

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie des Procédés

Domaine : Science et Technologie

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie des Procédés de l'Environnement



Thème

**Valorisation des déchets solides pour un traitement efficace des eaux usées**

Présenté par :

HACHOUD Malak

GACEM Oumaima

ASHI Fathi

Professeur

UKM Ouargla

Président

ZIGMI Souad

MCA

UKM Ouargla

Examinatrice

TOUIL Youcef

MCB

UKM Ouargla

Encadreur

RABHI Nada lina

Doctorante

UKM Ouargla

Co-Encadreur

Année universitaire : 2023/2024

## **Remerciements**

*Je, vous dédie ces mots comme l'expression de ma sincère gratitude et de ma reconnaissance pour les efforts considérables et la générosité dont vous avez fait preuve pour m'aider à arriver là où je suis aujourd'hui.*

*Au, professeur et encadreur Touil Youcef pour tous les efforts déployés et au professeur Skirifa Mohammed Lemine pour tous les conseils.*

*Nous, ne saurions passer sous silence les efforts, les conseils et le soutien du co-encadreur Rabhi Nadi.*

*Au, comité de suivi, les distingués professeurs Ashi Fathi et Zigmi Souad, toute appréciation et respect.*

*A, tous les laborantins, tout le respect et la reconnaissance à vous chacun en son nom, et un remerciement particulier à (Ibtisam, Nadia).*

*Il, ne me reste plus qu'à dire à tous ceux qui nous ont apporté leur contribution, ne serait-ce qu'un mot, que vous êtes le phare du savoir et de la connaissance qui a éclairé mon chemin et m'a aidé à acquérir les compétences et les connaissances nécessaires pour réussir dans ma carrière scientifique et pratique.*

*Votre patience, votre dévouement et vos encouragements constants ont eu un grand impact sur moi et m'ont motivé à redoubler d'efforts et de persévérance.*

*Je, vous remercie pour votre soutien et je demande à Dieu tout-puissant de vous accorder le succès dans votre carrière académique et professionnelle, et de faire en sorte que votre don soit purement pour l'amour de Sa face.*

## **Dédicace**

*Après avoir travaillé sur cette note avec l'aide de Dieu, il est impossible d'ignorer la présence des personnes qui m'entourent et qui m'ont soutenu à chaque moment où je pensais que le progrès était impossible, je leur dédie mon diplôme.*

*A, la première et la plus précieuse d'entre elles, ma chère maman*

*À, mon cher père À mes frères Mohammed et Nidal*

*À, mes sœurs Fatima Zahra, Nadjat et la petite Rihabet à mes neveux  
(Islam, Riad, Malak et Arij).*

*À, mes amis Rayane et Hadjer.*

*À, mon ami et collègue dans l'élaboration de ces mémoires Malak*

*À, toute ma famille élargie.*

*À, tous mes amis et collègues du département Génie des Procédés*

*De l'environnement 2024 et enfin*

*A, tous nos honorables professeurs et à tous ceux qui m'ont aidé, tout mon amour et ma gratitude du fond du cœur, je vous dédie ce travail.*

**Oumaima**

*À, ceux qui ont contribué à mon éducation, m'ont inculqué l'ambition  
et la persévérance et m'ont encouragé à atteindre ce moment, aux  
yeux de mon père et de ma mère, que Dieu les protège.*

*Et à mes frères et sœurs, et à ma deuxième famille,*

*Mes cousins et cousines, et surtout à ceux qui attendaient ce moment,  
mais le sort en a été autrement,*

*À, ma tante Fatiha et à ma tante Louisa, que Dieu ait pitié d'elle,*

*À, ma compagne de travail Oumaima Gacem, et à tous mes amis et  
ceux qui me connaissent de près ou de loin.*

**Malak**

# Sommaire

	<b>Page</b>
<b>Remerciements</b>	<b>I</b>
<b>Dédicace</b>	<b>II</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>III</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>IV</b>
<b>Liste des abréviations</b>	<b>V</b>
<b>Résumé</b>	<b>VI</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>I-Eaux usées :</b>	<b>4</b>
<b>I-1.Définition des eaux usées</b>	<b>4</b>
<b>I-2.Types d'eaux usées :</b>	<b>4</b>
<b>I-2-1.Eaux usées domestiques</b>	<b>5</b>
<b>I-2-2.Eaux usées industrielles</b>	<b>5</b>
<b>I-2-3.Eau de pluie</b>	<b>5</b>
<b>I-2-4.Eaux usées urbaines</b>	<b>5</b>
<b>I-2-5.Eaux usées agricoles</b>	<b>5</b>
<b>II. Pollution particulaire de l'eau par les pesticides et les métaux lourds :</b>	<b>6</b>
<b>II-1.Pollution par les pesticides</b>	<b>6</b>
<b>II-1-1.Définition des pesticides</b>	<b>6</b>
<b>II-1-2.Propriétés des pesticides</b>	<b>6</b>
<b>II-1-3.Types de pesticides</b>	<b>7</b>
<b>II-1-4.Distribution de pesticides dans l'eau</b>	<b>8</b>
<b>II-1-5. Risques pour les humains</b>	<b>9</b>
<b>II-1-6. Définition des pesticides (2,4-D)</b>	<b>9</b>
<b>II-1-7. Risques associés aux pesticides 2,4-D</b>	<b>10</b>
<b>II-2.Pollution par les métaux lourds</b>	<b>11</b>
<b>II-2-1.Définition aux métaux lourds</b>	<b>11</b>

<b>II-2-2.Sources d'émissions de métaux lourds</b>	<b>11</b>
<b>I-2-2-1.Source naturelle</b>	<b>11</b>
<b>II-2-2-2.Source humaine</b>	<b>11</b>
<b>II-2 -3.Nickel métal</b>	<b>12</b>
<b>II-2-4.Toxicité de Nickel métal</b>	<b>12</b>
<b>II-2-5.Dangers du nickel métal pour l'homme et l'environnement</b>	<b>12</b>
<b>III. Les techniques utilisées pour l'élimination des pesticides et les métaux lourds :</b>	<b>13</b>
<b>III-1.Introduction</b>	<b>13</b>
<b>III-2.Les déchets solides</b>	<b>13</b>
<b>III-3.Filtration sur sables :</b>	<b>13</b>
<b>III-3-1.Généralités sur la filtration</b>	<b>13</b>
<b>III-3-2.Le but de la technologie de filtration</b>	<b>14</b>
<b>III-3-3.Types de filtration</b>	<b>14</b>
<b>III-3-4.La méthode de filtration</b>	<b>14</b>
<b>III-3-5.Le sable</b>	<b>15</b>
<b>III-4.Adsorption :</b>	<b>15</b>
<b>III-4-1.Définition sur l'adsorption</b>	<b>15</b>
<b>III-4-2.Facteurs influençant l'équilibre d'adsorption</b>	<b>16</b>
<b>III-5.La sciure de bois :</b>	<b>17</b>
<b>III-5-1.Définition de bois</b>	<b>17</b>
<b>III-5-2.Types de bois</b>	<b>17</b>
<b>III-5-3.Propriétés du bois</b>	<b>18</b>
<b>III-5-4.Sciure de bois</b>	<b>19</b>

## **EXPERIMENTALE**

### **Chapitre I : Matériel et Méthode.**

<b>I.Matériaux utilisés :</b>	<b>21</b>
<b>I-1.Sciure de bois</b>	<b>21</b>
<b>I-1-1 .La collecte de sciure de bois</b>	<b>21</b>

<b>I-1-2.Caractéristiques de sciure de bois</b>	<b>21</b>
<b>I-2.Sable de la région d'Ain el Baida</b>	<b>22</b>
<b>II.Préparation dispositif expérimental :</b>	<b>24</b>
<b>II-1.La préparation des colonnes</b>	<b>24</b>
<b>II-2.Préparation de l'eau synthétique</b>	<b>25</b>
<b>II-2-1.Préparation de la solution de l'herbicide (2,4-D)</b>	<b>26</b>
<b>II-2-2.Préparation de Solution de Nickel (Ni)</b>	<b>26</b>
<b>II-3.Caractéristiques de l'herbicide</b>	<b>26</b>
<b>II-4.Caractéristiques de Nickel</b>	<b>27</b>
<b>III.Mise en marche :</b>	<b>27</b>
<b>III-1.Calcul du débit</b>	<b>27</b>
<b>III-2.Fonctionnement</b>	<b>28</b>
<b>Chapitre II: Résultat et Discussion</b>	
<b>I-1.La courbe d' étalonnage</b>	<b>30</b>
<b>II-1.Résultats des analyses physico-chimiques</b>	<b>31</b>
<b>II-1-1.Le pH</b>	<b>31</b>
<b>II-1-2.La Conductivité électrique CE</b>	<b>33</b>
<b>II-1-3.Les courbes de percée</b>	<b>35</b>
<b>Conclusion générale</b>	<b>42</b>
<b>Références</b>	<b>44</b>
<b>Annexes</b>	<b>47</b>

## Liste des tableaux

<b>Numéro</b>	<b>Titre de tableau</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Différences entre la physisorption et la chimisorption	<b>16</b>
<b>2</b>	Répartition moyenne (% en masse) des différents composés dans le bois des feuillus	<b>19</b>
<b>3</b>	Représentant les paramètres physiques du sable des carrières.	<b>23</b>
<b>4</b>	Valeurs des paramètres chimiques de nos sables.	<b>24</b>
<b>5</b>	La hauteur de chaque colonne du sable et de la sciure de bois.	<b>24</b>
<b>6</b>	Caractéristiques de l'herbicide (2.4D)	<b>26</b>
<b>7</b>	Caractéristiques de Nickel.	<b>27</b>

## Liste des figures

<b>Numéro</b>	<b>Titre de figure</b>	<b>Page</b>
1	Les eaux usées	4
2	Structure développée de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique.	10
3	Courbe granulométrique sable Ain Bieda.	22
4	Schéma du dispositif expérimental.	25
5	Courbe d'étalonnage de (2,4D).	30
6	Courbe d'étalonnage de (Ni).	31
7	Histogramme de pH (2,4D).	32
8	Histogramme de pH (Ni).	33
9	Histogramme de la conductivité électrique (2,4D).	34
10	Histogramme de la conductivité électrique (Ni).	35
11	Courbe de percée (2,4D).	36
12	Courbe de percée (Ni).	37
13	Histogramme de taux élimination de (2.4D).	38
14	Histogramme de taux élimination de (Ni).	39
15	HerbicidesL'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique.	47
16	Nickel (Ni).	47
17	Spectroscopie UV-Visible.	48
18	Balance.	49
19	pH-mètre. HANNA	49
20	Dispositif expérimental.	49

## Liste des abréviations

<b>2,4-D</b>	2,4-dichlorophénoxyacétique
<b>CE</b>	Conductivité électrique
<b>C<sub>c</sub></b>	Coefficient de courbure
<b>C<sub>u</sub></b>	Coefficient d'uniformité
<b>Dr</b>	Densité réel
<b>PVC</b>	Polyvinyle chloride

## Résumé

Les eaux usées (agricoles et industrielles) sont l'un des plus dangereux vecteurs de polluants, notamment l'herbicide acide (2.4-D) et le métal lourd (nickel). Dans notre recherche, nous avons abordé l'élimination de ces deux polluants et nous avons étudié l'efficacité de leur élimination par l'utilisation et la valorisation de déchets naturels solides sciure et sable de dune de la région d'Ain El Baida (Ouargla).

Nous avons réalisé un essai sur trois colonnes (sable, sable + sciure et sciure) ; une série pour tester l'élimination des pesticides et du même pour tester l'élimination du Nickel ; on a fait les tests pendant deux semaines. Nous avons obtenu des résultats où les paramètres rendement et concentration des polluants dans l'eau traitée ont été évalués. Les résultats obtenus sont les suivants en terme de rendement ; pour la colonne de sable on a obtenu un rendement de l'ordre de (91.52%) au bout de 3 jours pour 2.4D alors que pour l'élimination de Ni un rendement de (40%) pour la même période ; Ensuite pour la colonne de sciure de bois on a obtenu au bout de 3 jours des rendements de (30%) et (71%) pour le 2.4D et Ni respectivement. Enfin pour la colonne de mélange sable et sciure de bois et au bout de 3 jours on a obtenu un rendement de (57%) ; (80%) respectivement pour 2.4D et Ni.

En préconisation, cette étude mérite une extension dans le temps et la variation de certains paramètres.

**Mots-clés:** Filtration, Sable de dune, Sciure de bois, Herbicide, Nickel métal.

## المخلص

تعتبر مياه الصرف الصحي (الزراعي والصناعي) من أخطر نواقل الملوثات، بما في ذلك مبيدات الأعشاب الحمضية والمعادن الثقيلة (النيكل). تناولنا في بحثنا التخلص من هذين الملوثين ودرسنا مدى فعالية التخلص منهما من (D)-2.4 (خلال استخدام وتنمين النفايات الطبيعية الصلبة (نشارة الخشب) ورمال الكتبان الرملية من منطقة عين البيضاء ورقلة).

قمنا بإجراء اختبار على ثلاثة أعمدة (الرمال والرمل + نشارة الخشب ونشارة الخشب)؛ سلسلة لاختبار القضاء على المبيدات الحشرية ونفس الشيء لاختبار القضاء على النيكل. لقد أجرينا الاختبارات لمدة أسبوعين. لقد حصلنا على نتائج حيث تم تقييم معاملات المحصول وتركيز الملوثات في المياه المعالجة. النتائج التي تم الحصول عليها هي كما يلي من حيث بينما بالنسبة لإزالة النيكل D العائد؛ بالنسبة للعمود الرملي حصلنا على محصول حوالي (91.52%) بعد 3 أيام لمدة 2.4 حصلنا على محصول (40%) لنفس الفترة؛ ثم بالنسبة لعمود نشارة الخشب حصلنا على محصول (30%) و (71%) لـ على التوالي بعد 3 أيام. وأخيراً بالنسبة لعمود خلط الرمل ونشارة الخشب وبعد 3 أيام حصلنا على محصول Ni و 2.4D و Ni قدره (57%) (80%) على التوالي لـ 2.4.

فيما يتعلق بهذه الدراسة ، فإنها تستحق تمديدًا بمرور الوقت وتغيير معايير معينة.

الكلمات المفتاحية: الترشيح ، الكتبان الرملية، نشارة الخشب، مبيدات الأعشاب، معدن النيكل .

# **Introduction générale**

### **Introduction générale**

L'eau est une composante vitale de l'écosystème, malgré son abondance, cette composante subit des pressions polluantes provenant de plusieurs sources, notamment les déchets industriels, domestiques et agricoles. [1]

Les chercheurs jouent un rôle actif dans ces solutions grâce aux technologies de dessalement de l'eau de mer et au traitement et à la réutilisation des eaux usées et des eaux résiduaires industrielles. Le processus de traitement de l'eau améliore la qualité de l'eau pour la rendre utilisable (pour la boisson, l'approvisionnement en eau industrielle, l'irrigation et bien d'autres usages).

L'élimination des micropolluants et les composants indésirables ou de réduire leur concentration à une limite admissible pour protéger les nappes souterraines contre tout risque de pollution. La pollution de l'eau est principalement causée par le rejet d'eaux usées non traitées par les entreprises ; les effluents de diverses organisations, contenant des quantités variables de polluants, sont déversés dans les rivières ou les ressources en eau. L'eau peut contenir un pourcentage élevé de polluants organiques et inorganiques lors du rejet initial. [2]

Parmi les polluants dangereux pour l'environnement figurent les métaux lourds, dont certains seront abordés dans notre sujet de recherche. En effet, la présence de métaux lourds dans les eaux usées est devenue un grave problème environnemental ces dernières années en raison des dommages importants qu'ils causent aux écosystèmes et à la santé humaine, même à de très faibles concentrations.

La pollution par les métaux lourds est un fardeau environnemental majeur et, en raison de leur non-biodégradabilité, elle peut provoquer des problèmes de santé tels que des vomissements, des diarrhées et même des cancers. Les métaux lourds présents dans l'eau provoquent la mort de la vie aquatique, le manque d'oxygène et la prolifération d'algues. Lorsque les métaux lourds sont rejetés dans les rivières, ils sont transformés en ions, qui sont bien plus dangereux que les atomes de métal. Les processus enzymatiques sont perturbés par ces ions aqueux et l'absorption est accélérée. Par conséquent, les métaux lourds doivent être éliminés afin de minimiser les risques pour la population.

Dans notre étude, nous avons abordé une partie bibliographique et expérimentale où le métal nickel, qui est l'un des métaux lourds qui représentent un danger pour l'environnement et

## Introduction générale

---

L'homme, comme nous l'avons mentionné précédemment, outre le fait que la pollution de l'eau ne se concentre pas uniquement sur les métaux lourds, mais qu'il existe plusieurs autres polluants tels que les pesticides, parmi lesquels nous avons choisi l'herbicide (2.4D), qui est considéré comme l'un des types de pesticides les plus dangereux pour polluer l'eau, comme sujet d'étude, avec le nickel, où nous aborderons les points suivants L'ampleur de leur élimination de l'eau par l'utilisation de la sciure et du sable de la région d'Ain El Baida à Ouargla, dans le cadre de la valorisation des déchets solides pour le traitement efficace de l'eau, qui se fera par les techniques de filtration et d'adsorption, afin d'optimiser l'exploitation des ressources et d'en tirer le meilleur profit, sans oublier l'importance d'utiliser l'eau en la traitant par les méthodes étudiées.

**Partie:SYNTHESE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## Partie : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### I-Eaux usées :

#### I-1 Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont des eaux dont les propriétés physiques, chimiques et biologiques ont été modifiées de manière inappropriée et qui sont produites directement ou indirectement par les activités humaines. Il s'agit également de toutes les eaux résultant d'activités domestiques, agricoles et industrielles chargées de substances toxiques qui pénètrent dans les canalisations d'égouts. Les eaux usées entraînent également la coagulation des eaux de pluie et la charge polluante qu'elles génèrent dans l'environnement. [3]



**Figure1** : Eaux usées [20]

#### I-2 Types d'eaux usées :

Les problèmes environnementaux associés aux activités humaines et à la concentration des populations et des communautés humaines deviennent de plus en plus importants. En effet, que ce soit à l'échelle industrielle, urbaine ou agricole, la pollution d'origine humaine affecte de plus en plus le cycle de l'eau. Les traitements artificiels doivent aider et compléter le cycle. Les eaux usées arrivant dans les stations d'épuration proviennent principalement de cinq sources :

### **I-2-1 Eaux usées domestiques :**

Ils proviennent de diverses utilisations domestiques de l'eau. Ils sont constitués principalement des excréments humains issus des eaux de vaisselle ménagères chargées en détergents et graisses, des eaux de toilettes chargées en matières organiques, azote ou phosphate, et de germes fécaux appelés eaux noires. [3]

### **I-2-2 Eaux usées industrielles :**

Elles diffèrent grandement des eaux usées ménagères. Leur nature diffère d'une industrie à l'autre. Outre les composés organiques azotés ou phosphorés, elles renferment aussi des substances toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures. La présence de substances dangereuses (telles que les métaux, les solvants chlorés, le benzène et les pesticides, les phénols...etc.) est persistant, bioaccumulable et peut entraîner une intoxication des organismes en perturbant certaines fonctions vitales, pouvant entraîner la mort, même à des concentrations très faibles (de l'ordre du microgramme par litre). [4]

### **I-2-3 Eau de pluie :**

Il s'agit de l'eau de pluie et du lavage des routes. Cette eau est caractérisée par :

La présence de matières en suspension en grande quantité, ainsi que d'hydrocarbures issue du trafic automobile. L'eau de pluie s'écoule dans les rues où polluants accumulés. [3]

### **I-2-4 Eaux usées urbaines :**

C'est l'eau provenant des habitations et des entreprises qui pollue les eaux urbaines. Les polluants urbains sont représentés par les rejets ménagers, les eaux usées, les eaux usées communales et tous les produits dont se débarrassent les habitants des zones urbaines, notamment les déchets industriels rejetés par les entreprises en quantités variables selon la taille et l'activité de la communauté. [3]

### **I-2-5 Eaux usées agricoles :**

Ceux-ci sont des émissions liquides agricoles provenant du ruissellement d'eau d'irrigation,

D'engrais, de pesticides, d'herbicides ou de rejets organiques causés par un élevage intensif.

[4]

## **Pollution de l'eau :**

La pollution de l'eau ou la pollution peut être définie comme une dégradation ce la se fait en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques par des déversements ou rejets directs ou indirects de corps étrangers.

## **II Pollution particulières de l'eau par les pesticides et les métaux lourds :**

### **II-1 Pollution par les pesticides :**

#### **II-1-1 Définition des pesticides :**

Ce sont des composés chimiques ou des mélanges de produits chimiques destinés à éliminer les parasites nuisibles présents dans le secteur agricole, tels que les micro-organismes et les parasites qui constituent une menace pour les cultures agricoles. Ils sont également utilisés pour augmenter la production en régulant la croissance des plantes afin de réduire la perte de fruits et maintenir leur qualité. Ils sont également considérés comme une arme à double tranchant, car une utilisation excessive a de graves conséquences sur plusieurs aspects, dont l'un est la pollution de l'eau, cette dernière faisant l'objet de notre étude. [5][6]

#### **II-1-2 Propriétés des pesticides :**

**Volatilité :** Les pesticides sont connus pour cette propriété car ils sont fabriqués à partir de produits chimiques volatils, qui sont des poudres chimiques qui se propagent facilement dans les environnements dans lesquels ils sont utilisés.

**Solubilité :** Les pesticides phosphore-organiques sont très solubles dans les graisses et difficiles à dissoudre dans l'eau, ce qui leur permet de pénétrer à travers la peau et les mucus, ce qui explique leur persistance dans les tissus adipeux.

**Stabilité :** Cette propriété est liée à l'efficacité des pesticides et à leur présence dans le milieu dans lequel ils sont placés, car elle varie d'un pesticide à l'autre, ce qui suffit à le détruire et à le transformer en produits dans le milieu traité sous forme de résidus de pesticides.[5]

## II-1- 3Types de pesticides :

Les pesticides sont classés en deux catégories:

### Première classe :

Son objectif est de contrôler un type d'activité spécifique, car il se divise en trois grandes familles:

**1-Les herbicides :** qui sont les plus utilisés au monde, visent à protéger les plantes en ralentissant leur croissance. Il à différentes manières d'agir sur les plantes, où il peut perturber la régulation hormonale (auxine) (la principale hormone qui augmente la taille des cellules), affecte la photosynthèse, voire inhibe la division cellulaire.

**2-Fongicides :** Ils agissent pour limiter la propagation des maladies des plantes causées par des champignons ou des bactéries, soit en inhibant le fonctionnement du système respiratoire ou la division cellulaire, soit en perturbant la biosynthèse des stérols, des acides aminés ou des protéines, qui sont les plus importants. C'est une source importante pour la croissance normale des plantes, afin de prévenir la propagation de tout type de maladies des plantes.

**3-Insecticides :** Ces pesticides ont pour but de protéger les plantes des insectes, particulièrement nuisibles, en les éliminant complètement ou en empêchant leur reproduction. Il existe des types d'insecticides, parmi lesquels :

-les neurotoxines.

-Régulateurs de croissance.

-Et ceux qui travaillent sur la respiration cellulaire.

Ces types sont les plus courants, bien qu'il en existe d'autres types, notamment : les acaricides contre les acariens, les nématodes contre les vers, les molluscicides contre les limaces et les escargots, ou contre les corbeaux, les oiseaux et autres.

### Deuxième classement:

Cette classification dépend de la nature chimique de la substance active qui forme principalement les produits phytosanitaires, et cela est dû à la diversité des propriétés physiques et chimiques de la plupart des pesticides.

Il existe un grand nombre de types chimiques, dont les plus importants sont : les composés chlorés, les organophosphorés, les carbamates, les triazines et l'urée. Ce type ne permet pas d'identifier clairement et systématiquement le composé, car certains insecticides peuvent avoir plusieurs fonctions chimiques.[7]

#### **II-1-4 Distribution de pesticides dans l'eau:**

L'intérêt de protéger les plantes contre les maladies des plantes, les insectes et autres, en utilisant des pesticides, dont on ne peut pas dire qu'ils affrontent ou résolvent ce problème (le problème des dommages aux plantes) complètement et sans nuire à l'environnement, comme la dose à partir de laquelle les plantes le bénéfice varie entre (0% - 23%) de la quantité totale distribuée et varie en fonction des propriétés physiques et chimiques de la molécule et d'autres facteurs externes.

Il est certain que la quantité de pesticides n'atteint pas la cible à traiter (les plantes) et se transfère d'une manière ou d'une autre dans l'eau, malgré les différents modes de propagation (développement dans l'atmosphère, érosion, adsorption dans le sol). Ruissellement de surface et filtration dans les profondeurs du sol), et les processus de décomposition sont les mêmes. La biodégradation, la photosynthèse ou la décomposition chimique ont un rôle dans la pollution de l'environnement et de l'eau.

L'intervention des pesticides dans le milieu aquatique peut être directe ou indirecte. Cependant, la méthode directe est généralement une méthode ponctuelle qui ne peut être répétée à la suite d'un accident soudain, tandis que la méthode indirecte est une méthode générale et récurrente chaque fois que des pesticides sont utilisés. [7]

#### **II-1-5 Risques pour les humains :**

Les pesticides et leurs produits dérivés sont absorbés par l'homme et les animaux en général par l'alimentation, l'eau, par contact avec la peau et les cuticules, ou encore par inhalation. Un sondage réalisé aux États-Unis a révélé la présence de traces de pesticides dans diverses sources telles que l'urine, le sang, les tissus adipeux et même le lait infantile. ([www.observatoire-pesticides.gouv.fr](http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr)).

Malgré leur sélectivité et leur mécanisme d'action particulier, les pesticides sont toxiques pour les organismes involontairement exposés, à la suite de la contamination de l'environnement et de la chaîne alimentaire. Différentes recherches montrent que les pesticides ont des effets cytotoxiques, neurotoxiques, embryologiques, mutagènes, tératogènes ou carcinogènes. Leur action toxique se manifeste par une action directe sur la génotoxicité, ce qui leur permet de subir une activation métabolique et de former des intermédiaires électrophiles capables d'interagir avec les acides nucléiques. Ils peuvent également agir de manière indirecte, comme par le stress oxydatif, l'inhibition de la communication intercellulaire, la formation de récepteurs activés ou d'autres moyens. [7]

### II-1-6 Définition des pesticides (2,4-D) :

Selon Peterson (1967), le 2,4-D a été l'un des premières herbicides auxines synthétiques à être largement et fréquemment employé pour combattre les mauvaises herbes annuelles et vivaces. L'un des nombreux herbicides appelés phénoxy a été créé pendant la Seconde Guerre mondiale dans le but d'améliorer les rendements des cultures d'une nation en guerre (Questel 1950). Le premier herbicide sélectif efficace a été commercialisé en 1946 et a permis d'améliorer considérablement le contrôle des mauvaises herbes dans le blé, le maïs, le riz et d'autres cultures céréalières similaires, car il s'attaque aux dicotylédones. Lors de sa première commercialisation dans les années 1940, cette famille d'herbicides aurait "débuté une révolution agricole et posé les bases de la science actuelle des mauvaises herbes". Le 2,4-D est toujours utilisé aujourd'hui en raison de son coût abordable et il demeure l'un des herbicides les plus utilisés à l'échelle mondiale. Plus de 600 produits à base de 2,4-D sont actuellement disponibles sur le marché. [8]

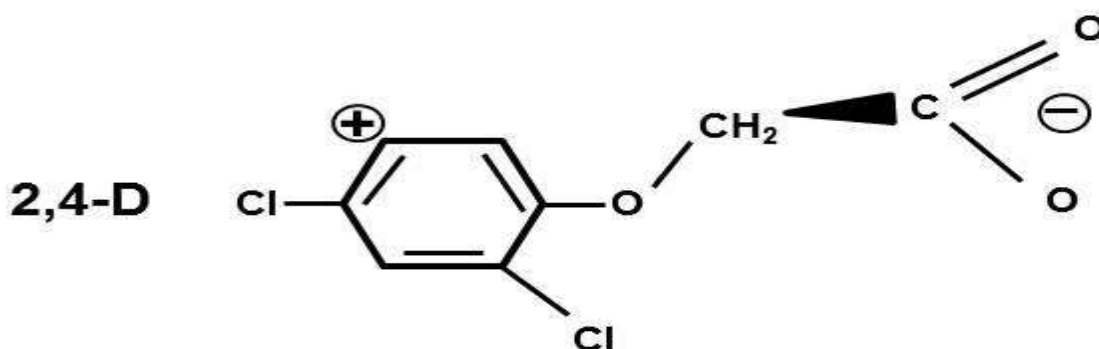


Figure 3 : Structure développée de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique. [8]

### II-1-7 Risques associés aux pesticides 2,4-D :

Les pays où l'activité agricole est plus importante montrent une forte utilisation de cet herbicide. D'après le Département de l'Agriculture des États-Unis, les principaux marchés et producteurs de 2,4-D sont les États-Unis, l'Amérique du Sud, l'Europe et la Russie. Étant donné que les produits utilisés pour les cultures sont lessiveux et accessibles aux plans d'eau, le niveau élevé est dû à leur utilisation. Il est clair que le 2,4-D est couramment détecté dans des échantillons d'eau de surface, d'eau souterraine et d'eau potable, ce qui témoigne de sa commercialisation. En outre, le 2,4-D est écologiquement durable, avec une durée de vie dans l'eau variant de 15 à 300 jours en fonction des conditions environnementales. Les niveaux de 2,4-D observés dans les environnements aquatiques sont généralement compris entre 4 et

## Partie : Synthèse Bibliographique

---

24 µg. Le 2,4-D a été observé à différentes concentrations dans les eaux de surface à travers le monde. La présence de 2,4-D dans l'eau est une préoccupation en raison de ses effets toxiques sur les organismes non visés. En ce qui concerne ces effets, de plus en plus d'études dans la littérature soulignent son effet toxique sur le foie dans divers modèles biologiques (par exemple : rongeurs et poissons). Les conséquences incluent des dommages aux cellules et aux tissus du foie, l'inhibition des enzymes antioxydants du foie, la peroxydation lipidique (LPO) et une augmentation des taux de transaminases dans le sang. Chez les vertébrés, le foie a des fonctions essentielles, telles que le métabolisme des nutriments et les mécanismes de détoxification. Ces processus peuvent être affectés négativement par les lésions hépatiques et entraîner le développement de diverses maladies comme la fibrose, la cirrhose, la stéatose et le carcinome hépatocellulaire.[9]

### **II-2 Pollution par les métaux lourds :**

#### **II-2-1 Définition aux métaux lourds :**

Le terme « métaux lourds » est utilisé parce qu'il s'agit de métaux dont la densité est supérieure à 5, et parmi les métaux lourds les plus importants figurent (Cu, Pb, Fe, Mn, Ni). Selon Callender 2003, la propriété essentielle des éléments est la densité. Cette étude a été présentée afin de connaître l'effet des métaux lourds sur le milieu environnant, en particulier sur l'eau, et cela est dû à l'intervention de facteurs humains tels que l'activité minière, qui ont conduit à une augmentation significative des concentrations de métaux dans l'eau. Il existe également des facteurs naturels tels que (les intempéries) et peuvent être transférés de Par le vent, par l'air atmosphérique, par l'eau, les matières en suspension ou les sédiments du fond des cours d'eau, et il est important de connaître les concentrations de ces métaux répandus dans l'environnement. Comme nous l'avons mentionné précédemment, les sources de ces métaux sont nombreuses, comme celles qui proviennent de l'homme et de ses activités (activité minière et industrie, métaux, acier, engrais et pesticides utilisés en agriculture).[10]

#### **II-2-2 Sources d'émissions de métaux lourds :**

La pollution par les métaux lourds est principalement d'origine naturelle, mais elle est aussi souvent d'origine humaine.

##### **II-2-2-1 Source naturelle :**

L'origine des métaux lourds présents dans le sol et l'eau résulte naturellement de la corrosion et de la décomposition des roches. Les métaux lourds courants sont le zinc, le cuivre, le chrome, le cadmium, le plomb, le mercure et le nickel.

### **II-2-2-2 Source humaine :**

Les activités humaines ont un rôle majeur dans la propagation de ces métaux lourds et la contamination des sols et des eaux. Quant à la pollution de l'air, elle fait partie des milieux urbains et des moyens de transport (routes, voies ferrées et trafic aérien). Transférés de l'air vers le sol par l'eau de pluie et diverses activités industrielles, en plus de cela, les engrais, les pesticides, etc. provoquent une contamination de l'eau et du sol par des métaux lourds. [4]

### **Parmi les métaux lourds nous avons choisi le nickel :**

#### **II-23 -Nickel métal:**

Le nickel est un métal bleuâtre avec une masse molaire élevée (58,69) et un numéro atomique de 28. Le nickel est un métal solide et malléable. Il est considéré comme le septième élément de transition le plus abondant et le 11e élément le plus abondant dans la croûte terrestre. Il est également considéré comme conducteur de chaleur et d'électricité. On le trouve en forte concentration dans les roches. Le nickel est utilisé dans de nombreuses applications industrielles : Grâce à l'acier inoxydable, il entre dans la fabrication d'alliages non ferreux (pièces de monnaie, ustensiles de cuisine) et est également utilisé dans les pigments métalliques pour les métaux et la céramique. [11]

#### **II-2-4 Toxicité de Nickel métal:**

La toxicité des métaux lourds est considérée comme un risque courant depuis l'Antiquité. À des concentrations dépassant la limite autorisée, l'un d'entre eux est le nickel. À des concentrations élevées, il a des effets nocifs sur la santé humaine et l'environnement. à de très faibles concentrations.[11]

#### **II-2-5 Dangers du nickel métal pour l'homme et l'environnement :**

Le monde est témoin d'une augmentation notable de l'utilisation de métaux lourds dans diverses industries modernes, ce qui représente un énorme fardeau pour l'environnement. Le nickel est un exemple frappant de ces métaux, car il est abondant dans de nombreuses technologies avancées. En raison de la consommation croissante de produits contenant du nickel, ses composés sont largement rejetés dans l'environnement à toutes les étapes de leur production et de leur utilisation. Cette accumulation présente de graves risques pour la santé humaine, car des études indiquent qu'elle est liée à une série de problèmes de santé, notamment : Allergie cutanée : le nickel provoque des réactions allergiques chez certaines personnes, notamment des démangeaisons, des rougeurs et des éruptions cutanées. Fibrose

## Partie : Synthèse Bibliographique

---

pulmonaire : une exposition chronique au nickel peut endommager les poumons, entravant la respiration et provoquant une oppression thoracique. Maladie rénale : le nickel peut endommager les reins, affectant ainsi leur capacité à filtrer les déchets de l'organisme. Maladies cardiovasculaires : Le nickel peut provoquer une hypertension artérielle et l'athérosclérose, ce qui augmente le risque de maladie cardiaque et d'accident vasculaire cérébral. Cancer : Certaines études indiquent un lien entre l'exposition au nickel et certains types de cancer, notamment le cancer du poumon. L'effet le plus inquiétant sur la santé est peut-être la capacité du nickel à stimuler la transformation oncogène, c'est-à-dire la conversion de cellules saines en cellules cancéreuses. Le mécanisme de cet effet n'est pas encore entièrement compris et constitue un sujet important de recherche scientifique. [13]

### **III Les techniques utilisées pour l'élimination des pesticides et les métaux lourds :**

#### **III-1 Introduction:**

Les sources de pollution de l'environnement aquatique sont multiples et de différents types, de sorte que de nombreux pays développés ont commencé à modifier l'efficacité du traitement des eaux polluées plus efficacement que le traitement biologique traditionnel pour atteindre les valeurs admissibles des concentrations de polluants sortant de l'eau traitée, et plusieurs méthodes sont utilisées pour traiter les eaux polluées (eaux usées), dont la plus importante est la filtration, l'un des objectifs les plus importants de notre recherche étant d'aborder l'utilisation des résidus naturels comme filtres à eaux usées afin d'exploiter et de valoriser ces résidus pour aider l'environnement aquatique et de valoriser les résidus naturels car de nombreux résidus naturels ont prouvé leur efficacité dans l'élimination des polluants dans l'environnement aquatique. Noix de coco, pulpe de betterave à sucre, déchets de thé et sable, Farine de canola et sciure de bois. [14]

#### **III-2 Les déchets solides :**

Un déchet désigne tous les déchets d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, tels que toute substance, matériau, produit ou matériel abandonné ou destiné à l'abandon par son propriétaire. En d'autres termes, tout objet abandonné est considéré comme un déchet. Cependant, cela ne signifie pas que cet élément est inexploitable, qu'il soit en l'état ou après modification. Ce ne sont que les déchets considérés comme ultimes qui sont véritablement inutilisables et qui doivent être conservés afin d'éviter toute pollution de l'environnement. [14]

### **III-3 Filtration sur sables :**

#### **III-3-1 Généralités sur la filtration :**

La technologie de filtration est considérée comme l'une des méthodes qui permettent aux liquides de circuler dans un milieu poreux, car elle sépare le solide du liquide tout en préservant les particules en suspension. Cela se fait de deux manières :

-L'écoulement de la suspension à travers le milieu poreux de la masse, à l'intérieur duquel sont retenues les particules de la longueur dispersée, ce qui conduit à son colmatage progressif, dépendra de la texture de cette masse et des dimensions des particules de la longueur dispersée.

-La suspension s'écoule à travers un support sur lequel des particules sont déposées sous forme d'un gâteau dans lequel le filtre est plus ou moins pur selon les dimensions des particules, la texture du support et le temps. [11]

#### **III-3-2 Le but de la technologie de filtration :**

Est de filtrer un liquide contenant des matières en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux qui permet l'élimination indirecte des bactéries, de la couleur, de la turbidité et de certaines odeurs. Il ne faut pas non plus oublier que l'un des facteurs affectant cette technologie est. Les inévitables changements climatiques de température, ce qui rend son efficacité très variable en fonction des conditions climatiques. [11]

#### **III-3-3 Types de filtration :**

##### **Filtration rapide :**

La filtration rapide est l'un des systèmes les plus courants. Elle est considérée comme un processus physique au cours duquel les matières en suspension dans l'eau sont éliminées à une vitesse de 4 à 25 m/heure. Elle a des débits élevés et nécessite un petit espace pour travailler. . Ces filtres sont nettoyés deux fois par jour.

##### **Filtration lente :**

Il s'agit d'une méthode de purification biologique qui consiste à faire passer l'eau contaminée à travers une couche de matériau de filtration. Grâce à ce processus, la qualité de l'eau est grandement améliorée en réduisant le nombre de micro-organismes (bactéries, virus) ainsi qu'en éliminant les matières en suspension, provoquant l'apparition de micro-organismes. des changements dans sa composition chimique qui conduisent à la formation d'une couche. Une fine couche appelée membrane biologique se trouve à la surface du lit. Cette couche est nécessaire car le processus de purification s'y déroule. [15]

### **III-3-4 La méthode de filtration :**

Fonctionne pour piéger les particules à la surface des grains grâce à des forces physiques. La facilité d'installation dépend plus ou moins des conditions de fonctionnement du filtre ainsi que des matériaux utilisés. La surface des grains détermine également la capacité de rétention du filtre. À mesure que l'eau augmente, cette zone diminue, ce qui obstrue le filtre, et la perte de pression augmente considérablement car elle permet la filtration en éliminant correctement les bactéries, la couleur, la turbidité et les odeurs indirectement. [15]

### **III-3-5 Le sable:**

Le sable est un groupe de grains minéraux fins composé principalement de quartz et possède des propriétés distinctives qui lui permettent de jouer un rôle important dans le processus de filtration, car c'est un matériau idéal pour piéger les impuretés et les particules contenues dans les liquides.

### **III-4 Adsorption :**

#### **III-4-1 Définition sur l'adsorption :**

Les molécules d'un fluide (gaz ou liquide) s'accumulent à l'interface d'un solide adsorbant par des interactions plus ou moins intenses, ce qui entraîne l'adsorption. Les sites dits "actifs" de l'adsorbant sont où l'adsorbât se fixe. On peut mentionner parmi les adsorbants les plus fréquents : les charbons actifs, les zéolithes, les gels de silice, les alumines activées, les adsorbants polymères et les bio-adsorbants. Deux types d'adsorption existent en fonction de la nature des forces attractives mises en jeu : la chimie-sorption et la physisorption. [16]

**L'adsorption physique ou physisorption** Les interactions entre les entités moléculaires, telles que les forces d'attraction de Van der Waals et les forces découlant des interactions électrostatiques de polarisation, sont très faibles. Elle est à la fois réversible et peu précise. La rapidité de l'adsorption physique est souvent entravée par les phénomènes de diffusion. On peut évaluer la force des interactions en utilisant l'énergie d'adsorption, qui varie entre 5 et 40 kJ.mol<sup>-1</sup> et est considérée comme faible. Ainsi, la désorption peut être totale.

**L'adsorption chimique ou chimie-sorption** Il est en grande partie irréversible et lent. Très précise, elle est accompagnée d'une variation significative de l'énergie d'activation. L'adsorption chimique est le résultat d'un changement profond dans la répartition des charges électroniques de la molécule adsorbée : les forces de liaison sont similaires à celles qui interviennent lors de la formation des liaisons chimiques. La désorption est compliquée lorsque l'énergie d'adsorption dépasse 80 kJ.mol<sup>-1</sup>. [17]

**Tableau 1** : Différences entre la physisorption et la chimie-sorption [16]

	<b>Physisorption</b>	<b>Chimie-sorption</b>
Type de liaison	Physique	Chimique
Nature des forces intermoléculaires	Forces de Van der Waals, Forces électrostatiques type dipôle, liaison d'hydrogène	Liaison covalente
Individualité des molécules	Conservé	Détruite
Désorption	Facile	Difficile
Cinétique	Rapide	Lente
Spécificité	Non spécifique	Spécifique
Énergie mise en jeu	Faible	Élevée
Chaleur d'adsorption	<20 kcal/mole	20 - 200 kcal/mol

### III-4-2 Facteurs influençant l'équilibre d'adsorption :

L'équilibre d'adsorption entre un adsorbant et un adsorbé, dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont décrit ci-après :

#### \*Surface spécifique :

L'adsorption est proportionnelle à sa taille. L'utilisation d'un adsorbant repose sur la relation entre la cinétique d'adsorption et la dimension de la surface externe des particules. Cependant, cette surface particulière externe ne constitue qu'une partie infime de la surface totale disponible pour l'adsorption. On peut accroître cette surface totale en broyant la masse solide, ce qui augmente encore davantage sa porosité totale.

#### \*Porosité :

La porosité est en rapport avec la distribution de la taille des pores. La structure interne des adsorbants microporeux est représentée par elle.

### **\*Nature de l'adsorbat (solubilité) :**

D'après la règle de Lundenius : ' moins une substance est soluble dans le solvant, mieux elle est adsorbée'.

### **\*Polarité :**

Un soluté polaire aura plus d'affinité pour le solvant ou pour l'adsorbant le plus polaire.

### **\*pH :**

Le pH a généralement un impact significatif sur les caractéristiques de l'adsorption. La plupart du temps, on obtient les meilleurs résultats aux pH les plus bas. Cette caractéristique est spécifiquement utilisée pour l'adsorption de substances acides.

### **\*Température :**

Le processus d'adsorption peut être endothermique ou exothermique en fonction du matériau adsorbant et de la nature des molécules adsorbées. La littérature présente de nombreuses valeurs d'enthalpie d'adsorption, ce qui témoigne de la diversité des processus thermodynamiques. [4]

## **III-5 La sciure de bois :**

### **III-5-1 Définition de bois :**

La fibre de bois est un matériau naturel composite constitué de fibres à structure complexe. Les micro-fibrilles de cellulose, qui ont une structure cristalline et fibreuse, sont enrobées de deux types de polymères amorphes : la lignine et les hémicelluloses. Les composés organiques de plus faible masse moléculaire et de structures très diverses sont également présents dans le bois (de 2 à 5 % en masse, dans le cas particulier des résineux). Ces substances, essentiellement des sels minéraux et des résines, sont appelées solubles dans le bois. Les arbres et les arbrisseaux sont constitués de branches, de troncs et de racines constitués de tissu végétal et de matière ligneuse et compacte, appelée bois. [18]

### **III-5-2 Types de bois :**

#### **\*Bois durs :**

En règle générale, on appelle bois dur le bois des feuillus, qui est fabriqué à partir des arbres angiospermes. Ces bois sont durables, riches en densité et stables. Les essences tropicales sont également classées dans cette catégorie, car elles sont très denses et dures et ont une grande longévité.

## Partie : Synthèse Bibliographique

---

Les bois durs se développent dans les zones subtropicales telles que l'Afrique, ainsi qu'en Europe et dans d'autres régions comme l'Asie. On les utilise dans divers domaines, tels que la construction, la menuiserie, la parqueterie et les outils. Les feuillus ont une plus grande variété d'espèces que les résineux.

### **\*Bois tendres :**

Les arbres gymnospermes (résineux) produisent généralement du bois tendre, plus tendre et plus léger que les feuillus. Ils se développent plus rapidement et sont donc moins coûteux. Environ 80 % de la production mondiale de bois d'œuvre provient de bois tendres, avec des centres de production traditionnels dans la région de la Baltique (incluant la Scandinavie et la Russie), en Amérique du Nord et en Chine. Les matériaux résineux jouent un rôle essentiel dans la construction contemporaine. Ils sont en grande quantité à disposition. Les bois tendres les plus connus sont le bois du Nord (bois rouge), qui comprend deux espèces : l'épicéa et le pin, plus communément appelés Nord Blanc et Nord Rouge. Il est important de noter que les bois tendres ne sont pas forcément plus tendres que les bois durs. [19]

### **III-5-3 Propriétés du bois :**

#### **\*Physiques**

L'eau agit plus ou moins sur la consistance et le gonflement du bois, ce qui a un impact sur sa structure. Cela s'explique par la nature hydrophile de la matière principale qui le compose (cellulose).

Au moment de son abattage, un bois vert peut renfermer plus de **100 %** d'eau. En immersion, le bois peut atteindre une teneur de **200%** après un certain temps. Les parois cellulaires peuvent être plus ou moins épaisses et les lumens peuvent avoir un diamètre plus ou moins élevé, en fonction des essences et de leur vitesse de croissance.

#### **\*Chimiques**

D'un point de vue chimique, le bois est toujours composé de **50 %** de carbone, **42 %** d'oxygène, **6 %** d'hydrogène, **1 %** d'azote et **1 %** de matières minérales (cendres). Dans un environnement acide, le bois commence à se dégrader à un **pH** inférieur à **2** (le béton et l'acier commencent à un **pH** inférieur à **4**). [18]

**Tableau2** : Répartition moyenne (% en masse) des différents composés dans le bois des feuillus.[18]

<b>Constituant(%)</b>	<b>Résineux</b>	<b>feuillus</b>
<b>Cellulose</b>	<b>42±2</b>	<b>45±2</b>
<b>Hémicelluloses</b>	<b>27±2</b>	<b>30±5</b>
<b>Lignine</b>	<b>28±3</b>	<b>20±4</b>
<b>Extractibles</b>	<b>3±2</b>	<b>5±3</b>

### **III-5-4Sciure de bois :**

La transformation industrielle du bois produit des sous-produits et des sciures qui peuvent être utilisés pour d'autres utilisations, comme la production d'énergie en tant que combustible et en tant qu'adsorbant propre, naturel et abordable. La cavité longitudinale et les caractéristiques structurales de la sciure de bois présentent un intérêt dans le traitement des eaux usées, en fixant différents éléments indésirables sur les parois du matériau. Plusieurs recherches ont étudié la capacité des sciures de bois, qu'elles soient naturelles ou traitées chimiquement, provenant de diverses espèces d'arbres, à fixer différents polluants présents dans les eaux usées. [19]

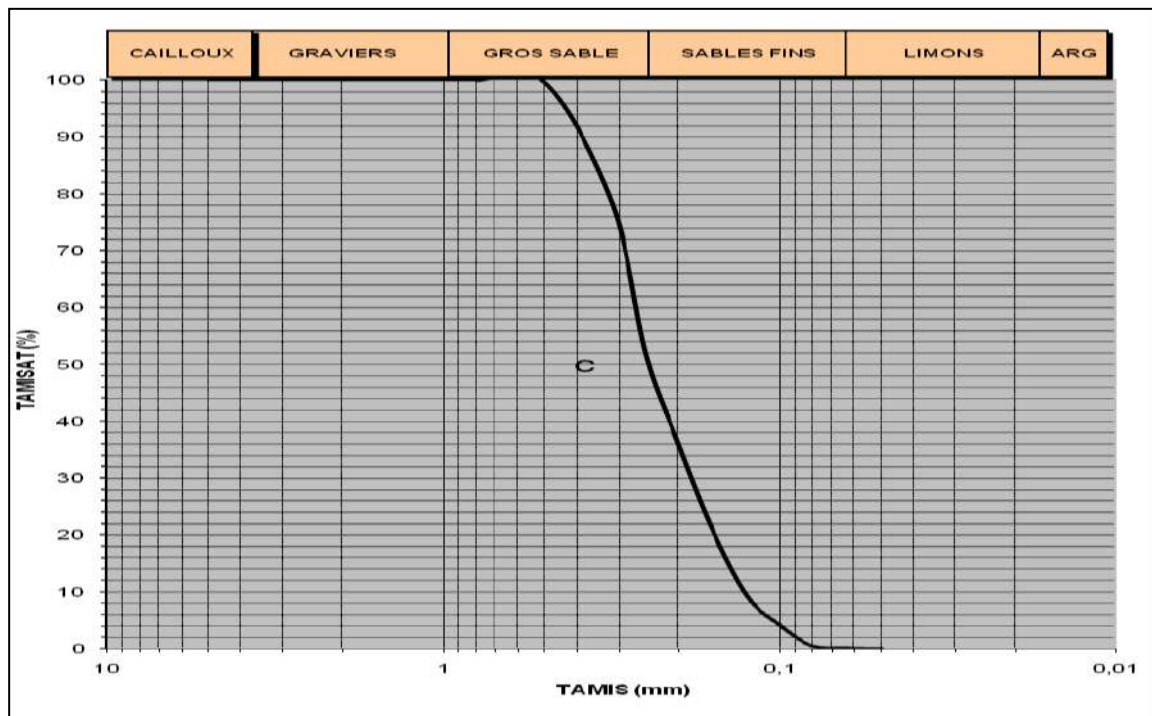
**Partie expérimentale :**  
**Matériels et Méthodes**



## I-2 Sable de la région d'Ain el Baida :

### L'analyse granulométrique :

Afin de caractériser nos sables, nous avons procédé à l'analyse granulométrique en utilisant les normes AFNOR modifiés (manque tamis de 0,400 mm et 0,63 mm). En faisant passer 200 à 600g de sable par la série des tamis de 0.05 mm à 5 mm. Les résultats de ces analyses sont illustrés par les figures suivantes :



**Figure 4 :** Courbe granulométrique sable Ain Bieda.

La série des tamis à la norme AFNOR est : 5mm; 4mm ; 3,15mm ; 2,5 mm ; 2mm ; 1,6mm ; 1,25mm ; 1mm ; 0,800 mm ; 0,63 mm; 0,500 mm ; 0,400mm ; 0,315mm ; 0,250 mm ; 0,200mm ; 0,160mm ; 0,125mm ; 0,100 mm ; 0,08 mm ; 0,063 mm ; 0,05mm.(M S Nefsi; 2000)

### Paramètres physiques du sable:

A partir de la courbe granulométrie nous avons tiré et calculé les paramètres suivants :

- $d_{10}$  : Le diamètre effectif des particules qui correspond à 10% du passant.
- $d_{60}$  : Le diamètre effectif des particules qui correspond à 60% du passant.
- $d_{30}$  : Le diamètre effectif des particules qui correspond à 30% du passant.

- $C_c$  (le coefficient de courbure): permet de décrire la forme de la courbe granulométrique entre les diamètres  $d_{10}$ ,  $d_{60}$  où  $C_c = d_{30}^2 / (d_{10} \times d_{60})$ .
- $C_u$  (Le coefficient d'uniformité) : permet d'exprimer l'étalement de la courbe granulométrique où  $C_u = d_{60} / d_{10}$ . [ROBITA. V et TREMBLA. D ; 1997]

D'après les résultats représentés dans le tableau (II-1), on observe que la majorité de classe de granulométrie est très serrée ( $C_u \leq 2$ ) et le reste classé comme granulométrie serrée ( $2 < C_u \leq 5$ ). Elle signifie que la plupart des particules du sable traverse le tamis de 0,315 mm et sont retenues sur le tamis de 0,200 mm. Il s'agit donc d'un sable constitué de particules ayant pratiquement toutes le même diamètre équivalent (M S Nefsi; 2000)

**Tableau 3:** représentant les paramètres physiques du sable des carrières.

Carrières	$d_{10}$	$d_{30}$	$d_{60}$	$C_u$	$C_c$	CLASSEMENT
Ain Beida	0,140	0,182	0,255	1,821	0,928	Granulométrie très serrée

Parmi les caractéristiques physiques, on a déterminé la densité réelle par la méthode de pycnomètre à eau la valeur de la densité réel ( $D_r$ ) est de 2,74 :

D'après la classification des sables en fonction de la densité relative, nos sables sont lâches. (M S Nefsi; 2000)

### Paramètres chimiques du sable :

La chimie des sols ayant une grande influence sur nos analyses, donc la connaissance de ces paramètres est nécessaire parmi lesquels, on note :

-Le pH : pour déterminer la valeur de pH, nous avons utilisé un pH-mètre.

-La conductivité électrique : nous avons utilisé un conductimètre.

-Matière organique : déterminé par la méthode d'Anne qui est citée dans l'annexe après les analyses on trouve teneur en matière organique.

-Taux de calcaire : mesuré par calci-mètre de Bernard.

Le tableau en dessous représente les paramètres chimiques du sable Ain Bieda.

**Tableau 4:** valeurs des paramètres chimiques de nos sables.(M S Nefsi; 2000)

Carrières	%MO	pH	%Sels	%Caco <sub>3</sub>
Ain Beida	0,172	8,230	0,139	0,570

## II Préparation dispositif expérimental :

### Mode opératoire :

#### II-1 La préparation des colonnes :

Pour mettre en place le dispositif expérimental, Nous avons utilisé un support simple à partir d'outils trouvés dans le laboratoire, placé un tissu approprié pour empêcher le sable de s'infiltrer dans le fond de la colonne, puis mis en place quatre colonnes en **PVC** d'un diamètre de **34,5 mm** et d'une hauteur de **400 mm**. La surface de la couche de filtration est de **934,82 mm<sup>2</sup>**. Nous avons également préparé deux colonnes en verre d'un diamètre de **40 mm** et d'une hauteur de **400 mm**, avec une surface d'environ **1256,63 mm<sup>2</sup>**.

Nous avons installé **3 colonnes** pour l'eau synthétique par le pesticide **2,4D** et **3** autres colonnes pour l'eau synthétique par le **nickel**, le **tableau 5** indique la hauteur de la sciure et du sable, et le **Figure 5**.

**Tableau 5 :**La hauteur de chaque colonne du sable et de la sciure de bois.

Colonnes	1	2	3	4	5	6
Hauteur de la sciure de bois (cm)	0	30	15	15	30	0
Hauteur de sable (cm)	30	0	15	15	0	30

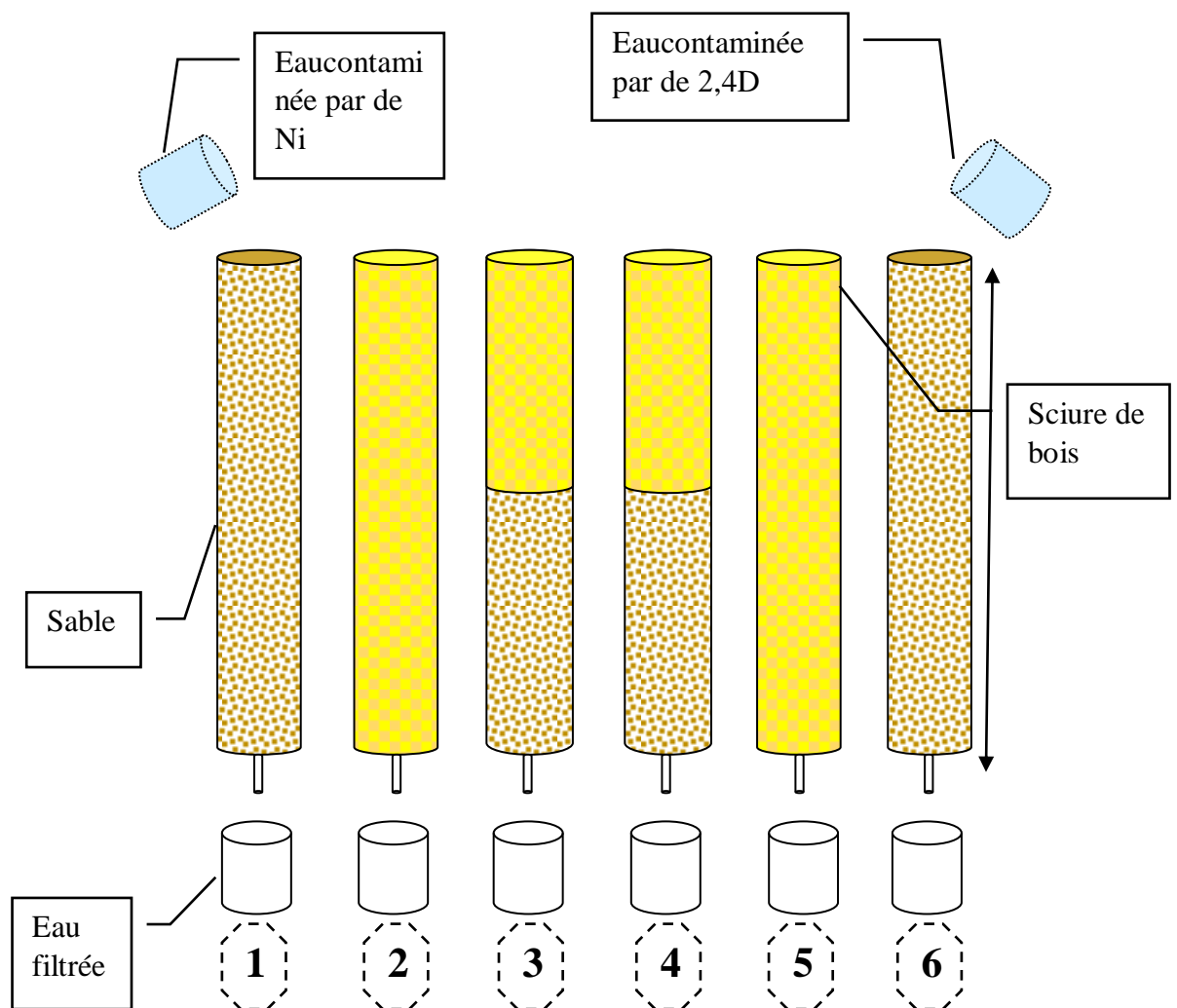


Figure5 : Schéma du dispositif expérimental.

## II- 2Préparation de l'eau synthétique :

Afin de préparer la solution d'eau contaminée par le nickel et d'eau contaminée par l'herbicide, et sur la base d'études antérieures, nous avons donc choisi la concentration de chacun d'eux dans la solution préparée, qui est de **10 mg/l** pour le nickel et de **4 mg/l** pour l'herbicide.

### II-2-1 Préparation de la solution de l'herbicide (2,4-D) :

La solution acide (2,4-D) a été préparée avec de l'eau distillée. Nous avons utilisé une masse de 2mg de 2.4D et l'avons dissoute dans un volume de 500ml avec une concentration de 4 mg/l.

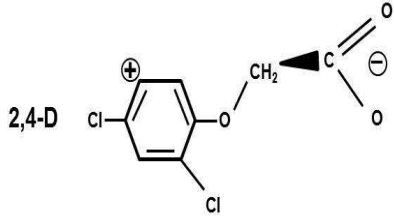
### II-2-2 Préparation de Solution de Nickel (Ni) :

La solution de nickel (Ni) avec de l'eau distillée. Nous avons utilisé une masse de 5mg de (Ni) et l'avons dissoute dans un volume de 500ml d'eau distillée.

### II-3 Caractéristiques de l'herbicide :

Le tableau 6 présente les propriétés de l'herbicide (2,4-D) :

Tableau 6 : Caractéristiques de l'herbicide (2.4-D) [8].

Propriétés	Valeurs
Nom complet	l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique
formule moléculaire	$C_8H_6Cl_2O_3$
la masse molaire	$221,037 \pm 0,012$ g/mol
la masse volumique	1,416 g.cm <sup>-3</sup>
Solubilité	Solubilité 0,6 g/l
Structure développée de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique.	

## II-4 Caractéristiques de Nickel :

Le tableau 7 présente les propriétés du métal lourd qu'est le nickel:

**Tableau 7:**Caractéristiques de Nickel.

Propriétés	Valeurs
Formule chimique:	NiSO <sub>4</sub>
Molaire Mass	262,85 g / mol
Odeur	sans odeur
Densité	2,07 g / cm <sup>3</sup>
Solubilité dans l'eau	77,5 g / 100 ml (30 ° C)

## III Mise en marche :

### III-1 Calcul du débit :

Afin de réaliser l'expérience dans les meilleures conditions et d'obtenir de bons résultats, nous avons choisi un débit de filtration lent après avoir choisi le type de matériaux utilisés dans l'expérience [16]. A noter que le débit de filtration réel est de **50 l/j/m<sup>2</sup>**. Afin d'accélérer les travaux, nous avons multiplié par cinq le débit réel pour les deux surfaces :

S (verre) =1256, 63 mm<sup>2</sup>;S (PVC) =934,820 mm<sup>2</sup>;

(50×5) l/j —————> 1m<sup>2</sup>

Q (PVC) l/j—————> 9.34×10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>

(50×5) l/j —————> 1m<sup>2</sup>

Q (verre) l/j—————> 12.566×10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>

Ainsi, le débit nécessaire pour chaque colonne chaque jour est :

Q (verre) =0,314l/j

Q(PVC) =0,233l/j

Les conditions ne permettant pas de rester la nuit dans le laboratoire, nous avons réduit les heures de la journée à **8 heures** supplémentaires au lieu de **24 heures**.

-Si le débit est :

Q (verre) =0,314 × 10<sup>3</sup>/8=39,25 ml/h

Q(PVC) =0,233×10<sup>3</sup>/8=29,125ml/h

Afin de définir un débit constant, nous prenons les valeurs de consigne suivantes :

Q (verre) =40ml/h

Q(PVC) =30ml/h

### **III-2 Fonctionnement :**

Le processus a commencé le **5 mai** et a duré **15 jours**, malgré la difficulté du processus due au manque de temps, mais le travail est toujours en cours.

Nous avons alimenté les tubes avec **10mg/l** de solution de nickel synthétique et **4mg/l** de solution d'herbicide **2.4D**, toutes les heures les filtres sont alimentés manuellement avec un volume de **30ml** pour les tubes en plastique et **40ml** pour les colonnes en verre où cette dose a été soigneusement injectée en tenant compte de l'étanchéité de la surface des colonnes à la fin de l'alimentation afin d'éviter les interactions entre eux et le milieu extérieur comme nous n'oublions pas la méthode de versement car il a été réparti uniformément sur la surface pour un apport uniformément réparti pour une couverture complète.

À la sortie, nous disposons de flacons en verre pour recueillir l'eau filtrée, qui est ensuite échantillonnée toutes les deux heures et conservée dans des conditions appropriées.

La colonne est périodiquement injectée dans des conditions propices à son bon fonctionnement. Nous avons effectué **8 injections** par jour, ce qui signifie qu'en fin de journée chaque colonne doit consommer **240ml** pour la colonne en plastique et **320ml** pour la colonne en verre.

# **Résultat et discussion**

## Chapitre II : Résultat et discussion

L'objectif principal de cette expérience était d'étudier le traitement de l'eau contaminée par le **2,4-D** et le nickel que nous avons préparé en laboratoire, où nous avons utilisé de la sciure de bois et du sable dans ce traitement pour voir à quel point ces deux éléments sont efficaces pour éliminer les deux polluants étudiés de l'eau et, sur la base de ce qui précède, nous avons obtenu les résultats suivants :

### I-1 La courbe d'étalonnage :

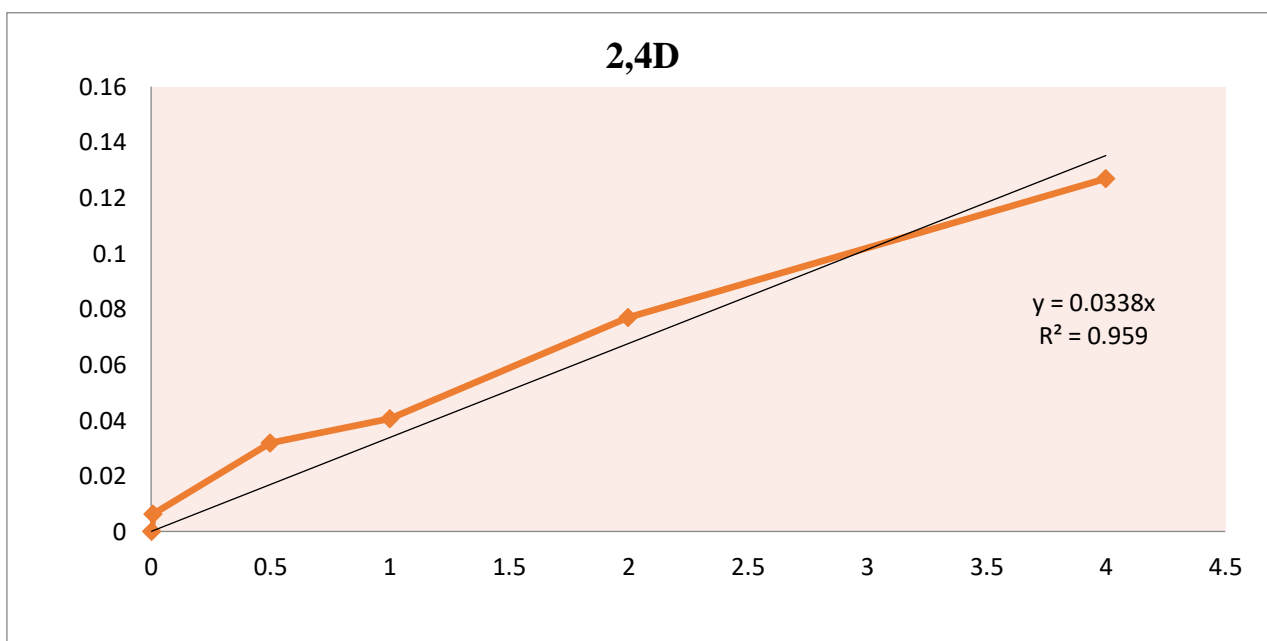
Après avoir mesuré les concentrations pour chaque contaminant (**2,4D**) et (**Ni**), nous avons obtenu deux courbes de densité optique calibrées pour (**2,4D**) et (**Ni**), allant respectivement de (**0,0001 ppm à 4 ppm**) et (**0,0006 ppm à 20 ppm**). La densité optique a également été mesurée par un spectrophotomètre ultraviolet à ( $\lambda = 229 \text{ nm}$ ) et ( $\lambda = 480 \text{ nm}$  à  $\lambda = 520 \text{ nm}$ ) après avoir effectué un scan en utilisant UV-visible (**Figure 18**), respectivement.

Nous avons également obtenu des corrélations  $R^2=0,959$  et  $R^2=0,948$ . Les deux relations suivantes ont été utilisées pour calculer les concentrations en (**2,4D**) et en (**Ni**) :

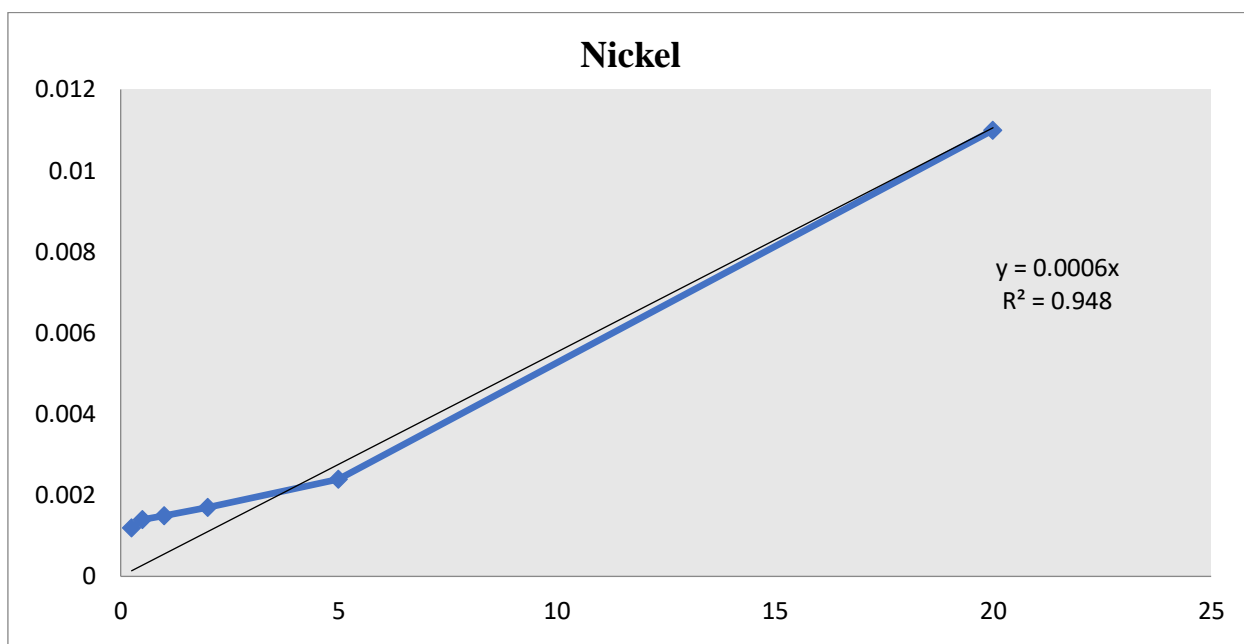
$$Y (2,4D) = 0.0338X.$$

$$Y (Ni) = 0.0006X.$$

Les résultats sont présentés dans les deux courbes suivantes :



**Figure 7:** Courbe d'étalonnage de 2,4D.



**Figure6:** Courbe d' étalonnage de Ni.

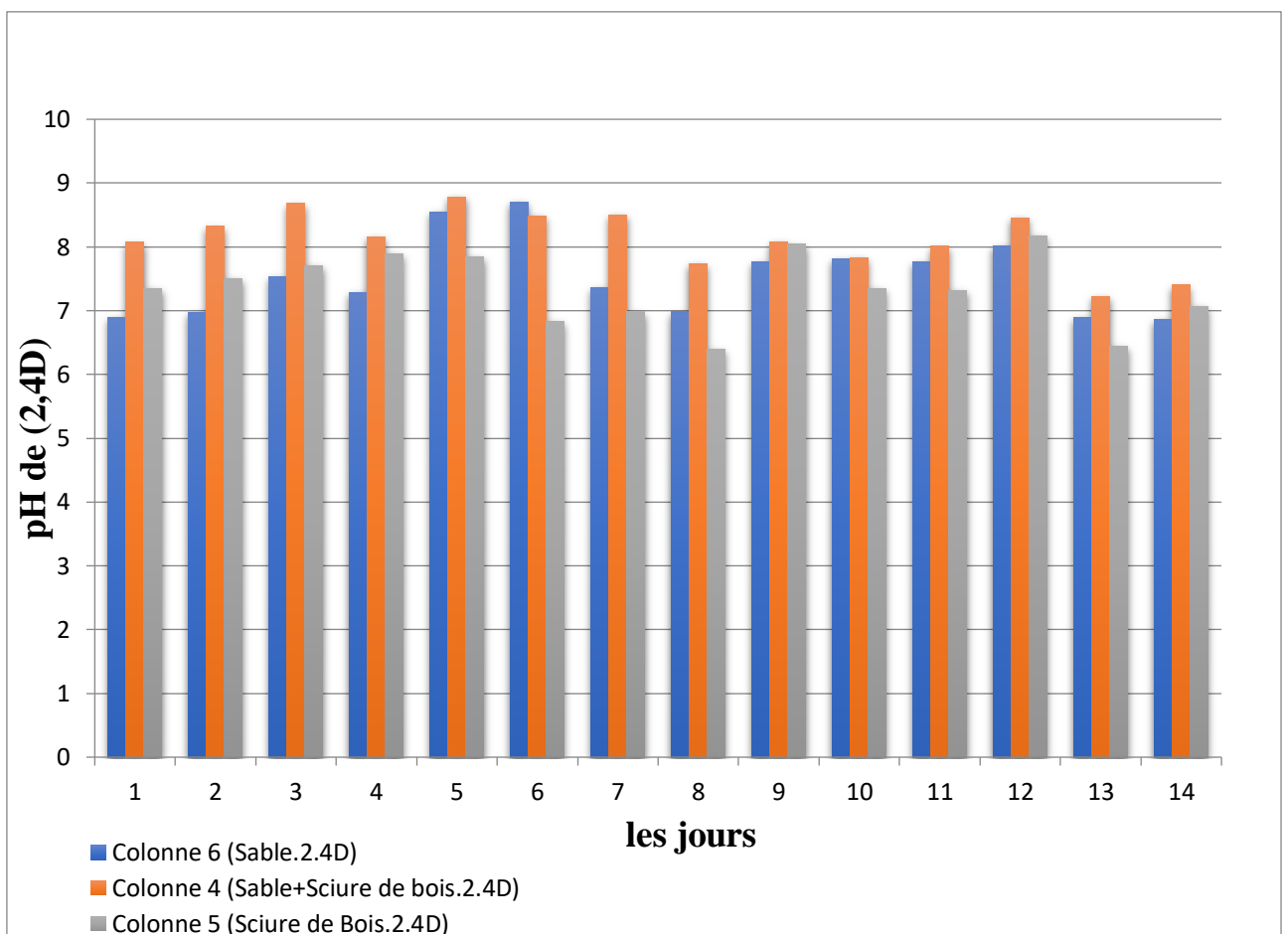
## II-1 Résultats des analyses physico-chimiques :

### Le pH et la conductivité électrique CE :

Nous avons mesuré le **pH** et la conductivité électrique de l'eau résultante, qui a été filtrée à travers **6 colonnes** chaque jour depuis le début de l'expérience pour les deux polluants (**Ni**) et (**2,4D**).

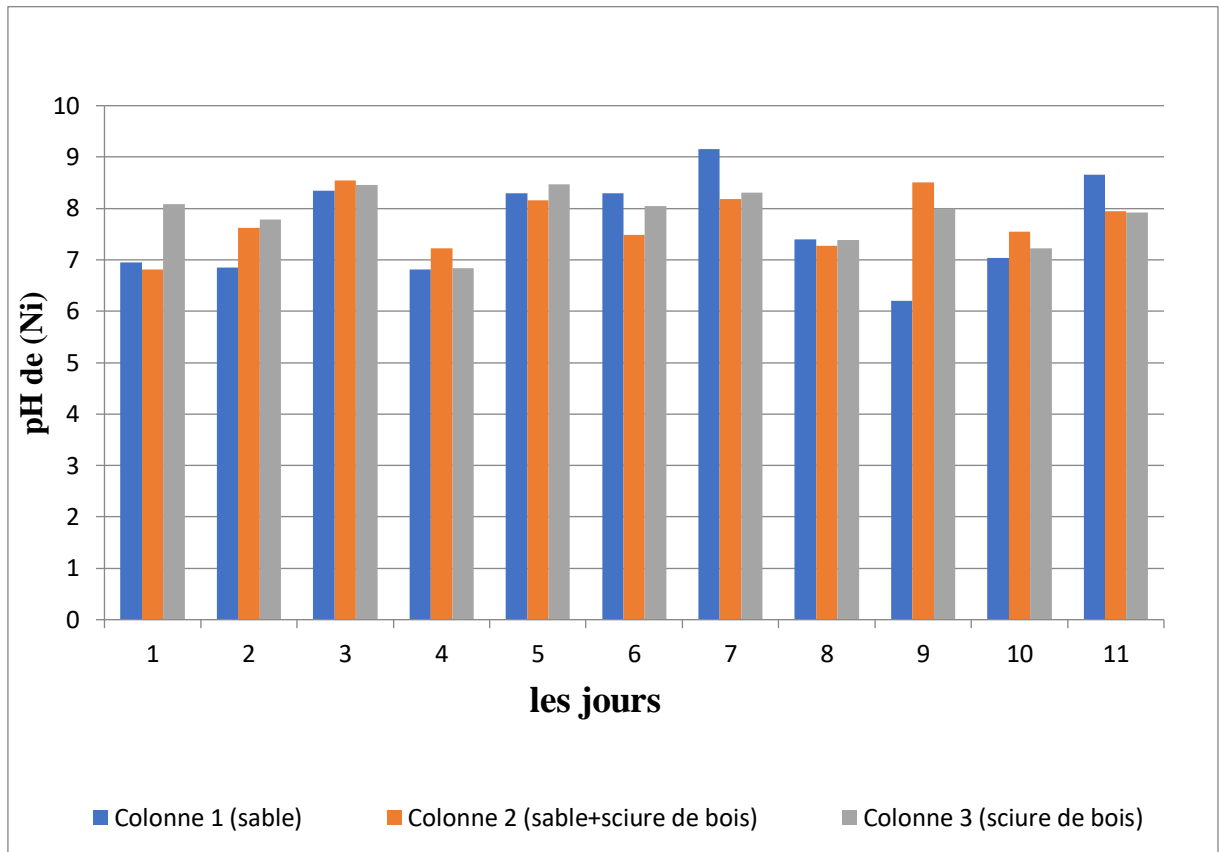
#### II-1-1 Le pH :

Les histogrammes montrent les résultats après avoir mesuré quotidiennement le pH de l'eau obtenue :



**Figure 8:** Histogramme de pH (2,4D).

La **figure 8** donne les valeurs de **pH** de l'eau filtrée des colonnes **4, 5 et 6** en termes de jours, où nous remarquons dans la lecture initiale que dans tous les colonnes des valeurs de **pH** élevées ont été enregistrées entre **6 et 8** ce qui peut être dû à l'exposition du filtre à l'air, où nous avons enregistré la valeur de **pH** la plus élevée pour l'eau filtrée de la colonne **4** (Sable + Sciure bois) avec une valeur de **8.78** ce qui peut indiquer une diminution de la contamination par l'herbicide de l'eau filtrée.

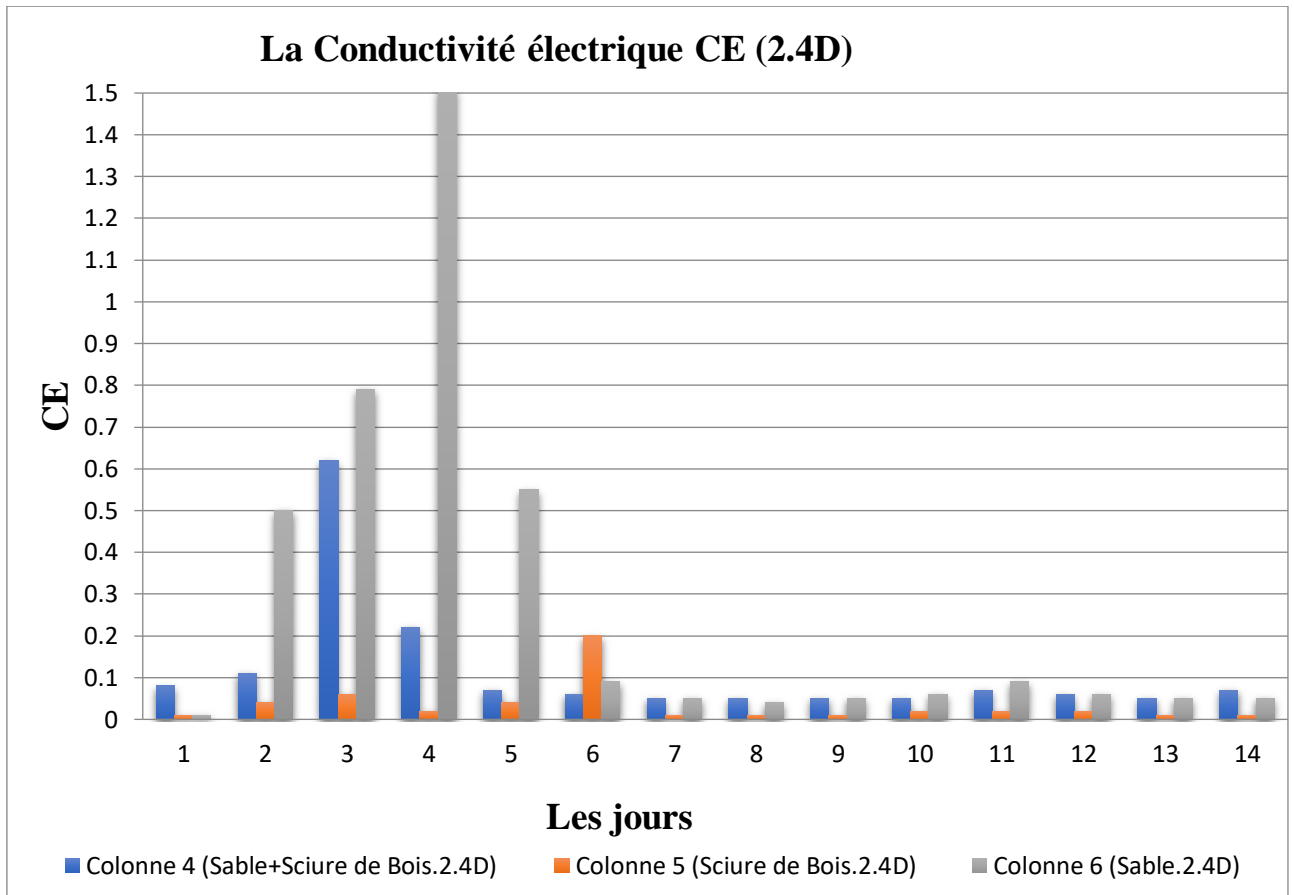


**Figure 9** : Histogramme de pH (Ni).

L'Histogramme des variations du **pH** au cours des journées expérimentales nous a permis de lire les valeurs de **pH** de l'eau filtrée des colonnes **1**, **2** et **3** où nous avons enregistré la valeur de **pH** la plus élevée le **7 jour** de l'expérience, atteignant une valeur d'environ **9.15**.

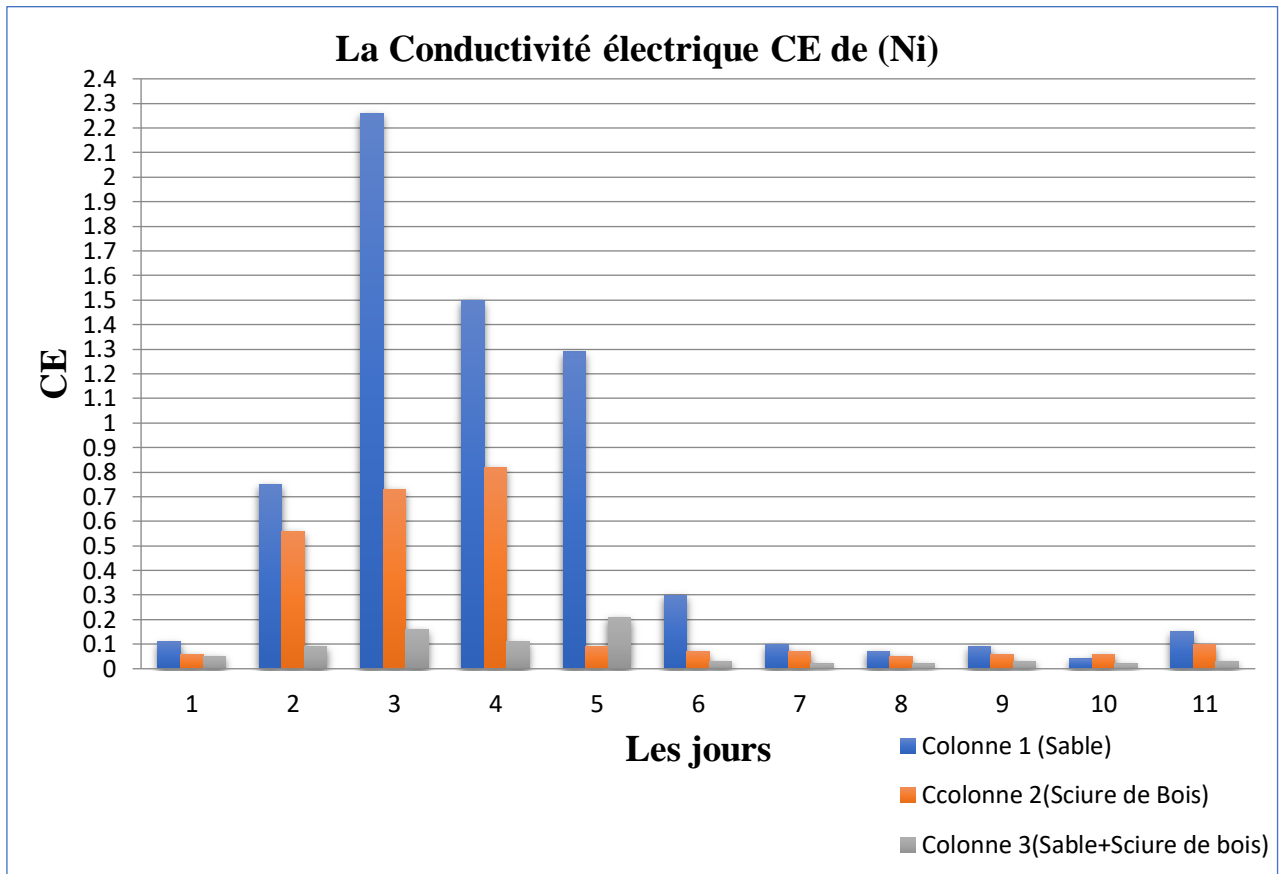
### II-1-2 La Conductivité électrique CE :

Les Histogrammes montrent l'évolution de la conductivité électrique en termes de jours pour l'eau filtrée :



**Figure 10:** Histogramme de la conductivité électrique(2,4D).

Les graphiques montrent l'évolution de la conductivité de l'eau distillée dans les colonnes **4**, **5** et **6**, où nous avons enregistré une augmentation dans les premiers jours jusqu'à **1,5 mS/cm** le quatrième jour. Cette augmentation s'explique par le processus de lavage du sable, qui se caractérise par une salinité élevée, de sorte que l'eau filtrée a acquis une salinité plus élevée, c'est-à-dire une conductivité plus élevée.



**Figure11** : Histogramme de la conductivité électrique (Ni).

Les graphiques représentent l'évolution de la conductivité de l'eau filtrée des colonnes

**1,2mS/cm** et **3**, où nous avons enregistré une augmentation significative le troisième jour jusqu'à **2,26mS/cm**,( colonne de sable) ce qui est une augmentation anormale et nous expliquons cette augmentation par la présence d'un processus de lavage de sable avec de l'eau filtrée, qui a gagné une salinité élevée.

### II-1-3 Les courbes de percée :

Les courbes **Figure 12**et**13** montrent l'évolution des valeurs du ratio en fonction du temps (nombre de jours) où :

C : Concentration d'eau filtrée(mg/l).

C<sub>0</sub> : Concentration initiale de la solution (mg/l).

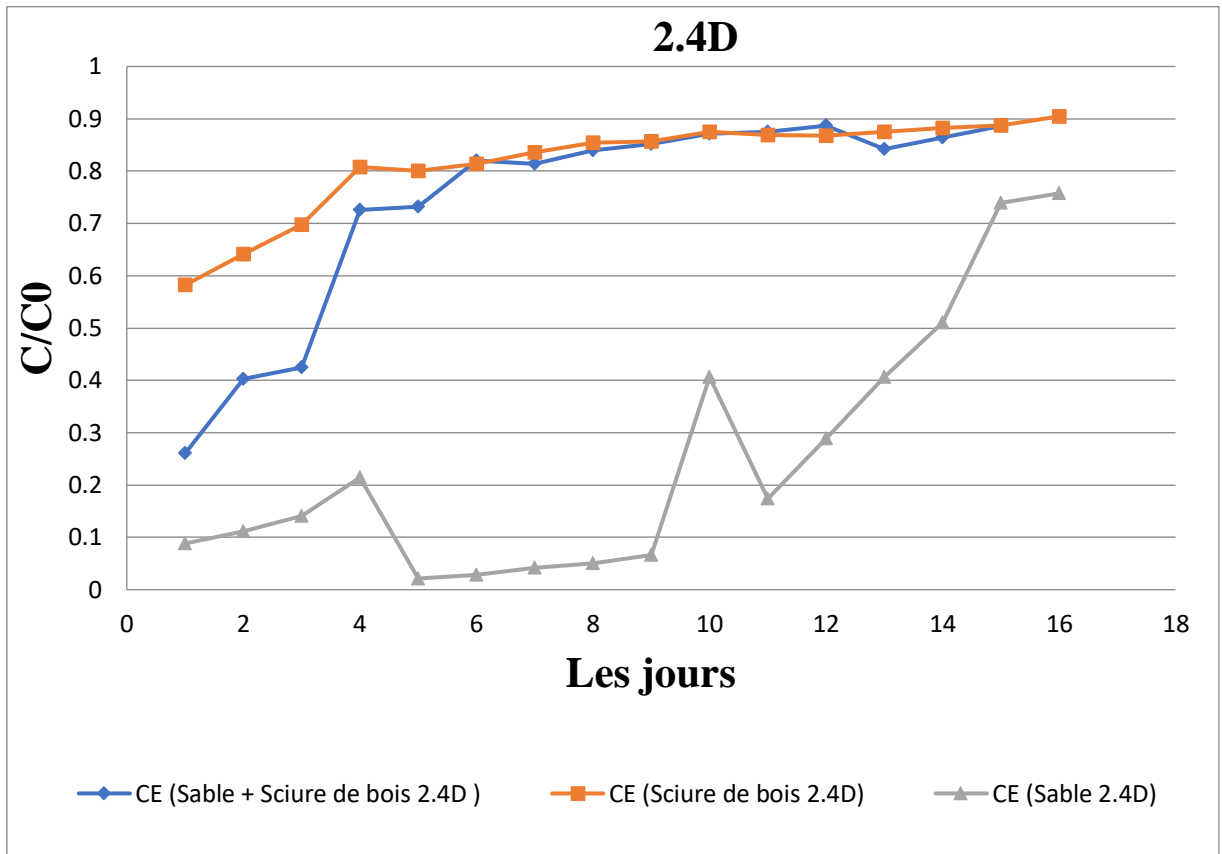
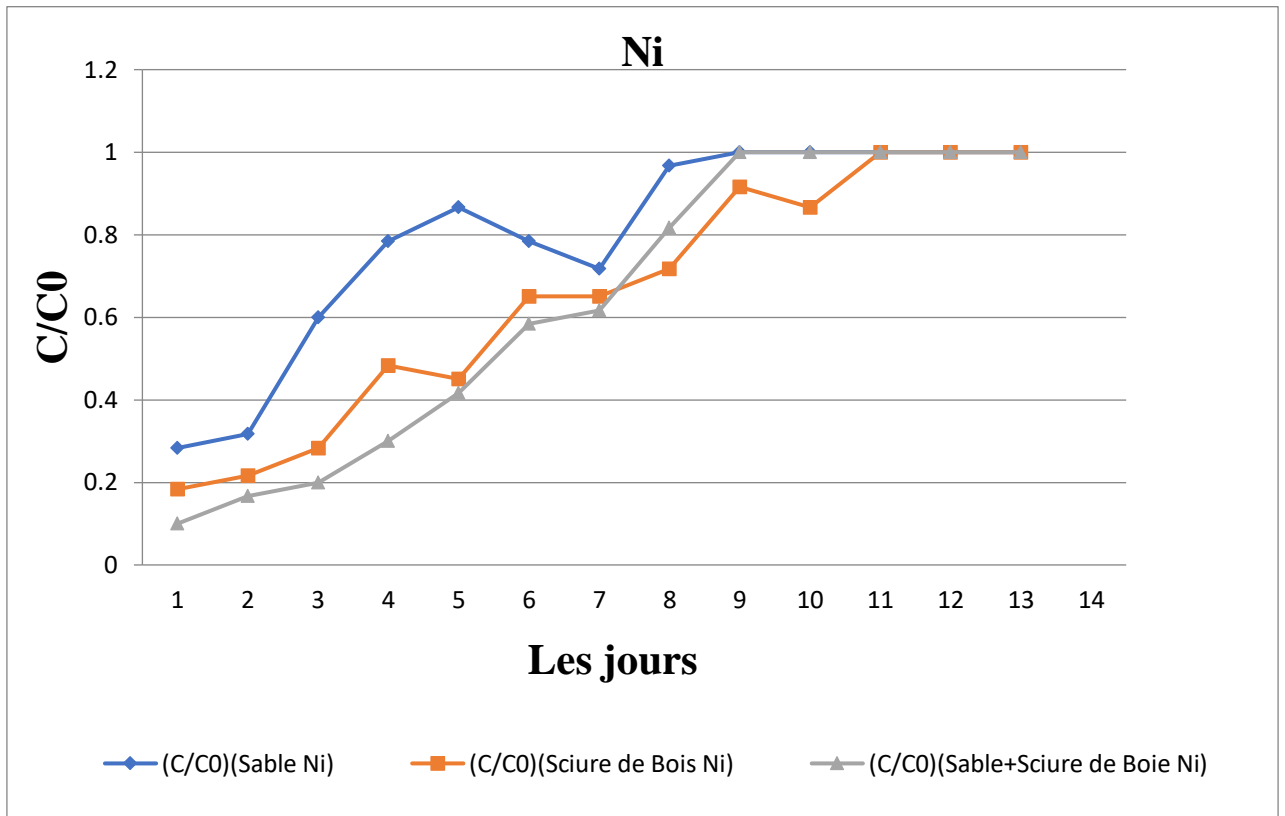


Figure 12: Courbe de percée (2.4D).

On constate une augmentation du taux d'enlèvement en fonction des jours aussi bien dans la colonne (sciure + sable) que dans la colonne sciure seule jusqu'à une stabilité à la valeur de **0,9**, ce qui explique que le traitement soit effectué de manière raisonnable et continue, alors que l'on notez que la colonne de sable a enregistré des changements quelque peu soudains, et cela est dû à des erreurs de mesure avec le dispositif à rayons ultraviolets lorsqu'il a enregistré une augmentation notable, ce qui indique qu'il effectue le processus de filtration en continu.

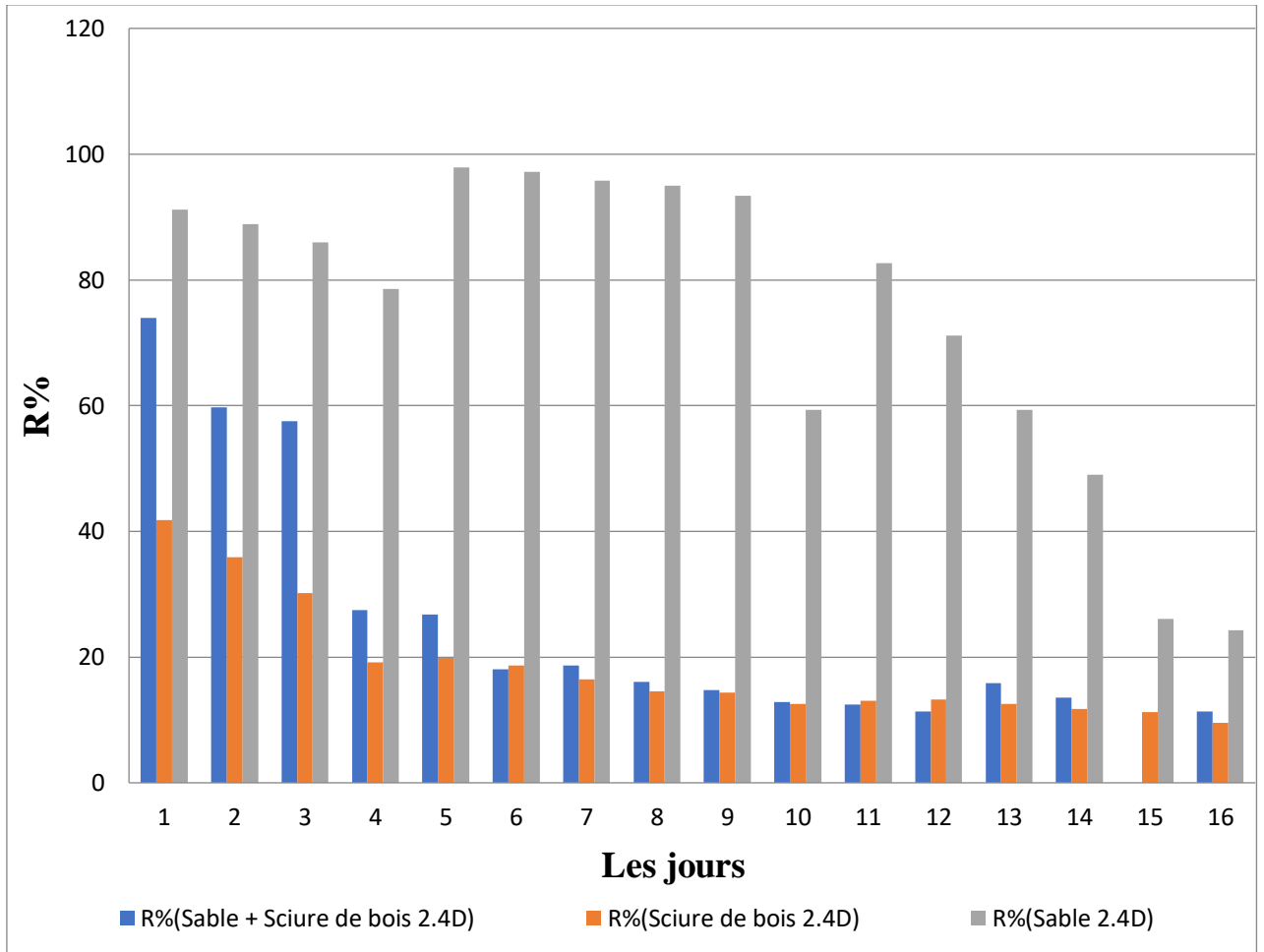


**Figure 13 :** Courbe de percée (Ni).

Nous observons une augmentation du pourcentage d'enlèvement par jour dans chacune des trois colonnes, indiquant que le processus de traitement est en cours, alors que nous observons également un point d'inflexion entre le **jour 6** et le **jour 8** pour la colonne (sable + sciure de bois), respectivement la colonne sable et la colonne sciure de bois, indiquant l'apparition d'un défaut mineur résultant de la saturation de la sciure de bois et du sable avec la solution.

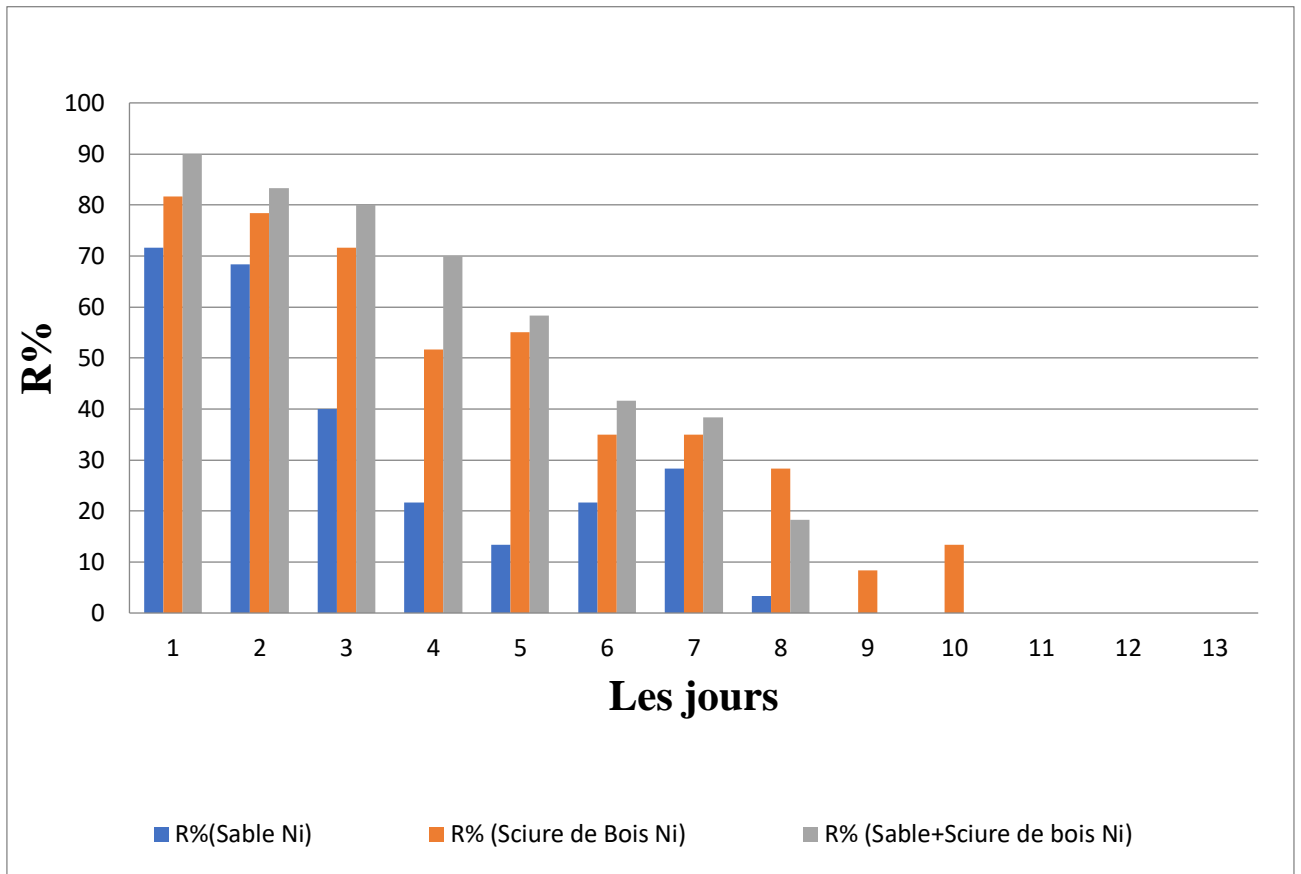
**II-1-4 Taux d'élimination :**

Les courbes suivantes montrent les variations de rendement en termes de jours :



**Figure14** : Histogramme de taux élimination de (2.4D).

L'Histogramme montre l'évolution du rendement de la concentration d'herbicide **2.4D** dans l'eau filtrée, où l'on peut voir une augmentation non suivie d'une diminution dans la colonne remplie de sable, tandis que les **colonnes 4 et 5** montrent une diminution raisonnable du rendement, indiquant que le point d'épuisement de la sciure de bois et du sable est proche.



**Figure15:**Histogramme de taux élimination de (Ni).

L'Histogramme montre les changements dans le rendement de la concentration de nickel dans l'eau filtrée avec une diminution du rendement dans les premiers jours de la première semaine suivie d'une diminution significative, ce qui indique que la sciure de bois et le sable ont été épuisés et ne sont plus capables d'adsorber.

### **Conclusion :**

Après avoir mesuré tous les paramètres mentionnés ci-dessus et obtenu les résultats précédents, qui montrent le comportement de l'expérience et le pourcentage de réalisation de l'objectif de l'expérience, nous pouvons conclure le comportement de chaque colonne avec les deux polluants (2.4D) et (Ni) comme suit :

Colonne 1 : Nous observons que le sable a travaillé sur l'élimination rapide du nickel dans les premiers jours, ce qui explique l'échange d'ions entre les électrolytes de nickel présents dans l'eau artificielle et le sable.

Colonne 2 : On observe que la sciure de bois adsorbe séquentiellement les électrolytes de nickel, ce qui enregistre un bon rendement, meilleur qu'une bonne colonne et meilleur que le sable.

## Chapitre II : Résultat et discussion

---

Colonne 3 : On observe que la combinaison de sciure et de sable enregistre de bons résultats par rapport à la colonne de sable, ce qui confirme l'efficacité de l'adsorption du nickel par la sciure.

Colonne 4 : On observe l'efficacité de la sciure également malgré le mélange (sable + sciure), mais la présence de sciure améliore le rendement dû au processus d'adsorption.

Colonne 5 : Nous observons que la sciure a également réagi à l'herbicide (2,4D) et qu'une bonne élimination a été obtenue de manière progressive et cohérente.

Colonne 6 : Nous observons que l'action de l'herbicide 2,4D n'est pas similaire à l'action du nickel avec le sable, car il a enregistré de faibles valeurs dans le rendement, mais il a travaillé sur l'élimination globale.

# **Conclusion générale**

### Conclusion générale

L'élimination des micropolluants en particulier dans eaux usées, est l'objectif principal du besoin urgent de récupérer l'eau et de réduire la pollution environnementale associée au développement technologique, ce qui en fait un problème difficile qui nécessite des solutions efficaces. Dans ce travail, dans le contexte de l'utilisation des déchets solides pour traiter efficacement l'eau contaminée, nous avons étudié l'efficacité de la sciure de bois et du sable de la région d'Ain El Baida (Ouargla) pour éliminer les polluants (2,4D) et (Ni) de l'eau en utilisant une technique de filtration lente et d'adsorption où l'étude s'est concentrée sur le nickel métal et l'herbicide 2,4-D. L'efficacité du processus a été évaluée en contrôlant la qualité de l'eau et l'efficacité de l'adsorption. L'efficacité du processus a été évaluée en contrôlant les changements de concentration à l'aide de la spectrophotométrie UV-visible.

Les résultats obtenus au cours des journées d'étude indiquent que l'expérience a donné les résultats suivants :

Après dix jours de fonctionnement nous avons constaté l'arrêt de l'élimination du nickel pour les trois colonnes. et pour l'herbicide (2,4-D) 60% dans la colonne de sable et 12% dans la colonne de sciure et la colonne de sable + sciure, et après avoir comparé les résultats des colonnes nous avons remarqué l'efficacité de la sciure et du sable dans l'élimination des polluants liquides (2,4-D et Ni), ce qui indique que l'élimination a été efficace pour les perspectives futures on incite pour l'exploitation et la valorisation de toute ressource naturelle disponible et peu coûteuse pour l'élimination des micropolluants.

Malgré nos conclusions, les résultats ne sont certainement pas définitifs et l'étude est toujours en cours, c'est pourquoi nous souhaitons faire quelques recommandations pour éviter les erreurs expérimentales qui peuvent se produire en laboratoire :

- Fermer les colonnes par le haut pendant toute la durée de l'expérience afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'échange de chaleur avec l'environnement extérieur.
- Respecter la période d'absence du laboratoire, qui influe sur les résultats finaux.
- Veiller à la qualité du matériau dans lequel les colonnes est fabriquées, car cela influencera l'expérience à long terme.

# Références

### Références

- [1] Hassan, W. Alibi, S. & Mansour, A. B. (2021). Évaluation de la contamination physico-chimique et microbienne des eaux usées et de l'eau de mer dans cinq pays méditerranéens. *Arabian Journal of Scientific Research*, 2021(1), 6.
- [2] Aljawad Mohamed Ali, J. A.A..(2023). Nanomatériaux avancés pour le traitement de l'eau: Environmental dimensions. *Arabian Journal of Scientific Research*, 2023(2), 13.
- [3] Belaid, O. (2017). *UTILISATION D'UN CHARBON ACTIF PREPARE A PARTIR DES NOYAUX DE DATTES LOCALES DANS L'EPURATION DES EAUX USEES URBAINES. INFLUENCE DE LA VARIETE DE DATTES* (Doctoral dissertation).
- [4] Larous, S., & Meniai, A. H. (2014). *Etude expérimentale de la capacité de rétention de polluants organiques et métalliques par la sciure de bois* (Doctoral dissertation, Université Constantine 3 Salah Boubnider, Faculté de génie des procédés pharmaceutiques).
- [5] Yamina, Boulmedaoud, Rabia, Mounia, Z. (Mosharafa, & Legrun, A. (2009). Impact toxicologique des produits chimiques et des pesticides et leurs interactions biologiques (Thèse de doctorat, Université de Jijel).
- [6] Boussiha, & Abdulrahman. (Thèse de doctorat, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).
- [7] Kouzayha, A. (2011). *Développement des méthodes analytiques pour la détection et la quantification de traces des HAP et de pesticides dans l'eau. Application à l'évaluation de la qualité des eaux libanaises* (Doctoral dissertation, Université Sciences et Technologies-Bordeaux I).
- [8] Song, Y. (2014). Insight into the mode of action of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) as an herbicide. *Journal of integrative plant biology*, 56(2), 106-113.
- [9] Martins, R. X., Carvalho, M., Maia, M. E., Flor, B., Souza, T., Rocha, T. L., ... & Farias, D. (2024). 2, 4-D Herbicide-Induced Hepatotoxicity: Unveiling Disrupted Liver Functions and Associated Biomarkers. *Toxics*, 12(1), 35.

## Références

---

- [10] Aranguren, M. M. S. (2008). *Contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du Val de Milluni (Andes Boliviennes) par des déchets miniers Approches géochimique, minéralogique et hydrochimique* (Doctoral dissertation, Université Paul Sabatier-Toulouse III).
- [12]. Ganfoud Soumia, & Saidan Aida. Etude des propriétés optiques des films d'oxyde de nickel (NiO (dopé au magnésium) Mg)
- [11] KHENGAOUI, K. (2017). *Étude de l'effet de la salinité des eaux usées sur le processus de la filtration lente sur sables* (Doctoral dissertation).
- [13] Denkhaus, E., & Salnikow, K. (2002). Nickel essentiality, toxicity, and carcinogenicity. *Critical reviews in oncology/hematology*, 42(1), 35-56.
- [14] Khelifi, W., & Belouettar, R. (2012). Influence de la nature des copeaux de bois sur les caractéristiques physiques et mécaniques des bétons à base de copeaux de bois. *XXe Rencontres Universitaires de Génie Civil, Chambéry-France*, 6-8.
- [15] ATTAB, S. (2011). *Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration HaoudBerkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local* (Doctoral dissertation).
- [16] Louragini, D. (2016). *Élimination du cuivre en solution par la sciure de bois* (Doctoral dissertation, École de technologie supérieure).
- [17] Manole Creanga, C. (2007). *Procédé AD-OX d'élimination de polluants organiques non biodégradables: par adsorption puis oxydation catalytique* (Doctoral dissertation, Toulouse, INPT).
- [18] GHADDAB CHAMES EDOHA, G. Z. Etude de l'adsorption d'un polluant sur la surface d'un adsorbant préparé à partir de la sciure de bois.
- [19] Benyoucef, S., & Harrache, D. (2015). Caractérisation de la microstructure de sciure de bois de pin sylvestre *Pinus sylvestris* [Microstructure characterization of scots pine *Pinus sylvestris* sawdust]. *J Mater Environ Sci*, 6(3), 765-772.
- [20] <https://mapecology.ma/wp-content/uploads/2019/03/pollution-de-leau-copier.jpg>

# **Annexes**

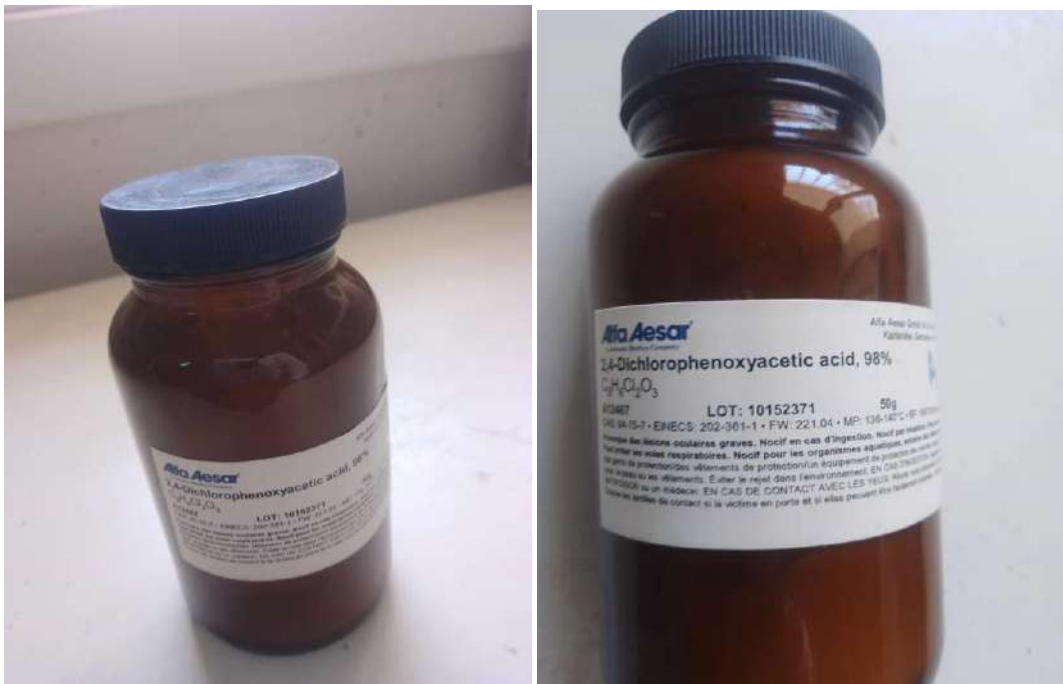


Figure 16: herbicides L'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique.



Figure 17: Nickel (Ni).



**Figure 18** : Spectroscopie UV-Visible.

### **Principe de la spectroscopie UV-Visible :**

Un spectrophotomètre évalue la capacité d'absorbance d'une solution à une longueur d'onde spécifique. Un monochromateur permet de produire une lumière monochromatique à partir d'une source de lumière visible ou ultraviolette, dont la longueur d'onde est sélectionnée par l'utilisateur. Après avoir traversé une cuve contenant la solution étudiée, la lumière monochromatique d'intensité  $I_0$  traverse l'appareil et l'appareil mesure l'intensité  $I$  de la lumière transmise. L'absorbance à la longueur d'onde étudiée est la valeur affichée par le spectrophotomètre. Le principe repose sur l'absorption de la matière des radiations lumineuses. L'absorption de la lumière est causée par l'interaction des photons incidents avec les espèces de l'échantillon.

L'absorption entraîne donc le passage des électrons de l'état fondamental à un état excité. Ou "garantissant les connexions au sein de la molécule de l'échantillon."

Une molécule reçoit un rayonnement ultraviolet (ou visible) et peut l'absorber, ce qui entraîne une augmentation de son énergie interne en tant qu'énergie électronique. Effectivement, cette dernière est généralement bien supérieure aux énergies de vibration ou de rotation qui se trouvent dans le domaine infrarouge. **Figure 18**

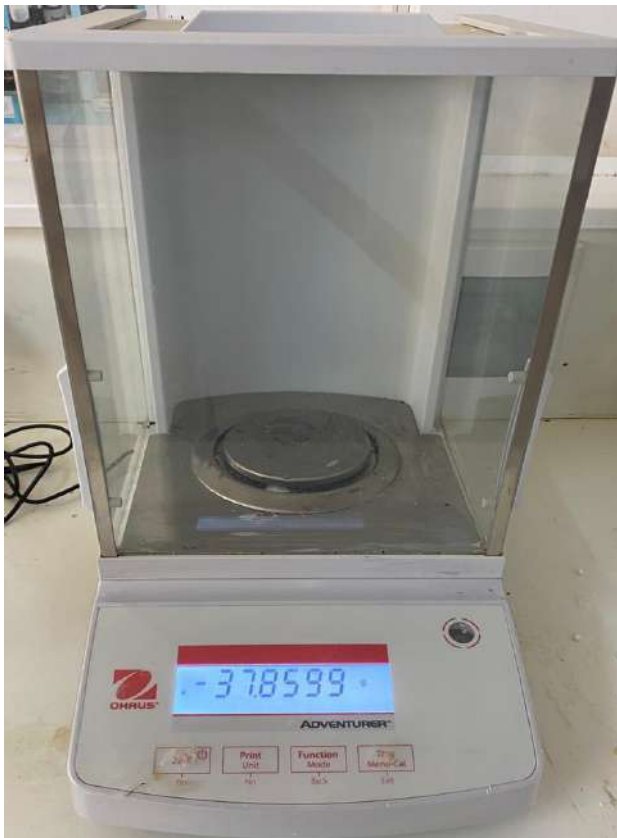


Figure 19: Balance.



Figure 20 :pH-mètre. HANNA



Figure 21: Dispositif expérimental.