

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département Génie de l'environnement.

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER

FILIÈRE : Génie des procédés

Spécialité : Génie des procédés de l'environnement.

Par

➤ **Aamer Amel**

Intitulé

Adsorption de Rouge de Congo par une argile locale activé

Soutenu le : 24/06/2024

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Établissement</i>
<i>M. Bekri Sara</i>	<i>MCB</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. Bahah Salah</i>	<i>MCB</i>	<i>Encadrant</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. Banou Meriem</i>	<i>MCB</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire 2023/2024

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude et mes remerciements les plus profonds à mon superviseur, **Monsieur Bahah Saleh**, pour son soutien inébranlable et ses conseils précieux qui ont grandement contribué à la réalisation de ce mémoire. Sa patience, son encouragement et ses orientations éclairées ont joué un rôle crucial dans l'accomplissement de ce travail scientifique. Ses suggestions avisées et ses remarques perspicaces ont toujours été une source d'inspiration et de motivation pour moi, m'incitant à surmonter les obstacles et à donner le meilleur de moi-même tout au long de ce parcours académique. Je ne saurais trop le remercier pour son partenariat précieux dans cette réussite

Je tiens également à exprimer ma profonde reconnaissance aux membres du jury, pour leur temps et leurs efforts consacrés à la révision et à l'évaluation de ce travail. Leurs observations précieuses et leurs critiques constructives ont été une véritable incitation à améliorer la qualité de ce mémoire et à l'amener au **plus haut niveau possible.**

Merci infiniment à vous tous pour votre soutien et vos orientations, qui ont été le moteur principal de l'accomplissement de ce travail.

DÉDICACE

**À mes très chers : ma mère et mon père,
mes Sœurs (H,F,S,L), et leurs petits
enfants Sara, Ritaj, Aya, Abd ar-
Rahman, et Jouhayna, ainsi que mes
frères bien-aimés Youssef et Wahid. Je
vous dédie ce travail en signe de
gratitude pour tout l'amour et le soutien
que vous m'avez apportés. Vous êtes la
lumière qui éclaire mon chemin, et je
prie Dieu de vous protéger et de remplir
vos cœurs de bonheur éternellement.**

Sommaire

Dédicace	
Remerciements	
Sommaire	
Liste des Figures	
Liste des tableaux	
Introduction général	1
I – L'adsorption	
I-1- Introduction	3
I -2 - Définition	3
I-3 – Principe	3
I -4 - Facteurs influençant l'adsorption	5
a - pH	6
b - Température	6
c - Temps de contact	6
d - Concentration	6
e - La masse d'adsorption	6
I -5- Isothermes d'adsorption	6
I -5 -1- Définition de l'isotherme	6
I –5 – 2 - Classification des isothermes	7
I - 6 - Modèles d'isothermes d'adsorption	8
I -7 - Modèles cinétique d'adsorption	10
1-7-1 - Modèle cinétique du pseudo premier ordre	10
1-7-2- Modèle cinétique du pseudo seconde ordre	10
I-8- Domaines d'applications de l'adsorption	11
I-9- Avantages et inconvénients	11
I-9-1- Avantages d'adsorption	11
I-9-2- Inconvénients d'adsorption	12
II-A- Les colorants	
II- A-1-Introduction	14
II-A-2-Définition des colorants	14
II-A-3- Classification des colorants	15
II-A-3-1-Classification des colorants selon leurs natures	16
a-Colorants naturels	16
b-Colorants synthétiques	16
II-A-3-2-Classification chimique	17

II-A- 4 - Utilisation et application des colorants	17
II-A-5-Toxicité et impact environnemental	18
II-A-5-1-Toxicité sur la santé humaine	18
II-A-5-2- Impacts environnementaux	18
II-A-6-Procédés de traitement	18
II -B - Rouge de Congo	19
II-B-1- Définition	19
II-B-2-Caractéristiques physico-chimiques du Rouge Congo	19
II-B-3- Propriétés acido-basiques	20
II-B-4-Domaine d'utilisation du Rouge Congo	21
II-B-5-Toxicité de Rouge Congo	21
III - Argiles	
III-1-Introduction	23
III-2- Définition	23
III-3- Structure des argiles (minéraux argileux)	23
III - 4 - Classification des argiles	25
III- 5 - L'argile et l'environnement	25
III-5-1- Composition générale de l'argile	25
III -5 -2 - Rôle d'argile	26
III-6- Le Bentonite	27
III-6-1 - Définition	27
III- 6 -2- Types d'argiles	28
III-6-3-Application de la bentonite	29
III-7-les kaolins	29
III-7-1-Définition des kaolins	29
III-7-2- Applications industrielles	29
IV- Résultats et discussion	
PARTIE 1: Appareils, Produits et modes opératoire	31
IV-1- Objectif	31
IV -2- Produits utilisés	31
IV -3- Appareils	32
IV-4- Caractérisation physic-chimique et morphologique	
IV- 4- 1- Caractérisation Par IR (infrarouge)	

IV-4 -2- Caractérisation par Granulométrie laser	
IV-5-modes opératoire	
IV -5-1- Préparation de la solution mère 1	
IV -5-2- Courbe d'étalonnage	
IV -5-3- Paramètres influençant sur l'adsorption	38
a- Effet de pH	38
b- Effet de masse	39
c- Effet de Concentration	39
d- Effet de temps	40
e- Effet de Température	40
IV -6-Effet de traitement thermique de l'argile	40
IV-6-1- Effet de PH	41
PARTIE 2: Résultats et discussion	42
IV – 7 - Adsorption de Rouge de congo par argile inter stratifié	43
IV - 7 -1 - Effet de pH	43
IV- 7 - 2 - Effet de masse	44
IV -7 -3 - Effet de la concentration initiale	46
IV -7 - 4 - Effet de temps de contact	48
IV-7-5-Effet de température	50
IV- 7- 6 - Isotherme d'adsorption de RC	52
a-Modèles d'isothermes d'adsorption	52
b - Modèles cinétiques d'adsorption de RC	54
Conclusion Générale	56
BIBLIOGRAPHIQUES	
Résumé	

Liste des Figures

Figure N°	Titre N°	Page N°
Figure I.1	Schéma simplifié représentant le phénomène d'adsorption	3
Figure I-2	Schéma simplifié du principe d'adsorption en phase liquide sur une particule de charbon actif.	4
Figure I-3	Les différents types d'adsorption	5
Figure II-1	Rouge Congo	8
Figure III-1	Représentation de la couche Octaédrique	19
Figure III-2	Représentation de la couche tétraédrique	23
Figure III-3	Représentation de la couche inter foliaire	24
Figure III -4	Les différents types d'argiles	24
Figure III -5	Compositions des argiles	26
Figure III -6	Rôle des argiles dans l'environnement	26
Figure III-7	Structure d'une montmorillonite	27
Figure IV-1	Spectre infrarouge de l'Argile Inter stratifié	28
Figure IV-2	la solution mère 1	34
Figure IV-3	les solutions préparées	37
Figure IV-7	L'argile avant La calcination	39
Figure IV-8	L'argile dans le four	39
Figure IV-9	L'argile après La calcination	41
Figure IV-10	La solution de pH=3 avant et après d'ajouter l'argile La calcination.	41
Figure IV-11	Effet de pH sur la quantité adsorbée de RC sur Argile Inter stratifié	41
Figure IV-12	Effet de pH sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Inter stratifié	41
Figure IV-13	Effet de masse sur la quantité adsorbée de RC sur Argile Inter stratifié	43
Figure IV- 14	Effet de masse sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Inter stratifié	44
Figure IV- 15	Effet de concentration initiale sur la quantité adsorbée de RC sur Argile Inter stratifié	45

Figure IV- 16	Effet de concentration initiale sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Inter stratifié	45
Figure IV - 17	Effet deTemps sur la quantité adsorbée de RC sur Argile Inter stratifié	46
Figure IV- 18	Effet de Temps sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Inter stratifié	47
Figure IV - 19	Effet deTempérature sur la quantité adsorbée de RC sur Argile Inter stratifié	48
Figure IV - 20	Effet de Température sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Inter stratifié.	49
Figure IV -21	Effet de Concentration Résiduel sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Inter stratifié	50
Figure IV- 22	Modèle de Langmuir adsorption de RC par Argile Inter stratifié	51
Figure IV- 23	modèle de Freundlich adsorption de RC par Argile Inter stratifié	51
Figure IV- 24	modèle de Temkin adsorption de RC par Argile Inter stratifié	51
Figure IV- 25	Modelés cinétiques pseudo premier ordre adsorption de RC sur Argile Inter stratifié	54
Figure IV- 25	Modelés cinétiques pseudo premier ordre adsorption de RC sur Argile Inter stratifié	54
Figure IV- 26	Modelés cinétiques pseudo second ordre adsorption de RC sur Argile Inter stratifié	54

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre N°	Page N°
Tableau I.1	Principales Différences entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique	5
Tableau II-1	Principaux groupements chromophores et auxochromes, classés par intensité croissante	15
Tableau II-2	Classification chimique des colorants	16
Tableau II-3	Principales caractéristiques physico-chimiques du RC (Venkat et al, 2013)	20
Tableau II-4	Propriétés physico – chimiques du Rouge Congo	20
Tableau IV-1	Produits utilisés et ses caractéristiques	31
		32
Tableau IV-1	Préparation des solutions filles	37
Tableau IV-2	Résultats d'absorbance de la courbe d'étalonnage	38
Tableau IV-3	Préparation des solution	40

Introduction générale

L'eau représente l'élément le plus essentiel sur Terre. Presque tous les phénomènes vitaux de la biosphère dépendent étroitement de sa disponibilité.

La pollution des sources d'eau provient du rejet d'eaux usées non traitées ou insuffisamment traitées, ce qui entraîne la dégradation des écosystèmes. Ce problème est encore plus grave avec les effluents industriels, qui contiennent souvent des substances très toxiques [1].

Parmi les effluents aqueux, ceux contenant des colorants posent des défis particuliers en raison de leur origine synthétique et de leur structure moléculaire complexe, qui rendent leur biodégradation difficile et compliquent leur traitement [2].

Réduire voire éliminer ces colorants est crucial en raison de leur toxicité avérée. Diverses méthodes de traitement opérationnel existent, incluant des procédés physicochimiques (comme l'adsorption, la filtration membranaire, les méthodes de séparation solide-liquide telles que la précipitation, la coagulation, la floculation et la décantation), des méthodes chimiques (résine échangeuse d'ions, oxydation avec de l'oxygène, de l'ozone, etc.) et des méthodes biologiques (traitement aérobie et anaérobie).

Dans cette étude, l'adsorption a été choisie comme méthode privilégiée. Elle est largement reconnue comme l'une des techniques les plus efficaces pour éliminer les composés organiques et les ions métalliques de l'eau, surtout dans le traitement des effluents industriels, en raison de son rapport coût-efficacité, de sa conception simple, de sa facilité d'utilisation et de sa capacité à résister aux substances toxiques [3].

Cette étude débutera par la théorie un premier chapitre consacré au phénomène de l'adsorption en expliquant ses types, principe, applications et modèles, ensuite, le deuxième chapitre les colorants et rouge de congo définition, ses types et formes, ainsi que ses caractéristiques et utilisations. Le chapitre expérimental présentera les résultats obtenus en laboratoire, où nous avons étudié l'impact de différents paramètres sur l'efficacité de l'argile pour l'adsorption du rouge de Congo.

CHAPITRE I

L'ADSORPTION

I -1 - Définition

L'adsorption est un processus physico-chimique qui se manifeste par une altération de la concentration à l'interface de deux phases non miscibles : (liquide / solide) ou (gaz / solide).

Les couples (adsorbât / adsorbant) seront donc abordés.

Les molécules d'une phase gazeuse ou liquide se fixent sur la surface d'un solide, ce qui est appelé adsorption par un solide [5] .

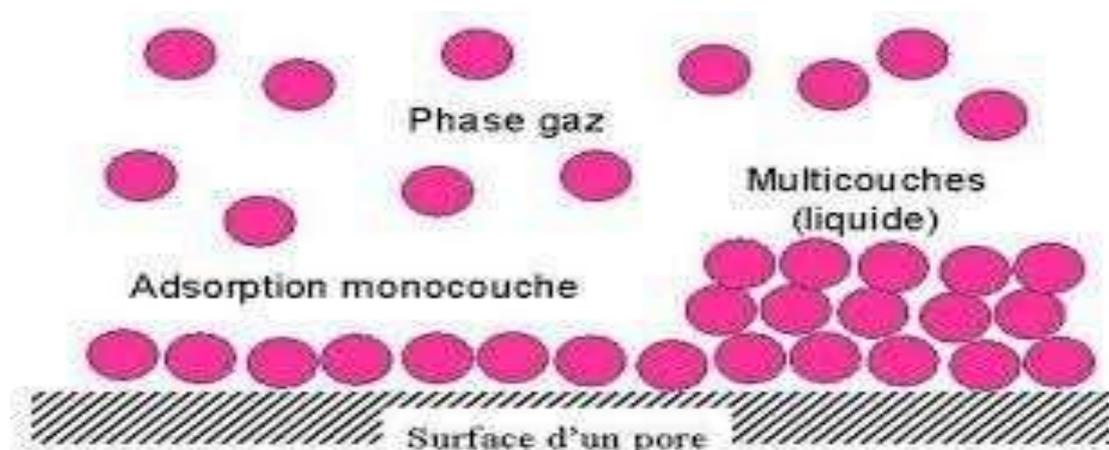


Figure I.1: Schéma simplifié représentant le phénomène d'adsorption [5]

I - 2 - Principe

Le processus de transfert de masse lors de l'adsorption implique que les molécules se déplacent de la phase fluide vers le cœur de l'adsorbant, opérant à l'intérieur des grains d'adsorbant. Ces matériaux disposent de surfaces spécifiques étendues, souvent développées sur des supports poreux industriels. Lors de l'adsorption d'une espèce

chimique, comme une molécule de polluant dans une solution aqueuse, le transfert de la phase liquide vers la phase solide se déroule en plusieurs étapes distinctes [6] :

a- Diffusion externe : C'est le transfert initial du soluté depuis la phase liquide ou gazeuse vers la surface externe de l'adsorbant. Ce processus est influencé par l'écoulement du liquide le long de la surface de l'adsorbant.

b- Diffusion interne : Les molécules du liquide pénètrent à l'intérieur des pores de l'adsorbant. La diffusion interne dépend du gradient de concentration du soluté à travers l'adsorbant.

c- Diffusion de surface : Cette étape correspond à l'adhésion des particules à la surface des pores de l'adsorbant.

À la fin de ces étapes, l'espèce à adsorber atteint le site d'adsorption où elle est retenue en fonction de la force de liaison établie, que ce soit par physisorption (L'adsorption physique) ou chimisorption (l'adsorption chimique) [6].

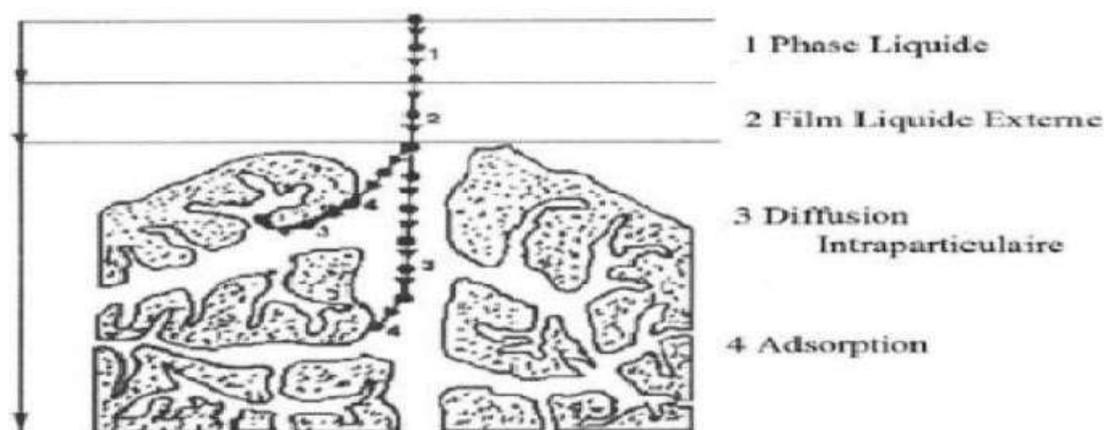


Figure I-2 : Schéma simplifié du principe d'adsorption en phase liquide sur une particule de charbon actif .

L'adsorption est un processus exothermique, ce qui signifie qu'elle se produit avec un dégagement de chaleur, ce qui peut conduire à un échauffement du solide et à une réduction des quantités adsorbées [6].

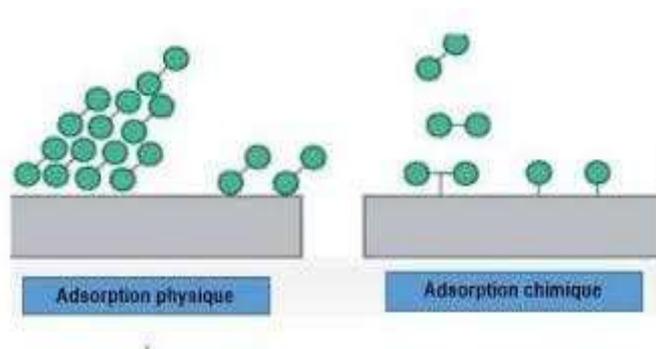


Figure I-3 Les différents types d'adsorption

Tableau I.1: Principales Différences entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique [7]

Propriétés	Adsorption physique	Adsorption chimique
Energie d'adsorption	5 à 10 Kcal/mole	20 à 100 Kcal/mole
Température de processus	Inférieure à la température d'ébullition de l'adsorbat	Elevée
Nature de liaison	Physique (Van der Waals)	Chimique
Désorption	Plus ou moins parfaite	Difficile
Energie d'activation	Non appréciable	Peut être mise en jeu
Cinétique	Très rapide	Lente
Etat de surface	Formation de multicouches	Conduit tout ou plus à une mono couche

I-3-Facteurs influençant l'adsorption

Différents facteurs influencent l'adsorption, qui consiste à retenir les molécules d'une substance à la surface d'un solide ou d'un liquide. Voici certains des plus importants

a- Le pH :

Est l'un des éléments les plus cruciaux dans les études d'adsorption, ce facteur joue un rôle crucial.

Cela varie en fonction de l'origine des eaux à traiter et de la méthode utilisée pour les traiter (coagulation, floculation, oxydation...). Il est donc pertinent de savoir si l'adsorption est efficace à [8].

b- Facteur de température :

L'adsorption est un processus exothermique qui libère de la chaleur, ce qui entraîne les meilleurs résultats à des températures moins élevées [8].

c- Le temps de contact :

La durée de contact entre l'adsorbé et l'adsorbant détermine le taux d'élément adsorbé. Ainsi, la durée de contact favorise l'adsorption et renforce la liaison entre l'adsorbé et la surface de l'adsorbant [9].

d- La concentration :

Selon la concentration initiale des substances adsorbables, l'équilibre d'adsorption entre la concentration dans la phase solide et la phase liquide est déterminé par l'équilibre d'adsorption. [10]

e- La masse d'adsorption

La recherche de la masse minimale nécessaire et suffisante d'un matériau pour adsorber un polluant donné, est une étape primordiale à toute étude sur l'adsorption, car elle joue un rôle très important sur le mécanisme d'adsorption et sur le coût de l'adsorbant [6].

I-4- Isothermes d'adsorption :**I - 4 - 1 - Définition de l'isotherme :**

La variation de la quantité adsorbée Q_e (mg/g) sur un solide est connue sous le nom d'isotherme d'adsorption.

La concentration C_e (mg/L) du composé adsorbable est fonction de l'équilibre $Q_e = f(C_e)$, à une concentration de C_e [4].

I-4-2 Classification des isothermes :

Le comportement de tous les systèmes adsorbant-adsorbât n'est pas identique.

Quatre classes principales sont identifiées expérimentalement : S (Sigmoïde), L (Langmuir), H (Haute affinité) et C (partition Constante). La Figure I-4 illustre cette classification [11]

a- Classe L

Les isothermes de classe L montrent une concavité tournée vers le bas à des concentrations de solution faibles, ce qui indique une diminution des sites libres au fur et à mesure de l'adsorption. On observe ce phénomène lorsque les forces d'attraction entre les molécules se manifestent.

L'adsorption est faible. On la constate fréquemment lorsqu'on adsorbe les molécules à plat, ce qui réduit leur attraction latérale. De plus, elle peut se manifester lorsque les molécules sont adsorbées de manière verticale et lorsque la compétition d'adsorption entre le solvant et le soluté est faible.

Dans cette situation, l'adsorption des molécules isolées est suffisamment puissante pour rendre les interactions latérales minimales [11].

b- Classe S

À faible concentration, les isothermes de cette classe ont une concavité orientée vers le haut. Les molécules adsorbées permettent à d'autres molécules de s'adsorber plus tard (adsorption coopérative), ce qui est dû aux forces de Van Der Waals qui les attirent. Elles sont regroupées en îlots où elles se tassent les unes contre les autres.

On favorise ce comportement lorsque les molécules de soluté sont adsorbées verticalement, comme c'est le cas pour les molécules avec un seul groupe fonctionnel, et lorsque ces molécules sont en compétition d'adsorption intense avec le solvant. [11]

c- Classe H

La première partie de l'isotherme est quasiment verticale, ce qui suggère une quantité adsorbée importante à une concentration presque nulle du soluté répandu dans la solution.

Ce phénomène survient lorsque les molécules adsorbées interagissent avec la surface du substrat.

Ils sont extrêmement solides. On peut également observer l'isotherme de classe H lorsqu'on adsorbe des micelles ou des polymères à partir des molécules de soluté [11].

d-Classe de C : La phase liquide et la phase solide sont distribuées de façon linéaire [8].

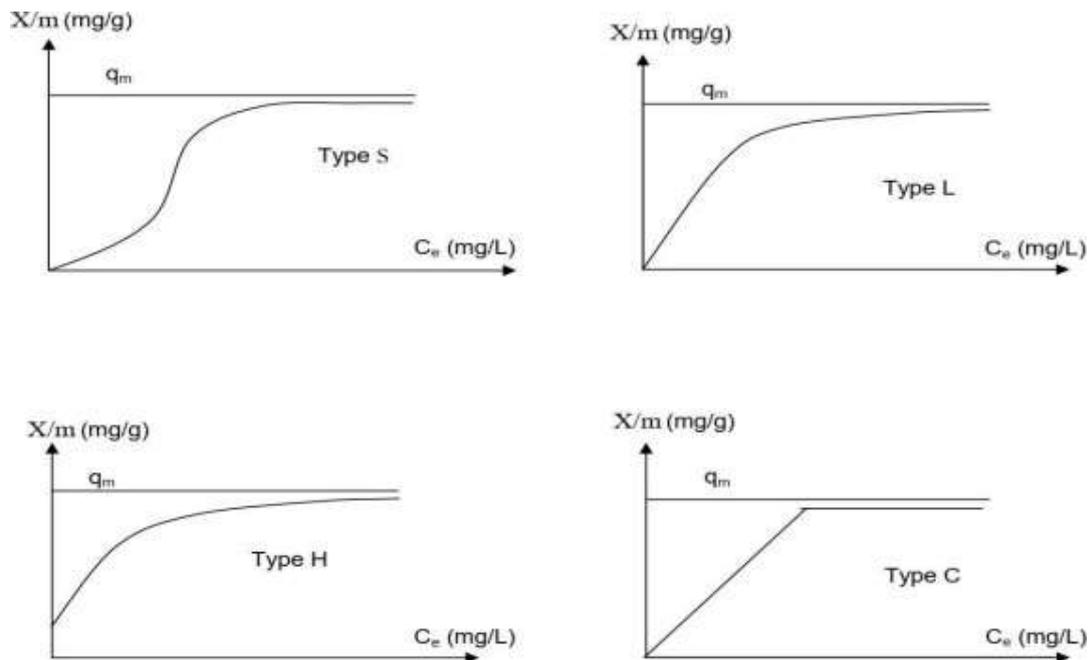


Figure I-4 : Les isothermes d'adsorption en phase liquide [11]

I-5-Modèles d'isotherme d'adsorption

Les paramètres obtenus à partir de la modélisation des isothermes fournissent des informations importantes sur le mécanisme d'adsorption, les propriétés de surface et les affinités adsorbant adsorbé. Les deux modèles à trois paramètres les plus couramment employés sont les modèles de Langmuir et Freundlich et Temkin.[12]

✓ **Modèle de Langmuir :**

Ce modèle est très utile pour l'adsorption mono-moléculaire d'un soluté en formant une monocouche à la surface d'un adsorbant, ce modèle est utilisé quand les conditions suivantes sont remplies : L'espèce adsorbée est fixée sur un seul site bien défini, chaque site n'est capable de fixer qu'une seule espèce adsorbée, l'énergie d'adsorption de tous

les sites est identique et indépendante des autres espèces déjà adsorbées sur des sites voisins. Il est décrit par l'expression suivante [12] :

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{q_m} + \frac{1}{q_m b C_e} \dots\dots\dots (I - 1)$$

Avec:

- q_e : quantité de substance adsorbée à l'équilibre par unité de poids de l'adsorbant (capacité d'adsorption) (mg/g).
- q_m : Capacité d'adsorption à la saturation (mg/g).
- C_e : Concentration du substrat en adsorbat à l'équilibre (mg/l).
- b : la constante de Langmuir.

✓ **Modèle de Freundlich :**

Le modèle empirique de Freundlich est basé sur l'adsorption sur des surfaces hétérogènes

$$q_e = K \cdot C_e^{1/n} \dots\dots\dots (I - 2)$$

Avec :

- q_e : quantité adsorbée par gramme du solide.
- C_e : concentration de l'adsorbât à l'équilibre d'adsorption.
- K_1 : constantes de Freundlich caractéristique de l'efficacité d'un adsorbant donné vis-à-vis d'un soluté donné.

✓ **Modèle de Temkin [12] :**

$$= \frac{RT}{b_T} \times \ln (K \times C_e) \dots\dots\dots (I - 3)$$

Avec :

- q_e : quantité d'ions métalliques adsorbés (mg/g) .
- C_e : concentration du soluté à l'équilibre (mg/l).

- R: constante universelle des gaz parfaits (J/mol. K).
- T : température absolue (K) .
- b_T : variation de l'énergie d'adsorption (J. mol/g.mg)
- K_T : constante d'équilibre (L/mg)

I – 6- La cinétique d’adsorption

Dans cette optique, la littérature mentionne plusieurs modèles cinétiques d'adsorption. Ci-dessous, nous exposons quelques exemples.

1 – 6- 1 - Modèle de la cinétique du pseudo premier ordre

Dans ce modèle, il a été supposé que la vitesse d'adsorption à l'instant t est liée à la disparité entre la quantité.

La quantité adsorbée à l'équilibre, q_e , ainsi que la quantité adsorbée à cet instant, sont réversibles [13].

En d'autres termes, l'adsorption est plus rapide lorsque le système est loin de l'équilibre. On peut décrire ce système en utilisant la relation suivante:

$$\frac{dq_t}{dt} = K_1 (q_e - q_t) \dots\dots\dots (I - 4)$$

Par exemple, q_e (mg/g) correspond à la quantité adsorbée à l'équilibre, tandis que q_t correspond à la quantité adsorbée à l'instant t. k_1 correspond à la constante de vitesse de Lagergren [13].

Cette équation est intégrée entre 0 et t pour le temps et entre 0 et q_t pour la quantité.

La forme linéaire de Lagergren est obtenue grâce à une adsorption.

$$\ln(q_e - q_t) = C_1 - k_1.t \dots\dots\dots (I-5)$$

En dessinant la courbe $\ln(q_e - q_t)$ en fonction de t, on peut obtenir la constante K_1 et la quantité adsorbée à l'équilibre q_e .

1-6-2- Modèle de la cinétique du pseudo seconde ordre

En général, on utilise le modèle du pseudo-second ordre pour décrire les phénomènes d'adsorption de type chimisorption, et il est représenté par l'équation suivante [13].

$$\frac{dq_t}{dt} = K_2 (q_e - q_t)^2 \dots\dots\dots (I - 6)$$

q_e (mg/g) : quantité adsorbée à l'équilibre.

q_t (mg/g): quantité adsorbée à l'instant t .

K_2 : constante de vitesse du modèle cinétique du 2ème ordre ($\text{mg.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

L'intégration de cette équation entre 0 et t pour le temps et entre 0 et q_t pour la quantité adsorbée permet d'obtenir la forme linéaire du modèle de pseudo seconde ordre. [13]

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 \cdot q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \dots\dots\dots (I - 7)$$

Le tracé la courbe $\frac{t}{q_t}$ en fonction de t permet de déterminer la constante K_2 et la

quantité adsorbée à l'équilibre q_e

I-7-Domains d'applications de l'adsorption :

L'adsorption est utilisée dans de nombreuses applications à savoir :

- le séchage, la purification et la désodorisation des gaz ;
- le raffinage des produits pétroliers ;
- la catalyse de contact ;
- la décoloration des liquides. La chromatographie gazeuse est une technique de fractionnement qui repose sur les variations de vitesse d'adsorption de différentes substances sur un adsorbant spécifique. [14]

I-8- Avantages et inconvénients :

I-8-1- Avantages :

- ✓ Efficacité sur plusieurs variétés de substances.
- ✓ Disponibilité de nombreux types de charbon "technique" sur le marché et possibilité de régénérer la même charge de charbon à plusieurs reprises.
- ✓ Facilité d'utilisation.
- ✓ L'un des moyens les moins coûteux parmi les méthodes similaires mentionnées dans l'étude. (manque d'équipements et d'outils, simplicité du concept).
- ✓ Plus avantageuse par rapport a d'autres méthodes pour trois raisons qui la distingue à savoir :
 - ✓ La capacité à retenir des particules très petites, telles que les colloïdes ;
 - ✓ La rétention des composants à une concentration très faible, tels que les impuretés ou les molécules et ions métalliques qui peut entraîner des couleurs, des odeurs ou des saveurs désagréables dans le produit, voire une toxicité.
- ✓ La sélection de l'adsorbant en fonction de certains éléments du mélange ; [12]

I- 8 -2- Inconvénients

- ✓ Il est essentiel d'effectuer des essais préliminaires en laboratoire (capacités d'adsorption, risques de relargage, meilleur CA, estimation des coûts de fonctionnement).
- ✓ Le prix du charbon augmente en fonction de sa "technique".
- ✓ Le traitement des effluents chargés est inadapté (saturation).
- ✓ Il est important de prendre des précautions lors du redémarrage après un arrêt prolongé (risque de relargage).
- ✓ Effectuer un suivi analytique régulier afin de prévoir les réapparitions.
- ✓ Méthode non sélective et Risque de dépenses élevées pour la régénération ou le renouvellement en cas de concentrations élevées de polluants.
- ✓ Le fait que plusieurs molécules soient présentes dans une solution va entraîner une concurrence entre elles.[12]

CHAPITRE II

LES COLORANTS

II-1-Définition des colorants

Les colorants sont constitués d'un mélange de groupes chromophores, auxochromes et de structures aromatiques combinées (cycles benzéniques, anthracène, perylene, etc.).

Ces colorants sont exposés dans la fiche (II.1).

La lumière blanche dans le spectre visible (de 380 à 750 nm) peut être convertie en lumière colorée par réflexion sur un corps ou par transmission ou diffusion par ces groupements [15].

Les chromophores sont des ensembles chimiques covalents insaturés qui se réunissent pour s'absorber dans le visible (-N=N, -NO ou N-OH, =C=O, -C=C, -NO₂ ou NO-OH),.

Les auxochromes sont des groupements saturés qui, en interaction avec un chromophore, altèrent la longueur d'onde λ_{\max} et l'intensité du maximum d'absorption (-NH₂, -NHCH₃, -N(CH₃)₂, -HO, OR) et de structures aromatiques conjuguées [16].

Tableau II-1 : Principaux groupements chromophores et autochromes, classés par intensité croissante. [16]

Groupements chromophores	Groupements autochromes
Aso (-N=N-)	Amine tertiaire (-NR ₂)
Azométhine (-CH=N-)	Amine secondaire (-NHR)
Azoxy (-N=N=O)	Amine primaire (-NH ₂)
Nitra (-NO ₂ ou =NO-OH)	Hydroxyl (-OH)
Nitrosé (-N=O ou -N-OH)	Metoxy (-OCH ₃)
Carbonyle (-C =O)	Iode (-I)
Theo (>C=S)	Brome (-Br)
Ethanol (-C=C-)	Chlore (-Cl)u

II-2- Classification des colorants :

En général, et d'un point de vue atomistique, les colorants peuvent être soit inorganiques (les atomes de carbone ne sont pas majoritaires dans la composition chimique de la molécule) ou organiques (la formule chimique contient une grande quantité de carbone).

On peut classer les colorants en fonction de leur nature et de leur structure chimique.

II-2-1-Classification des colorants selon leurs natures :

Le colorant peut être d'origine naturelle ou synthétique, qu'il soit organique ou inorganique [17]

a-Colorants naturels

Seulement une dizaine de colorants naturels existent, ils sont obtenus à partir de plantes, de fruits, d'arbres, de lichens, d'insectes ou de mollusques par des méthodes simples telles que le chauffage ou le broyage.

b-Colorants synthétiques

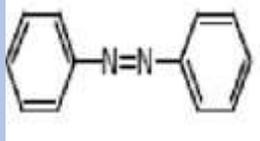
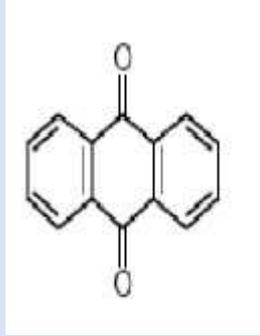
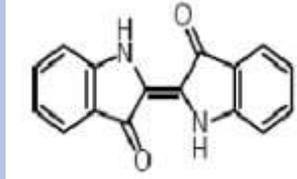
Il s'agit de composés qui utilisent des molécules comme le benzène, qui est produit par distillation de la houille. En utilisant des matières premières et en utilisant différentes

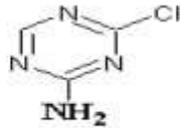
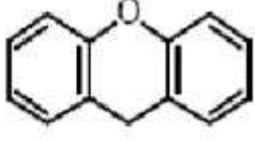
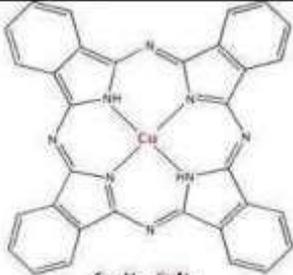
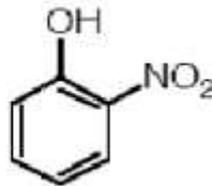
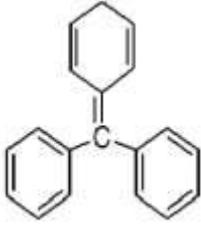
Méthodes chimiques, qui correspondent en général, en substituant un ou plusieurs atomes d'hydrogène du produit initial par des éléments ou des radicaux spécifiques, on peut obtenir ce qu'on appelle les intermédiaires qui seront utilisés pour fabriquer le colorant final.

II-2-2-Classification chimique

Le classement par structure chimique repose essentiellement sur la nature du chromophore, qui est le squelette indispensable à la coloration de la molécule [17].

Tableau II-2: Classification chimique des colorants [17].

Colorants	Caractéristiques et propriétés générales	Utilisations	Structures
Azoïques	Présence du groupe fonctionnel azoïque (-N=N-) qui peut être répété plusieurs fois dans la molécule pour former les mono azoïque, diazoïque, tri azoïques,...etc. -Toxiques, cancérogènes et récalcitrant au traitement biologique. -Constituent 50% de la production mondiale des colorants. -Se répartissent en colorants acides, basiques, directs et réactifs solubles dans l'eau, dispersés....ect.	-Teinture des fibres cellulosiques	
Anthraquinoniques	Les plus importants après les colorants azoïques. - Forme générale dérive de l'anthracène. -Leur chromophore est un noyau qu'ionique sur lequel peuvent s'attacher des groupes hydroxyles et amino. -Couvre toute la gamme de nuance jaune-orange-rouge. -Solidité à la lumière et vivacité des coloris surtout dans le bleu et le turquoise.	Teinture de texti	
Indigoïdes	Forme générale dérivée de l'indigo. Résistance remarquable aux traitements de lavage. Faible solidité à la lumière.	- Appliqués sur la fibre (Nylon, soie, laine et le coton) par un procédé de cuve	

Thiazines	Présence d'un anneau de quatre carbones, un azote et un atome de soufre.	Textile , Médecine Pharmacie , peinture	 Monochlorotriazine
Xanthènes -	Intense fluorescence. Marqueurs lors d'accident maritime ou traceurs d'écoulement pour des rivières souterraines	Teinture de textile fongicide	
Phtalocyanines	Structure complexe basée sur l'atome central de cuivre. Employés dans l'industrie des pigments pour peinture et dans la teinture des fibres textiles.	Colorants pigments	 $C_{32}H_{16}CuN_8$ Phtalocyanine de cuivre
Nitrés et nitrosés	Nitrés et nitrosés -Présence d'un groupe nitra (NO_2) en position ortho par rapport à un groupement électro donneur (hydroxyle ou groupes aminés). -Structure simple, très limitée en nombre et relativement pas cher.	Coloration de papier	
Polyméthinique	Polyméthinique -Présence de groupements hétérocycliques donneurs et accepteurs d'électrons aux extrémités d'une chaîne polyméthiniques. - Faible résistance à la lumière bonne sensibilisatrice photographique (particulièrement les cyanines).	Polyméthinique - Présence de Colorants textile Indicateur de pH	

II-3- Utilisation et application des colorants

Les principales applications des colorants incluent les domaines suivants [18]:

- Le secteur du textile.
- Le secteur de la peinture (pigments).

- Le secteur du bâtiment : peintures (pigments).
- Le secteur de la pharmacie (colorants).
- L'industrie de la beauté.
- Le secteur de l'agriculture (colorants alimentaires).
- Au niveau de l'imprimerie (encre, papier).

II-4-Toxicité et impact environnemental :

Les colorants sont des substances qui ne peuvent pas être biodégradables par les micro-organismes, ce qui peut être toxique ou préjudiciable à l'homme et aux animaux. [19]

II-4-1-Toxicité sur la santé humaine :

Différentes études ont été menées sur les conséquences néfastes des colorants sur la santé humaine, démontrant que les colorants sont :

- ✓ Nocifs pour la santé, les substances mutagènes peuvent causer des cancers de la thyroïde, des tumeurs des glandes surrénales et des substances cancérigènes.
- ✓ Ils peuvent influencer le système nerveux central
- ✓ Ils inhibent certaines enzymes;
- ✓ Ils augmentent la conductivité intestinale. [19]

II-4-2- Impacts environnementaux :

De nombreux colorants sont visibles dans l'eau, même à des concentrations très faibles (< 1 mg/L). Ils participent donc aux problèmes de pollution associés à la production d'une quantité importante d'eau usée qui renferme des colorants résiduels

L'eutrophisation et les perturbations non esthétiques de la vie aquatique sont causées par le rejet de ces eaux résiduaires dans l'écosystème, ce qui représente un danger potentiel de bioaccumulation qui peut avoir un impact sur l'homme lors du transport à travers la chaîne alimentaire. [20]

II-5-Procédés de traitement

Le processus de gestion des rejets textiles, en raison de leur composition très variée, nécessite la mise en place d'une chaîne de traitement permettant d'éliminer les différentes sources de pollution de manière progressive. Tout d'abord, les polluants insolubles sont éliminés grâce à des étapes de prétraitement telles que le dégrillage, le

Dessablage et le déshuilage. Ensuite, des traitements physico-chimiques sont appliqués pour séparer les phases solides et liquides. Ces techniques de dépollution comprennent des approches biologiques, chimiques et physico-chimiques. [21].

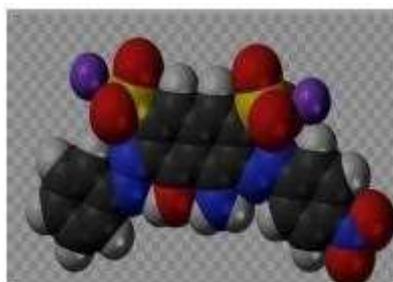
II - 7- Rouge de Congo

II-7-1- Définition :

Le rouge Congo est. one substance qui done une taint diazoïque. Il est utilisé de moins en moins dans l'industrie du textile en raison de sa toxicité. Maintenant, il est principalement utilisé comme indicateur de pH, c'est-à-dire pour déterminer l'acidité d'un milieu.

Le rouge Congo est rouge en milieu basique. Entre un pH de 3,0 et 5,2, il prend une teinte rose, et à des pH plus élevés, il devient bleu.

Le rouge Congo est également largement utilisé en histologie (biologie des tissus) et en mycologie (étude des champignons)



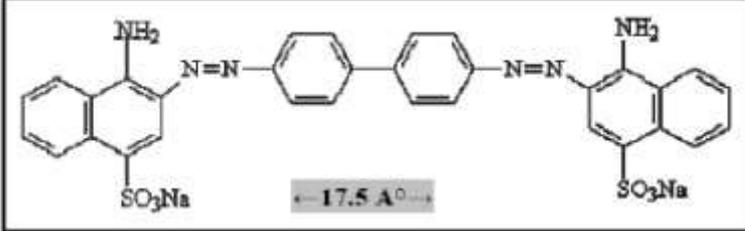
FigureII-1: Rouge Congo

II-7-2- Caractéristiques physico-chimiques du Rouge Congo

Le Rouge Congo (RC) est un colorant acide anionique appartenant à la catégorie des azoïques.

Il est utilisée dans divers domaines de l'industrie chimique les caractéristiques physico-chimiques essentielles du Rouge Congo sont exposées dans le Tableau 2.[23]

Tableau II-3: Principales caractéristiques physico-chimiques du RC. [23]

Nom	Rouge Congo (RC)
Famille	Colorants directs
Formule brute	C ₃₂ H ₂₂ N ₆ Na ₂ O ₆ S ₂
Appellation chimique	the sodium salt of benzidinediazo-bis-1- naphthylamine-4-sulfonic acid
Masse molaire (g/mol)	696.66 g/mol
Dimensions (A°)	17.5×5.0×2.8
λ_{max}	500 nm
Structure	

II-7-3- Propriétés acido-basiques

Le rouge Congo est employé en tant que marqueur de pH. Il présente trois formes distinctes qui se distinguent par des couleurs différentes qui permettent de mesurer le pH d'une solution. Les teintes du rouge Congo.[24]

Tableau II-4: Propriétés physico – chimiques du Rouge Congo[24]

Formule brute	C₃₂H₂₂N₆Na₂O₆S₂
Nom IUPAC	Acide benzidinediazo-bis-1-naphtylamine4-sulfonique
Synonymes	C.I.Direct Red28
Masse molaire	696.663 ± 0.04g.mol ⁻¹
Apparence	Poudre rouge foncé.
Température de fusion.	Supérieure 360°C.
Pression d'ébullition.	760mmHg.
Solubilité	25g.l ⁻¹ dans l'eau à 0°C ; très soluble dans l'alcool.

II-7-4-Domaine d'utilisation du Rouge Congo :

Les principaux secteurs d'utilisation du Rouge Congo incluent :

- L'industrie textile.
- La production de pigments dans l'industrie des matières plastiques.
- La production de peintures dans l'industrie du bâtiment.
- Le secteur de la pharmacie (colorants).
- L'industrie de la beauté.
- Les colorants alimentaires dans l'industrie agroalimentaire.
- Le domaine de l'imprimerie (encre, papier) [25].

II-7-5-Toxicité de Rouge Congo

Il est important de noter que le rouge Congo à l'état pur est:

- ✓ Nocif en contact avec la peau.
- ✓ Cause des brûlures.
- ✓ Le produit pur est toxique par ingestion et peut causer la mort à une dose élevée, bien sûr : le RC est mortel à une dose de 1,43 g/kg de poids humain [26]

CHAPITRE III

LES ARGILES

III-1- Definition:

Les argiles sont des sédiments provenant de la couche superficielle de l'écorce terrestre, qui sont obtenus par dégradation physique (gel, cristallisation de sels...) et altérés par l'hydrolyse des minéraux provenant des roches éruptives et magmatiques (granites et basaltes) sous l'influence physique et chimique des eaux de surface. La majorité de sa composition est constituée de Silice, mais elle est également riche en différents minéraux: aluminium, fer, magnésium, calcium, cuivre, sodium, potassium, manganèse [28].

III-2-Structure des argiles (minéraux argileux) :

L'argile cristalline est constituée d'un empilement parallèle de feuillets élémentaires dont le squelette est principalement composé d'ions oxygène et hydroxyles. Les cavités de squelette contiennent des cations beaucoup plus petits :

La couche Octaédrique est constituée de deux feuillets d'oxygène ou d'hydroxyles compacts dans lesquels sont incrustés des ions d'aluminium, de fer et de magnésium [29].

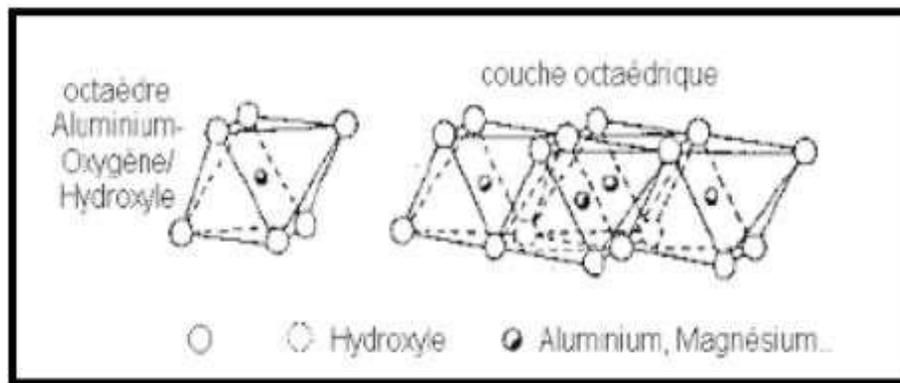


Figure III.1: Représentation de la couche Octaédrique

La couche tétraédrique au centre d'un tétraèdre de chaque tétraédrique, un atome de silice est situé à équidistance des quatre atomes d'oxygène ou d'hydroxyle.
 Les groupes de silice tétraédriques sont organisés en réseau hexagonal qui se répète à l'infini pour former une feuille de composition $\text{Si}(\text{OH})_4$. [29]

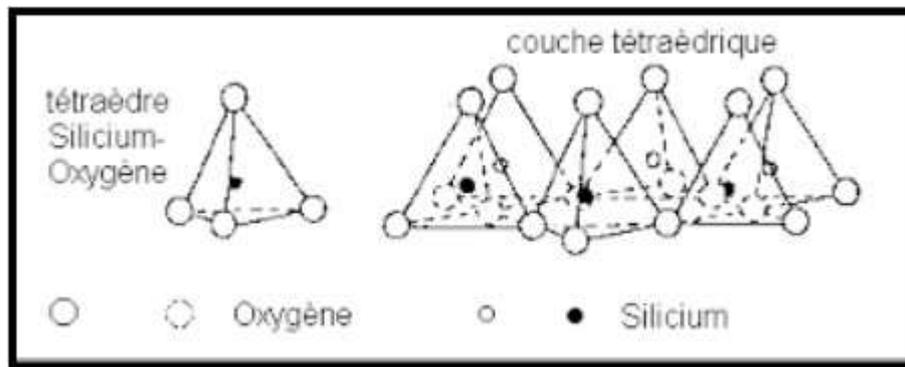


Figure III.2: Représentation de la couche tétraédrique

Les couches tétraédriques et octaédriques se superposent pour former un feuillet élémentaire, souvent séparé par un espace interfoliaire.
 Il est possible que cet espace entre les feuilles soit vide, car il peut contenir des cations alcalins ou alcalino-terreux ainsi que des molécules d'eau.
 Ces cations peuvent facilement s'échapper de l'espace entre les feuilles et être remplacés par d'autres cations.[29]

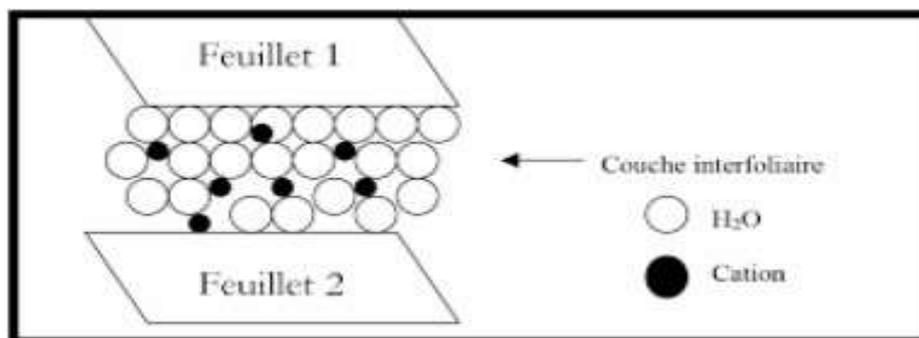


Figure III.3: Représentation de la couche interfoliaire

III-3-Classification des argiles :

Il y a diverses catégories d'argile. La méthode la plus traditionnelle repose sur l'épaisseur et la composition du feuillet.

Quatre groupes sont ainsi identifiés [30] :

Le feuillet des minéraux à 7 Å est composé d'une couche tétraédrique et d'une - couche octaédrique. On lui donne le nom de T:O ou de type 1:1. Elle a une épaisseur d'environ 7 Å.

-Le feuillet des minéraux à 10 Å est composé de deux couches tétraédriques et d'une couche octaédrique. On le désigne comme T:O:T ou de type 2:1. Elle a une épaisseur d'environ 10 Å.

Les minéraux à 14 Å se composent de feuillets alternant T:O:T et de couches - octaédriques interfoliaires. Elle a une épaisseur d'environ 14 Å.

III-4- L'argile et l'environnement :

III-4-1- Composition générale de l'argile :

Les roches sédimentaires sont principalement constituées de minéraux argileux, qui sont des silicates d'aluminium en feuillets plus ou moins hydratés

Les couches alternes d'octaèdres $Al(OH)_6$ et de tétraèdres SiO_4 sont liées par des atomes O et OH.

La kaolinite, l'illite et la montmorillonite sont les minéraux les plus connus.

Ces minéraux proviennent de roches déjà existantes comme le granit, les micas et surtout les feldspaths.

L'argile est de couleur brune, verte, rouge, blanche, jaune ou grise, selon sa composition physique et chimique, et selon les minéraux présents dans son environnement.[31]



Figure III-4 : Les types d'argiles.[32]

Les oxydes d'alumine, de titane, de calcium, de magnésium, de potassium et de sodium sont des composés présents en quantités limitées voir Figure III-5

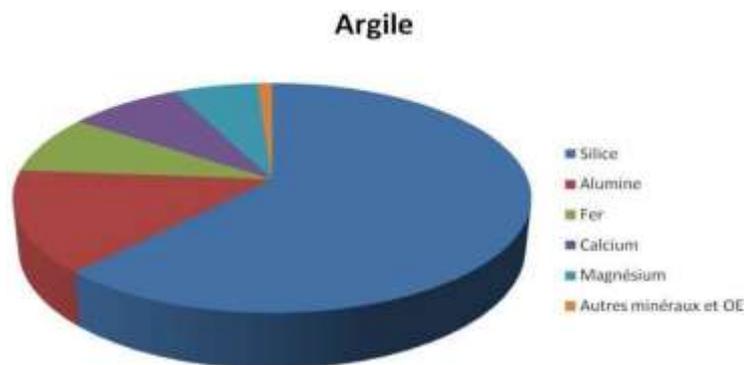


Figure III-5: Compositions des argiles (Hafsi, 1993) in [31]

III-4-2-Role de argile:

Les argiles jouent un rôle essentiel et significatif dans le domaine environnemental (Figure III.6):

- Jouent un role dans les sols contaminés par le transport des isotopes radioactifs et leur réactivité à leur égard.
- Rôle en tant que support solide pour les pesticides et les éléments métalliques dans les sols.
- Rôle de barrière d'étanchéité dans les décharges.

-Rôle dans l'élimination des éléments traces dans les eaux naturelles et les sols grâce à leurs propriétés d'adsorption et de leur capacité à former des complexes organo-minéraux.

Les particules colloïdales des argiles retiennent les éléments indésirables, mais l'efficacité de ce processus est conditionnée par différents facteurs environnementaux et les caractéristiques des colloïdes [33]

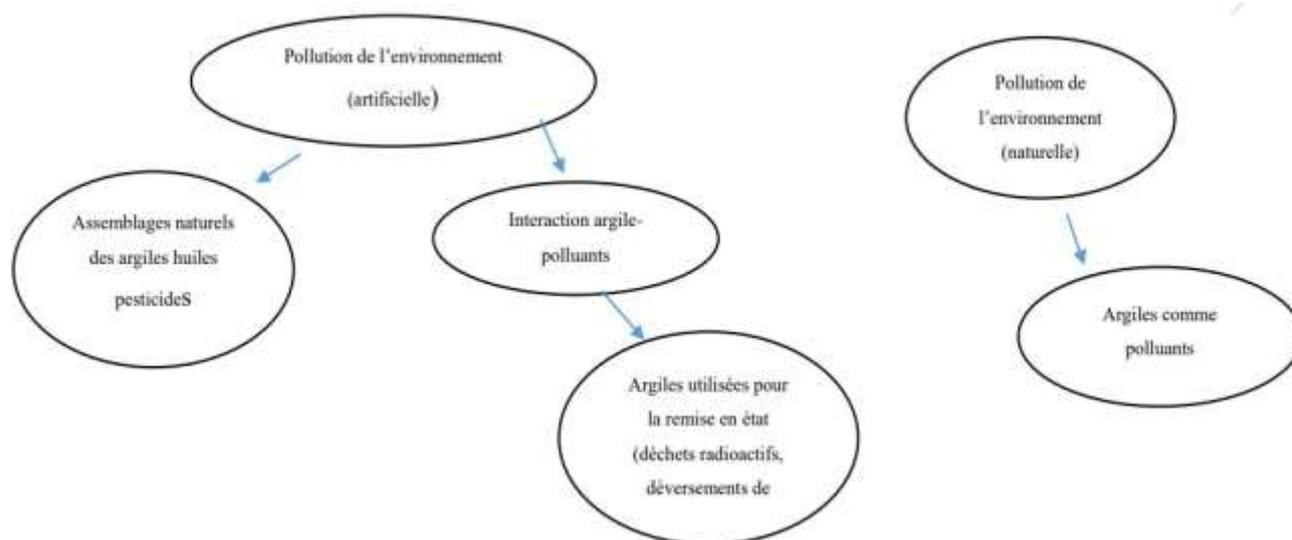


Figure III-6: Rôle des argiles dans l'environnement.

III-5- BENTONITE

III-5-1-définition

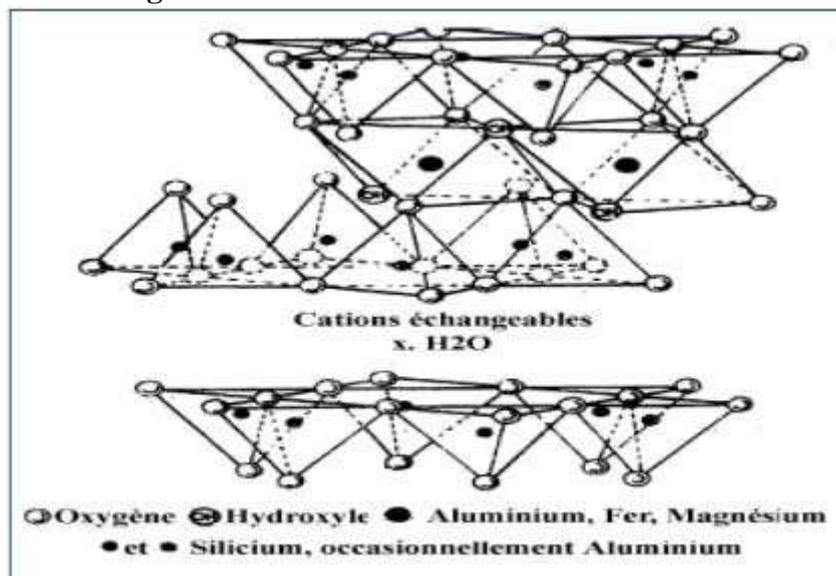
L'origine du mot « bentonite » remonte à Fort Benton, Wyoming (USA), où une nouvelle espèce d'argile a été découverte en 1888.

Il s'agit d'une dénomination technique utilisée pour désigner toute argile constituée principalement de montmorillonite.

Damour et Salvétat ont suggéré ce nom en 1847 en référence à la montagne Montmorillon près de Vienne, en France, où elle a été découverte pour la première fois. En règle générale, la montmorillonite est le résultat d'une altération de roches éruptives, parfois même de cendres.

La montmorillonite, est une roche sédimentaire relativement riche en bases, notamment en magnésium, avec un pH légèrement ou très alcalin.[34]

Figure III – 7 : Structure d'une montmorillonite



III-5-2- Les différents types de bentonite

a-Bentonites naturelles

Selon la nature du cation échangeable présent, il y a deux types de bentonites à l'état naturel :

Les bentonites sodiques : où le sodium est le cation échangeable principal, qui présentent un pouvoir élevé de gonflement et d'adsorption.

Les bentonites calciques : qui sont principalement composées de calcium, présentent un pouvoir de gonflement et d'adsorption inférieur à celui des bentonites sodiques. Après avoir été séchées à une température de 80-90°C, ces deux types de bentonites sont simplement broyés avant d'être mis sur le marché.[35]

b-Bentonites activées

Pour améliorer les caractéristiques d'adsorption des bentonites calciques, il est fréquent d'activer ces dernières avec du carbonate de sodium, puis de les sécher et de les broyer. Ainsi, on obtient des bentonites calciques activées dont les caractéristiques sont similaires ou supérieures à celles des bentonites sodiques.

Ces bentonites activées ou permutées présentent une stabilité moins longue dans le temps (3 à 18 mois) et sont influencées par l'activation et les niveaux de magnésium, de calcium et de sodium. On retrouve ces diverses formes de bentonites sous la forme de poudre ou de granulés sphériques ou cylindriques. Il existe une grande variété de

couleurs, allant du blanc pour les produits les plus foncés au gris, beige ou vert pour les autres.[35]

III-5-3-Application de la bentonite

Les bentonites sont largement utilisées dans divers domaines tels que le forage, la fonderie, la céramique, la peinture, la pharmacie, les terres décolorantes, etc. La plupart de la bentonite extraite dans le monde sert de liant pour le sable de moulage dans l'industrie de la fonderie, ainsi que pour épaissir les fluides de forage.[36]

III-6-Les kaolins

III-6-1-Définition des kaolins

Les kaolins sont des roches composées en grande partie des minéraux du groupe du kaolin, qui sont la Kaolinite, l'Halloysite, la Dickite et la Nacrite ($d = 7 \text{ \AA}$). Le minéral le plus commun des kaolins est la kaolinite. Les autres membres du groupe du kaolin sont relativement rares.[28]

III-7-2- Les applications industrielles [37]

Sont nombreuses, on peut citer par exemple :

- L'industrie papetière;
- L'industrie céramique;
- Domaine pharmaceutique ...etc.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS ET DISCUSSION

IV-1-Objectif

L'objectif de cette étude est de tester l'influence de certains paramètres physico-chimiques tels que la concentration initiale du polluant, la masse de l'adsorbant, le pH de la solution et la température sur le processus d'élimination des polluants par adsorption sur l'argile utilisé.

IV- 2- les produits utilisés :

Tableau (IV - 1): Les Produits utilisés et ses caractéristiques

Le produit	caractéristique
acide Hydrochloriques (HCl)	Density=1,18kg:l 37% liquide
Rouge de congo	$C_{32}H_{22}N_6Na_2O_6S_2$ M=696,66g/mol pH=3 - 5,2 solide

IV -3- Matériels et appareillages

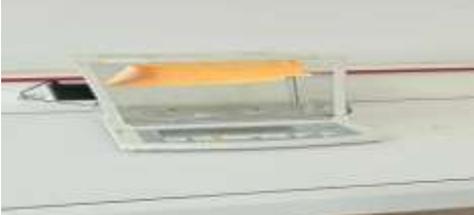
IV - 3 -1 - Matériels

- Fiole jaugée (1L)
- Bécher (1L)
- 10 Béchers (100ml)
- Pipette graduée
- Verre de montre

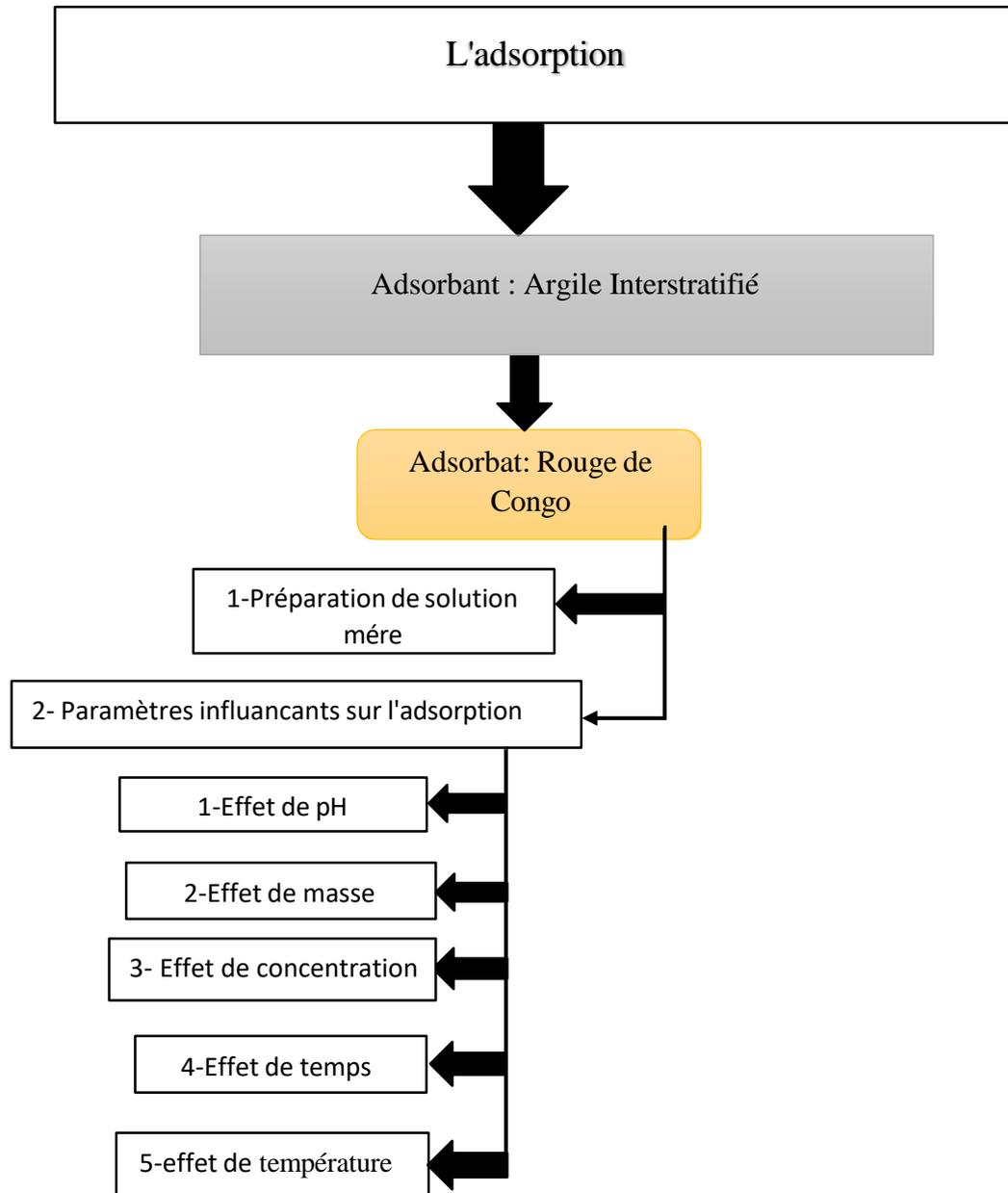
- Balances analytique type "Kern
- Tubes (5ml)

IV -3 -2 – Les appareillages

Tableau (IV - 2): Les appareillages utilisés et ses caractéristiques

L'appareil	Le photo	Le principe
pH mètre		<p>Le principe d'un pH-mètre repose sur la mesure de l'activité des ions d'hydrogène (H⁺) dans une solution</p>
Balance		<p>Le principe d'un balance repose sur la mesure de les petit masse</p>
Agitateur		<p>Le principe d'un agitateur est de mélanger des liquides ou des substances solubles dans un liquide de manière homogène</p>
Uv- Visible		<p>Le principe de la spectroscopie UV-visible repose sur l'interaction de la lumière avec la matière,spécifiquement dans la région du spectre ultraviolet (UV) et visible du spectre électromagnétique</p>

<p>broyeur</p>		<p>le broyage est basé sur une auto-percussion entre particules suite à une accélération par jets d'air.</p>
<p>Granulométrie laser</p>		<p>cette technique utilise le principe de diffraction et de diffusion d'un faisceau laser frappant une particule</p>
<p>Centrifugeuse</p>		<p>consiste à séparer les composés d'une solution aux différentes densités en les exposant à une force centrifuge</p>

IV-4- Modes opératoires:**IV -4-1-Préparation de la solution mère de Rouge de Congo:**

Nous avons préparé une solution mère de rouge de congo avec concentration $C=1000$ mg/l.



Figure IV-2 : la solution mère

IV -4-1- 2- courbe d'étalonnage

a- Préparation de le solution mère 2 :

Nous avons dilué la solution mère 1 avec concentration $C=100\text{mg/l}$

b- Préparation les solution pour tracer la courbe:

Les solutions filles sont préparées à partir de solution préparé à 100 mg/l par dilution.

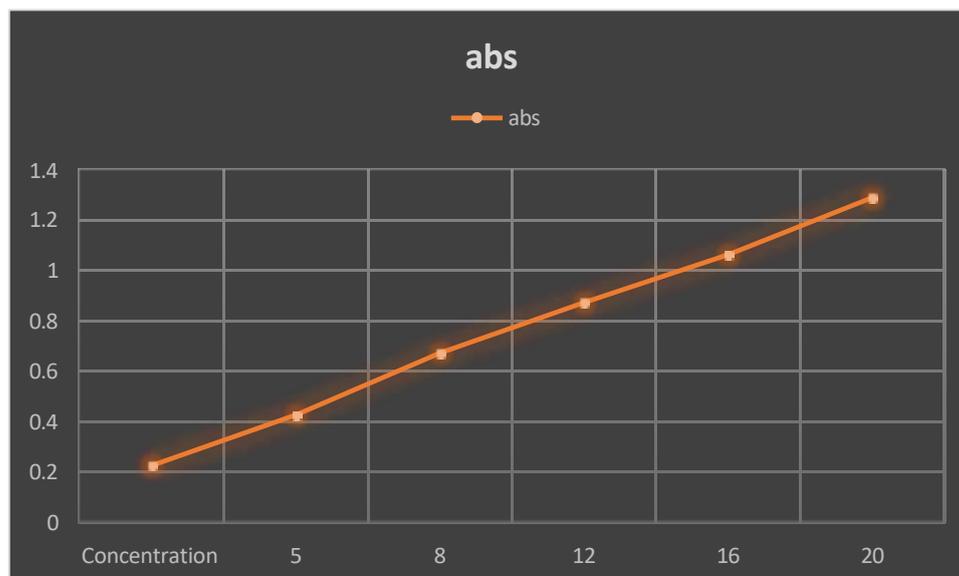


Figure IV-3 : les solutions filles préparées

$$\lambda_{\text{max}} = 500\text{nm}$$

Tableau IV-2 : Résultats d'absorbance de la courbe d'étalonnage

Echantillons	1	2	3	4	5	6
Concentration	5	8	12	16	20	25
abs	0,227	0,429	0,673	0,873	1,062	1,289

**Figure IV- 5 : La courbe d'étalonnage**

IV -4-1- 3- Paramètres influencants sur l'adsorption

a- Effet de pH :

Nous avons préparé 9 solutions filles de concentration 50 (mg/l) de différentes pH (2,3,4,5,6, 7,8,9 et10). La masse d'adsorbant utilisée est 0,25 g , le temps d'agitation est 1h30min.

**Figure IV-6: après varie le PH**

b- Effet de masse :

Nous avons préparé 5 solutions filles de concentration 50 (mg/l) de différentes Masse (0,1g; 0,2g ; 0,3g ; 0,4g ; 0,5g ; 0,6g), Le pH utilisée est pH 6 et le temps d'agitation est 1h30min .

c- Effet de Concentration :

Dans cette expérience , (m=0,25, PH=6 , t=1h30min) et modifiée la concentration (**5; 10; 15 ;20; 25; 75; 100 ;200; 300; 400; 600**).

Tableau IV-3: Préparation des solution

Eelen mayre	Concentration(mg/l)	Volume nécessaire(ml)
1	5	0,25
2	10	0,5
3	15	0,75
4	20	1
5	25	1,25
6	75	3,75
7	100	5
8	200	10
9	300	15
10	400	20
11	600	30

d- Effet de temps :

Ce effet dépend de la modification du temps de agitation (5 ;10; 15; 20; 30; 40; 60; 120)dans les mêmes conditions précédentes(PH=6, m=0,25 , C=50mg/l) .

e- Effet de Température :

Il est nécessaire de modifier la température avec:

- Masse: 0,25 g
- Temps : 1h30min
- Concentration :50mg/l

g- Effet de traitement thermique de l'argile

Le traitement thermique à été effectué par calcination l'adsorbant d'argile dans un four à 600°C pendant 6h.



Figure IV-8: L'argile avant La calcination



Figure IV-9: L'argile dans le four



Figure IV-10: L'argile après La calcination

IV- 5 - Caractérisation physic chimique et morphologique :

IV- 5 - 1- caractérisation Par IR (infrarouge)

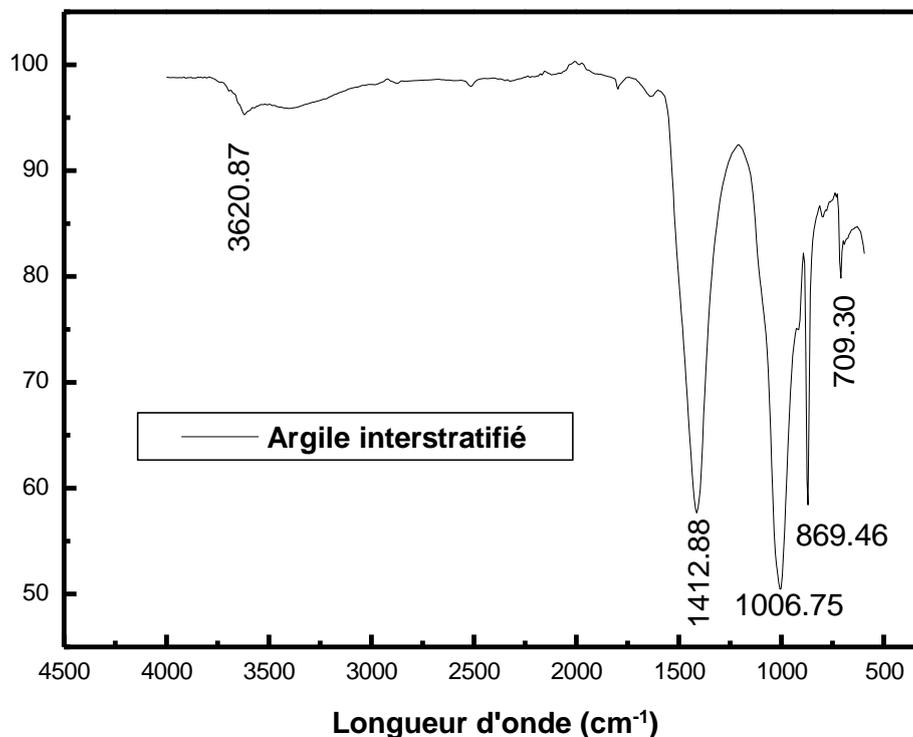


Figure IV-1 – Spectre infrarouge de l'Argile Interstratifié

La figure IV-1 représente le spectre infrarouge de l'argile interstratifiée.

L'analyse du spectre infrarouge de l'argile interstratifiée révèle une composition riche en groupes hydroxyles et silicates, caractéristiques des matériaux argileux complexes. Les pics d'absorption observés, notamment à $3620,87 \text{ cm}^{-1}$ et $1412,88 \text{ cm}^{-1}$, confirment la présence de groupes hydroxyles, ce qui peut indiquer une humidité résiduelle ou des groupes OH structuraux. Le pic à $1006,75 \text{ cm}^{-1}$ souligne une contribution significative des silicates, typiques des phyllosilicates présents dans les argiles. De plus, les pics à $869,46 \text{ cm}^{-1}$ et $709,30 \text{ cm}^{-1}$ fournissent des informations sur la structure interne et les substitutions au sein du réseau argileux.

IV-5 -2– caractérisation Granulométrie laser

Les résultats d'analyse par granulométrie laser sont présentés dans la figure IV-2. Cette analyse fournit des informations sur la distribution de la taille des particules dans un échantillon, Les valeurs spécifiques indiquent les caractéristiques de la taille des

particules de l'échantillon, telles que la taille médiane, la taille moyenne et la surface spécifique.

- 10% des particules sont plus petites taille 1,46 μm
- Diamètre 11,20 μm médiane Taille des particules à 50%
- Diamètre à 90% est 36,04 μm
- Diamètre moyen 15,54 μm
- Surface spécifique : 31890,33 cm^2/g

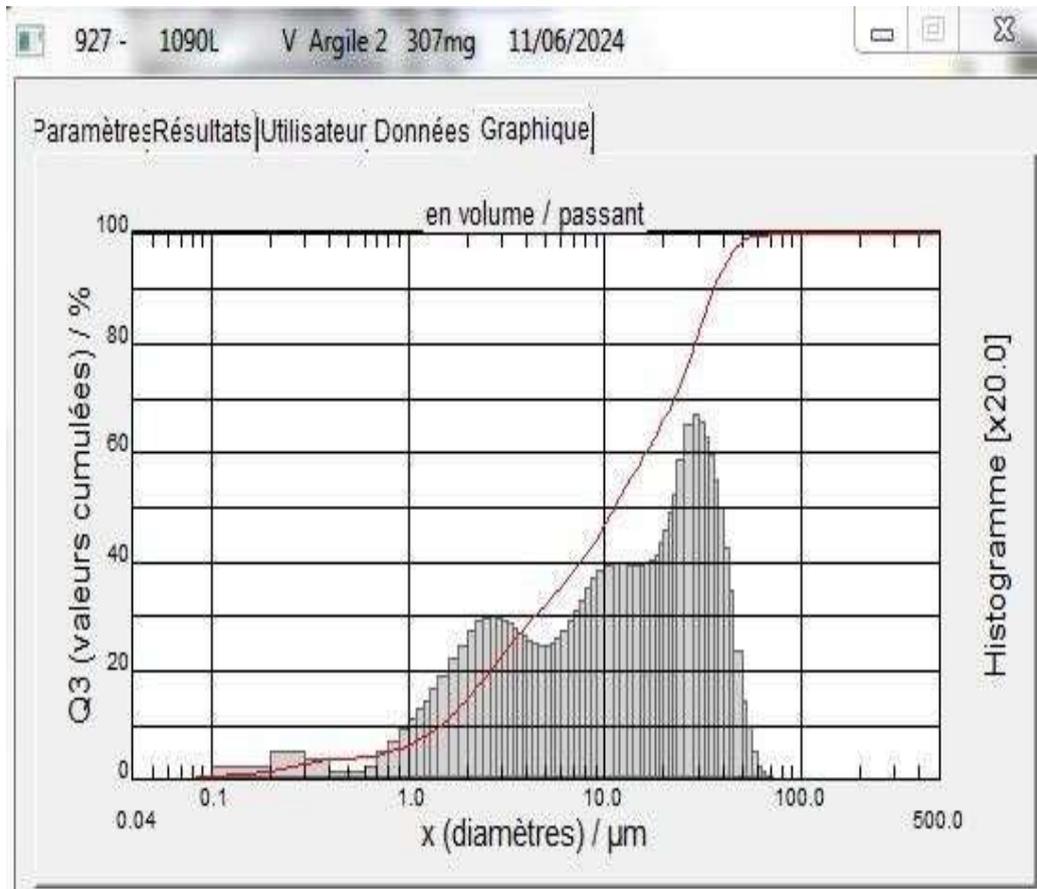


Figure (IV-2) : Courbes granulométrique et histogramme répartition par classe granulométrique pour l'argile étudié.

IV – 6 - Adsorption de Rouge de congo par argile interrstratifié

IV – 6 -1 -1- Effet de pH :

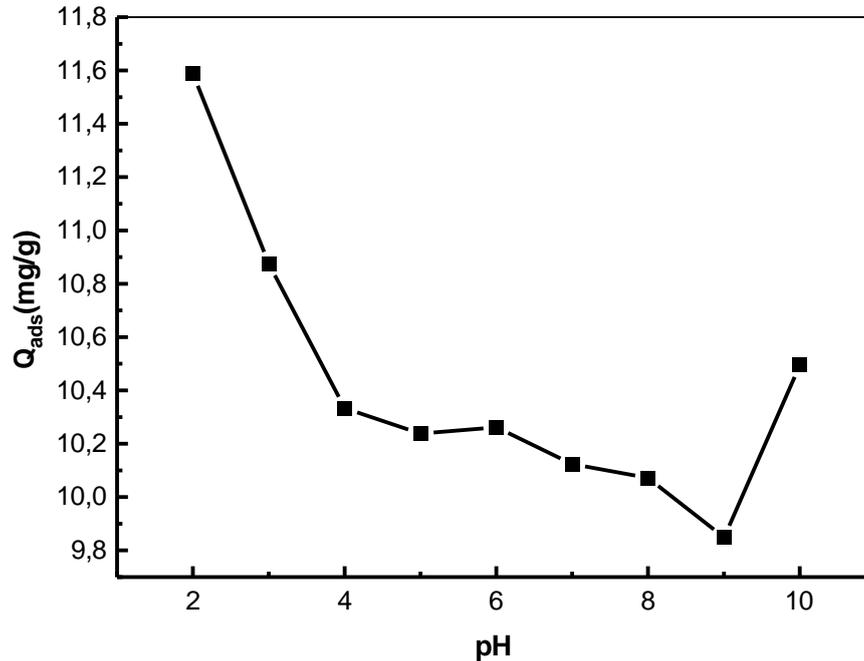


Figure IV-12 : Effet de pH sur la quantité adsorbée de RC sur Argile 2

Les résultats de l'adsorption de Rouge de Congo à différentes pH sont présentés dans la Figure (IV-12). On remarque que l'adsorption du RC sur l'argile dépend fortement du pH. Une adsorption plus élevée se produit à des niveaux de pH plus bas, en particulier dans la gamme fortement acide (pH 2) (pH = 2,00; Q_{ads} = 11,58 (mg/g)). À mesure que le pH augmente, la capacité d'adsorption diminue, montrant une chute brutale initiale puis on note une légère diminution de la quantité de RC à des niveaux de pH intermédiaires puis on remarque une augmentation remarquable de la quantité adsorbée à pH10 (pH = 10,01; Q_{ads} = 10,49(mg/g)). Cette tendance indique que les conditions acides favorisent l'adsorption du RC sur l'argile.

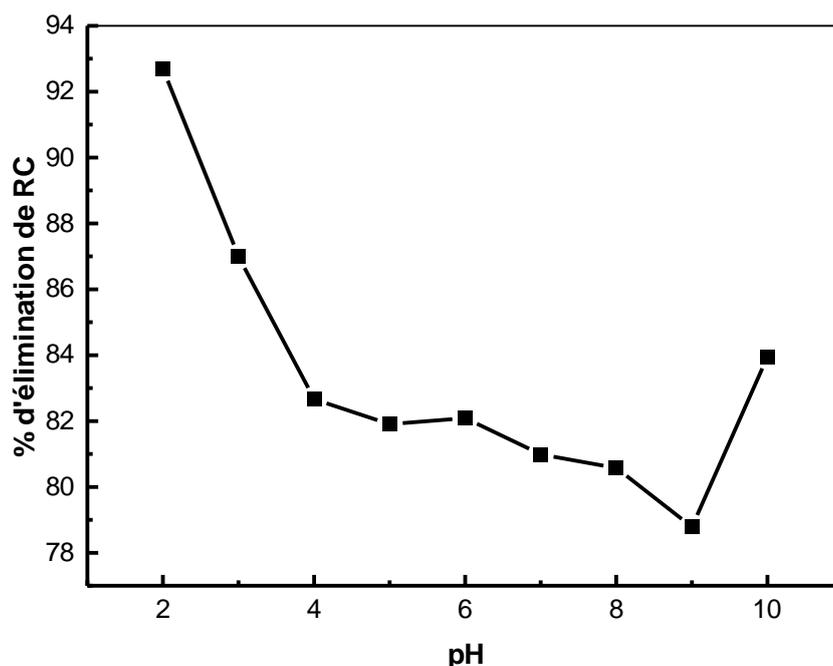


Figure IV-13: Effet de pH sur le taux d'adsorption de RC sur Argile 2

Le pourcentage d'élimination de RC dépend fortement du pH. Un taux d'élimination plus élevé se produit à des niveaux de pH plus bas, en particulier dans la gamme fortement acide (pH 2) où le taux d'élimination est atteint (pH = 2,00 ; Pourcentage % = 92,73%) . À mesure que le pH augmente, le pourcentage d'élimination diminue fortement au début, puis se stabilise à des niveaux de pH intermédiaires (pH = 6; Y = 82,10) avant de diminuer de nouveau à des niveaux de pH plus élevés (pH = 9,01; Pourcentage % = 78,75) et augmente après le pH10 (pH = 10,01 ; Pourcentage % = 83,94).

IV – 6-1 - 2 - Effet de masse :

La courbe de la Figure (IV-14) présente l'effet de la masse de l'adsorbant sur la quantité de RC retenue sur l'argile. Nous remarquons qu'à mesure que la masse augmente, la quantité absorbée diminue. La quantité RC adsorbée atteint un maximum d'environ 16 mg/g pour 0,1 g, (m = 0,10 ; $Q_{ads} = 15,52$ (mg/g)).

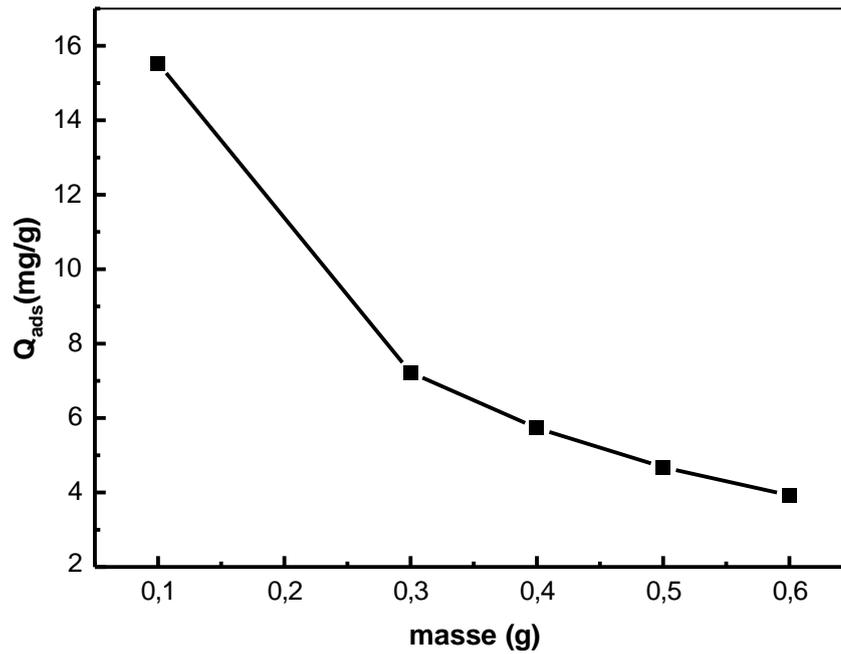


Figure IV-14 :Effet de masse sur la quantité adsorbée de RC sur Argile Argile Interstratifié

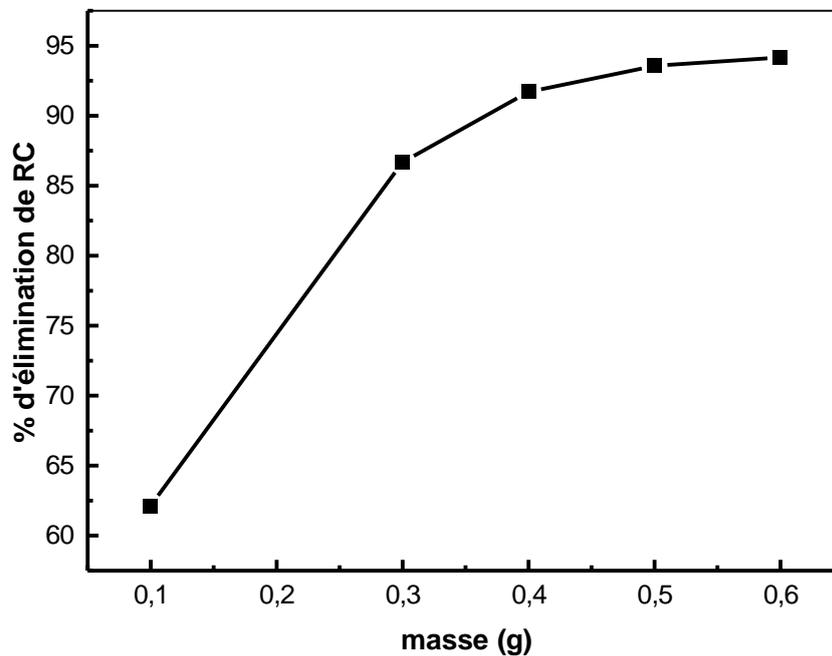


Figure IV- 15: Effet de masse sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Argile Interstratifié

Le graphique de la figure (IV- 15) qui présente l'effet de la masse sur le pourcentage d'élimination de RC (Rouge Congo) par Argile rouge , montre que le pourcentage d'élimination de RC augmente avec la masse d'adsorbant jusqu'à la masse de 0,5 g

avant de se stabiliser ; Pour une masse 0,1 g , le pourcentage d'élimination est d'environ 62 % ($m = 0,10$; pourcentage d'élimination = 62,01 %) et augmente jusqu'à environ 95 % pour 0,6 g . Cela indique qu'une plus grande quantité d'Argile 2 permet d'éliminer une plus grande proportion de RC.

IV –6 – 1-3 - effet de la concentration initiale :

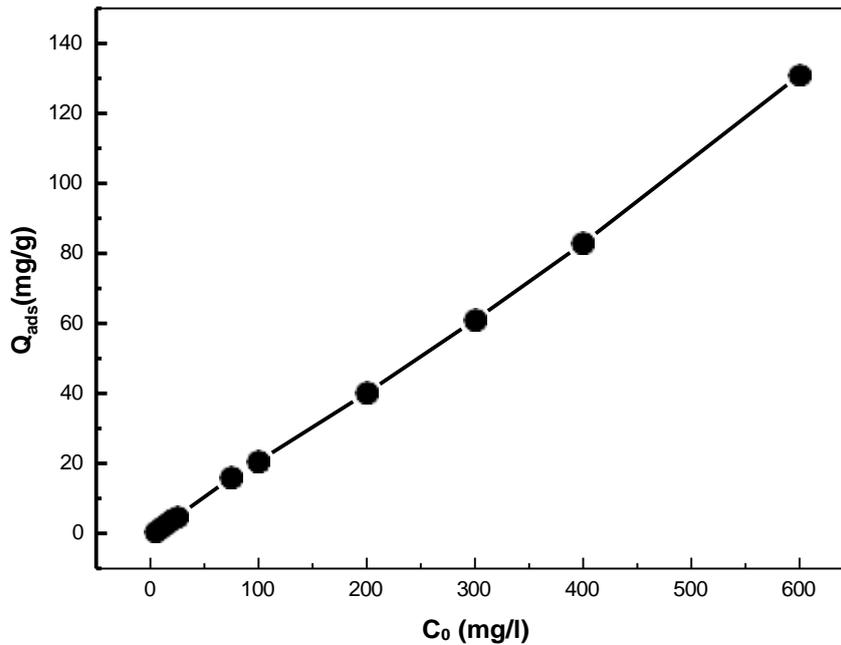


Figure IV- 16 :Effet de concentration initiale sur la quantité adsorbée de RC sur Argile Interstratifiée

La figure (IV-16) indique une relation linéaire entre la concentration initiale de RC et la quantité de RC adsorbée. À mesure que la concentration initiale de RC augmente, la quantité adsorbée par l'argile augmente également de manière proportionnelle. A la concentration 5 (mg/l) la quantité adsorbée égale 1,09 (mg/g), cette quantité augmente jusqu'à 140 mg/g à 600 (mg/l)

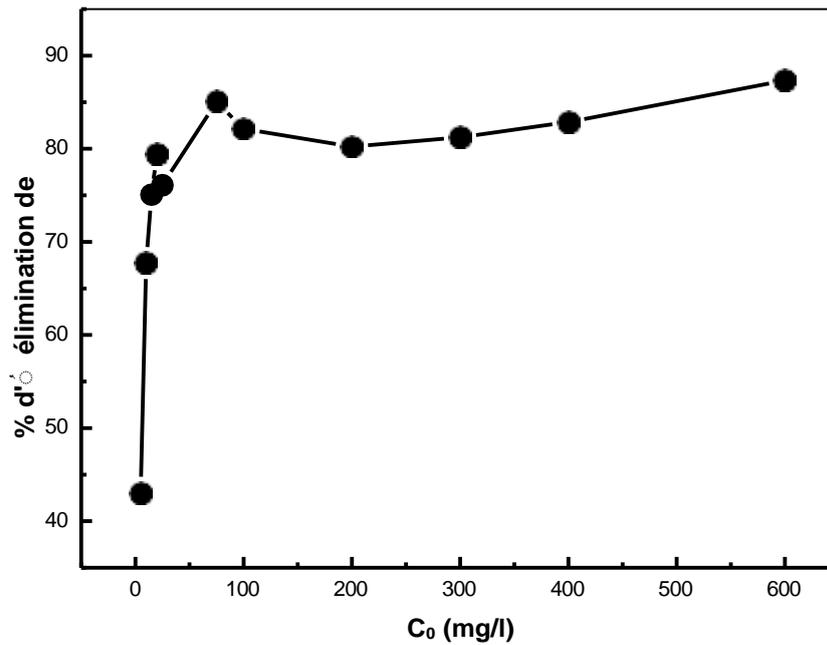


Figure IV- 17: Effet de concentration initiale sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Interstratifié

La figure IV - 17 montre l'effet de concentration initiale sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Interstratifié". Le graphique présente la relation entre la concentration initiale de RC (en mg/L) et le pourcentage d'élimination. D'après la courbe on peut noter les remarques suivantes:

- ✓ Dans le domaine de concentration initiale entre (5 -75mg/L) Le pourcentage d'élimination commence à environ 50% à de très faibles concentrations et augmente rapidement jusqu'à environ 85% à 75 mg/L ce qui indique qu'Argile 2 a une grande affinité pour RC .
- ✓ A partir de 100 mg/L jusqu'à 600 mg/L, le taux d'élimination moyen atteint 80%, montrant une variation minimale.

IV -6 - 1- 4 - Effet de temps de contact :

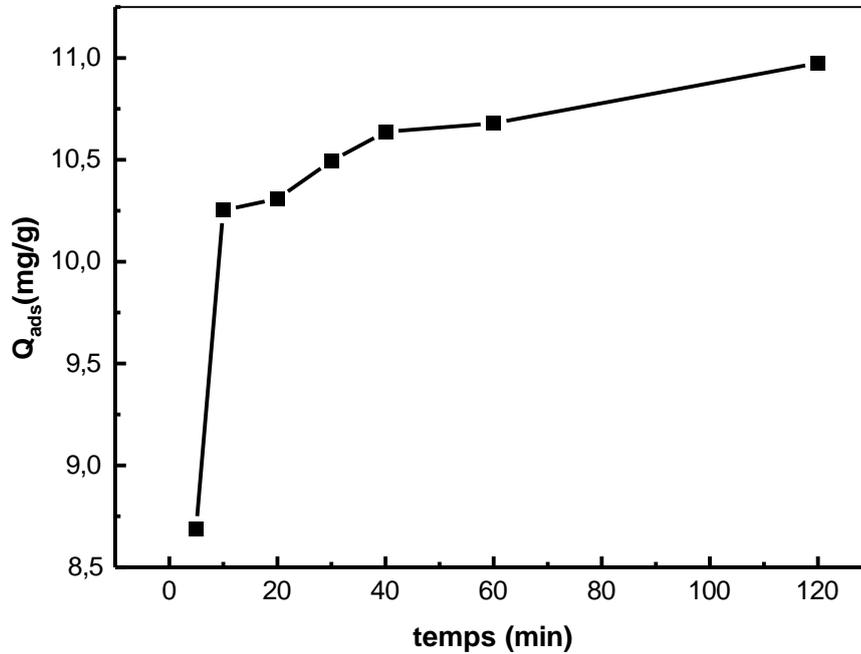


Figure IV - 18 :Effet deTemps sur la quantité adsorbée de RC sur Argile Argile Interstratifié

le graphique présente la relation entre le temps (en minute) et la quantité adsorbée (Q_{Ads})en(mg/g).

À mesure que le temps augmente, la quantité adsorbée (Q_{ads}) augmente également. Initialement la courbe montre une augmentation rapide de 5,07 min jusqu'à 20min, puis une légère augmentation de la quantité adsorbé entre 20 min et 40 min. A partir 40min qui présente le temps d'équilibre, la quantité adsorbé reste relativement constante à environ 10,75 (mg/g)

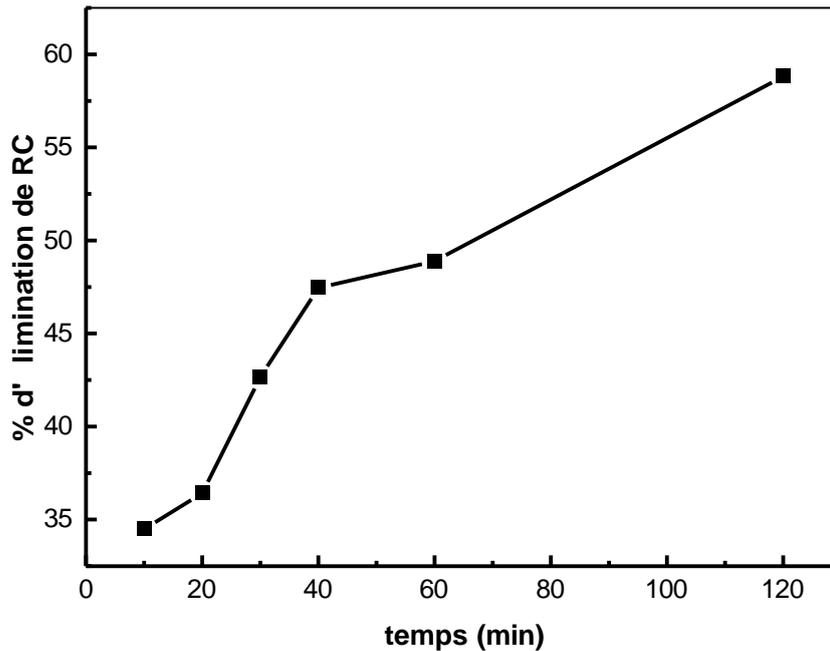


Figure IV- 19: Effet de Temps sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Argile Interstratifié

Le pourcentage d'élimination de RC augmente avec le temps. Dans les premières minutes (entre 5min et 40 min) l'augmentation est rapide où le pourcentage d'élimination de RC augmente de 35 % à 5 min jusqu'à 47 % à 40 min. après 40 min le pourcentage de RC éliminé est modéré et atteint 58% à 120 min.

IV-6-1-5-Effet de température :

Le graphique (IV- 20) illustre l'effet de la température sur la quantité de RC adsorbée sur l'Argile Argile Interstratifié. La courbe montre une tendance à la baisse de l'adsorption du RC sur l'Argile Argile Interstratifié avec l'augmentation de la température. Cela suggère que des températures plus élevées réduisent l'efficacité de l'adsorption.

A 25°C, la quantité adsorbée est d'environ 12mg/g, lorsque la température augmente à 80°C, la quantité adsorbée diminue à environ 10(mg/g) .

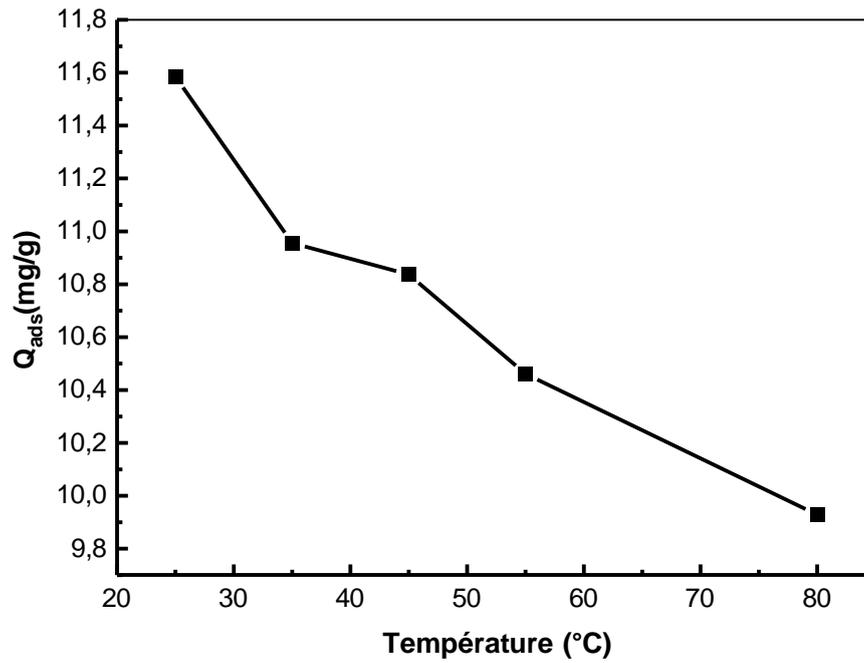


Figure IV - 20 : Effet de Température sur la quantité adsorbée de RC sur Argile Interstratifié

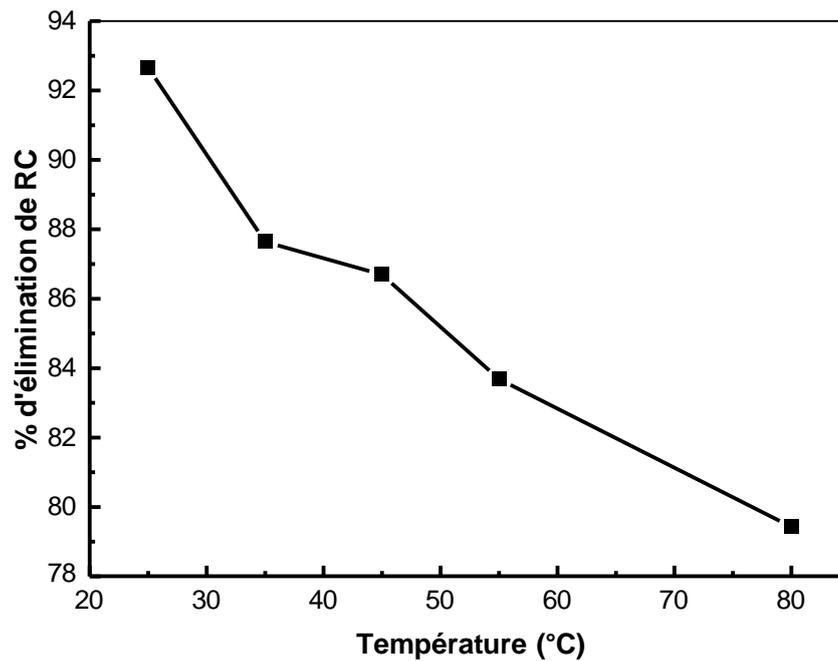


Figure IV - 21: Effet de Température sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Interstratifié.

La figure (IV - 21) montre une relation inverse entre le taux d'adsorption de RC et la température, dont le pourcentage d'élimination de RC diminue de 93 % à 25 °C jusqu'à 79 % à 80 °.

IV – 6 – 1 - 6 - Isotherme d'adsorption de RC :

La courbe montre une proportionnalité directe et croissante entre la concentration résiduelle (C_e) et la quantité adsorbée. D'après la courbe on Remarque que la quantité maximale adsorbé atteint 140 (mg/g).

L'allure de l'isotherme d'adsorption est de type III selon la classification de Gil et al

Type III: Courbe convexe vers le haut sans point de saturation visible. Elle représente une adsorption où l'adsorption initiale est faible mais augmente à mesure que la concentration augmente.

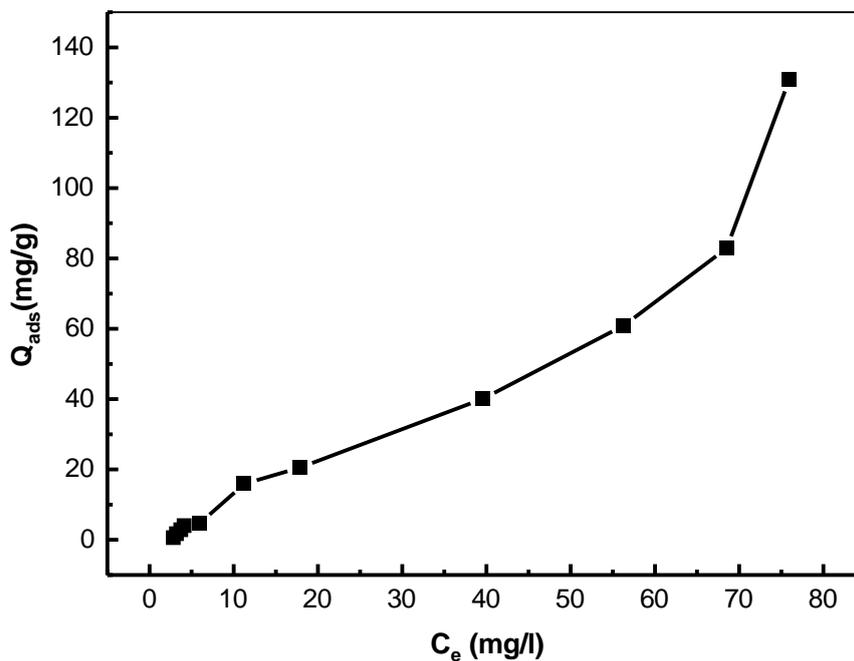


Figure IV -22: Effet de Concentration Résiduel sur le taux d'adsorption de RC sur Argile Interstratifié

IV-7- Modèles d'isothermes d'adsorption

Dans notre travail, nous avons utilisés quatre modèles d'isothermes d'adsorption qui sont, le model de Langmuir, le model de Freundlich, et le model de Temkin. Les résultats obtenus sont présentés dans les figures (Figure IV- 23 , Figure IV- 24 , Figure IV- 25).

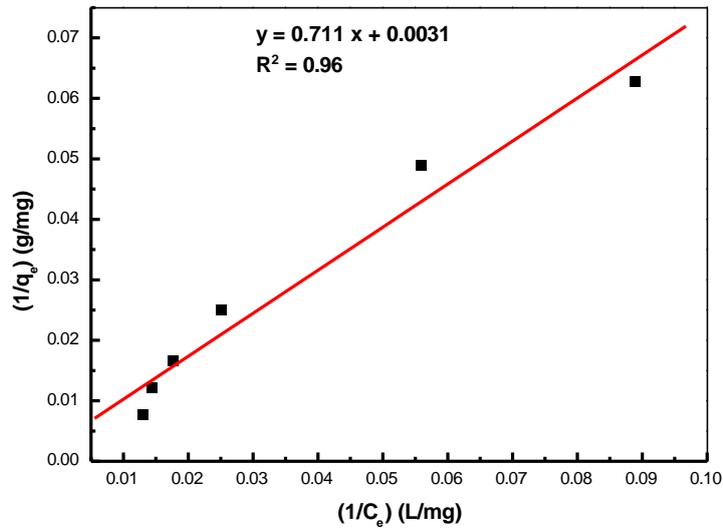


Figure IV- 23 :Modèle de Langmuir pour l’adsorption de RC par Argile activé

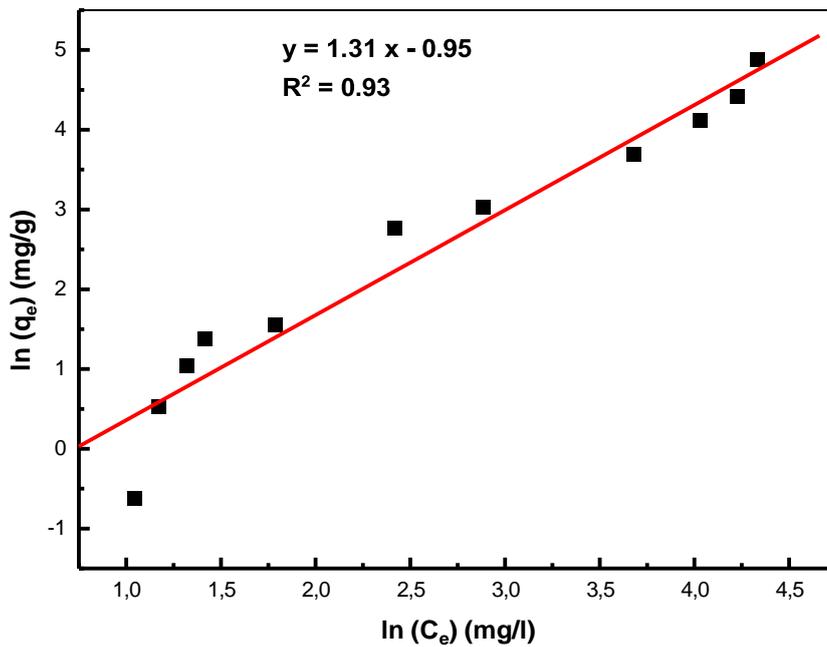


Figure IV- 24 : Modèle de Freundlich adsorption de RC par Argile activé

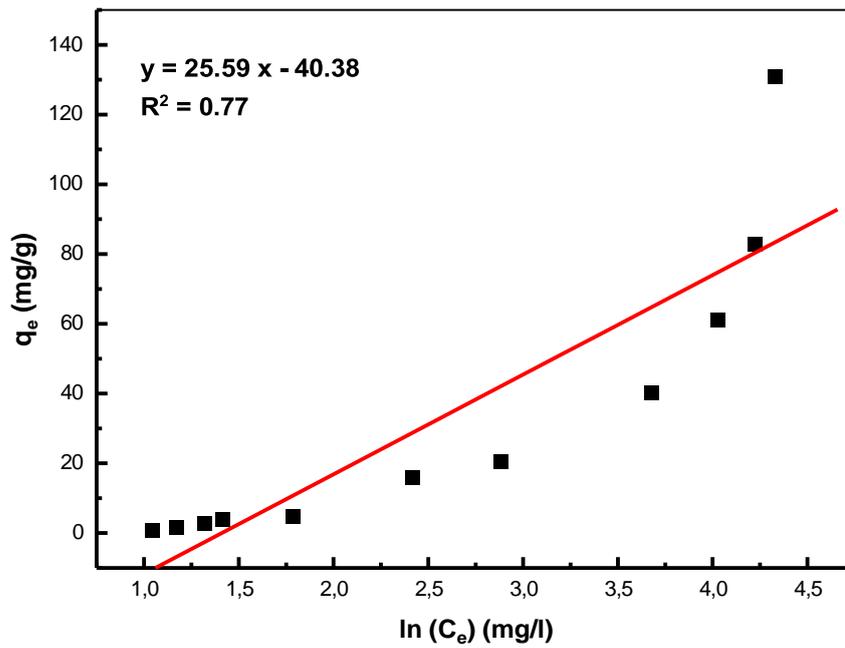


Figure IV- 25: Modèle de temkin pour l’adsorption de RC par Argile activé

Tableau IV-5 : Paramètres des modèles de Langmuir, Freundlich et Temkin

Les modeles	paramètre		
Langmuir	q _m (mg/g)	b	R ²
	322.58	0,0043	0.96
Freundlich	n	K	R ²
	0,763	0387	0.93
Temkin	b _T	K _T	R ²
	96,81	0,206	0.77

IV-8- Modèles cinétiques d'adsorption de RC

Les modèles que nous avons testés sont celle de pseudo premier ordre et pseudo second ordre. Les résultats trouvés sont présentés dans les figures IV-26 et IV-27.

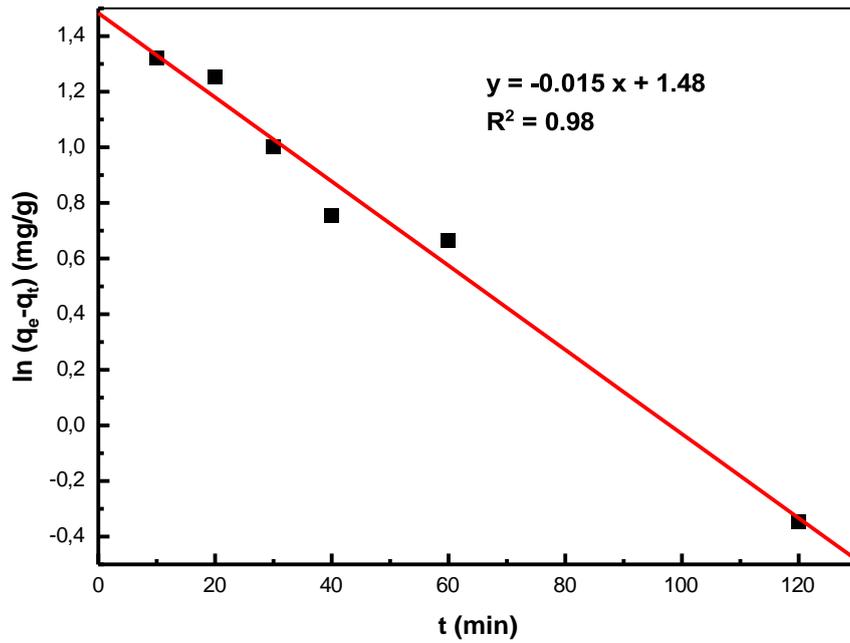


Figure IV- 26 : Modèles cinétiques de pseudo premier ordre.

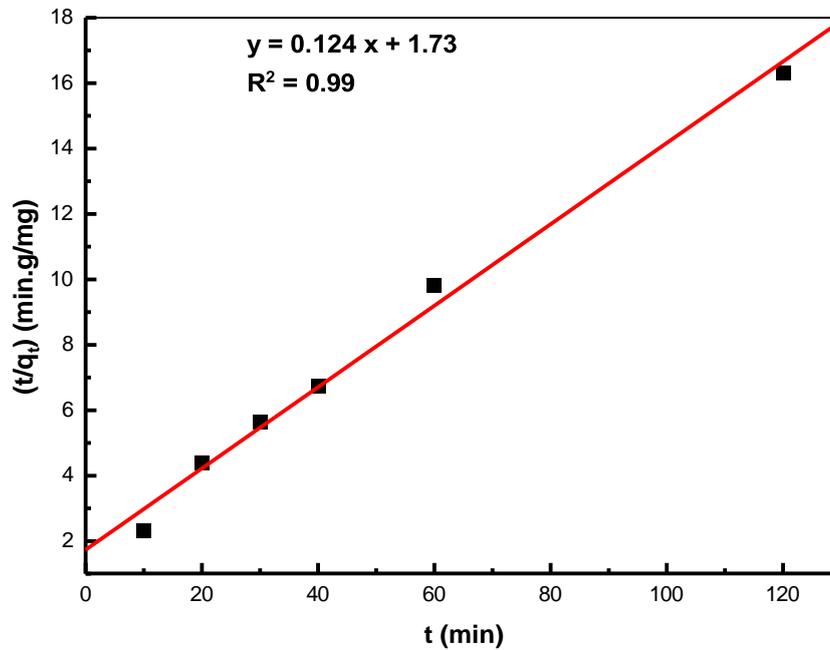


Figure IV- 27 : Modèles cinétiques pseudo second ordre.

Tableau IV-6 : Paramètres des modèles de Langmuir, Freundlich et Temkin

Les modeles	paramètre		
Pseudo premier ordre	K_1	C_1	R^2
	0,015	1,48	0.98
Pseudo second ordre	q_e	K_1	R^2
	8,064	0,008	0.99

Conclusion générale

Grâce à notre étude appliquée dans le laboratoire, nous avons constaté que le l'argile est efficace et considéré comme l'un des meilleurs adsorbants dans le domaine de la lutte contre la pollution de leau. L'étude

a inclus plusieurs effets variables sur l'argile et la substance adsorbée qui est le Rouge de congo, afin de déterminer les meilleurs résultats et les plus idéaux pour l'adsorption complète et pour la purification de l'eau contaminée en colorants les résultats de ces effets sont :

- La masse idéale du l'argile pour une meilleure adsorption est 0,25 g.
- Le temps de contact pour une adsorption le plus complet est de 40 min.
- La température affectant l'adsorption et qui a un rôle positif est de 25 degrés.
- L'influence du pH, les résultats étaient meilleurs pour un pH = 2.

Les résultats obtenus sont soumis à la modélisation cinétique et celle de l'isotherme, pour connaitre les meilleurs modèles qui étaient:

- ✓ pour le modèle pseudo-second ordre a été le meilleur pour la modélisation cinétique
- ✓ pour l'isotherme c'était le modèle de Freundlich

En définitive on peut conclure que le charbon actif est une substance efficace dans l'adsorption de Rouge de congo dissout dans les solutions aqueuses et on peut l'utiliser dans le domaine de la lutte contre la pollution de l'eau

BIBLIOGRAPHIES

- [1] Chebaat Kaouther, Younes Asmaa, Chikhaoui Soumia. (2021). Adsorption du bleu de méthylène sur l'argile .39pages. Mémoire Master, Biotechnologie microbienne, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ibn Khaldoun ,Tiaret, Algerie.
- [2] BENMEZIANE Kahina , LEHLLALI Samira. (2017). Etude de phénomène d'adsorption de bleu de méthylène sur les coquilles des amandes.61pages. Mémoire Master, Génie de l'environnement , Faculté de Technologie ,Université A.MIRA, BEJAIA, Algerie.
- [3] Melle/ Mr. BERHOUM Djamila. (2021). Optimisation des paramètres de l'élimination du rouge congo de l'eau par un biomatériau..61pages. Mémoire Master, Chimie de l'Environnement , Faculté des Sciences et de la Technologie, UNIVERSITE AHMED DRAIA ADRAR, Algerie.
- [4] Chekhaba Khaoula,Bendjebel Siham. (2022). Elimination d'un colorant par adsorption sur l'amidon De blé .61pages. Mémoire Master, Génie des procédés de l'environnement, Faculté des Sciences et de la technologie, Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi , Bordj Bou Arreridj, Algerie.
- [5] Medekhel Abdallah. (2018). Adsorption du bleu de méthylène par charbon actif .59pages. Mémoire Master, Génie Chimique, Faculté de la Technologie, Université Echahid Hamma Lakhdar ,El Oued, Algerie.
- [6] HAMDOUN Amira et SALHI Abir. (2020). Etude bibliographique sur l'adsorption de quelques colorants par des bio-adsorbant.69pages. Mémoire Master, Génie des Procédés de l'Environnement., Faculté des sciences appliquées, Université KASDI-MERBAH ,Ouargla, Algerie.
- [7] Othmane BASSALAH, Ahmed RAMDANI. (2021). Optimisation des paramètres d'adsorption d'un colorant par charbon actif .64pages. Mémoire Master, Génie Chimique, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Ahmed Draïa, Adrar, Algerie.
- [8] Bousta Nour Elhouda,Bennammer Fatima. (2022). Etude de l'adsorption du vert de méthyle par un matériau hybride à base de chitosane.64pages. Mémoire Master,Chimie Organique, Faculté des Sciences de la Matière ,Université Ibn Khaldoun ,Tiaret, Algerie.
- [9] CHENANE Adel. (2020). ÉLIMINATION DU CHROME HEXAVALENT PAR DES ADSORBANTS NATURELS.77pages. Mémoire Master, Génie Chimique,Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées, Université A. M. OULHADJ , Bouira, Algerie.
- [10] Khalla Mohammed Attayib. (2021). Elaboration et caractérisation des nanomatériaux à partir de l'argile locale et application dans le traitement des rejets industriels.72pages. Mémoire Master,CHIMIE PHYSIQUE ET ANALYTIQUE, Faculté des Mathématiques e de l'Informatique et des sciences de la Matière, Université de 8 mai 1945,Guelma, Algerie.

[11] BENYOUCEF Imad eddine , TLIDJANE Lazhar. (2021). Adsorption d'un colorant textile sur un charbon actif issu des noyaux de datte.59pages. Mémoire Master, Chimie Analytique, Faculté des sciences et des technologies, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimy , Bordj Bou Arréridj, Algerie.

[12] Medekhel Abdallah. (2021). Adsorption du bleu de méthylène par charbon actif.59pages. Mémoire Master, Génie Chimique, Faculté de la Technologie ,Université Echahid Hamma Lakhdar -El Oued , Algerie.

[13] BOUCHELKIA Nasma, épouse FELLAHI. (2015). Etude de l'élimination du Plomb, du Zinc et du cadmium par adsorption sur un charbon actif préparé à base des noyaux de jujube.132pages. Mémoire Magister, Génie chimique, Faculté Technologie, Université A.MIRA , BEJAIA ,Algerie.

[14] Randa ATIG. (2021). Etude de la performance des biomatériaux dans l'élimination des polluants organiques en milieux aqueux.48pages. Mémoire Master, Chimie Inorganique, FACULTE DES SCIENCES, UNIVERSITE D r MOULAY TAHAR DE ,SAÏDA, Algerie.

[15] GUESMIA SOUAD. (2015). L'ADSORPTION DES COLORANTS (BLEU DE METHYLENE ET CHROME III) SUR LA BENTONITE.48pages. Mémoire Master, Génie Chimique, Faculté des Sciences et de la technologie, Université Mohamed Khider , Biskra, Algerie.

[16] Guesmia Cherifa Yasmine. (2017). ETUDE DE LA CINETIQUE DE L'ADSORPTION DU VERT DE MALACHITE SUR UN ADSORBANT A BASE DE GRAINS DE CITROUILLE.56pages. Mémoire Master, Génie de l'Environnement, FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT, Université Badji Mokhtar , Annaba,Algerie.

[17] BENMEZIANE Kahina ,LEHLLALI Samira. (2017). Etude de phénomène d'adsorption de bleu de méthylène sur les coquilles des amandes.70pages. Mémoire Master, Génie de l'Environnement, Faculté de Technologie, Université A.MIRA , BEJAIA,Algerie.

[18] BEKAKRA Khaoula , BOUTAYB Kaouther. (2017). Etude de l'élimination du colorant Rouge Congo par l'adsorption sur charbon actif.52pages. Mémoire Master, Génie chimique, Faculté de Technologie, Université Echahid Hamma Lakhdar,El Oued,Algerie.

[19] MEGUELLATI Rima, YALLAOUI Assia. (2021).Optimisation de l'élimination d'un colorant alimentaire par adsorption.38pages. Mémoire Master, Génie des Procédés de l'Environnement, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimy , Bordj Bou Arréridj,Algerie.

[20] LACHEHEB MAAMAR, SADOUDI RABAH. (2018). ETUDE D'ADSORPTION DE VIOLET DE GENTIANE SUR LA SCIURE DE BOIS.78pages. Mémoire Master, Génie de l'Environnement, Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées ,Université A. M. OULHADJ , Bouira,Algerie.

- [21] AIT SALEM DJOUHER. (2018). Adsorption d'un colorant sur un matériau naturel.40pages. Mémoire Master, CHIMIE PHYSIQUE, FACULTE DES SCIENCES , UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI , TIZI-OUZOU ,Algerie.
- [22] Khaoula Sehailia, Fatma Talbi.(2019). Etude d'adsorption du Rouge Congo en phase aqueuse sur les feuilles de palmier.45pages. Mémoire Master, Génie des procédés de l'environnement, FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES ,UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGIA,Algerie.
- [23] BEN MESSAOUD Nour El Houda.(2019). Possibilité d'élimination d'un colorant diazoïque (Rouge Congo) par coagulation-floculation.54pages. Mémoire Master, Hydraulique Urbaine, Faculté des Sciences et de la Technologie ,Université Mohamed khider ,Biskra,Algerie.
- [24] Mlle. Aziza KHALLADI ,Mme. Fatima DAMANE.(2020). Elimination d'un polluant organique (Rouge Congo) par adsorption.52pages. Mémoire Master, Génie Chimique, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Ahmed Draïa, Adrar,Algerie.
- [25] HAMDOUN Amira et SALHI Abir.(2020). Etude bibliographique sur l'adsorption de quelques colorants par des bio-adsorbant.69pages. Mémoire Master, Génie des Procédés de l'Environnement, Faculté des sciences appliquées, Université KASDI-MERBAH ,Ouargla,Algerie.
- [26] Melle/ Mr. BERHOUM Djamila.(2021). Optimisation des paramètres de l'élimination du rouge congo de l'eau par un biomatériau.43pages. Mémoire Master, Chimie de l'Environnement, Faculté des Sciences et de la Technologie, UNIVERSITE AHMED DRAIA ,ADRAR,Algerie.
- [27] NOUI Narimane, BENHAMDE Roumaïssa.(2020). Préparation et caractérisation des argiles. Application à l'adsorption des colorants.44pages. Mémoire Master, Génie du Pétrochimique ,Faculté des sciences appliquées, Université KASDI-MERBAH ,Ouargla,Algerie.
- [28] SAMAR NOUR ELHOUDA,NOUAD AICHA. (2020). Synthèse et caractérisation d'argile de Tissemsilt modifiée : Application à l'adsorption des polluants organiques.81pages. Mémoire Master, Génie de Raffinage , Institut de Sciences et de la Technologie , Universitaire El-wancharissi , Tissemsilt ,Algerie.
- [29] MEFTAH Lamya ,SAHNOUN Khaoula, SAKHRI Samiya. (2019). Exploitation des propriétés adsorbantes de la vermiculite dans le domaine de traitement des eaux.77pages. Mémoire Master, Chimie d'environnement, FACULTE DES SCIENCES, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF, M'SILA,Algerie.
- [30] NECIB Bouthaina. (2019). Élimination D'un Colorant Basique en Solution Aqueuse Par une Bentonite Purifiée.75pages. Mémoire Master, Génie chimique, FACULTE Sciences de l'ingénieur, Université BADJI MOKHTAR ,Annaba,Algerie.
- [31] Hafsi Khadidja, Mekki Fatima. (2015). Amélioration des caractéristiques physiques et mécaniques de l'argile rouge de Mraguen (Adrar).57pages. Mémoire

Master, Géo-matériaux et Structures, Faculté Des Sciences et de Technologie, Université Ahmed Draia, Adrar,Algerie.

[32] Khalla Mohammed Attayib. (2021). Elaboration et caractérisation des nanomatériaux à partir de l'argile locale et application dans le traitement des rejets industriels.57pages. Mémoire Master, CHIMIE PHYSIQUE ET ANALYTIQUE, Faculté des Mathématiques de l'Informatique et des sciences de la Matière, Université de 8 mai 1945,guelma,Algerie.

[33] MORO Chahida. (2018). La décontamination de quelques colorants par des argiles et des composites.54pages. Mémoire Master, Chimie des Matériaux, FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE, UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID, TLEMCEN,Algerie.

[34] BELLAL Hafsa, MelleCHEMLAL Bahria. (2021). ELEMINATION D'UN POLLUANT ORGANIQUE PAR ADSORPTION SUR UNE ARGILE NATURELLE.45pages. Mémoire Master, Génie Chimique, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Abdelhamid Ibn Badis ,Mostaganem,Algerie.

[35] Zouheyr MOUSSAOUI.(2012). Intercalation de dendrimères à travers la bentonite sodique.58pages. Mémoire Master, Sciences Séparatives et Environnement, FACULTE DES SCIENCES ,UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID ,TLEMCEN,Algerie.

[36] KANOURI Rima, LABIDE Abdelhamid.(2013). Adsorption du phénol sur la bentonite de Maghnia.22pages. Mémoire Master, Génie Chimique, FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGI DES SCIENCE DE LA MATIERE ,UNIVERSITE KASDI MERBAH ,OUARGLA,Algerie.

[37] BAKHTAOUI NAIMA.(2015). Synthèse, caractérisations des composites à base d'argile et application à l'environnement.104pages. Mémoire Master, Elaboration et Mise en œuvre des Matériaux et Application à la Protection de l'environnement, Faculté de Chimie, Université Mohamed Boudiaf, Oran,Algerie.

RESUME

Grâce à l'étude pratique sur l'adsorption du Rouge de congo sur l'argile étudié, plusieurs effets ont été appliqués à savoir la masse d'argile, le temps de contact, la concentration, la température et le pH du milieu.

La valeur optimale de la meilleure adsorption expérimentale pour chaque effet a été déterminée par des valeurs multiples appliquées à chaque expérience, Les résultats obtenus sont soumis à la modélisation cinétique et celle de l'isotherme, le modèle pseudo-second ordre a été le meilleur pour la modélisation cinétique, pour l'isotherme c'était le modèle de Langmuir.

Le type de l'argile étudié est une substance efficace dans l'adsorption de rouge de congo.

Mots clés: Adsorption ; Rouge de congo, Argile, Température, Temps de contact, Langmuir.

ملخص

بفضل الدراسة العملية المتصاص أحمر الكونغو على الطين، تم تطبيق العديد من التأثيرات، وهي كتلة الطين وزمن التامس والتركيز ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة للوسط. تم تحديد القيمة المثلى أفضل امتزاز تجريبي لكل تأثير من خلال قيم متعددة مطبقة على كل تجربة، وأخضعت النتائج المتحصل عليها للنمذجة الحركية وتلك الخاصة باليسوترم، وكان نموذج الرتبة الثانية الكاذبة هو الأفضل للنمذجة الحركية، بالنسبة لأيسوترم كان نموذج النجمور. ويعتبر نوع الطين الذي تمت دراسته مادة فعالة في امتصاص الأصباغ وفي مكافحة تلوث المياه.

الكلمات الرئيسية: الامتزاز؛ صبغ الكونغو الأحمر، الطين، درجة الحرارة، وقت الاتصال، النجمور.

Abstract

Thanks to the practical study on the adsorption of Congo Red on the clay studied, several effects were applied, namely the mass of clay, the contact time, the concentration, the temperature and the pH of the medium.

The optimal value of the best experimental adsorption for each effect was determined by multiple values applied to each experiment. The results obtained are subjected to kinetic modeling and that of the isotherm, the pseudo-second order model was the best for kinetic modeling, for the isotherm it was the Langmuir model.

The type of clay studied is an effective substance in the adsorption of Congo red.

Keywords: Adsorption; Congo red, Clay, Temperature, Contact time, Langmuir.