,495305	3,752347	100	0,84507	18,30986
15	1,727934	200	200	8,272066	400	2,117371	3,941315	100	0,798122	18,40376
20	1,730047	200	200	8,269953	400	1,969484	4,015258	100	0,701878	18,59624
25	1,389671	200	200	8,610329	400	1,899061	4,050469	100	0,565962	18,86808
30	1,309859	200	200	8,690141	400	1,943662	4,028169	100	0,579812	18,84038
35	1,016432	200	200	8,983568	400	2,140845	3,929577	100	1,173709	17,65258
40	1,359155	200	200	8,640845	400	1,744131	4,127934	100	1,140845	17,71831
45	1,246479	200	200	8,753521	400	1,779343	4,110329	100	0,997653	18,00469
50	1,43662	200	200	8,56338	400	1,661972	4,169014	100	0,741784	18,51643
55	1,124413	200	200	8,875587	400	1,765258	4,117371	100	1,610329	16,77934
60	1,028169	200	200	8,971831	400	1,626761	4,18662	100	1,596244	16,80751
65	1,077465	200	200	8,922535	400	1,596244	4,201878	100	1,558685	16,88263
70	1,295775	200	200	8,704225	400	1,692488	4,153756	100	1,561033	16,87793
75	1,467136	200	200	8,532864	400	1,739437	4,130282	100	1,50939	16,98122
80	1,446009	200	200	8,553991	400	1,802817	4,098592	100	1,492958	17,01408
85	1,171362	200	200	8,828638	400	1,826291	4,086854	100	1,671362	16,65728
90	1,293427	200	200	8,706573	400	1,657277	4,171362	100	1,622066	16,75587
95	1,171362	200	200	8,828638	400	1,723005	4,138498	100	1,600939	16,79812
100	1,575117	200	200	8,424883	400	1,751174	4,124413	100	1,985915	16,02817
105	1,260563	200	200	8,739437	400	1,671362	4,164319	100	2,08216	15,83568
110	1,016432	200	200	8,983568	400	1,906103	4,046948	100	1,638498	16,723
115	1,481221	200	200	8,518779	400	2,086854	3,956573	100	0,565493	18,86901
120	1,276995	200	200	8,723005	400	2,133803	3,933099	100	1,713615	16,57277



Annexe 05 : Rapport solide-liquide m/v(0,5), m/v(1), m/v(2) pour Ci=20mg/l

t (min)	Ce (mg/l)	V (ml)	m (mg)	Qe(R=1)	m (mg)	Ce (mg/l)	Qe(R<1)	m (mg)	Ce (mg/l)	Qe(R>1)
5	2,53052	200	200	17,4695	400	2,59624	8,70188	100	5,80751	28,385
10	2,20657	200	200	17,7934	400	1,85681	9,0716	100	4,57042	30,8592
15	2,21831	200	200	17,7817	400	1,50704	9,24648	100	3,98357	32,0329
20	1,90845	200	200	18,0915	400	1,35915	9,32042	100	4,84038	30,3192
25	1,80282	200	200	18,1972	400	1,64789	9,17606	100	4,19484	31,6103
30	1,46714	200	200	18,5329	400	1,10798	9,44601	100	3,83803	32,3239
35	1,48357	200	200	18,5164	400	1,24883	9,37559	100	3,58216	32,8357
40	1,277	200	200	18,723	400	2,14319	8,9284	100	3,68545	32,6291
45	1,4108	200	200	18,5892	400	1,66667	9,16667	100	3,71127	32,5775
50	1,14085	200	200	18,8592	400	2,63615	8,68192	100	3,01174	33,9765
55	1,13615	200	200	18,8638	400	5,92019	7,03991	100	3,31221	33,3756
60	1,14085	200	200	18,8592	400	5,86385	7,06808	100	3,05634	33,8873
65	1,25117	200	200	18,7488	400	5,57512	7,21244	100	3,27465	33,4507
70	1,30986	200	200	18,6901	400	9,27465	5,36268	100	3,34507	33,3099
75	1,26291	200	200	18,7371	400	10,0728	4,96362	100	3,53521	32,9296
80	1,10798	200	200	18,892	400	7,17606	6,41197	100	2,98826	34,0235
85	1,09859	200	200	18,9014	400	7,42958	6,28521	100	2,74648	34,507
90	1,07981	200	200	18,9202	400	5,48122	7,25939	100	3,1831	33,6338
95	0,93897	200	200	19,061	400	8,41315	5,79343	100	3,4061	33,1878
100	1,18545	200	200	18,8146	400	8,01174	5,99413	100	2,87559	34,2488
105	1,04695	200	200	18,9531	400	9,44131	5,27934	100	3,53052	32,939
110	1,0939	200	200	18,9061	400	8,67606	5,66197	100	2,74178	34,5164
115	1,0939	200	200	18,9061	400	9,72535	5,13732	100	3,4554	33,0892
120	1,38498	200	200	18,615	400	7,47887	6,26056	100	3,6385	32,723

Annexe 05 : rapport solide-liquide m/v(0,5), m/v(1), m/v(2) pour Ci=30mg/l.

t (min)	Ci (mg/l)	Ce (mg/l)	V (ml)	m (mg)	Qe(R=1)	m (mg)	Ce (mg/l)	Qe(R<1)	m (mg)	Ce (mg/l)	Qe(R>1)
5	30	8,593897	200	200	21,4061	400	6,88498	11,5575	100	12,5117	34,9765
10	30	6,955399	200	200	23,0446	400	4,46948	12,7653	100	12,5211	34,9577
15	30	5,516432	200	200	24,4836	400	6,26056	11,8697	100	12,4296	35,1408
20	30	4,631455	200	200	25,3685	400	4,89671	12,5516	100	11,838	36,3239
25	30	4,713615	200	200	25,2864	400	3,73474	13,1326	100	10,338	39,3239
30	30	3,84507	200	200	26,1549	400	3,98592	13,007	100	10,1831	39,6338
35	30	4,049296	200	200	25,9507	400	5,10329	12,4484	100	8,69484	42,6103
40	30	3,755869	200	200	26,2441	400	4,02582	12,9871	100	9,9554	40,0892
45	30	3,908451	200	200	26,0915	400	4,02817	12,9859	100	9,98357	40,0329
50	30	2,558685	200	200	27,4413	400	4,2723	12,8638	100	8,02582	43,9484
55	30	2,948357	200	200	27,0516	400	4,86854	12,5657	100	8,73474	42,5305
60	30	3,255869	200	200	26,7441	400	5,71362	12,1432	100	7,78638	44,4272
65	30	3,349765	200	200	26,6502	400	4,6385	12,6808	100	9,11502	41,77
70	30	3,422535	200	200	26,5775	400	4,81925	12,5904	100	9,66197	40,6761
75	30	3,143192	200	200	26,8568	400	6,70892	11,6455	100	9,09859	41,8028
80	30	3,579812	200	200	26,4202	400	6,80047	11,5998	100	9,0493	41,9014
85	30	3,748826	200	200	26,2512	400	5,53991	12,23	100	9,44366	41,1127
90	30	3,366197	200	200	26,6338	400	5,60329	12,1984	100	9,63615	40,7277
95	30	3,838028	200	200	26,162	400	5,64319	12,1784	100	9,93192	40,1362
100	30	3,302817	200	200	26,6972	400	5,58685	12,2066	100	10,5892	38,8216
105	30	3,220657	200	200	26,7793	400	5,61033	12,1948	100	9,32629	41,3474
110	30	5,93662	200	200	24,0634	400	9,14319	10,4284	100	10,5211	38,9577
115	30	4,612676	200	200	25,3873	400	6,95775	11,5211	100	8,73474	42,5305
120	30	5,995305	200	200	24,0047	400	9,07277	10,4636	100	7,78404	44,4319

Annexe 06 : effet du pH

Phi	Ci (mg/l)	V (ml)	m (mg)	Ce (mg/l)	pHf	Qe (mg/g)
3,03	25	100	10	9,441315	8,65	155,5869
5,02	25	100	10	8,413146	8,57	165,8685
7,01	25	100	10	8,812207	8,9	161,8779
9	25	100	10	6,089202	8,67	189,108
11	25	100	10	7,955399	10,52	170,446

Annexe 07 : le temps de contact

t (min)	Ci (mg/l)	Ce (mg/l)	Qe(R=1)	Ce (mg/l)	Qe(R<1)	Ce (mg/l)	Qe(R>1)
5	10	1,61033	8,38967	3,08685	3,45657	0,85915	18,2817
10	10	1,26056	8,73944	2,49531	3,75235	0,84507	18,3099
15	10	1,72793	8,27207	2,11737	3,94131	0,79812	18,4038
20	10	1,73005	8,26995	1,96948	4,01526	0,70188	18,5962
25	10	1,38967	8,61033	1,89906	4,05047	0,56596	18,8681
30	10	1,30986	8,69014	1,94366	4,02817	0,57981	18,8404
35	10	1,01643	8,98357	2,14085	3,92958	1,17371	17,6526
40	10	1,35915	8,64085	1,74413	4,12793	1,14085	17,7183
45	10	1,24648	8,75352	1,77934	4,11033	0,99765	18,0047
50	10	1,43662	8,56338	1,66197	4,16901	0,74178	18,5164
55	10	1,12441	8,87559	1,76526	4,11737	1,61033	16,7793
60	10	1,02817	8,97183	1,62676	4,18662	1,59624	16,8075
65	10	1,07746	8,92254	1,59624	4,20188	1,55869	16,8826
70	10	1,29577	8,70423	1,69249	4,15376	1,56103	16,8779
75	10	1,46714	8,53286	1,73944	4,13028	1,50939	16,9812
80	10	1,44601	8,55399	1,80282	4,09859	1,49296	17,0141
85	10	1,17136	8,82864	1,82629	4,08685	1,67136	16,6573
90	10	1,29343	8,70657	1,65728	4,17136	1,62207	16,7559
95	10	1,17136	8,82864	1,723	4,1385	1,60094	16,7981
100	10	1,57512	8,42488	1,75117	4,12441	1,98592	16,0282
105	10	1,26056	8,73944	1,67136	4,16432	2,08216	15,8357
110	10	1,01643	8,98357	1,9061	4,04695	1,6385	16,723
115	10	1,48122	8,51878	2,08685	3,95657	0,56549	18,869
120	10	1,277	8,723	2,1338	3,9331	1,71362	16,5728

Annexe 08 : temps de contact

t (min)	Ci (mg/l)	Ce (mg/l)	Qe(R=1)	Ce (mg/l)	Qe(R<1)	Ce (mg/l)	Qe(R>1)
5	20	2,530516	17,46948	2,596244	8,701878	5,807512	28,38498
10	20	2,206573	17,79343	1,856808	9,071596	4,570423	30,85915
15	20	2,21831	17,78169	1,507042	9,246479	3,983568	32,03286
20	20	1,908451	18,09155	1,359155	9,320423	4,840376	30,31925
25	20	1,802817	18,19718	1,647887	9,176056	4,194836	31,61033
30	20	1,467136	18,53286	1,107981	9,446009	3,838028	32,32394
35	20	1,483568	18,51643	1,248826	9,375587	3,58216	32,83568
40	20	1,276995	18,723	2,143192	8,928404	3,685446	32,62911
45	20	1,410798	18,5892	1,666667	9,166667	3,711268	32,57746
50	20	1,140845	18,85915	2,63615	8,681925	3,011737	33,97653
55	20	1,13615	18,86385	5,920188	7,039906	3,312207	33,37559
60	20	1,140845	18,85915	5,86385	7,068075	3,056338	33,88732
65	20	1,251174	18,74883	5,575117	7,212441	3,274648	33,4507
70	20	1,309859	18,69014	9,274648	5,362676	3,34507	33,30986
75	20	1,262911	18,73709	10,07277	4,963615	3,535211	32,92958
80	20	1,107981	18,89202	7,176056	6,411972	2,988263	34,02347
85	20	1,098592	18,90141	7,429577	6,285211	2,746479	34,50704
90	20	1,079812	18,92019	5,481221	7,25939	3,183099	33,6338
95	20	0,938967	19,06103	8,413146	5,793427	3,406103	33,18779
100	20	1,185446	18,81455	8,011737	5,994131	2,875587	34,24883
105	20	1,046948	18,95305	9,441315	5,279343	3,530516	32,93897
110	20	1,093897	18,9061	8,676056	5,661972	2,741784	34,51643
115	20	1,093897	18,9061	9,725352	5,137324	3,455399	33,0892
120	20	1,384977	18,61502	7,478873	6,260563	3,638498	32,723



Annexe 09 :le temps de contact.

t(min)	Ci(mg/l)	Ce(mg/l)	Qe(R=1)	Ce(mg/l)	Qe(R<1)	Ce(mg/l)	Qe(R>1)
5	30	8,593897	21,4061	6,88498	11,5575	12,5117	34,9765
10	30	6,955399	23,0446	4,46948	12,7653	12,5211	34,9577
15	30	5,516432	24,4836	6,26056	11,8697	12,4296	35,1408
20	30	4,631455	25,3685	4,89671	12,5516	11,838	36,3239
25	30	4,713615	25,2864	3,73474	13,1326	10,338	39,3239
30	30	3,84507	26,1549	3,98592	13,007	10,1831	39,6338
35	30	4,049296	25,9507	5,10329	12,4484	8,69484	42,6103
40	30	3,755869	26,2441	4,02582	12,9871	9,9554	40,0892
45	30	3,908451	26,0915	4,02817	12,9859	9,98357	40,0329
50	30	2,558685	27,4413	4,2723	12,8638	8,02582	43,9484
55	30	2,948357	27,0516	4,86854	12,5657	8,73474	42,5305
60	30	3,255869	26,7441	5,71362	12,1432	7,78638	44,4272
65	30	3,349765	26,6502	4,6385	12,6808	9,11502	41,77
70	30	3,422535	26,5775	4,81925	12,5904	9,66197	40,6761
75	30	3,143192	26,8568	6,70892	11,6455	9,09859	41,8028
80	30	3,579812	26,4202	6,80047	11,5998	9,0493	41,9014
85	30	3,748826	26,2512	5,53991	12,23	9,44366	41,1127
90	30	3,366197	26,6338	5,60329	12,1984	9,63615	40,7277
95	30	3,838028	26,162	5,64319	12,1784	9,93192	40,1362
100	30	3,302817	26,6972	5,58685	12,2066	10,5892	38,8216
105	30	3,220657	26,7793	5,61033	12,1948	9,32629	41,3474
110	30	5,93662	24,0634	9,14319	10,4284	10,5211	38,9577
115	30	4,612676	25,3873	6,95775	11,5211	8,73474	42,5305
120	30	5,995305	24,0047	9,07277	10,4636	7,78404	44,4319

Annexe 09 : effet de la concentration initiale.

t (min)	Ci (mg/l)	Ce (mg/l)	Qe (mg/g)	Ci (mg/l)	Ce (mg/l)	Qe (mg/g)	Ci (mg/l)	Ce (mg/l)	Qe (mg/g)
5	10	0,859155	18,28169	20	5,807512	28,38498	30	12,51174	34,97653
10	10	0,84507	18,30986	20	4,570423	30,85915	30	12,52113	34,95775
15	10	0,798122	18,40376	20	3,983568	32,03286	30	12,42958	35,14085
20	10	0,701878	18,59624	20	4,840376	30,31925	30	11,83803	36,32394
25	10	0,565962	18,86808	20	4,194836	31,61033	30	10,33803	39,32394
30	10	0,579812	18,84038	20	3,838028	32,32394	30	10,1831	39,6338
35	10	1,173709	17,65258	20	3,58216	32,83568	30	8,694836	42,61033
40	10	1,140845	17,71831	20	3,685446	32,62911	30	9,955399	40,0892
45	10	0,997653	18,00469	20	3,711268	32,57746	30	9,983568	40,03286
50	10	0,741784	18,51643	20	3,011737	33,97653	30	8,025822	43,94836
55	10	1,610329	16,77934	20	3,312207	33,37559	30	8,734742	42,53052
60	10	1,596244	16,80751	20	3,056338	33,88732	30	7,786385	44,42723
65	10	1,558685	16,88263	20	3,274648	33,4507	30	9,115023	41,76995
70	10	1,561033	16,87793	20	3,34507	33,30986	30	9,661972	40,67606
75	10	1,50939	16,98122	20	3,535211	32,92958	30	9,098592	41,80282
80	10	1,492958	17,01408	20	2,988263	34,02347	30	9,049296	41,90141
85	10	1,671362	16,65728	20	2,746479	34,50704	30	9,443662	41,11268
90	10	1,622066	16,75587	20	3,183099	33,6338	30	9,63615	40,7277
95	10	1,600939	16,79812	20	3,406103	33,18779	30	9,931925	40,13615
100	10	1,985915	16,02817	20	2,875587	34,24883	30	10,5892	38,8216
105	10	2,08216	15,83568	20	3,530516	32,93897	30	9,326291	41,34742
110	10	1,638498	16,723	20	2,741784	34,51643	30	10,52113	38,95775
115	10	0,565493	18,86901	20	3,455399	33,0892	30	8,734742	42,53052
120	10	1,713615	16,57277	20	3,638498	32,723	30	7,784038	44,43192

Annexe 10 : Modèle du pseudo premier- ordre.

t (min)	Ci (mg/l)	log (Qe-Qt)	Ci (mg/l)	log (Qe-Qt)	Ci (mg/l)	log (Qe-Qt)
5	10	-0,22801	20	0,791865	30	0,97568
10	10	-0,2492	20	0,570345	30	0,976541
15	10	-0,32838	20	0,405619	30	0,968066
20	10	-0,55753	20	0,629227	30	0,908912
25	10	-2,28694	20	0,472337	30	0,708249
30	10	-1,48327	20	0,352861	30	0,681071
35	10	0,086594	20	0,240993	30	0,260451
40	10	0,062556	20	0,289667	30	0,637762
45	10	-0,06121	20	0,301029	30	0,64336
50	10	-0,44757	20	-0,22117	30	-0,31555
55	10	0,320955	20	0,079859	30	0,279074
60	10	0,315073	20	-0,16107	30	-2,32883
65	10	0,298986	20	0,05183	30	0,425203
70	10	0,300009	20	0,102983	30	0,57471
75	10	0,276926	20	0,216926	30	0,419808
80	10	0,269316	20	-0,2565	30	0,403208
85	10	0,345563	20	-1,15232	30	0,521039
90	10	0,325797	20	-0,02519	30	0,568697
95	10	0,317043	20	0,142911	30	0,633041
100	10	0,454093	20	-0,48329	30	0,748988
105	10	0,482525	20	0,214445	30	0,489185
110	10	0,332486	20	-1,21447	30	0,738319
115	10	-2,37408	20	0,172678	30	0,279074
120	10	#####	20	#####	30	#####



Annexe 11 : Modèle du pseudo second- ordre.

t (min)	Ci (mg/l)	Qe(mg/g)	t/Qt	Ci (mg/l)	Qe(mg/g)	t/Qt	Ci (mg/l)	Qe(mg/g)	t/Qt
5	10	18,28169	0,273498	20	28,38498	0,17615	30	34,97653	0,142953
10	10	18,30986	0,546154	20	30,85915	0,324053	30	34,95775	0,28606
15	10	18,40376	0,815051	20	32,03286	0,468269	30	35,14085	0,426854
20	10	18,59624	1,075486	20	30,31925	0,659647	30	36,32394	0,550601
25	10	18,86808	1,324989	20	31,61033	0,790881	30	39,32394	0,635745
30	10	18,84038	1,592325	20	32,32394	0,928105	30	39,6338	0,75693
35	10	17,65258	1,982713	20	32,83568	1,065914	30	42,61033	0,821397
40	10	17,71831	2,257552	20	32,62911	1,225899	30	40,0892	0,997775
45	10	18,00469	2,499348	20	32,57746	1,381323	30	40,03286	1,124076
50	10	18,51643	2,700304	20	33,97653	1,471604	30	43,94836	1,137699
55	10	16,77934	3,27784	20	33,37559	1,647911	30	42,53052	1,293189
60	10	16,80751	3,569832	20	33,88732	1,770574	30	44,42723	1,350523
65	10	16,88263	3,850111	20	33,4507	1,943158	30	41,76995	1,556143
70	10	16,87793	4,147427	20	33,30986	2,10148	30	40,67606	1,720914
75	10	16,98122	4,416644	20	32,92958	2,277588	30	41,80282	1,794137
80	10	17,01408	4,701987	20	34,02347	2,351318	30	41,90141	1,909244
85	10	16,65728	5,102875	20	34,50704	2,463265	30	41,11268	2,067489
90	10	16,75587	5,371252	20	33,6338	2,675879	30	40,7277	2,209798
95	10	16,79812	5,655394	20	33,18779	2,862498	30	40,13615	2,366944
100	10	16,02817	6,239016	20	34,24883	2,919808	30	38,8216	2,575886
105	10	15,83568	6,630596	20	32,93897	3,187714	30	41,34742	2,539457
110	10	16,723	6,577765	20	34,51643	3,186888	30	38,95775	2,823572
115	10	18,86901	6,094648	20	33,0892	3,475454	30	42,53052	2,703941
120	10	18,87324	6,358209	20	34,57746	3,470468	30	44,43192	2,700761

Annexe 12 : Modèle du diffusion intra particule.

t½	Ci (mg/l)	Qe(mg/g)	Ci (mg/l)	Qe(mg/g)	Ci (mg/l)	Qe(mg/g)
2,236068	10	18,28169	20	28,38498	30	34,97653
3,162278	10	18,30986	20	30,85915	30	34,95775
3,872983	10	18,40376	20	32,03286	30	35,14085
4,472136	10	18,59624	20	30,31925	30	36,32394
5	10	18,86808	20	31,61033	30	39,32394
5,477226	10	18,84038	20	32,32394	30	39,6338
5,91608	10	17,65258	20	32,83568	30	42,61033
6,324555	10	17,71831	20	32,62911	30	40,0892
6,708204	10	18,00469	20	32,57746	30	40,03286
7,071068	10	18,51643	20	33,97653	30	43,94836
7,416198	10	16,77934	20	33,37559	30	42,53052
7,745967	10	16,80751	20	33,88732	30	44,42723
8,062258	10	16,88263	20	33,4507	30	41,76995
8,3666	10	16,87793	20	33,30986	30	40,67606
8,660254	10	16,98122	20	32,92958	30	41,80282
8,944272	10	17,01408	20	34,02347	30	41,90141
9,219544	10	16,65728	20	34,50704	30	41,11268
9,486833	10	16,75587	20	33,6338	30	40,7277
9,746794	10	16,79812	20	33,18779	30	40,13615
10	10	16,02817	20	34,24883	30	38,8216
10,24695	10	15,83568	20	32,93897	30	41,34742
10,48809	10	16,723	20	34,51643	30	38,95775
10,72381	10	18,86901	20	33,0892	30	42,53052
10,95445	10	18,87324	20	34,57746	30	44,43192

Annexe 13 : Modèle cinétique de Boyd.

t (min)	Ci (mg/l)	Qe(mg/g)	Bt	Ci (mg/l)	Qe(mg/g)	Bt	Ci (mg/l)	Qe(mg/g)	Bt
5	10	18,28169	2,965054	20	28,38498	1,222166	30	34,97653	1,049673
10	10	18,30986	3,013844	20	30,85915	1,732234	30	34,95775	1,047689
15	10	18,40376	3,196166	20	32,03286	2,11153	30	35,14085	1,067204
20	10	18,59624	3,723798	20	30,31925	1,596653	30	36,32394	1,20341
25	10	18,86808	7,705918	20	31,61033	1,957906	30	39,32394	1,665455
30	10	18,84038	5,85541	20	32,32394	2,23301	30	39,6338	1,728035
35	10	17,65258	2,240655	20	32,83568	2,490595	30	42,61033	2,696548
40	10	17,71831	2,296005	20	32,62911	2,378518	30	40,0892	1,827758
45	10	18,00469	2,580981	20	32,57746	2,352357	30	40,03286	1,814868
50	10	18,51643	3,470602	20	33,97653	3,554772	30	43,94836	4,022831
55	10	16,77934	1,701018	20	33,37559	2,861621	30	42,53052	2,653666
60	10	16,80751	1,714562	20	33,88732	3,416369	30	44,42723	8,658591
65	10	16,88263	1,751603	20	33,4507	2,92616	30	41,76995	2,317193
70	10	16,87793	1,749248	20	33,30986	2,808376	30	40,67606	1,97294
75	10	16,98122	1,8024	20	32,92958	2,546011	30	41,80282	2,329615
80	10	17,01408	1,819923	20	34,02347	3,636118	30	41,90141	2,367837
85	10	16,65728	1,644358	20	34,50704	5,698812	30	41,11268	2,096521
90	10	16,75587	1,68987	20	33,6338	3,103494	30	40,7277	1,986785
95	10	16,79812	1,710027	20	33,18779	2,716438	30	40,13615	1,838627
100	10	16,02817	1,394457	20	34,24883	4,158314	30	38,8216	1,57165
105	10	15,83568	1,328991	20	32,93897	2,551725	30	41,34742	2,169868
110	10	16,723	1,674468	20	34,51643	5,841923	30	38,95775	1,596217
115	10	18,86901	7,906564	20	33,0892	2,647896	30	42,53052	2,653666

## *Références bibliographiques*



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Abdelkader .G, (1984) . Épuration biologique des eaux usées urbaines. Université houari Boumediene, Alger. P 87
- Claude. C, (1999). Les traitements de l'eau. Ellipses, paris, p 89
- CHANA ,M ,(2016) élimination des molécules récalcitrantes par procédé électrochimique, mimosoir de magister en chimie, université mouloud Mammeri tizi ousou, pp 22 26
- Emilan.k, (2004) . Traitement des pollutions industrielles eau.air. Déchets. Sol .boues .dunod, paris. p 1
- Gregorio. C et pierre marie, b, (2007). Traitement et épuration des eaux industrielles polluées .préface d'Antoine Monteil universitaires de Franche-Comté, p 18
- Gacem .N , mekadem .s , adsorption du bleu de méthylène par la vase modifiée chimiquement de barrage chaufra , mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master académique ,république algérienne 'département des sciences de la nature et de la vie ,2015, p
- Hayat, DJ. (2008). Les effluents industrielles et leur traitement. N= 20 ,275 \_ 288
- Khalid, A, (2001) .pollution des eaux. Universitaires européennes, Europe, P 21
- Zeghoud m, (2013). Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de méghibra, mimosoir de master en technologie, p 20 31
- Lavalay ch., (2014). Synthèse et caractéristique de matériaux magnétiques pour l'adsorption de polluants présents dans les eaux, université prerre et mariecurie, p 42 156 153
- Samiha h, (2008). Etude de dégradation des colorants de textile par les procédés d'oxydation avancée application à la dépollution des rejets industriels, mimosoir magister, université paris-est\_et tunis el manar, p 06
- Zeghoud m, (2013). Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de méghibra, mimosoir de master en technologie, p 20 31

## Résumé :

Le travail réalisé comprend l'étude de la valorisation de la boue issue de la STEP de Tiaret. Nous avons utilisé cette dernière comme un biosorbant naturel pour traiter une eau polluée par les substances organiques (colorants : rouge tiacril). Dans ce travail, nous avons étudié la bio sorption de ce colorant par la boue après séchage à l'air libre, broyage puis tamisage (0,63 $\mu$ m).

Au cours de cette étude nous avons testé quelques paramètres influençant la bio sorption tels que : la masse de biosorbant, le pH et l'étude cinétique de l'effet de la concentration initiale du colorant.

Les résultats obtenus montrent que la meilleure rétention de rouge tiacril est obtenue avec une masse de 0,01 gde boue, un pH 9 et l'étude cinétique de l'effet de la concentration initiale est plus performante à la concentration de 30mg/l.

Le modèle cinétique appliquée est celui du pseudo-second ordre, par contre les modèles : Pseudo-premier ordre, diffusion intra particulaire et Boyd ne sont pas appliqués.

**Mots clés:** boue, rouge tiacril, biosorption, étude cinétique, paramètres.

## الملخص:

يتضمن العمل الذي قمن به دراسة استغلال الحمأة الناتجة عن محطة تطهير المياه الملوثة لولاية تيارت وذلك باستخدامها كمتنبت طبيعي لمعالجة المياه الملوثة بالمواد العضوية السامة المختلفة مثل احمر تياكريل وذلك بعد تجفيفها في الهواء الطلق و سحقها وكذلك تصفيتها في غربال ذو أبعاد 0,63 ميكرو متر. اثناء هذه الدراسة تم القيام بمجموعة من التجارب بهدف معرفة بعض العوامل المؤثرة على الامتصاص منها الكتلة الحموضة, الزمن, التراكيز الابتدائية للملون مصحوبة بدراسة حركية. من خلال التجارب تم استخلاص مجموعة من النتائج وهي افضل امتصاص للاحمر تياكريل يكون عند كتلة 0,01 غ. درجة الحموضة 9, وأفضل دراسة حركية تكون عند تركيز 30 ملغ/ل, كما أكدت النتائج ان الدراسة الحركية تتبع بصفة جيدة نموذج pseudo-second ordre على عكس النماذج الأخرى.

الكلمات المفتاحية : حمأة, أحمر تياكريل, امتصاص حيوي, دراسة حركية, مؤشرات.