

Université Mohamed Khider – Biskra  
Faculté des Sciences et de la technologie  
Département : Chimie Industrielle



جامعة محمد خيضر بسكرة  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
قسم: الكيمياء الصناعية

Mémoire présenté en vue de l'obtention  
du diplôme de Master en : Génie des Procédés

Option : Génie l'environnement

**Titre:**

**Elimination du nitrate dans les eaux usées  
(l'eau de battoire.Biskra)et l'impact sur la  
santé et l'environnement**

**Présenté par :**

GACEM Aissa

**Devant le jury composé de :**

**Président :** ADJEL Fatima

**Encadreur :** ALMI Sana

**Examineur :** FADDHAL Ammar

## SOMMAIRE

Remerciment.....	I
Dédicace.....	II
Listes des figures.....	III
Listes des tableaux.....	V
Sommaire.....	VI
Introduction générale.....	1
<b>Chapiter I :Généralités sur les eaux usées contenant du nitrate effet sur la santé et l'environnement</b>	
I.1 .Introduction .....	3
I.2.Origine des eaux usées.....	3
I.3. Les différents types des eaux usées.....	3
II.3.1. Les eaux usées domestiques .....	3
I.3.2. Les eaux pluviales .....	4
I.3.3. Les eaux usées industrielles.....	4
I.4. Composition des eaux usées .....	4
I.4.1. Les matières en suspension .....	4
I.4.2. Les micropolluants organiques et non organiques.....	5
I.4.2.1. Éléments traces .....	5
I.4.2.2. Les micropolluants organiques.....	5
I.4.2.3. Les substances nutritives.....	6
<b>Chapiter II : Généralités sur L'adsorption</b>	
II.1. Introduction.....	14
II.2.Definition d'adsorption .....	14
II.3. Les types d'adsorption.....	14
II.3.1. L'adsorption physique (physisorption) ou adsorption de Van der Waals.....	14
II.3.2. L'adsorption chimique (chimisorption) .....	15
II.4. Paramètres influant sur l'adsorption .....	15
II.5. Description du mécanisme d'adsorption.....	15
II.6. .Classification des isothermes d'adsorption.....	16
II.6.1.Isothermes du type S.....	16

II.6.2.Isothermes du type L.....	16
II.6.3.Isothermes du type H.....	16
II.6.4.Isothermes du type C.....	17
II.7. Modélisation des isothermes.....	17
II.7. 1.Isotherme de Freundlich.....	17
II.7. 2.Isotherme de Langmuir.....	17
II.8. Types d'adsorbants.....	18
II.8.1. Charbons actifs.....	18
II.8.1.1. Mode de préparation du charbon actif.....	18
II.8.1.2. Propriétés.....	19
II.8.2. la chaux.....	21
II.8.2.1. Différents types de chaux.....	21
II.8.2.2. Le cycle de la chaux.....	22

### ChapiterIII:Partie experimental

Partie I : Matériels et produits.....	23
I-1 : Echantillon a traitée : .....	23
I.2.Courbe d'étalonnage .....	25
I.2.1.Préparation de la solution mère.....	25
I.2.2. Préparationdes solutions filles :.....	26
I.3.Préparation des adsorbants .....	26
I.3.1 La chaux [29].....	26
I.3.2. le charbon actif.....	27
I.3.2.1 : préparation : .....	27
I.3.2.2.Caractérisation du charbon active .....	28
I.4 .traitement de l'échantillon.....	30
I.4.1 Appareils utilisée.....	30
I.4.1.1.Floculateur(Jar-tester) [32].....	30
I.4.1.2.Spectrophotomètre Spectrophotomètre (uv-visible lamda -25)[33].....	31
I.4.1.3.Centrifugeuse (Nahita Model 2698)[34].....	32
I.4.2 Procédure du traitement de l'échantillon.....	33
Partie II : Résultats et Discussions.....	33
II.1. Courbe d'étalonnage.....	33

<b>II.2. Traitement de l'échantillon par la chaux.....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.1. Elimination du nitrate en fonction du temps de contact avec l'adsorbant.....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.2. Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant.....</b>	<b>35</b>
<b>II.2.3. Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation .....</b>	<b>37</b>
<b>II.3. Traitement de l'échantillon par charbon actif (DC).....</b>	<b>38</b>
<b>II.3.1. Caractéristiques de l'adsorbant (DC).....</b>	<b>38</b>
<b>II.3.1.1. Aspect .....</b>	<b>38</b>
<b>II.3.1.2 Analyse par I R type spectrophotomètre(uv-visible lamda-25) .....</b>	<b>39</b>
<b>II.3.1.3 Analyse par DRX.....</b>	<b>40</b>
<b>II.3.2 Traitement de l'échantillon .....</b>	<b>41</b>
<b>II.3.2.1. Elimination du nitrate en fonction du temps de contact avec l'adsorbant.....</b>	<b>41</b>
<b>II.3.2. Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant.....</b>	<b>42</b>
<b>II.3.3. Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation.....</b>	<b>43</b>
<b>conclusion générale.....</b>	<b>46</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>47</b>

## Listes des figures

### CHAPITRE I

<b>Figure 1:</b> Le cycle de l'azote.....	7
<b>Figure 2:</b> Le phénomène d'eutrophisation .....	10
<b>Figure 3:</b> Réduction de la méthémoglobinémie par transfert d'un électron du NADH à l'hémoglobine.....	11
<b>Figure 4:</b> Formation de nitrosamines à partir des nitrites et des amines dans le milieu acide del'estomac.....	12

### CHAPITRE II

<b>Figure1.</b> les déferents types isothermes d'adsorption.....	16
<b>Figure 2:</b> Structure chimique du charbon actif et représentation schématique de sa structure .....	20
<b>Figure 3:</b> Groupes de surface du CA .....	21

### CHAPITRE III

<b>Figure 1.</b> Le spectre d'absorption du nitrate avec différentes concentration. ....	25
<b>Figure 2 :</b> La chaux commerciale.....	26
<b>Figure3 :</b> Diffractomètre ( Bruken D8 Advance).....	30
<b>Figure 4 :</b> Flocculateur(jar-tester) .....	31
<b>Figure5 :</b> Spectrophotomètre (uv-visible lamda -25).....	32
<b>Figure6 :</b> Centrifuge (Nahita Model 2698). ....	33
<b>Figure 7 :</b> Courbe d'étalonnage du nitrate.....	34
<b>Figure 8 :</b> Elimination du nitrate en fonction du temps. ....	35
<b>Figure 9 :</b> Elimination du nitrate en fonction la masse adsorbant.....	36
<b>Figure 10 :</b> Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation. ....	37
<b>Figure11 :</b> Aspect(DC)avant et après activation .....	38

<b>Figure12</b> : Analyse par I R type spectrophotomètre(uv-visible lamda-25).....	40
<b>Figure 13</b> : Spectre de Diffraction de Rayon X du DC.....	41
<b>Figure 14</b> : Spectre de Diffraction de Rayon X du charbon actif commercial.....	41
<b>Figure 15</b> : Elimination du nitrate en fonction du temps. ....	42
<b>Figure 16</b> : Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant .....	43
<b>Figure 17</b> : Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation. ....	44

## Liste de tableaux

<b>Tableau 1</b> :l'analyse de l'échantillon traitée .....	24
<b>Tableau 2</b> : les concentrations et les valeurs d'absorbancesdes solutions filles. ....	26
<b>Tableau 3</b> : Les étapes de l'imprégnation .....	28
<b>Tableau 4</b> : Les concentrations et les valeurs d'absorbances des solutions filles. ....	34
<b>Tableau 5</b> :Elimination du nitrate en fonction du temps. ....	35
<b>Tableau 6</b> :Elimination du nitrate en fonction de la masse adsorbant. ....	36
<b>Tableau 7</b> :Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation. ....	37
<b>Tableau 8</b> : les bandes caractéristiques du la DC.....	39
<b>Tableau 9</b> :Elimination du nitrate en fonction du temps. ....	42
<b>Tableau 10</b> : Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant. ....	43
<b>Tableau 11</b> :Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation.....	44

## Introduction Générale

L'eau, indispensable à la vie, est une ressource très recherchée. Dès lors, les collectivités locales sont contraintes de prendre cette ressource en compte dans leur plan d'aménagement et d'améliorer les installations d'épuration existantes[1].

Les rejets des eaux usées augmentent du fait de l'industrialisation et l'élévation de niveau de vie de la population, les capacités d'auto-épuration sont jugées dépassées ce qui pousse les chercheurs à développer plusieurs techniques pour épurer ces effluents[1].

L'utilisation de fertilisants synthétiques et de fumiers, associée aux cultures et à l'élevage intensifs, favorise l'apparition des nitrates dans l'eau. Les installations septiques déficientes, de même que la décomposition de la matière végétale et animale, peuvent aussi être une source des nitrates dans l'eau. Environ 30 % à 70 % des fertilisants azotés utilisés en agriculture sont perdus dans l'environnement sous forme d'ammoniac et d'oxyde d'azote qui polluent l'atmosphère, et sous forme des nitrates que l'on retrouve dans les eaux de surfaces et souterraines[2].

La solubilité des nitrates dans l'eau facilite la migration vers l'aquifère à laquelle se rajoute les transferts par macropores ce qui diminue le temps de transfert, et donc le risque de contamination est plus important si le sol recouvrant la nappe d'eau est vulnérable et si la nappe est peu profonde[2].

L'adsorption est l'un des procédés de traitements. Il est largement reconnu que l'adsorption de polluants sur charbon actif synthétisé à partir des déchets végétaux est devenue une méthode analytique de choix, très efficace et simple dans son utilisation.

Le travail présenté dans ce document s'appuie sur le traitement d'un eaux de battoire par l'adsorption sur charbon actif issue d'une biomasse lignocellulosique, déchet de café, dont l'abondance est importante dans notre pays et dont l'usage se limite souvent à la consommation alimentaire. Cette étude porte sur la fabrication et la comparaison de la capacité d'adsorption d'un charbon actif, préparé à partir de ce déchet de café, avec la chaux comme un deuxième adsorbant.



Le travail est réparti en trois chapitres :

Dans le premier chapitre de ce travail nous présentons Généralités sur les eaux usées contenant du nitrates effet sur la santé et l'environnement.

Le deuxième chapitre est consacré à cette mémoire présente une Généralités sur la adsorption.

Et le troisième chapitre est l'élimination du nitrate de l'eau de battoire en utilisant comme adsorbant le charbon actif préparé a partir déchet de café (DC) , et la chaux. Et enfin la comparaison entre la capacité des deux adsorbants à éliminer l'élément du nitrate.

À la fin, Une conclusion générale présente les travaux réalisés dans ce mémoire et les principaux résultats obtenus.

## Sommaire

<b>I.1 .Introduction[3]</b> .....	3
<b>I.2.Origine des eaux usées [4]</b> .....	3
<b>I.3. Les différents types des eaux usées</b> .....	3
<b>II.3.1. Les eaux usées domestiques [5]</b> .....	3
<b>I.3.2. Les eaux pluviales[6]</b> .....	4
<b>I.3.3. Les eaux usées industrielles[7]</b> .....	4
<b>I.4. Composition des eaux usées[8]</b> .....	4
<b>I.4.1. Les matières en suspension</b> .....	4
<b>I.4.2. Les micropolluants organiques et non organiques</b> .....	5
<b>I.4.2.1. Éléments traces</b> .....	5
<b>I.4.2.2. Les micropolluants organiques</b> .....	5
<b>I.4.2.3. Les substances nutritives</b> .....	6



## **I.1 .Introduction [3]**

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage .La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme «Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines ».

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible .Durant leur transport, ces eaux se modifient d'autant plus vite que la température est élevée ; elles deviennent noires et dégagent une odeur d'œufs pourris, signe de la présence d'hydrogène sulfureux ( $H_2S$ ), dangereux pour les égoutiers et corrosifs pour le béton et les aciers des égouts. Environ un tiers des matières contenues est en suspension, le reste est en solution.

## **I.2.Origine des eaux usées [4]**

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Ils constituent donc un effluent pollué, et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel.

## **I.3. Les différents types des eaux usées**

On distingue 3 types des eaux usées :

### **II.3.1. Les eaux usées domestiques [5]**

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales). Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.), et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses .

### **I.3.2. Les eaux pluviales [6]**

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de La terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc.

### **I.3.3. Les eaux usées industrielles [7]**

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme. Les eaux résiduaires sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications.

Les liquides résiduaires sont des liquides résultant des fabrications ; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produits, ou le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux .

Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement :

- ils sont directement rejetés dans le réseau domestique.
- ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique.
- ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

## **I.4. Composition des eaux usées [8]**

### **I.4.1. Les matières en suspension**

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures.

## **I.4.2. Les micropolluants organiques et non organiques**

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes.

### **I.4.2.1. Éléments traces**

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques  $\mu\text{g/l}$ ) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) Sont présents à l'état de traces. Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments.

### **I.4.2.2. Les micropolluants organiques**

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent de l'utilisation domestique de détergents, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier, etc. Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore .

Les principales familles de la chimie organique de synthèse sont représentées .Hydrocarbures polycycliques aromatiques, chlorophénols, phtalates, avec une concentration de l'ordre de 1 à  $10\mu\text{g/l}$  dans les effluents. Dans le sol, ces micropolluants restent liés à la matière organique ou adsorbés sur les particules du sol. Cependant, quelques composés ioniques (pesticides organochlorés, solvants chlorés) peuvent être entraînés en profondeur.

En raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues et c'est surtout lors de l'épandage de ces dernières que leurs teneurs devront être contrôlées.

Les pesticides sont les éléments traces les plus surveillés, et une étude d'impact et de métabolisme est obligatoire avant leur mise sur le marché. Par contre, le danger représenté par tous les autres polluants organiques est encore mal apprécié actuellement. Les contrôles de routine ne permettent pas de repérer toutes les toxines.

#### **I.4.2.3. Les substances nutritives**

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non. D'une façon générale, une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare :

- de 16 à 62 kg d'azote.
- de 2 à 69 kg de potassium.
- de 4 à 24 kg de phosphore.
- de 18 à 208 kg de calcium.
- de 9 à 100 kg de magnésium.
- de 27 à 182 kg de sodium.

#### **I.4.2.3. 1.L'azote [9]**

##### **I.4.2.3. 1.1.Formes de l'azote**

L'azote est l'élément le plus abondant sur terre. Il représente 80 % de l'atmosphère terrestre, mais de toute cette quantité de l'azote, seule une très petite partie se retrouve dans le sol (0,02 %), le reste se retrouvent dans l'atmosphère sous forme plus ou moins inerte. Dans le sol, l'azote se retrouve sous deux principales formes: l'azote organique et l'azote inorganique. La fraction organique représente la majeure partie, soit 95 %. L'azote inorganique est composé de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), l'azote nitreux ( $\text{NO}_2^-$ ) et l'azote nitrique ( $\text{NO}_3^-$ ).

L'azote organique est composé d'une partie facilement décomposable, la biomasse vivante, et d'une partie difficilement décomposable, essentiellement l'humus. Dans les milieux naturels, on n'observe pas l'accumulation d'azote dans l'un ou l'autre compartiment car un équilibre s'instaure entre ces réservoirs. L'azote est un constituant essentiel pour toutes formes de vie, aussi bien dans les écosystèmes aquatiques que terrestres (l'homme prenant part à ces processus).

#### I.4.2.3. 1.2.Cycle de l'azote

Le cycle de l'azote est le résultat du métabolisme microbien sur les composés azotés. Les transformations mises en jeu sont des réactions d'oxydoréduction modifiant le niveau de valence de l'atome azote. Les principales étapes du cycle de l'azote sont la fixation, l'assimilation, l'ammonification, la nitrification et la dénitrification. Ces étapes sont présentées sur la figure 1.

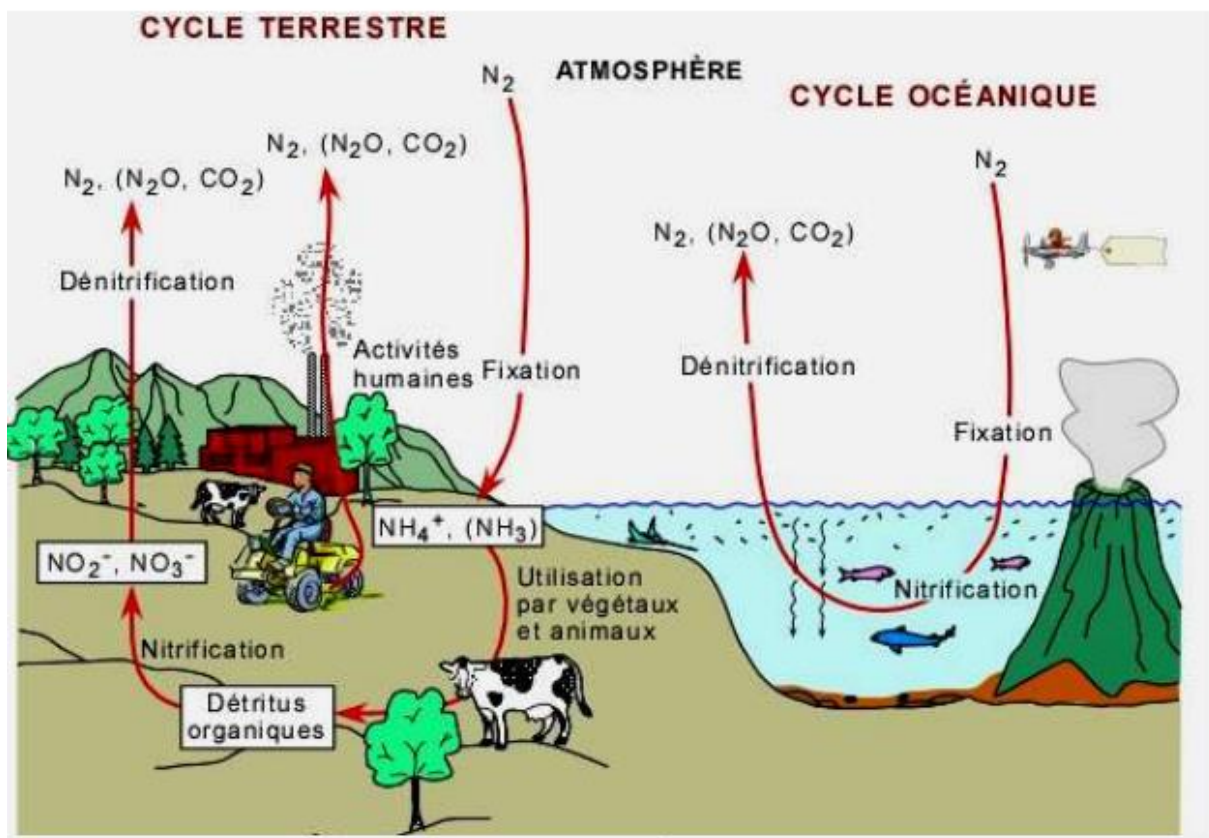


Figure 1: Le cycle de l'azote.



**I.4.2.3. 1.2.1.La fixation.**

Correspond au passage de l'azote atmosphérique ( $N_2$ ) en azote combiné sous l'action de certains organismes.

**I.4.2.3. 1.2.2.L'assimilation.**

L'assimilation est la transformation de la matière azotée minérale ou organique inerte en matière vivante.

**I.4.2.3. 1.2.3.L'ammonification.**

L'ammonification est la libération d'ammoniac à partir des matières azotées organiques.

**I.4.2.3. 1.2.4.La nitrification.**

La nitrification de l'ion ammonium ( $NH_4^+$ ), présent dans l'eau et le sol, résulte d'une double oxydation d'abord en nitrites ( $NO_2^-$ ) par les bactéries du genre *Nitrosomonas*, puis en nitrates ( $NO_3^-$ ) par les bactéries du genre *Nitrobacter*.

**I.4.2.3. 1.2.5.La dénitrification.**

La dénitrification est la réduction des nitrates ( $NO_3^-$ ) en azote gazeux ( $N_2$ ) par l'intermédiaire des bactéries.

**I.4.2.3. 1.3.Le nitrate.**

Les nitrates représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles, et constituent la composante principale de l'azote inorganique ( $N_{\text{Inorganique}}$ ) ou minéral ( $N_{\text{Minéral}}$ ), lui-même inclus majoritairement dans l'azote global (NGL) ou azote total (NT) avec une autre composante, l'azote organique ( $N_{\text{Organique}}$ ). Ils sont essentiels à la croissance des végétaux qui les puisent dans le sol, mais peuvent devenir néfastes pour les plantes et les animaux s'ils sont trop abondants. Ils entrent dans la composition des engrais chimiques et naturels (fumiers). Ce sont des composés facilement mobilisés par les eaux de pluie, de drainage, de ruissellement ou d'infiltration.

#### **I.4.2.3. 1.4. Domaines d'utilisation des nitrates.**

Le nitrate est un élément minéral nutritif pour les végétaux et les microorganismes. Pour cette raison, les sels de nitrate sont utilisés pour la fabrication de fertilisants azotés. Le nitrate est également utilisé pour la composition d'explosifs ou de ciments spéciaux, comme additif et colorant alimentaire, pour la coagulation de latex, dans l'industrie nucléaire, pour le contrôle des odeurs et de la corrosion dans les systèmes hydrauliques.

#### **I.4.2.3. 1.5. Sources des nitrates dans l'eau.**

D'un point de vue chimique, les nitrates sont des sels minéraux de l'acide nitrique. Ils sont très solubles dans l'eau, ne sont pas retenus par le sol et migrent vers les eaux superficielles et souterraines. Ils sont ainsi présents dans les eaux de boisson et dans l'alimentation. Substances présentes aussi à l'état naturel dans le milieu, les sources d'apport sont naturelles et intensifiées par l'usage anthropique.

En l'absence de toute fertilisation azotée, les nitrates présents dans les sols proviennent de la fixation de l'azote atmosphérique par certaines espèces végétales, les légumineuses. Ces plantes captent l'azote de l'air et le transforment en matière organique azotée dans leurs racines.

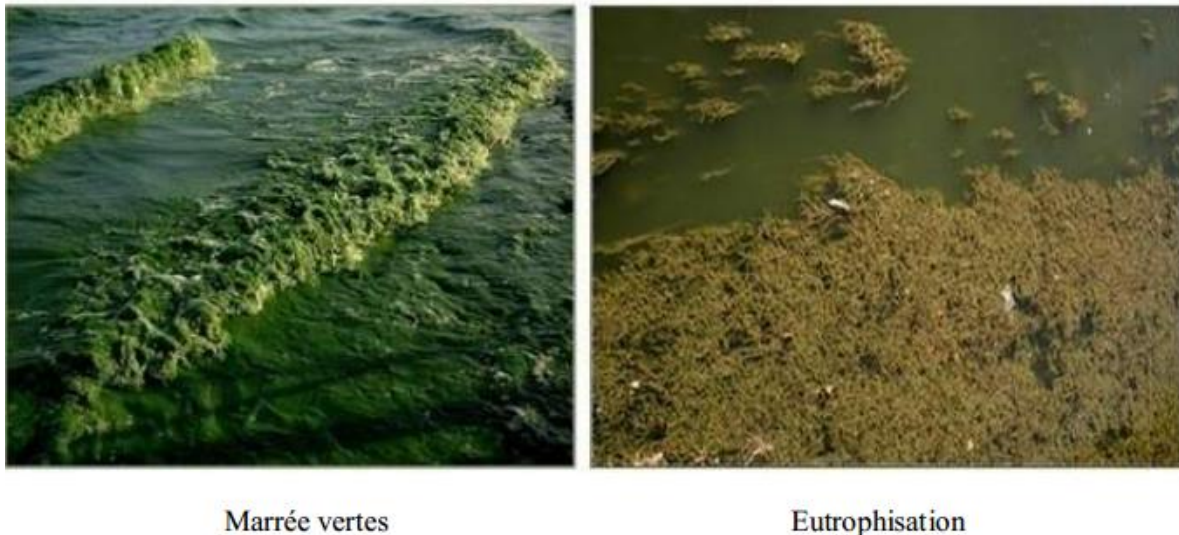
Quand la plante a fini son cycle saisonnier, la matière organique azotée est peu à peu décomposée par des bactéries nitrifiantes du sol, et transformée en nitrates. La source anthropique majeure des nitrates qui perturbe le cycle de l'azote, est attribuable aux activités humaines. L'utilisation de fertilisants synthétiques et de fumiers, associés aux cultures et à l'élevage intensifs, qui seront progressivement transformés en nitrates.

#### **I.4.2.3. 1.6. Effet des nitrates sur l'environnement.**

##### **I.4.2.3. 1.6.1 .Eutrophisation.**

L'eutrophisation d'un milieu aquatique désigne son caractère eutrophie (du grec eu « bien, vrai » et trophein « nourri ») c'est à dire riche en élément nutritif, initialement sans caractère négatif, mais souvent employé pour désigner le déséquilibre qui résulte d'un apport excessif de nutriments.

L'eutrophisation se définit comme la manifestation, en termes de métabolisme général (production et respiration) d'un écosystème, d'apports exogènes de nutriments qu'il reçoit. Ces manifestations peuvent revêtir des formes extrêmement diverses selon les secteurs concernés du réseau hydrographique . Les phénomènes d'eutrophisation sont illustrés sur la figure 2.



**Figure 2:** Le phénomène d'eutrophisation

#### **I.4.2.3. 1.6.2. Fuites des nitrates et pollution nitrique des nappes souterraines.**

Les fuites des nitrates vers les eaux souterraines, que l'on peut également nommer lixiviation, se produisent en période d'excès hydrique lorsque la réserve en eau du sol est remplie.

La lixiviation des nitrates est un processus physique naturel, qui peut être augmenté lorsque le cycle de l'azote est perturbé par certaines pratiques agricoles et certains changements d'occupation du territoire. Les processus du sol qui contrôlent le cycle de l'azote dans le sol, et donc la quantité d'azote, sont nombreux, mais les plus importants sont : l'absorption d'azote par les plantes, les apports d'engrais azotés (minéraux et organiques), la minéralisation, ainsi que la nitrification et la dénitrification.

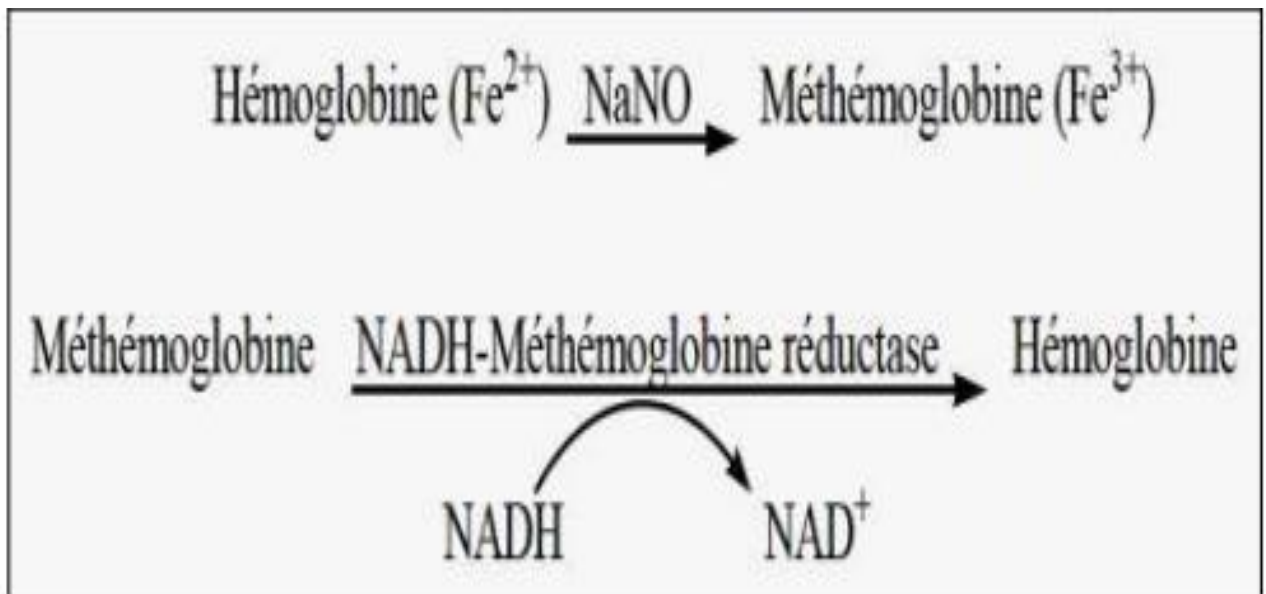
La concentration en nitrates du sol à un moment donné est le résultat de l'ensemble de ces processus.

### I.4.2.3. 1.8.Effet des nitrates dans la santé humain.

#### I.4.2.3. 1.8.1.La méthémoglobine et maladie des bébés bleus.

L'oxyde nitrique (NO) et les nitrites ( $\text{NO}_2$ ) réagissent avec l'hémoglobine formant la méthémoglobine. La méthémoglobine entraîne la détérioration de la capacité des globules rouges à transporter l'oxygène ( $\text{O}_2$ ) c'est ce qu'on appelle la méthémoglobinémie.

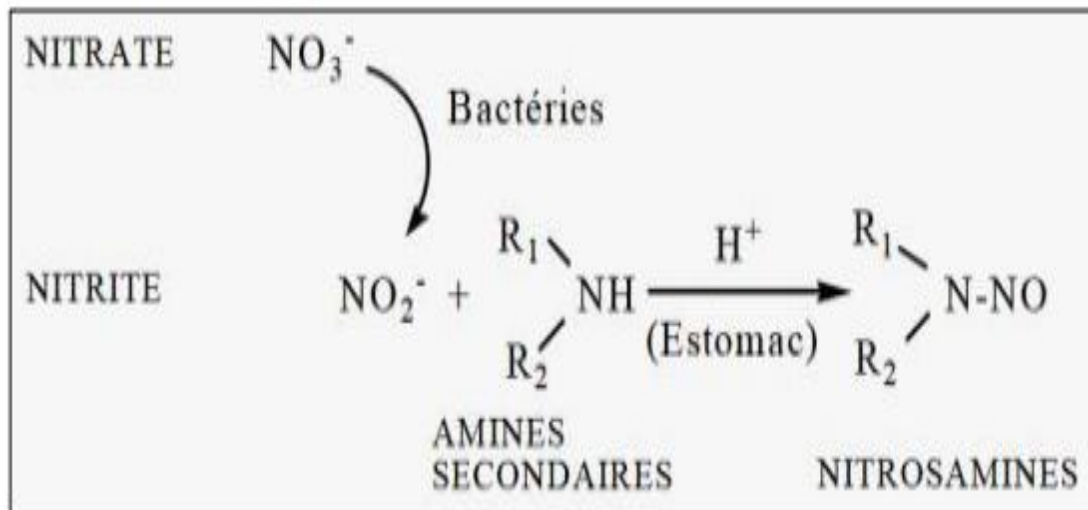
La méthémoglobinémie chez le nourrisson entraîne la maladie de bébé bleu, les tissus et les muqueuses se colorent alors en bleu. Chez l'adulte, ce risque est très faible car il y a une enzyme qui réduit la méthémoglobine en hémoglobine (Figure 3). En revanche, cette enzyme n'est pas activée chez le nourrisson et ne devient fonctionnelle que vers trois à quatre mois.



**Figure 3:** Réduction de la méthémoglobinémie par transfert d'un électron du NADH à l'hémoglobine.

#### I.4.2.3. 1.8.2. Effets cancérigènes.

Les nitrates sont susceptibles de présenter un risque lié à leur transformation en nitrites et éventuellement en nitrosamines dans le tractus digestif (Figure 4). Environ 80 % des nitrosamines étudiés sont reconnus comme cancérigènes chez plusieurs espèces animales et donc suspectés de l'être chez l'homme par extrapolation.



**Figure 4:** Formation de nitrosamines à partir des nitrites et des amines dans le milieu acide de l'estomac.

#### I.4.2.3.2. Le phosphore.

La concentration en phosphore dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/l (soit 15 à 35 mg/l en  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement.

Mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation; cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un excès de phosphore.

#### I.4.2.3.3. Le potassium ( $\text{K}^+$ ) :

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l (12 à 36 mg/l de  $\text{K}_2\text{O}$ ) et permet donc de répondre partiellement aux besoins.

**I.4.2.3.4. Chlore et sodium.**

- Leur origine est :
- Naturelle (mer : 27g/l NaCl, et terrains salés)
- humaine (10à 15g/l NaCl dans les urines/j).
- industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire) .

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème, notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres.

## II.1. Introduction [10]

L'adsorption est un phénomène d'interface (phénomène physique de fixation de molécules sur la surface d'un solide) pouvant se manifester entre un solide et un gaz, ou entre un solide et un liquide. Le phénomène est général pour toutes les surfaces. Aux interfaces, les attractions intermoléculaires ne sont pas compensées dans toutes les directions, et il subsiste par des forces résiduelles dirigées vers l'extérieur. Ces forces représentent une énergie superficielle par unité de surface, comparable à la tension superficielle des liquides. Ces forces sont neutralisées lorsque des particules mobiles (un gaz ou un soluté) se fixent en surface, on dit qu'elles s'adsorbent.

## II.2. Définition d'adsorption [11]

L'adsorption définit la propriété de certains matériaux à fixer à leur surface des ions ou molécules (gaz, métaux, molécules organique...) d'une manière plus ou moins réversible. Il s'agit donc d'un phénomène à l'interface : « on considère une molécule de liquide ou de gaz (adsorbant). Ces deux molécule vont trouver une position énergétique la plus favorable à l'interface ».

L'adsorption est l'un des moyens mis à la disposition du traiteur d'eau pour éliminer les matières organique non dégradable dissoute, extraits de la phase liquide ou gazeuse dans laquelle ils sont immergés.

## II.3. Les type d'adsorption

La nature des forces mises en jeu permet de distinguer deux types d'adsorption :

### II.3.1. L'adsorption physique (physisorption) ou adsorption de Van der Waals

L'adsorption physique est un phénomène réversible qui résulte de l'attraction entre les molécules d'adsorbant composant la surface du solide et les molécules du soluté de la phase fluide, ces forces attractives sont de nature physique, comprenant les forces dites de Wan Der Waals ne détruisant pas l'individualité des molécules et lorsqu'elles opèrent, correspondent à des énergies faibles qui sont de l'ordre de quelques kilojoules par mole [12]. Ce phénomène consiste essentiellement dans la condensation de molécules sur la surface du solide et il est favorisé en conséquence par un abaissement de la température [13].

### II.3.2. L'adsorption chimique (chimisorption)

Ou consiste en une interaction chimique. Les énergies de liaison mises en jeu sont de l'ordre de  $40 \text{ kJ.mol}^{-1}$  et plus. C'est un phénomène qui, par sa spécificité, son énergie d'activation et sa chaleur dégagée, s'apparente à une réaction chimique entre molécule en solution et la surface du support. Il y a formation de fortes liaisons entre adsorbat et adsorbant (covalent par exemple). La couche adsorbée est au mieux mono moléculaire. Ce phénomène est plus lent que la physisorption et nécessite une énergie d'activation [14].

Il est à noter que la physisorption est souvent la première étape de la chimisorption et que l'apport d'une énergie d'activation (sous forme thermique par exemple) permet de franchir la barrière énergétique et l'établissement de la liaison covalente surface/adsorbat.[15]

### II.4. Paramètres influant sur l'adsorption

L'équilibre d'adsorption, entre un adsorbant et un adsorbat dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont ]16[,]17[,]18.[

- les caractéristiques de d'adsorbant : polarité, volume poreux, surface spécifique, fonctions superficielles.... ;
- les caractéristiques de l'absorbât : polarité, solubilité, poids et saturation moléculaire... ;
- les paramètres physiques : température, pH.

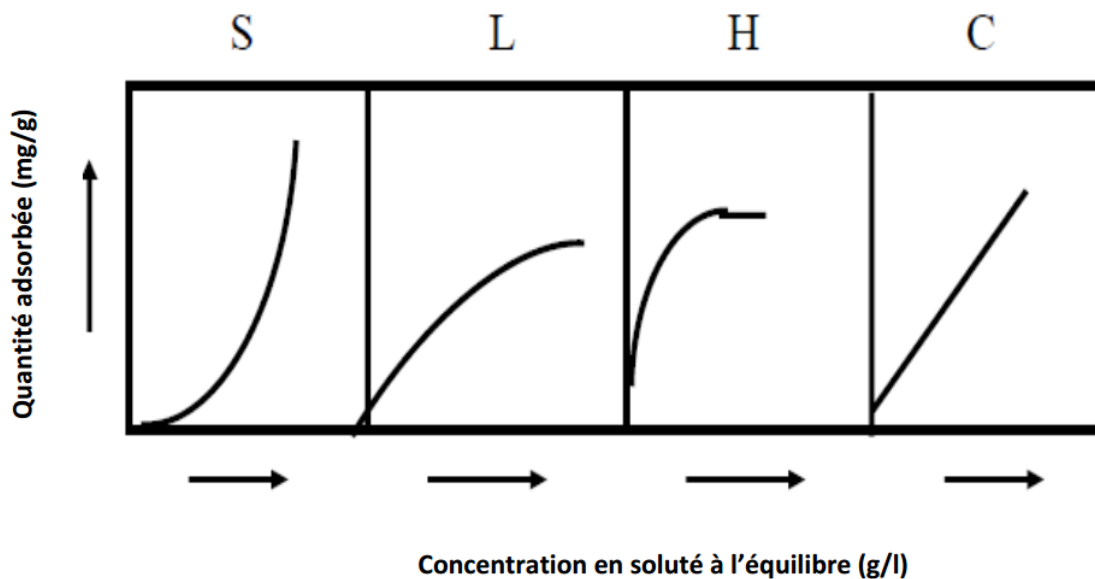
### II.5. Description du mécanisme d'adsorption

L'adsorption se produit principalement en trois étapes, intervenant chacune dans l'expression de la vitesse totale :

- diffusion extra granulaire de la matière (transfert du soluté vers la surface des grains).
- transfert intra granulaire de la matière (transfert de la matière dans la structure poreuse de la surface extérieure des graines vers les sites actifs).
- réaction d'adsorption au contact des sites actifs, une fois adsorbée, la molécule est considérée comme immobile [19].



## II.6. .Classification des isothermes d'adsorption



**Figure1.** Les différents types isothermes d'adsorption

### II.6.1. Isothermes du type S

La courbe est sigmoïdale et elle présente un point d'inflexion. Ce type d'isotherme est toujours le résultat d'au moins deux mécanismes opposés. Les composés organiques non polaires sont un cas typique; ils ont une basse affinité avec le charbon actif, mais dès qu'une surface de charbon actif est couverte par ces composés, d'autres molécules organiques sont adsorbées plus facilement ce phénomène est appelé l'adsorption, coopérative [20].

### II.6.2. Isothermes du type L

Les courbes de type L (dites de Langmuir) sont les plus fréquentes, Ce type indique l'adsorption à plat de molécules bi fonctionnelles. L'adsorption devient plus difficile lorsque le degré de recouvrement augmente , Ce comportement est rencontré dans le cas où du solvant est faible, et lorsque les molécules ne sont pas orientées verticalement, mais plutôt à plat [21] .

### II.6.3. Isothermes du type H

L'isotherme de type-H décrit une interaction forte entre adsorbant et adsorbant et représente un cas extrême du type-L, où la pente à l'origine est très élevée. Ce cas a été distingué pour représenter les nombreuses situations où le composé possède une grande affinité pour la phase solide que la pente à l'origine semble être infinie, même si une pente réellement infinie est thermodynamiquement impossible [22].

### II.6.4. Isothermes du type C

Les courbes sont sous forme de ligne droite qui passe par l'origine (il y'a Compétition entre le soluté et le solvant pour occuper les sites avec toujours le même partage). Ceci signifie que le rapport entre la concentration résiduelle et adsorbée est le même à n'importe quelle concentration. Ce rapport est appelé coefficient de distribution. Elles concernent les molécules flexibles pouvant pénétrer loin dans les Pores pour y déplacer le solvant [21].

## II.7. Modélisation des isothermes [23]

### II.7. 1. Isotherme de Freundlich

Ce modèle postule que différents sites interviennent dans l'adsorption avec des énergies différentes, l'entropie restant constante. Ces sites obéissent à une distribution exponentielle, fonction de la chaleur d'adsorption. La densité des sites varie également exponentiellement. Le modèle s'adapte le plus souvent à une adsorption de type physique. Ce modèle est décrit par la formule empirique suivante :

$$q_e = K_F \cdot C_e^n$$

avec :  $q_e$  : quantité du soluté adsorbée par unité de masse de l'adsorbant à l'équilibre.

$K_F$ : constante de Freundlich associée à la capacité d'adsorption.

$n$  : paramètre énergétique de Freundlich, c-à-d l'affinité du soluté vis-à-vis de l'adsorbant.

$C_e$  : concentration de l'adsorbat à l'équilibre dans la phase liquide.

La linéarisation de l'isotherme de Freundlich est obtenue par représentation des données en coordonnées logarithmiques selon :

$$\ln q_e = \ln K_F + n \ln C_e$$

### II.7. 2. Isotherme de Langmuir

Selon ce modèle , la molécule adsorbée est située sur un site bien défini du matériau adsorbant (adsorption localisée). Chaque site n'est susceptible de fixer qu'une molécule. L'énergie d'adsorption de tous les sites est identique et indépendante de la présence de molécules adsorbées sur les sites voisins (surface homogène et pas d'interaction entre les molécules adsorbées). L'équation modélisant l'adsorption est la

suivante :

$$q_e = q_m \frac{K_L C_e}{1 + K_L C_e}$$

Avec :

$q_m$  : représente la capacité maximale d'adsorption.

$K_L$  : constante d'équilibre, égale au rapport des vitesses d'adsorption et de désorption.

Cette équation peut être linéarisée sous la forme suivante :

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m \cdot Kl} + \frac{C_e}{q_m}$$

## II.8. Types d'adsorbants

L'adsorption est un phénomène de surface d'où l'intérêt de connaissance des propriétés physiques des matériaux adsorbants tel que, la porosité, la surface spécifique, la densité apparente et réelle.

### II.8.1. Charbons actifs

#### II.8.1.1. Mode de préparation du charbon actif

Les charbons actifs sont préparés par pyrolyse d'une matière contenant du carbone, ou matériau végétal, pour conduire à un charbon actif qui est ensuite calciné sous atmosphère inerte dans des conditions contrôlées pour créer une structure poreuse. Il faut activer en présence d'agents d'activation. Il existe plusieurs centaines de qualités de charbons actifs, suivant le précurseur et les conditions de traitement [24].

##### II.8.1.1.1. La pyrolyse

La pyrolyse est la décomposition thermique d'un matériau organique sous vide ou sous atmosphère inerte à des températures comprises entre 400 et 1000°C. Les hétéroatomes (oxygène et hydrogène) sont éliminés sous l'effet de la chaleur et le matériau devient plus riche en carbone. Les atomes de carbone restants se regroupent en feuillets aromatiques possédant une certaine structure planaire. Ces feuillets s'arrangent ensuite d'une manière irrégulière laissant ainsi des interstices entre eux. Ces interstices donnent naissance à une porosité primaire du produit carbonisé. Le produit obtenu par la pyrolyse ne possède qu'une porosité rudimentaire et ne peut pas être employé comme adsorbant sans une activation supplémentaire [25].

##### II.8.1.1.2.. Activation

L'activation consiste à développer la structure poreuse en éliminant les goudrons qui obstruent les pores, et à créer des fonctions de surface (généralement oxydées) qui sont à l'origine des interactions entre le solide et les molécules adsorbées. Elle peut être physique ou chimique.

L'activation physique permet de développer les pores existants et d'en créer d'autres. Elle est réalisée entre 00°C et 000°C en présence d'un gaz faiblement oxydant (air), de vapeur d'eau, de CO<sub>2</sub>, ou encore d'un mélange de ces gaz.

L'activation chimique consiste à imprégner le matériau de départ avec une solution concentrée d'agent très oxydant et/ou déshydratant (acide phosphorique, chlorure de zinc...).

Le matériau subit ensuite une pyrolyse entre 400°C et 00°C à l'abri de l'air, puis est lavé et séché. Le charbon actif est ainsi obtenu en une seule étape. C'est le degré d'imprégnation du matériau en matière oxydante qui définit la structure poreuse finale [18][26]. La perte de masse indique le degré d'activation (ou taux d'activation) habituellement appelé « Burn-off ».

$$\text{Burn - off} = \frac{\text{masse}_{\text{initiale}} - \text{masse}_{\text{finale}}}{\text{masse}_{\text{initiale}}} \times 100$$

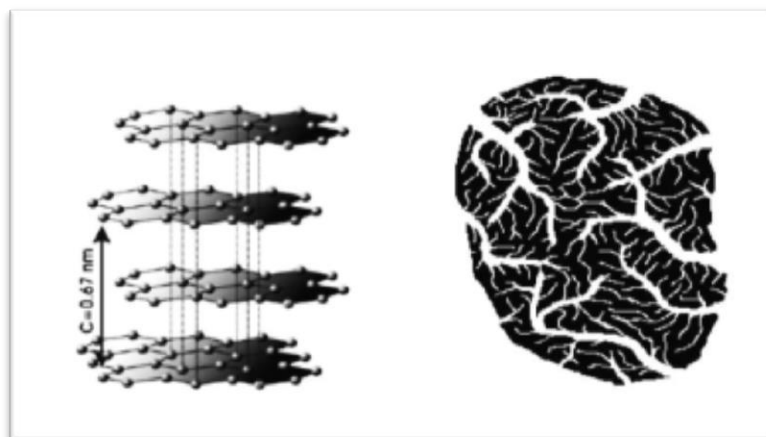
Le taux de « Burn-off » augmente avec la durée de la réaction d'activation.

### II.8.1.2. Propriétés

Différentes techniques analytiques ont été développées pour caractériser le charbon actif.

#### II.8.1.2.1. Propriétés texturales

La structure du charbon peut être vue comme un assemblage aléatoire de feuillets plans constitués par des poly cycles aromatiques (encore appelés feuillets de graphène). L'espace libre entre ces feuillets constitue la porosité du charbon [26].



**Figure 2:** Structure chimique du charbon actif et représentation schématique de sa structure [25].

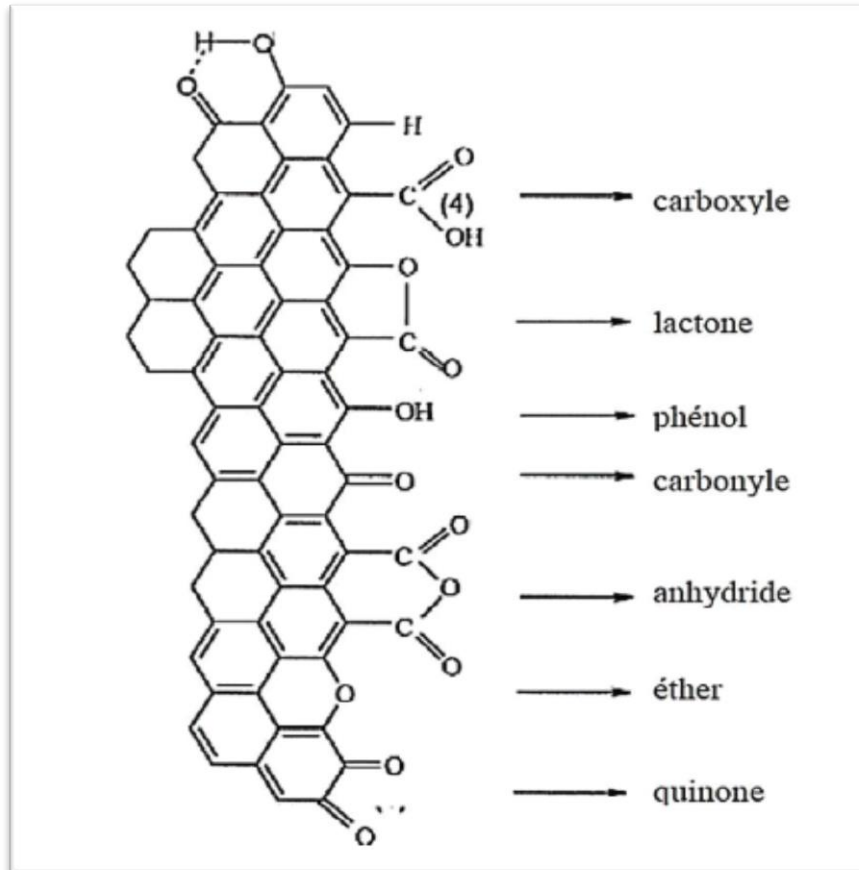
La structure d'un charbon est donc caractérisée par son volume poreux, la taille et la forme de ses pores. C'est ce qui est à l'origine de sa surface spécifique. Ces propriétés sont principalement développées lors de l'étape d'activation du CA. La distribution de taille de pores très variée, incluant à la fois des micropores (de diamètre  $\text{\O}p < 2 \text{ nm}$ ), des mésopores ( $2 < \text{\O}p < 50 \text{ nm}$ ) et des macropores ( $\text{\O}p > 50 \text{ nm}$ ) [26].

Seuls les micro- et les méso pores contribuent à la capacité d'adsorption des charbons activés. Les micropores et méso pores sont produits par des burn-off inférieurs à 50%. Au-delà de ce degré d'activation les micropores se forment au détriment des micros-et méso pores [27].

Le volume poreux et la taille des pores sont déterminées à partir d'isothermes d'adsorption- désorption d'azote à 77k pour la micro- et méso-pores et les macropores]26.[

#### II.8.1.2.2. Propriétés chimiques

- Composition global du charbon actif : en que le carbone soit l'élément majoritaire du charbon actif, d'autres composés (oxygène, hydrogène, soufre, azote, minéraux, ...) sont aussi présents et influent fortement sur les propriétés d'adsorption du charbon actif.
- Fonctions de surface du charbon actif : L'hétérogénéité chimique du charbon actif est donc principalement associée aux différentes fonctions de surface, surtout les groupements oxygénés, qui lui confèrent son caractère acido-basique et déterminent, selon l'environnement (pH de la solution) sa charge électrique[26].



**Figure 3:** Groupes de surface du CA [27].

## II.8.2. la chaux [28]

### II.8.2.1. Différents types de chaux

Si l'on tient compte des éléments principaux dont l'influence au cours de la fabrication est dominante sur les caractéristiques du produit fini et si l'on envisage les paramètres qualitatifs de propriétés et de composition, il est possible de définir correctement les différents types de chaux. Pour que la doute ne soit pas permis sur l'appellation et la nomenclature choisie, il est nécessaires de reprendre chaque chaux et de la définir façon exhaustive et précise.

#### II.8.2.1.1. Chaux Aériennes

Ce sont des chaux provenant de la calcination à une température de 900 à 1100°C de roches calcaires plus au moins purese (de 65 à 99% de  $\text{CaCO}_3$ ), le reste étant constitué principalement de carbonate de magnésium ,de silice, d'oxyde de fer et d'alumine .

Leur teneur en CaO disponible est également élevée (60 à 97%). Elles ne durcissent qu'à l'air (recarbonatation), on y distingue en fonction de la teneur en CaO et leur réactivité lors de l'extinction par l'eau :

- Chaux vive chimiquement pure ou Oxyde de Calcium.
- Chaux éteinte chimiquement pure ou Hydroxyde de Calcium.
- Chaux grasses vives.
- Chaux grasses éteintes.
- Chaux maigres vives.
- Chaux maigres éteinte.

#### II.8.2.1.2..Chaux Hydrauliques

Ce sont des chaux en provenance de la calcination à une température supérieure à 1200°C de roches calcaires argileuses contenant moins de 95% de carbonate de calcium. La teneur en CaCO<sub>3</sub> de la roche mère peut varier de 40 à 95%.

Par ce genre de cuisson, es chaux contiennent en proportion variable des silicates complexes de calcium et de magnésium ainsi que des sels double de calcium et de fer. Elles diffèrent des chaux aériennes maigres par une teneur importante en élément argileux. Elles possèdent la propriété de durcir sous eau .On peut y distinguer :

- Les chaux faiblement hydrauliques.
- les chaux moyennement hydrauliques.
- les chaux éminemment hydrauliques.

#### II.8.2.2. Le cycle de la chaux

Les produits dérivés du calcaire (CaCO<sub>3</sub>) possèdent la capacité unique d'être transformés et de reprendre leur forme originale. Le cycle de la chaux consiste à cuire le calcaire pour former la chaux vive (CaO).La chaux éteinte (Ca(OH)<sub>2</sub>) peut alors être produite en ajoutant de l'eau à la chaux vive. Dans le diagramme ci-dessous, on peut remarquer que le dioxyde de carbone contenu dans l'atmosphère peut alors réagir avec la chaux éteinte pour la reconvertir en calcaire. Cette réaction représente la première réaction de durcissement des mortiers historiques. Ce cycle de continuité s'appelle le cycle de la chaux.

**Sommaire**

**Figure1. les différents types isothermes d'adsorption ..... 16**

**Figure 3: Structure chimique du charbon actif et représentation schématique de sa structure ..... 20**

**Figure 4: Groupes de surface du CA ..... 21**



**Partie Expérimentale****Partie I : Matériels et produits****I-1 : Echantillon a traitée :**

L'échantillon que nous voulons traitée de l'élément du nitrate est l'eau contaminée du battoir de la municipalité de sidi ghazal de la wilaya de Biskra. Cette eau a été utilisée pour laver les poulets et le plancher, où une grande quantité du sang est évacuée contenant un taux du nitrate élevé,le( tableau1 )suivant montre les résultats de l'analyse de l'échantillon effectué au laboratoire de *EP,ALGERIENNE DES EAUX –BISKRA*.

**Tableau1** :l'analyse de l'échantillon traitée**EP, ALGERIENNE DES EAUX -BISKRA**Unité: biskra  
LaboratoireCode :.....  
Lieu de prélèvement :...L.B(HOFRI) sidi  
ghzalle).....  
Date d'analyse :20/02/2017.....  
Eau traité : Oui / NonElectrochimie

Parametres	valeurs	normes	analyste
TC*	26,1	25	
Sal ‰	2,7		
TDS mg/l	2710		
Cond µs/cm	5420	2800	
pH	6,81	6,5-8,5	

Volumétrie

Parametre	V ml	Résultat mg/l	Norme mg/l	Analyste	observation
Cl	19,6		500		
TAC	8,5				
HCO <sub>3</sub>			250		
TH	23,2		500		
Ca <sup>++</sup>	18,5		200		
Mg <sup>++</sup>	7,7		150		
M,O			5		

Spectrophotometrie

Paramètre	Résultat mg/l	Norme mg/l	Analyste	Observation
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,14	0,1		
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	20,77	50	*4,43	92,21
Fe total	3,02	0,3		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,43	0,5		
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	2,97	0,5		
B		1		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	146,62	250		
Al <sup>3+</sup>				

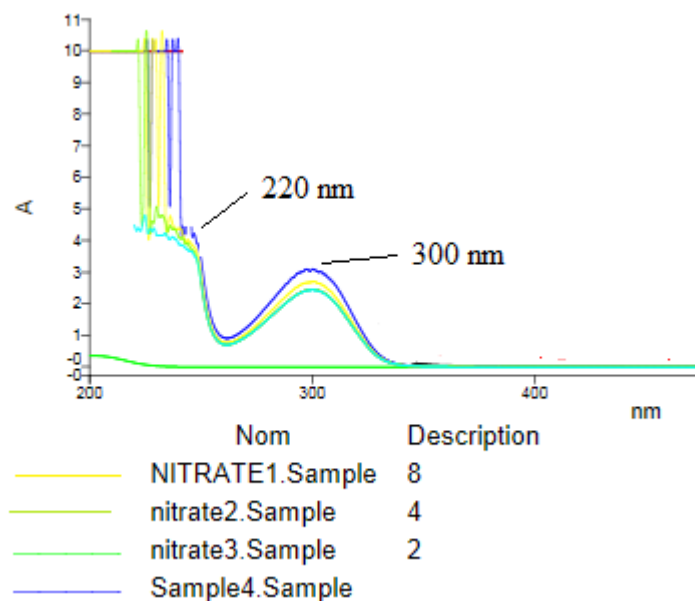
Méniralisation

P,Capsule vide	P,Capsule +eau	P,Capsule après 24 h
27,493	52,493	27,615
Résultat ( mg/l)=	2800	

## I.2. Courbe d'étalonnage

Avant d'établir la courbe d'étalonnage du nitrate par spectrophotométrie, un balayage est nécessaire afin de déterminer les longueurs d'onde maximales d'absorption de cet élément.

Le spectre d'absorption du nitrate a été enregistré sur un spectrophotomètre (uv-visible  $\lambda$ -25) est présenté par la figure 1. Le spectre montre une bande d'absorption du nitrate située dans le domaine du visible à  $\lambda_{\max} = 220$  nm.



**Figure 1.** Le spectre d'absorption du nitrate avec différentes concentration.

Afin d'effectuer la courbe d'étalonnage, nous avons effectué une série de solution du nitrate de concentrations différentes, puis nous avons mesuré l'absorbance de chaque solution. Le tableau 1 rassemble les résultats obtenus.

Les solutions filles préparé ont été utilisées pour réaliser la courbe de l'absorption en fonction de la concentration en nitrate.

### I.2.1. Préparation de la solution mère

Nous avons préparé la solution mère du  $\text{NaNO}_3$  à la concentration 1M, par la méthode traditionnelle en dissolvant sous l'agitation la masse calculée du nitrate de sodium, dans 50ml d'eau distillée.

$$M_{(\text{NaNO}_3)} = C * M * V = 34\text{g}$$

### I.2.2. Préparation des solutions filles :

Nous sélectionnons certaine concentration, puis nous avons calculé le volume de chaque solution à partir de la solution mère, et compléter avec de l'eau distillée jusqu'à 50ml.

**Tableau 2 :** les concentrations et les valeurs d'absorbances des solutions filles.

Volume solution mère (ml)	5	1.66	1	0.7	0.55
Concentration des solution filles (mol/l)	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09
Absorpanse des solution filles	4.096	3.96	3.775	3.772	3.757

### I.3.Préparation des adsorbants

#### I.3.1 La chaux [29]

La chaux (l'oxyde de calcium) est un corps chimique minéral, de formule brute  $\text{CaO}$ . Il s'agit d'une espèce minérale naturelle, qu'il est possible d'observer en petites masses blanches avec les éjecta transformés à haute température parmi lesquels les laves communes sur les flancs des formations volcaniques, par exemple sur le Vésuve en Italie [12]. Référencée officiellement en 1935 dans le champ de la minéralogie, elle fait partie du groupe du périclase  $\text{MgO}$ .



**Figure 2 :** La chaux commerciale.

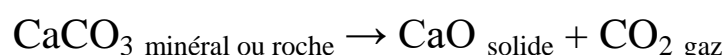
Mais le terme chaux désigne surtout une matière sèche alcaline ou fortement basique, facilement poudreuse et hydrophile, de couleur blanche ou blanchâtre, obtenue par calcination du calcaire, obtenue autrefois artisanalement dans un four à chaux, puis industriellement dans divers fours modernes.

Elle est utilisée depuis l'Antiquité, notamment dans la construction et pour les assises et fondations des voies et bâtiments. Fondant en métallurgie du fer ou sidérurgie, tant dans le traitement des minerais que l'élaboration d'aciers intermédiaires.

La chaux est un matériau à propriétés réfractaires, est à la base de la chimie de l'élément calcium et intervient comme intermédiaire dans la métallurgie de nombreux métaux non ferreux. C'est un des produits manufacturés les plus communs de l'industrie. Le chaulage désigne l'apport de chaux ou un traitement spécifique à la chaux.

L'oxyde de calcium (CaO, chaux vive) est obtenu par calcination à environ 900 °C des minéraux calcite ou aragonite de formule chimique CaCO<sub>3</sub> ou à défaut des roches calcaires ou craies qu'ils contribuent à former avec d'autres minéraux et impuretés. La « pierre à chaux » désigne communément la matière chauffée dans le four.

Par la calcination du calcaire (CaCO<sub>3</sub>) un fort dégagement de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) se produit, c'est une réaction de décarbonatation. Cette réaction s'accompagne d'une perte massique pouvant atteindre 45 % et volumique jusqu'à 15 %, correspondant à la perte en dioxyde de carbone selon la réaction :



### **I.3.2. le charbon actif**

#### **I.3.2.1 : préparation :**

Le charbon actif utilisé dans ce travail est le déchet du café DC. La matière première a été lavée avec de l'eau distillée et séchée à l'étuve pendant 24 heures. Une perte de poids d'environ 15-20% a été marquée. Ensuite, l'échantillon est moulu et tamisé pour obtenir une granulométrie finale entre 0.2 et 5 mm.

100 g de DC sec a été imprégné pendant 18 h par une solution d'acide phosphorique (250 ml) pour former une barbotine. Le taux d'imprégnation (Xp, mmol.g<sup>-1</sup>) est

défini comme étant le rapport de la masse de  $H_3PO_4$ (mmol) sur la masse de DC sec ayant servi comme précurseur (g). Les étapes d'imprégnation se fait selon le tableau suivant :

**Tableau 3:** Les étapes de l'imprégnation

Échantillons	Séchage	Imprégnation $X_p$ mmol.g <sup>-1</sup>	Durée d'imprégnation	lavage	Séchage
DC	séchage pendant 24h à 50 °C	2.683	18h	Laver jusqu'à pH neutre	Séchage pendant 24h à 110 °C

DC : déchet café ; 0-2.683 : taux d'imprégnation

Puis, le résidu obtenu a été lavé avec de l'eau distillée chaude (100°C) jusqu'à l'obtention de pH neutre et d'une couleur marron clair homogène. Le solide est séché à 110 °C pendant 24 h. L'activation de l'échantillon a été effectuée dans un four tubulaire à une température de 600°C et 700°C pendant une heure sous vapeur d'eau avec une vitesse de chauffage : 5 (°C.min<sup>-1</sup>).

Les propriétés physico-chimiques des charbons actifs préparés avec  $X_p=2,68$ (mmol.g<sup>-1</sup>), ont été étudiées.

### I.3.2.2. Caractérisation du charbon active

#### I.3.2.2.1. Analyse structural par (FTIR) [30]

##### I.3.2.2.1.1. Analyse(FTIR) :

La spectroscopie infrarouge est souvent utilisée pour caractériser les substrats. C'est une technique simple non destructive qui permet de mettre en évidence certaines fonctions comme les acides carboxyliques, les chaînes aliphatiques, les aromatique.

##### I.3.2.2.1.2. Principe de l'analyse infrarouge type (SHIMADZU2800S)

La spectrométrie infrarouge est une méthode d'analyse destructive, basée sur l'étude de l'absorption par l'échantillon des radiations électromagnétiques de longueurs d'ondes  $\lambda$  comprises entre 1 et 1000  $\mu\text{m}$ , soit nombre d'ondes  $\nu=1/\lambda$  compris entre 1 et  $10^3\text{m}^{-1}$ .

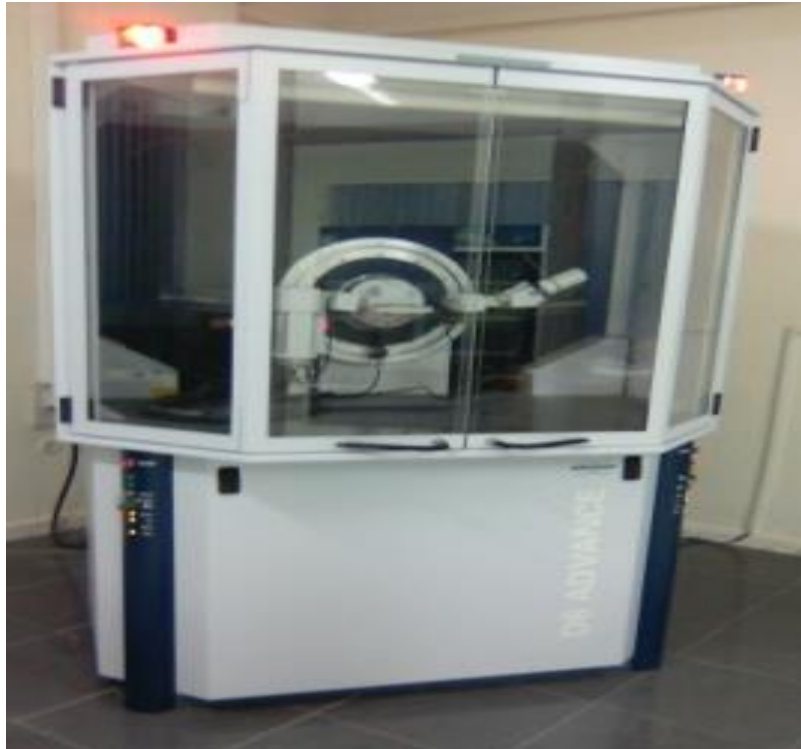
La partie la plus riche en informations et la plus accessible du point de vue expérimental est celle du moyen infrarouge ( $\lambda$  comprise entre 2.5 et 25  $\mu\text{m}$  soit  $\nu$  compris entre 0.04 et 0.4  $\text{cm}^{-1}$ ).

Les absorptions dans ce domaine forment une sorte d'empreinte spectrale des composés caractéristiques des liaisons inter atomiques qui le composent.

#### **I.3.2.2.1. Analyse par DRX [31]**

La cristallographie aux rayons X, radiocristallographie ou diffractométrie de rayons X (DRX, on utilise aussi souvent l'abréviation anglaise XRD pour *X-ray diffraction*) est une technique d'analyse fondée sur la diffraction des rayons X par la matière, particulièrement quand celle-ci est cristalline. La diffraction des rayons X est une diffusion élastique, c'est-à-dire sans perte d'énergie des photons (longueurs d'onde inchangées), qui donne lieu à des interférences d'autant plus marquées que la matière est ordonnée. Pour les matériaux non cristallins, on parle plutôt de diffusion.

Cette méthode utilise un faisceau de rayons X qui, rencontrant un cristal, est renvoyé dans des directions spécifiques déterminées par la longueur d'onde des rayons X et par les dimensions et l'orientation du réseau cristallin. Par la mesure des angles et de l'intensité des rayons diffractés, il est possible d'obtenir les dimensions de la maille cristalline, les symétries de la structure cristalline (groupe d'espace) et une image tridimensionnelle de la densité électronique dans la maille. À partir de cette densité, la position moyenne des atomes du cristal formant le motif cristallin peut être déterminée ainsi que la nature de ces atomes (dans une certaine mesure), leurs liaisons chimiques, leur agitation thermique et d'autres informations structurales suivante figure 3:



**Figure3** : Diffractomètre ( Bruker D8 Advance)

#### **I.4 .traitement de l'échantillon**

##### **I.4.1 Appareils utilisée**

###### **I.4.1.1.Floculateur (Jar-tester) [32]**

La détermination de grandeurs, désirées pour des traitements des eaux, au laboratoire est réalisée par ce qu'on appelle le *jar test*. Il consiste en une rangée de béciers alignés sous un appareillage permettant de tous les agiter à la même vitesse.

Les différents béciers ont reçu une dose différente de réactifs et à la fin de l'expérimentation, on détermine quels sont les couples quantités de réactifs / vitesse et temps d'agitation qui permettent d'obtenir l'eau la plus limpide, les floes les plus gros et les mieux décantés.

Concernant les vitesses d'agitation, la seule certitude est que la coagulation nécessite une vitesse d'agitation plutôt rapide (afin de bien mélanger l'eau et que les colloïdes et les cations métalliques se rencontrent et se neutralisent) et que la floculation - quant à elle - nécessite une vitesse relativement lente (afin de favoriser la rencontre et l'agrégation des colloïdes mais sans détruire les floes déjà formés).





**Figure 4 :** Flocculation (jar-teste)

#### **I.4.1.2. Spectrophotomètre (uv-visible $\lambda$ -25)[33]**

Un spectrophotomètre est un appareil qui permet de mesurer l'absorbance d'une solution à une longueur d'onde donnée ou sur une région donnée du spectre. Selon la loi de B er-Lambert, l'absorbance d'une solution est proportionnelle à la concentration des substances en solution, à condition de se placer à la longueur d'onde à laquelle la substance absorbe les rayons lumineux. C'est pourquoi la longueur d'onde est réglée en fonction de la substance dont on veut connaître la concentration.

L'analyse de l'absorption des solutions à une longueur d'onde donnée permet le dosage de ces solutions selon la loi de B er-Lambert (la concentration est proportionnelle au logarithme de l'absorption lumineuse). Il y a donc relation directe entre la quantité de lumière absorbée et la concentration en composé chimique de la solution. Le suivi dans le temps de l'absorption est une méthode de caractérisation de la vitesse de réactions chimiques (cinétique).

Un balayage en fréquence permet de caractériser l'espèce présente en solution en remontant à la nature de la transition énergétique considérée. Un balayage en fréquence permet de caractériser l'espèce présente en solution en remontant à la nature de la transition énergétique considérée.



**Figure5** : Spectrophotomètre (uv-visible lamda -25)

#### **I.4.1.3.Centrifugeuse (Nahita Model 2698)[34]**

Une centrifugeuse est un appareil destiné à imprimer une accélération, grâce à un mouvement de rotation, à un mélange liquide-solide (par exemple, un colloïde). Le plus souvent, le mélange est déposé dans un récipient perforé de multiples orifices, la taille de ceux-ci étant suffisamment grande pour laisser passer le liquide et assez petite pour empêcher le passage du solide. Ce type d'appareil peut aussi servir à séparer les mélanges constitués de parties ayant une densité différente.

L'essoreuse à salade en est une : sous l'effet de la rotation, une accélération due à une force centrifuge est appliquée au contenu. Les feuilles de laitue sont bloquées par les parois du panier perforé et l'eau est éjectée sur les parois du récipient : le corps dense est séparé du corps moins dense, La centrifugation peut être utilisée pour clarifier rapidement les vins ou les bières après fermentation alcoolique ou avant filtration de finition en vue d'une mise en bouteilles. Elle permet d'éliminer rapidement une grande partie des particules et des micro-organismes en suspension responsables de faux-goûts éventuels (odeurs soufrées) et de déviations microbiologiques.



**Figure6** : Centrifuge (Nahita Model 2698).

#### **I.4.2 Procédure du traitement de l'échantillon.**

Dans le but d'étudier l'influence du temps d'équilibre d'adsorption avec chaque matériau choisi (La chaux ou DC). Nous avons maintenu la masse d'adsorbant (5 g) et la vitesse d'agitation constante. Le volume de l'échantillon traité est de 250 ml, de chacun des adsorbants, a été ajoutée à l'échantillon à température constante. L'ensemble est agité par Jarrest à une vitesse d'agitation de 150tr/min à des temps d'agitation allant d'une 15min à 1 heure.

Les mêmes étapes ont été effectuées pour étudier l'influence de la vitesse sur le traitement de l'élimination du nitrate. Nous avons maintenu la masse d'adsorbant et temps d'agitations constantes (5 g,1h) et nous avons fait varier la vitesse d'agitation, allant d'une 100tr/min à 250tr/min.

Et en fin, nous avons étudié l'influence du paramètre de la masse d'adsorbant en fixant le temps la vitesse d'agitation constant (1h,250tr/min) et en variant la masse d'adsorbant, allant d'une 2g jusqu'à 5g.

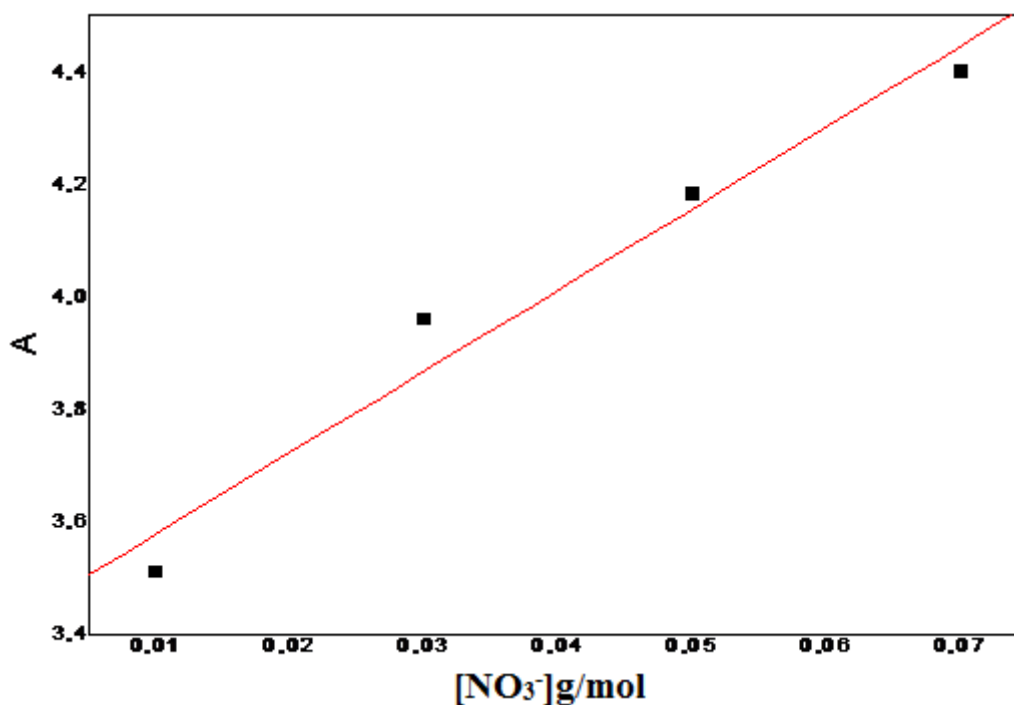
## **Partie II : Résultats et Discussions**

### **II.1. Courbe d'étalonnage**

Valeurs obtenues pour l'établissement de La courbe d'étalonnage du nitrate réalisée à  $\lambda_{\max} = 220 \text{ nm}$ . cette courbe a été utilisée pour mesurer la concentration de l'échantillon à traiter avant et après le traitement.

**Tableau 4** : Les concentrations et les valeurs d'absorbances des solutions filles.

Volume solution mère(ml)	5	1.66	1	0.7
Concentration les solution filles g/mol	0.01	0.03	0.05	0.07
absorbance les solution filles	4.096	3.96	3.775	3.722

**Figure 7** : Courbe d'étalonnage du nitrate.

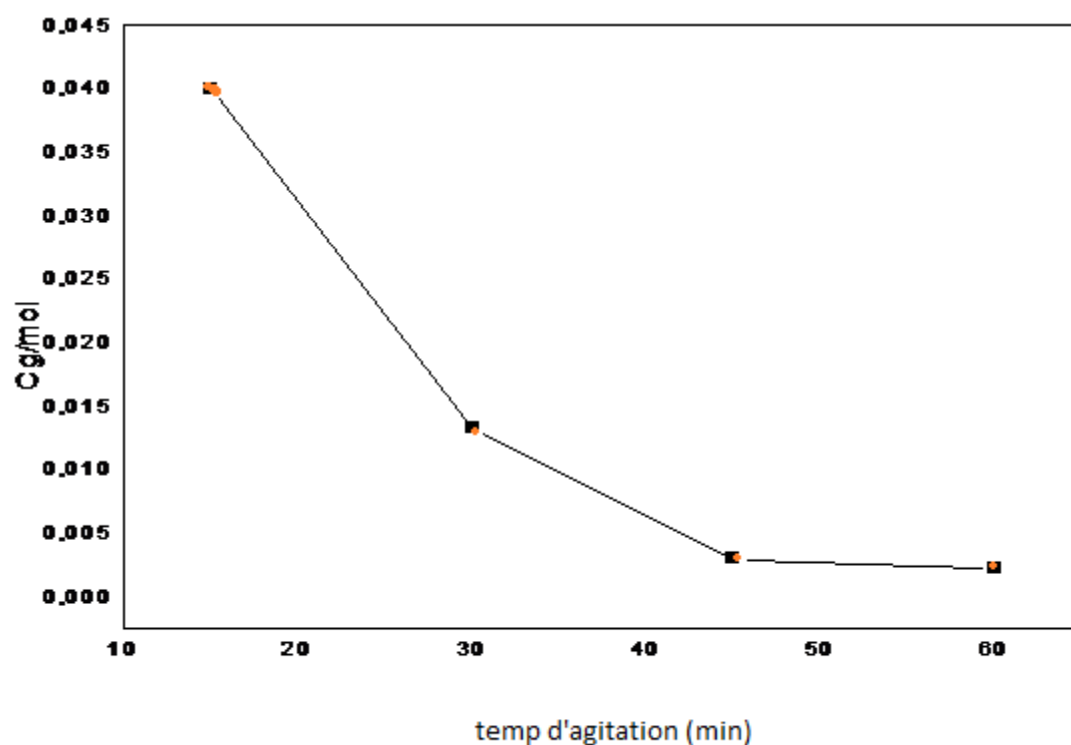
## II.2. Traitement de l'échantillon par la chaux

### II.2.1. Elimination du nitrate en fonction du temps de contact avec l'adsorbant

La vitesse d'agitation est égale à 150tr/min, le volume de l'échantillon à traiter est de 250ml et la masse de l'adsorbant est 5g. Les résultats obtenus sont représentés sur le tableau 5 et la figure 8.

**Tableau 5** : Elimination du nitrate en fonction du temps.

Temps d'agitation(min)	15	30	45	60
Absorbance	4.02	3.645	3.520	3.435
Concentration g/mol	0.04	0.0133	0.003	0.0023

**Figure 8** : Elimination du nitrate en fonction du temps.

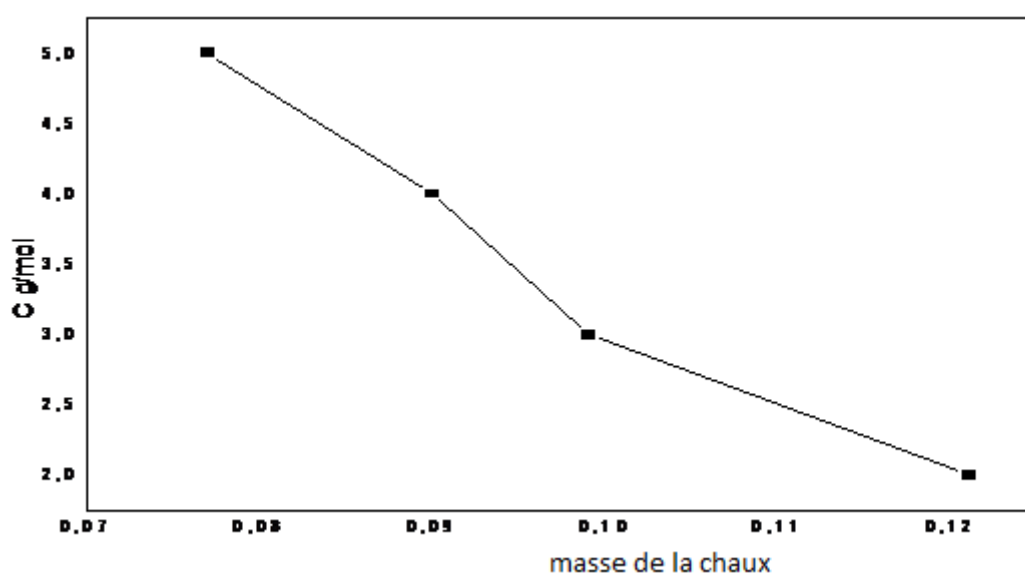
On constate d'après le tableau 5 et la figure 8 que le taux d'élimination du nitrate augmente avec le temps jusqu'à obtention d'un palier de saturation correspondant à un temps de 55 min où ce pourcentage ne change plus. L'un des facteurs influant sur l'adsorption est le temps de contact entre l'adsorbant et l'adsorbé,

### II.2.2. Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant

La Vitesse d'agitation est égale à 150 tr/min et le volume de l'échantillon à traiter est de 250 ml et le temps d'agitation est de 60 min. Les résultats obtenus sont représentés par le tableau 4 et la figure 9.

**Tableau 6** : Elimination du nitrate en fonction de la masse adsorbant.

Masse d'adsorbant(g)	2	3	4	5
absorbance	5.128	4.827	4.690	4.526
Concentration g/mol	0.121	0.099	.09	0.077

**Figure 9** : Elimination du nitrate en fonction la masse adsorbant.

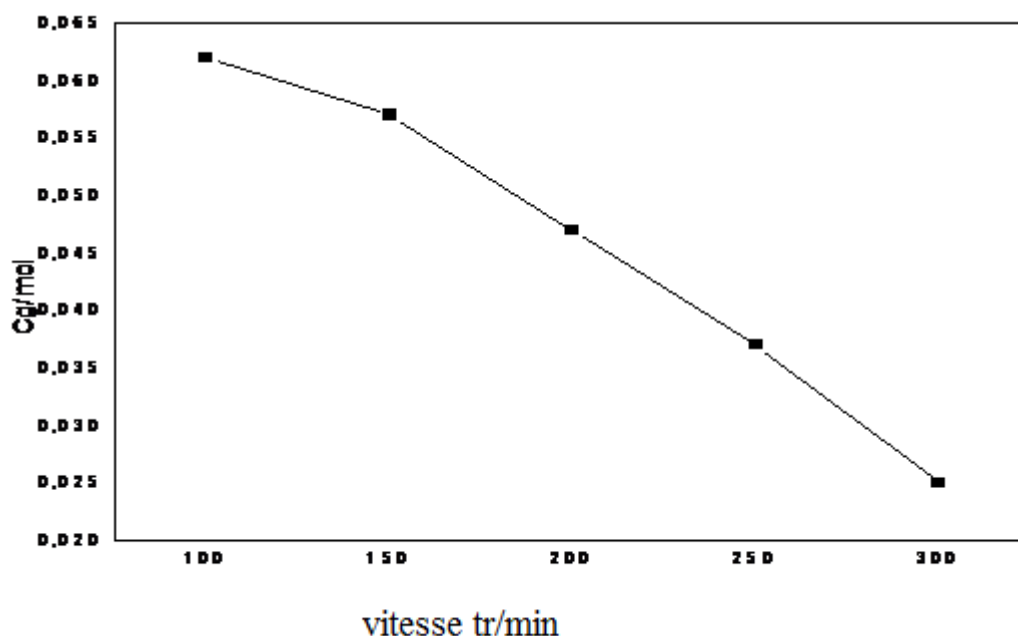
Le tableau 6 et la figure 9 montrent qu'une diminution de la concentration de l'adsorbant cause une diminution de la concentration du polluant dans la solution donc une augmentation du taux d'élimination de l'adsorbant. La Figure 3 nous donne la quantité du nitrate adsorbée à l'équilibre en fonction de la masse de l'adsorbant. Cette figure montre que dans tous les cas, le pourcentage d'élimination des nitrate augmente lorsque la masse de l'adsorbant augmente. Ceci est facilement compréhensible, car l'augmentation de la masse de l'adsorbant augmente la surface spécifique et donc le nombre des sites disponibles d'adsorption par conséquent l'augmentation de la quantité du nitrate. Bien que le pourcentage d'adsorption augmente avec l'augmentation de la dose d'adsorbant [35].

### II.2.3. Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation

Le volume de l'échantillon à traiter est 250 ml, le temps d'agitation est 60min et la masse de l'adsorbant est 5g. Les résultats obtenus sont représentés par le tableau 7 et la figure10.

**Tableau 7:** Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation.

Vitesse d'agitation(tr/min)	100	150	200	250	300
Absorbance	4.31	4.25	4.12	3.97	3.81
Concentration g/mol	0.062	0.057	0.047	0.037	0.025



**Figure 10 :** Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation.

Le tableau 7 et la figure 10 montrent qu'une diminution de la concentration de l'adsorbant cause une diminution de la concentration du polluant(nitrate) dans la solution donc une augmentation du taux d'élimination de l'adsorbat. La Figure 10 nous donne la quantité du nitrate adsorbée à l'équilibre en fonction de la vitesse d'agitation. Cette figure montre que dans tous les cas, le pourcentage d'élimination des nitrate augmente lorsque la vitesse d'agitation augmente.

D'après les résultats obtenus de l'étude de l'influence de trois paramètres (le temps, la masse de l'adsorbant et la vitesse d'agitation) sur le taux d'élimination de l'élément du nitrate de l'échantillon étudiée par la chaux, nous concluons que les valeurs optimales de ces paramètres sont :

- Le temps de contact avec l'adsorbant est de 55 min ;
- la masse de l'adsorbant est de 5 gr ;
- la vitesse d'agitation est de 300 tr/min.

Le rendement de l'efficacité d'élimination du nitrate par la chaux est donné par l'expression :

$$R\% = \frac{(c_0 - c_f)}{C_0} \times 100. \text{le rendement obtenu est : } R\% = \frac{(0.05 - 0.025)}{0.062} \times 100 = 59.67\%$$

### II.3. Traitement de l'échantillon par charbon actif (DC)

#### II.3.1. Caractéristiques de l'adsorbant (DC)

##### II.3.1.1. Aspect

L'adsorbant obtenu à partir du déchet de café DC est une poudre de couleur marron claire. Après son activation couleur noir, il a été obtenu avec un bon rendement (71%). la substance a été analysée par infrarouge IR et DRX.



**Figure11** : Aspect(DC)avant et après activation



**II.3.1.2 Analyse par I R type spectrophotomètre (uv-visible lamda-25)**

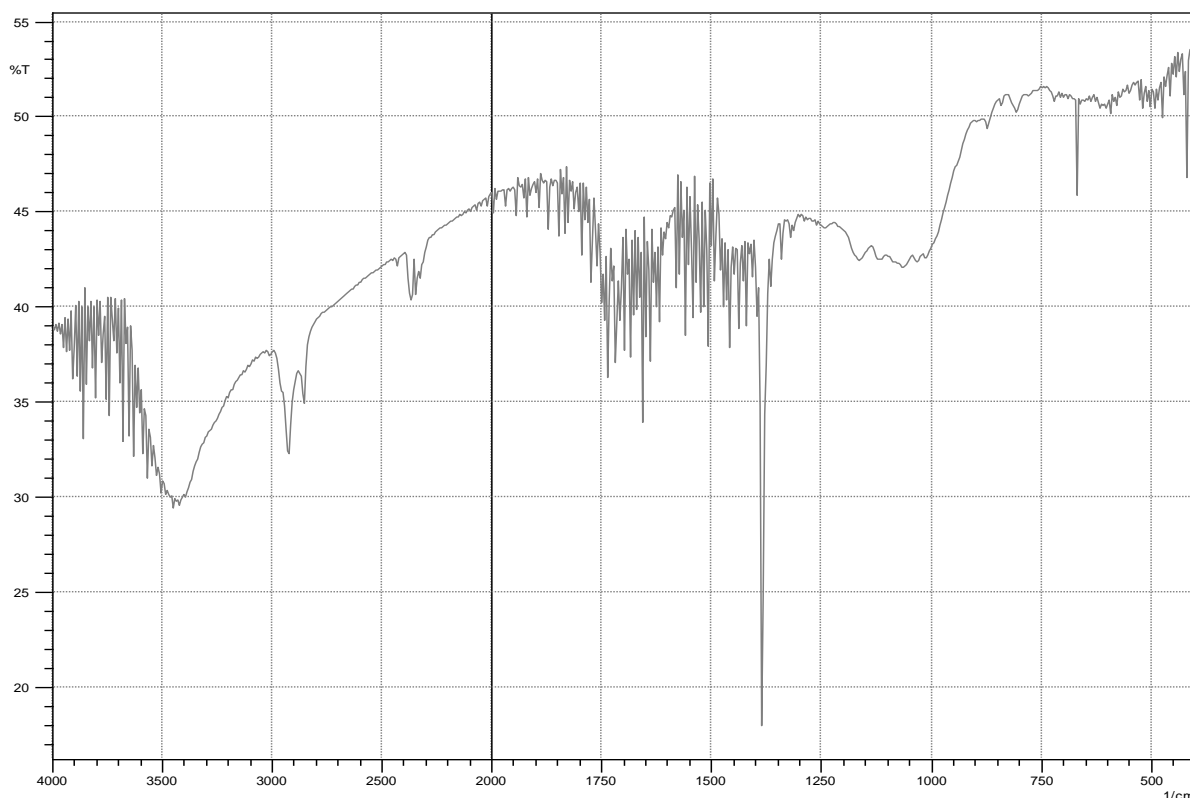
L'analyse par IR montre la présence de différentes bandes de vibrations correspondant aux groupements hydroxyle, C-N, C-O-R, C=O, C-OH et N-H.

- Un pic à  $1\,355.4\text{ cm}^{-1}$  correspondant à la vibration des alcools ou des phénols,
- Un pic à  $1\,630.5\text{ cm}^{-1}$  correspondant aux vibrations de déformation dans le plan des liaisons N-H,
- Un autre pic à  $1\,725.8\text{ cm}^{-1}$  correspondant une liaison de valence de C=C,
- Un pic intense à  $2\,926.0\text{ cm}^{-1}$  correspondant à la liaison de valence C-H,
- Un pic à  $3\,442.20\text{ cm}^{-1}$  indiquerait la présence de fonction alcool (liaison OH),

Le tableau 8 rassemble ces bandes caractéristiques au charbon actif étudié.

**Tableau 8 :** les bandes caractéristiques du la DC.

Bande de vibration ( $\text{cm}^{-1}$ )	Attribution
1 355.4	C-O
1 630.5	N-H
1 725.8	C=O
2 926.0	C-H
3 442.20	OH



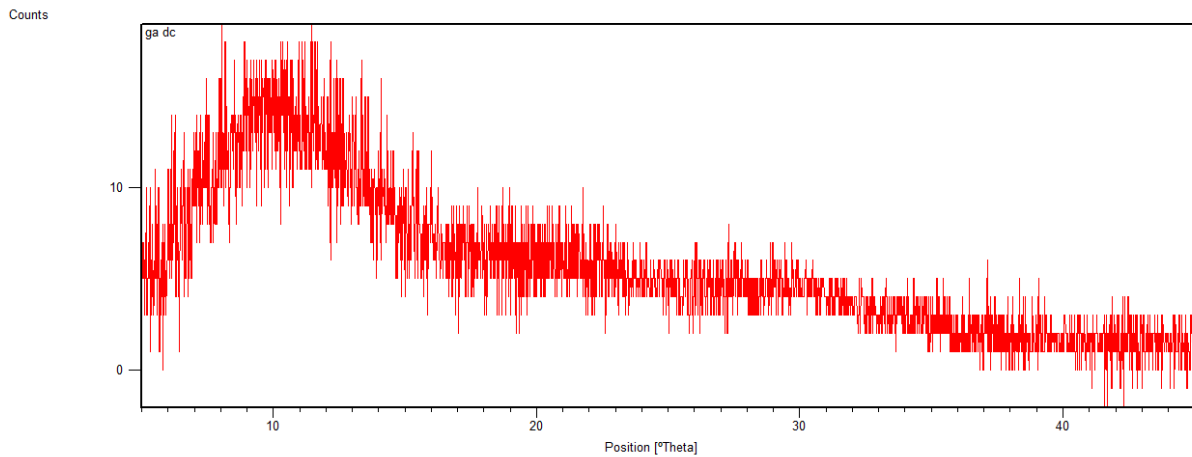
**Figure12 :** Analyse par I R type spectrophotomètre (uv-visible lamda-25)

A étudié la préparation d'un charbon actif à partir des grains d'olives et application sur des rejets industriels. Cette étude a été consacrée à la valorisation d'un déchet végétal existant sur le territoire national en vue de l'élimination des polluants organique et inorganique. L'étude spectroscopique par IR confirmela présence les groupements fonctionnels alcooliques, acides carboxyliques et les groupements amines.[36]

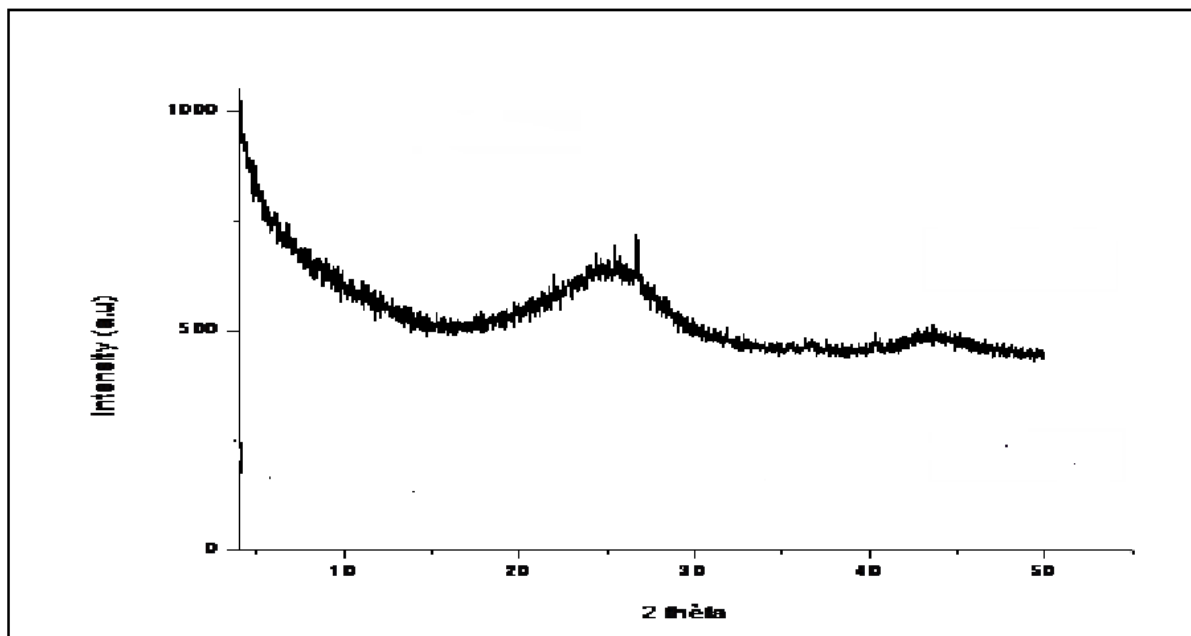
### II.3.1.3 Analyse par DRX

Le profile DRX des granulats du DC et le charbon actif commercial respectivement présenté dans la figure 13 montre que ces matériaux ont une structure amorphe.

La ressemblance des deux spectres confirme l'obtention d'un charbon actif après le traitement du déchet du café par la méthode décrite précédemment.



**Figure 13 :** Spectre de Diffraction de Rayon X du DC.



**Figure 14 :** Spectre de Diffraction de Rayon X du charbon actif commercial.

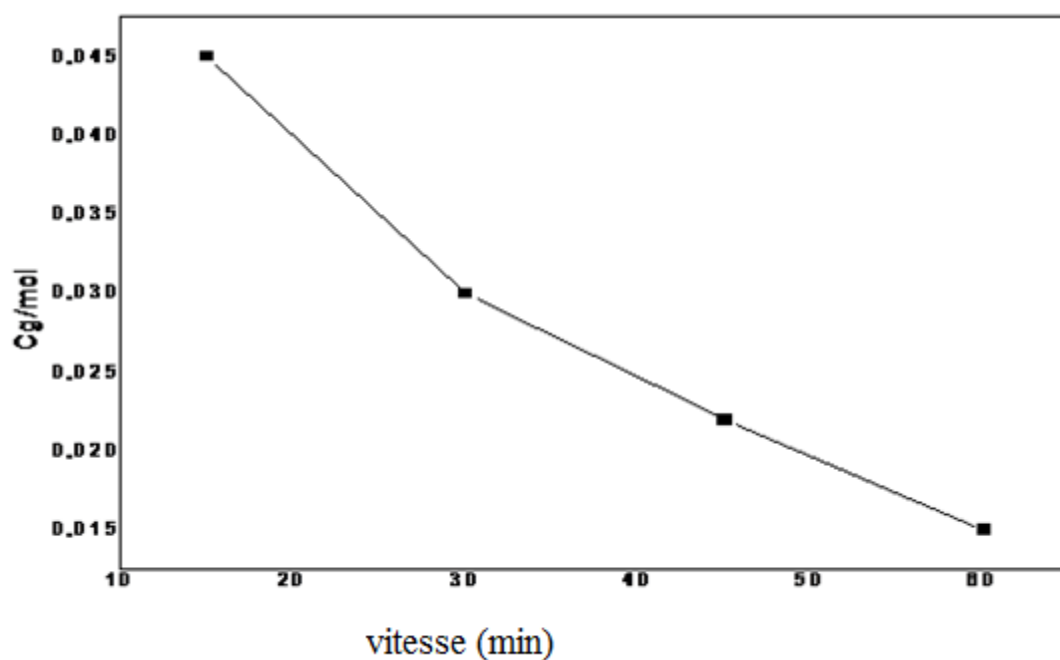
## II.3.2 Traitement de l'échantillon

### II.3.2.1. Elimination du nitrate en fonction du temps de contact avec l'adsorbant

La vitesse d'agitation est égale à 150tr/min, le volume de l'échantillon à traiter est de 250ml et la masse de l'adsorbant est 5g. Les résultats obtenus sont présentés sur le tableau 9 et la figure 15.

**Tableau 9** : Elimination du nitrate en fonction du temps.

Temps d'agitation(min)	15	30	45	60
absorbance	4.09	3.86	3.76	3.65
Concentration g/mol	0.045	0.03	0.022	0.015

**Figure 15** : Elimination du nitrate en fonction du temps.

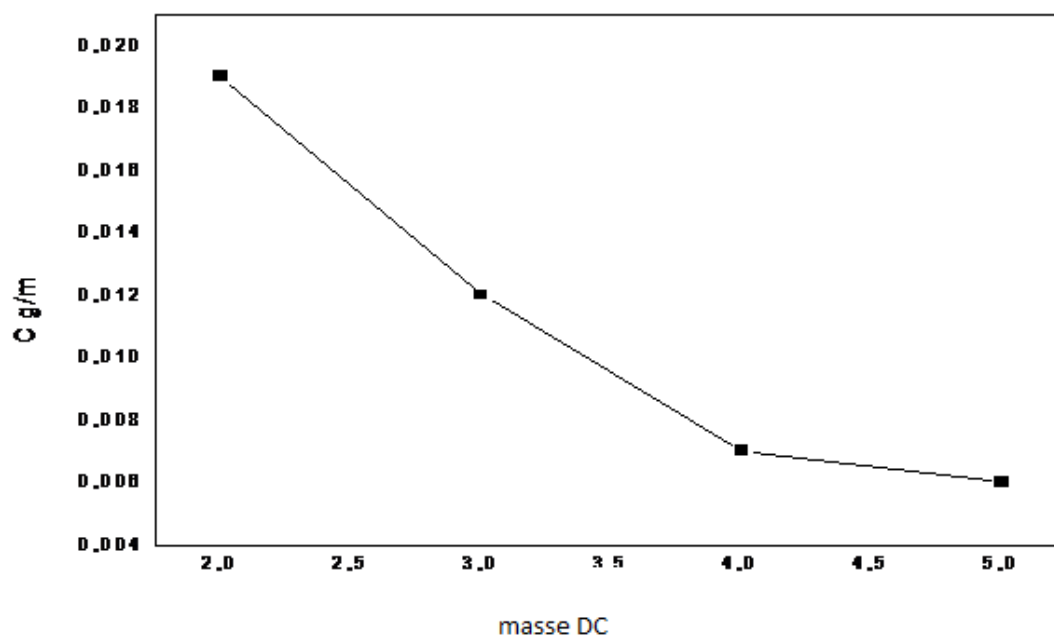
On constate d'après le tableau 9 et figure 15 que le taux d'élimination du nitrate augmente avec le temps d'agitation.

### II.3.2. Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant

La Vitesse d'agitation est égale à 150 tr/min et le volume de l'échantillon à traiter est de 250 ml et le temps d'agitation est de 60 min. Les résultats obtenus sont présentés par le tableau 10 et la figure 16.

**Tableau 10:** Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant.

Masse d'adsorbant(g)	2	3	4	5
absorbance	3.720	3.605	3.541	3.532
Concentration g/mol	0.019	0.012	0.007	0.006

**Figure 16:** Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant.

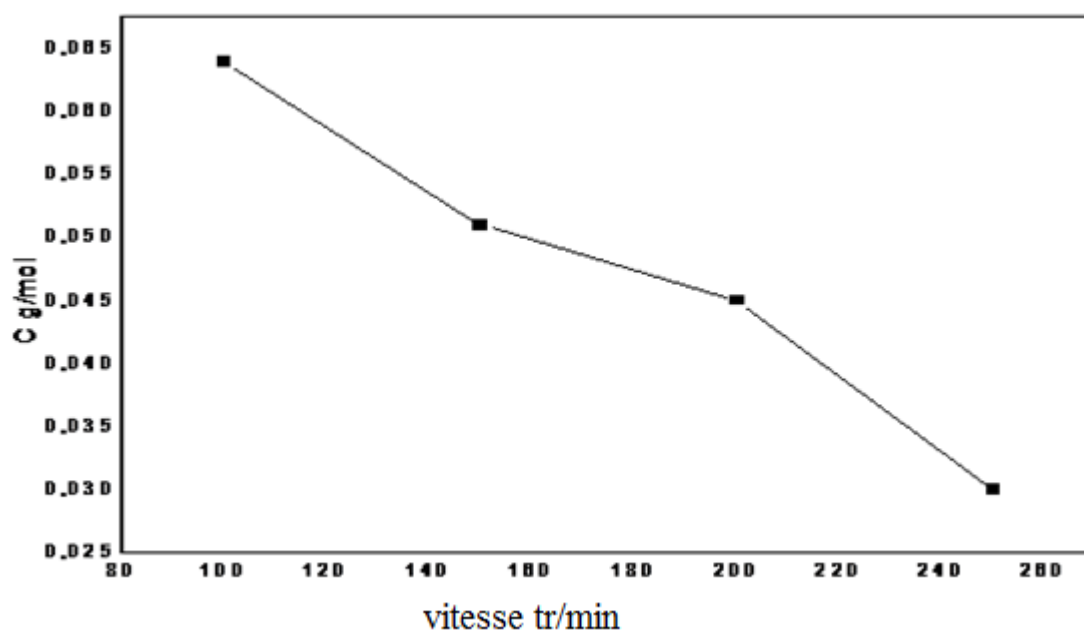
Le tableau 10 et la figure 16 montrent qu'une diminution de la masse de l'adsorbant cause une diminution de la concentration du polluant dans la solution donc une augmentation du taux d'élimination de l'adsorbant. La Figure 16 nous donne la quantité du nitrate adsorbée à l'équilibre en fonction de la masse de l'adsorbant.

### II.3.3. Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation

Le volume de l'échantillon à traiter est 250 ml, le temps d'agitation est 60 min et la masse de l'adsorbant est 5g. Les résultats obtenus sont représentés par le tableau 11 et la figure 17.

**Tableau 11** : Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation.

Vitesse d'agitation tr/min	100	150	200	250
absorbance	4.361	4.179	4.088	3.850
Concentration g/mol	0.064	0.051	0.045	0.03

**Figure 17** : Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation.

Le tableau 11 et figure 17 montrent qu'une diminution de la concentration de l'adsorbant cause une diminution de la concentration du polluant (nitrate) dans la solution donc une augmentation du taux d'élimination de l'adsorbat.

D'après les résultats obtenus de l'étude de l'influence de trois paramètres (le temps, la masse de l'adsorbant et la vitesse d'agitation) sur le taux d'élimination de l'élément du nitrate de l'échantillon étudiée nous concluons que les valeurs optimales de ces paramètres sont :

- Le temps de contact avec l'adsorbant est de 60 min ;
- la masse de l'adsorbant est de 5 gr ;
- la vitesse d'agitation est de 250 tr/min.

le rendement obtenu est

Donc nous remarquons l'élimination du nitrate en utilisant (la chaux) est mieux que son élimination en utilisant (DC), puisque le temps de contact à l'équilibre la chaux est moins pour la (DC) et  $R\%(la\ chaux) > R\%(DC)$ .

## Sommaire

<b>Partie I : Matériels et produits</b> .....	23
<b>I-1 : Echantillon a traitée :</b> .....	23
<b>I.2.Courbe d'étalonnage</b> .....	25
<b>I.2.1.Préparation de la solution mère</b> .....	25
<b>I.2.2. Préparation des solutions filles :</b> .....	26
<b>I.3.Préparation des adsorbants</b> .....	26
<b>I.3.1 La chaux [29]</b> .....	26
<b>I.3.2. le charbon actif</b> .....	27
<b>I.3.2.1 : préparation :</b> .....	27
<b>I.3.2.2.Caractérisation du charbon active</b> .....	28
<b>I.4 .traitement de l'échantillon</b> .....	30
<b>I.4.1 Appareils utilisée</b> .....	30
<b>I.4.1.1.Floculateur(Jar-tester) [32]</b> .....	30
<b>I.4.1.2.Spectrophotomètre Spectrophotomètre (uv-visible lamda -25)[33]</b> .....	31
<b>I.4.1.3.Centrifugeuse (Nahita Model 2698)[34]</b> .....	32
<b>I.4.2 Procédure du traitement de l'échantillon</b> .....	33
<b>Partie II : Résultats et Discussions</b> .....	33
<b>II.1. Courbe d'étalonnage</b> .....	33
<b>II.2.Traitement de l'échantillon par la chaux</b> .....	34
<b>II.2.1. Elimination du nitrate en fonction du temps de contact avec l'adsorbant</b> .....	34
<b>II.2.2. Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant</b> .....	35
<b>II.2.3. Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation</b> .....	37
<b>II.3. Traitement de l'échantillon par charbon actif (DC)</b> .....	38
<b>II.3.1.Caractéristiques de l'adsorbant (DC)</b> .....	38
<b>II.3.1.1. Aspect</b> .....	38
<b>II.3.1.2 Analyse par I R type spectrophotomètre(uv-visible lamda-25)</b> .....	39
<b>II.3.1.3 Analyse par DRX</b> .....	40
<b>II.3.2Traitement de l'échantillon</b> .....	41
<b>II.3.2.1.Elimination du nitrate en fonction du temps de contact avec l'adsorbant</b> .....	41
<b>II.3.2. Elimination du nitrate en fonction de la masse de l'adsorbant</b> .....	42
<b>II.3.3. Elimination du nitrate en fonction de la vitesse d'agitation</b> .....	43





## Conclusion Général

L'élimination du nitrate de l'eau de battoire en utilisant deux types d'adsorbants, a été étudiée dans ce mémoire. Cette étude a été réalisée en quatre étapes, la première, est la fabrication du charbon actif à partir d'un sous-produit (déchet du café), la seconde étape est la caractérisation des charbons activés obtenus. La troisième étape est l'élimination du nitrate de l'eau de battoire en utilisant comme adsorbant le charbon activé de notre part, et la chaux. Et enfin la comparaison entre la capacité des deux adsorbants à éliminer l'élément du nitrate.

La bonne préparation des échantillons est la carbonisation à 700 °C avec un taux d'adjuvant de 2,68 mmol.g<sup>-1</sup>, a permis d'obtenir un charbon actif avec des propriétés comparables à celles trouvés dans la littérature,

La caractérisation par la spectroscopie infrarouge indique une apparition des fonctions O-H, C-H, C=O, C=C et C-C.

Le taux d'élimination du nitrate augmente avec le temps de contact avec les adsorbants (le charbon actif et la chaux), la masse de l'adsorbant et la vitesse d'agitation.

Les valeurs optimales obtenues de l'influence de ces paramètres sur le taux d'élimination de l'élément du nitrate sont :

- ✓ Traitement de l'échantillon par la chaux
  - Le temps de contact avec l'adsorbant est de 55 min ;
  - La masse de l'adsorbant est de 5 gr ;
  - La vitesse d'agitation est de 300 tr/min.
  
- ✓ Traitement de l'échantillon par le charbon actif (DC)
  - Le temps de contact avec l'adsorbant est de 60 min ;
  - La masse de l'adsorbant est de 5 gr ;
  - La vitesse d'agitation est de 250 tr/min.

L'élimination du nitrate en utilisant (la chaux) est mieux que son élimination en utilisant (DC), puisque le temps de contact l'équilibre la chaux moins pour la (DC) et R%(la chaux) > R%(DC).

[1] Zeghoud Mohamed Seifeddine.( THEME : Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra).

UNIVERSITE D'EL –OUED 2013/2014 .

[2] Kheliel Oussama. Etude du pouvoir adsorbant du charbon actif pour la dénitrification des eaux souterraines. Université Mohamed KhiderBiskraFaculté

[3] ATTAB Sarah 2011. AMELIORATION DE LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DES EAUX EPUREES PAR BOUES ACTIVEES DE LA STATION D'EPURATION HAUD BERKAOUI PAR L'UTILISATION D'UN FILTRE A SABLE LOCAL.UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA.2011

[4] Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, (2004), Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

[5] Vaillant J.R. (1974)., Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.

[6] Desjardins R, (1997). Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique.

[7] Edline F,(1979). L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.

[8] Zeghoud Mohamed Seifeddine. THEME : Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra. UNIVERSITE D'EL –OUED.2014.

[9] Kheliel Oussama . Magister. Etude du pouvoir adsorbant du charbon actif pour la dénitrification des eaux souterraines. Université Mohamed Khider–Biskra Faculté.2014.

[10] [www. fr. wikipedia.org/wiki/Charbon actif](http://www.fr.wikipedia.org/wiki/Charbon_actif)

[11] M<sup>me</sup>BELKEBIRE ZOHRA. Magister. (Valorisation Des Dechets Agro-Alimentaires Cas Des Grignons D'olives)UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES.2007

[12] M. Kaustubha, D. Das, M. N. BISWASOU, Adsorption of phenol from aqueous solutions

[13] S. Arris. (200 ), Etude Expérimentale De L'élimination Des olluants Organiques Et Inorganiques Par Adsorption Sur Des Sous-Produits, Thèse de doctorat, Université de Constantine, p. 30.

- [14] D. M. Nevskaja, A. Guerrero-Ruiz, Comparative study of the adsorption from aqueous solutions and the desorption of phenol and nonylphenol substrates on activated carbons, *Journal of Colloid and Interface Science* vol. 234, p.316–321, 2001.
- [15] H. Maiza (2000), Modélisation des cinétiques d'adsorption dans le cas du phénol et du bleu de méthyle sur le charbon actif en grain, Ingénieur d'état, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, p. 3, 4.
- [16] A. Boucif (2009), Etude de la co-adsorption de deux pesticides (Diuron et Metribuzine) sur un charbon actif en poudre, Mémoire de magister, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, p. 10.
- [17] M.O. Benabderrahmane (2006), Biosorption du plomb sur une biomasse (*Pleurotus Mutilus*), Ingénieur d'état, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, p. 27 .
- [18] I. Bounour (2000), Modélisation des isothermes d'adsorption dans le cas de : phénol et de bleu de méthyle sur le charbon actif en grain, Ingénieur d'Etat, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, p.6.
- [19] T. Wigmans, *Carbon* 27, 1(1989)13-22
- [20] Errais E., Réactivité de surface d'argiles naturelles Etude de l'adsorption de colorants anioniques, these Doctorat , Université de Strasbourg Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg (UMR7517), le 21 mars 2011.
- [21] Guechi E.K. , Enlèvement de colorants à partir de solutions aqueuses par des matériaux sorbants non conventionnels et à faible coût , these doctora , Université Badji Mokhtar Annaba, 2013.
- [22] Reffas A., étude de l'adsorption de colorants organique (rouge nylosan et bleu de méthylène) sur des charbons actifs préparés à partir du marc de café , these Doctorat . Université Mentouri-Constantine , LE 05 /12 /2010.
- [23] Madani Med amine. Adsorption d'un colorant basique (Bleu de méthylène) sur différents adsorbants( charbon actif en poudre, charbon en grain et la bentonite). Université Mohamed Khaider – Biskra 2014
- [24] N. J. Krou. (2000), Etude expérimentale et modélisation d'un procédé séquentiel AD-OX d'élimination de polluants organiques, Thèse de Doctorat, Université de Toulouse, p.29.
- [25] M. A. SLASLI (2002), Modélisation de l'adsorption par les charbons microporeux Approches théorique et expérimentale, Thèse de Doctorat, Université de Neuchâtel, p. 20-22.

[26] E. Fernandez Ibañez (2002), Etude de la carbonisation et l'activation de précurseurs végétaux durs et mous, Thèse de Doctorat, Université de Neuchâtel, p.12-16.

[27] H. Le Pape. (2003), Etude des propriétés germicides de fibres de carbone active « Application à la décontamination de l'air en cabine d'avion », Thèse de Doctorat, Université de Limoges France, p.200

[28] M<sup>me</sup> AZZOUZ AINES (Eponse SACI) MAGISTER.

(Etude comparative de la capacité d'adsorption des matériaux naturels vis-à-vis de certains polluants). UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ORAN Mohamed BOUDIAF. 2011

[29] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Chaux\\_\(mati%C3%A8re\)#Pr.C3.A9paration\\_et\\_r.C3.A9actions\\_caract.C3.A9ristiques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chaux_(mati%C3%A8re)#Pr.C3.A9paration_et_r.C3.A9actions_caract.C3.A9ristiques)

[30] M<sup>me</sup> DJIDEL TADJIA. (ETUDE DE LA PREPARATION D'UN CHARBON

ACTIF A PARTIR DES GRAIN D'OLIVES ET APPLICATION SUR DES REJETS INDUSTRIELS). Université des Sciences et de la Technologie Med-BOUDIAF d'Oran. 2011

[31] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Cristallographie\\_aux\\_rayons\\_X#M.C3.A9thode](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cristallographie_aux_rayons_X#M.C3.A9thode)

[32] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Coagulation-floculation>

[33] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Spectrophotom%C3%A9trie>

[34] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Centrifugeuse>

[35] Revue des Energies Renouvelables SIENR'14 Ghardaïa (2014) 155 – 162

[36] D. Tadjia [D. Tadjia, préparation d'un charbon actif à partir des grains d'olives et application sur des rejets industriels ; Mémoire de Magister, Université des Sciences et de la Technologie Med-BOUDIAF d'Oran (2011)

## Résumé

L'élimination du nitrate de l'eau de battoire en utilisant deux types d'adsorbants, a été étudiée dans ce mémoire. Le développement des procédés d'adsorption sur charbon actif est un domaine de recherche d'actualité. La préparation des charbons activés possédant des propriétés spécifiques attirent de plus en plus l'attention des chercheurs. L'utilisation de la chaux, comme adsorbant dans le traitement des eaux, a toujours donnée des remarquables résultats. Le travail réalisé s'agit d'une part de la préparation de charbons actifs à partir de précurseurs qui est déchet de café, et d'autre part la mise en évidence de l'influence du temps d'agitation et la masse d'adsorbant et vitesse d'agitation sur la capacité d'adsorption de ce charbon actif d'un côté et de la chaux d'un autre.

**Mots-clés :** Elimination du nitrate, Adsorption, la chaux, Charbon actif, Déchet du café.

## Abstract:

The development of adsorption processes on activated carbon is a topical area of research. The preparation of activated carbon with specific properties is attracting more and more attention from researchers. The valuation of industrial by-products is undergoing a boom.

It is within this context that this work. This is part of the preparation of active carbons from precursors coffee grounds. And secondly the demonstration of the influence of rate of the activating agent and the calcination temperature on adsorption capacity. The different results obtained specific surface area, adsorption capacity are promoters.

**Keywords:** Activated carbon, Adsorption, Carbonization, Treatment Chemical, Waste coffee.

## ملخص :

تعتبر عملية الامتزاز على الفحم المنشط من أهم وسائل البحث المستعملة في الوقت الحالي ، تميمين النفايات الصناعية يعرف حاليا اهتماما ملحوظا ، وخاصة في مجال تحضير الفحم المنشط ذو الخصائص النوعية الذي يجذب اهتمام الكثير من الباحثين.

وفي هذا السياق يندرج هذا العمل ، من جهة تحضير الفحم المنشط من ثفل البن ومن جهة أخرى دراسة تأثير كل من التركيز العامل للمنشط و درجة حرارة التفحيم في ساعات الامتزاز .

كانت النتائج المتحصل عليها فيما يخص مساحة الصطح النوعي و ساعات الامتزاز مشجعة .

- الكلمات مفتاحية: ثفل القهوة . الامتزاز . التفحيم . الفحم المنشط. الجير . معالجة كيميائية