

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**

**SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03**

**FACULTE DE GENIE DES PROCEDES**

**DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT**

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

## **Mémoire**

**PRESENTEPOUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER**

**EN GENIE DES PROCEDES**

**OPTION : GENIE DES PROCEDE DE L' ENVIRONNEMENT**

# **ADSORPTION D'UN POLLUANT ORGANIQUE EN MILIEU AQUEUX PAR CHARBON ACTIF EN POUDRE**

**Présenté par :**

**MERNIZ Imen**

**AYACHI Akila**

**Dirigé par :**

**M<sup>me</sup>ZAMOUCHE Meriem**

**Maitre de conférence classe B**

**Session : Juin**

**2017-2018**

# SOMMAIRE

---

## SOMMAIRE

### Sommaire

### Liste des Figures

### Liste des Tableaux

### Introduction Générale .....1

## Chapitre I : Revue bibliographique

### I.1.Introduction .....3

### I.2. Les produits pharmaceutiques .....3

#### I.2.1. Définition du médicament .....3

#### I.2.2. Les médicaments anti-inflammatoires .....4

##### I.2.2.1. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens .....4

### I.3.Le Kétoprofène .....5

#### I.3.1. Définition .....5

#### I.3.2. Solubilité du Kétoprofène .....7

#### I.3.3. Utilisation du Kétoprofène .....7

### I.4. L'impact des substances médicamenteuses sur l'environnement .....7

#### I.4.1. La toxicité du Kétoprofène sur la santé humaine .....9

### I.5. Méthodes d'élimination des médicaments contenus dans l'eau .....9

#### I.5.1. Ozonation .....9

#### I.5.2. Adsorption sur charbon actif .....9

### I.6. Taux de consommation et de production du Kétoprofène .....9

### I.7. L'adsorption .....10

#### I.7.1. Définition .....10

##### I.7.1.1. Adsorption physique (physisorption) .....10

##### I.7.1.2. Adsorption chimique (chimisorption) .....11

### I.8. Adsorbants .....11

## SOMMAIRE

---

<b>I.8.1. Charbon actif</b> .....	<b>11</b>
<b>I.8.1.1. Définition</b> .....	<b>11</b>
<b>I.8.1.2. Procédé de fabrication du charbon actif</b> .....	<b>12</b>
<b>I.8.1.2.a. Carbonisation</b> .....	<b>12</b>
<b>I.8.1.2.b. Activation</b> .....	<b>12</b>
<b>I.9. Types de charbon actif</b> .....	<b>13</b>
<b>I.9.1. Charbon actif en poudre (CAP)</b> .....	<b>13</b>
<b>I.9.2. Charbon actif en grain (CAG)</b> .....	<b>13</b>
<b>I.10. Caractéristiques du charbon actif</b> .....	<b>13</b>
<b>I.10.1. Volume poreux et taille des pores</b> .....	<b>13</b>
<b>I.10.2. La surface spécifique</b> .....	<b>14</b>
<b>I.10.3. Granulométrie</b> .....	<b>14</b>
<b>I.11. Les isothermes d'adsorption</b> .....	<b>14</b>
<b>I.11.1. Classification des isothermes d'adsorption</b> .....	<b>14</b>
<b>I.11.2. Isotherme de Langmuir</b> .....	<b>15</b>
<b>I.11.3. Isotherme de Freundlich</b> .....	<b>15</b>
<b>I.11.4. L'isotherme de Temkin</b> .....	<b>16</b>
<b>I.12. Les modèles cinétiques</b> .....	<b>16</b>
<b>I.12.1. Modèle de pseudo premier ordre (modèle de Lagergren)</b> .....	<b>16</b>
<b>I.12.2. Modèle du cinétique pseudo second ordre (modèle de Blanchard)</b> .....	<b>17</b>
<b>I.12.3. Modèle de diffusion intra-particulaire (modèle de Weber et Morris)</b> .....	<b>17</b>
<b>I.12.4. Modèle de Boyd</b> .....	<b>18</b>
<b>I.13. Synthèse des quelques travaux sur l'adsorption du Kétoprofène et ibuprofène</b> .....	<b>18</b>
<b>I.14. CONCLUSION</b> .....	<b>20</b>
<b>Chapitre II : Procédure expérimentale</b>	
<b>II.1. Introduction</b> .....	<b>21</b>

## SOMMAIRE

---

II.2. Matériel et méthodes .....	21
II.2.1. Adsorbant .....	21
II.2.2. Caractérisations de charbon actif .....	21
II.2.2.1. pH de point de charge nulle $pH_{PZC}$ .....	21
II.2.2.2. Détermination des fonctions de surface (Méthodes de Boehm) .....	22
II.3. Procédure d'adsorption .....	23
II.3.1. Réactifs et matériels utilisés .....	23
II.3.2. Préparation de la solution mère .....	24
II.3.3. Essai d'adsorption en réacteur batch .....	24
II.3.4. Calcul de la quantité adsorbée .....	24
II.4. Spectre d'adsorption du Kétoprofène .....	25
II.4.1. La loi de Bér-Lambert .....	26
II.4.2. La courbe d'étalonnage .....	26
II.5. CONCLUSION .....	27

### Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Introduction .....	28
III.2. L'effets des paramètres opératoires .....	28
III.2.1. L'effet de la masse d'adsorbant .....	28
III.2.2. L'effet de la vitesse d'agitation .....	30
III.2.3. L'effet de la température .....	31
III.2.4. L'effet du pH initial .....	32
III.2.5. L'effet de la force ionique .....	33
III.2.6. L'effet de concentration initial du Kétoprofène .....	34
III.3. Comparaison entre l'adsorption du Kétoprofène par le charbon actif et la bentonite .....	35
III.4. CONCLUSION .....	36

## SOMMAIRE

---

<b>Chapitre IV : Modélisation des isothermes et cinétiques d'adsorption</b>	
<b>IV.1. Introduction</b> .....	<b>38</b>
<b>IV.2. Les isothermes d'adsorption</b> .....	<b>38</b>
<b>IV.3. Modélisation des isothermes d'adsorption</b> .....	<b>39</b>
<b>IV.3.1. Isotherme de Langmuir</b> .....	<b>39</b>
<b>IV.3.2. Isotherme de Freundlich</b> .....	<b>41</b>
<b>IV.3.3. Isotherme de Temkin</b> .....	<b>42</b>
<b>IV.4. Modélisation des cinétiques d'adsorption</b> .....	<b>44</b>
<b>IV.4.1. Modèle de pseudo-premier ordre</b> .....	<b>44</b>
<b>IV.4.2. Modèle de pseudo-second ordre</b> .....	<b>45</b>
<b>IV.4.3. Modèle d'intra particulier</b> .....	<b>46</b>
<b>IV.4.4. Modèle de Boyd</b> .....	<b>47</b>
<b>IV.5. Conclusion</b> .....	<b>48</b>
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>50</b>
<b>Référence Bibliographie</b> .....	<b>52</b>
<b>Résumé</b>	

### Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier l'adsorption du Kétoprofène par le charbon actif à partir des solutions aqueuses. Le point de la charge zéro  $pH_{pzc}$  du charbon actif est égale à 7,1, la surface de ce dernier est caractérisé par la présence de groupes hydroxyle et phénol en prédominances et les groupements d'acide carboxylique fort à une faible concentration. Tandis que les groupements fonctionnels basiques sont nuls.

Les résultats d'étude des paramètres opératoires et son influence sur l'adsorption du Kétoprofène par charbon actif, montrent que l'augmentation de la concentration initiale de l'adsorbat entraîne une amélioration de l'adsorption. D'autre part la quantité adsorbée diminue avec l'augmentation de la masse de charbon actif, la température de la solution optimale est la température ambiante, la vitesse d'agitation n'a pas un effet remarquable sur l'adsorption du Kétoprofène par le charbon actif. La quantité adsorbée du Kétoprofène est faible pour un pH fortement basique et la valeur optimale a été trouvée pour un pH naturel de l'ordre de 5. Enfin, la force ionique influe faiblement sur l'élimination de médicament par le charbon actif.

L'étude et la modélisation des cinétiques d'adsorption du kétoprofène par le charbon actif permettent de définir l'ordre de la cinétique d'adsorption et cela en appliquons les deux modèles : pseudo-premier ordre et pseudo-second ordre. Les résultats obtenus montrent que le modèle qui décrit la cinétique d'adsorption du Kétoprofène par le charbon actif est le modèle pseudo-second ordre.

L'application de modèle de weber et Morris montre que l'adsorption du Kétoprofène par le charbon actif est divisée en deux régions : la diffusion dans le film puis la diffusion dans les pores. Alors que le transfert de masse externe est l'étape limitante du transfert de matière seulement pour les premières minutes.

La modélisation des équilibres isothermes d'adsorption par le modèle de Temkin nous renseigne que l'adsorption du Kétoprofène par le charbon actif est exothermique, alors que le modèle de Freundlich est le mieux qui décrit les données d'équilibres d'adsorption du Kétoprofène par le charbon actif, par rapport à celui de Langmuir.

La comparaison des résultats d'adsorption du Kétoprofène par le charbon actif avec l'adsorption du même médicament par la bentonite, montre que la bentonite est aussi un bon adsorbant du Kétoprofène mais le charbon actif est meilleur que la bentonite.

**Les mots clés :** Kétoprofène, charbon actif, adsorption, pollution.