

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE 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 PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT**

# **Modélisation de l'adsorption de Céphalosporine C sur la résine Amberlite-XAD-2**

**Présenté par :**

- **BARKAT Imene**
- **BENNECER Khemissi**

**Dirigé par :**

**KOLLI Mounira**

**Grade : MAA**

**Session : Juillet**  
**2018-2019**

# *SOMMAIRE*

---

## **SOMMAIRE**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

**Introduction générale.....1**

### **Chapitre 1 : Milieu poreux**

I.1. Introduction.....	3
I.2. Définition d'un milieu poreux.....	3
I.3. Propriétés d'un milieu poreux .....	3
I. 3.1. La granulométrie.....	3
I.3.2. La porosité.....	4
I.3.2.1. La porosité totale.....	5
I.3.2.2. La porosité cinématique.....	5
I.3.3. La surface spécifique .....	6
I.3.4. Résistivité spécifique au passage d'un fluide.....	6
I.3.5. La perméabilité .....	6
I.3.5.1. Perméabilité visqueuse .....	7
I.3.5.2. Perméabilité thermique .....	8
I.3.6. Longueur caractéristique .....	8
I.3.6.1. Longueur caractéristique thermique .....	8
I.3.6.2. Longueur caractéristique visqueuse .....	9
I.3.7. La tortuosité .....	9
I.3.8. Masse volumique sèche .....	11
I.4. Transport dans un milieu poreux .....	11
I.4.1. Convection .....	11
I.4.2. La dispersion .....	12
I.4.2.1. Dispersion mécanique .....	12

## **SOMMAIRE**

---

I.4.2.2. Dispersion cinématique.....	13
I.4.2.3. Dispersion hydrodynamique.....	14
I.4.3. La diffusion .....	14
I.4.3.1. Diffusion moléculaire.....	15
I.4.3.2. Diffusion de Knuden.....	16
I.4.3.3. Diffusion de Poiseuille.....	16
I.4.3.4. Diffusion de surface.....	16
I.4.4. Equation d’advection-diffusion .....	17
I.4.5. Equation d’advection-dispersion-réaction.....	17
I.5. Ecoulement dans un milieu poreux.....	18
I.5.1. A l’échelle locale .....	18
I.5.2. A l’échelle macroscopique .....	18
I.5.3. Loi de Darcy.....	20
I.6. Hétérogénéité du milieu poreux.....	20
I.6.1. L’hétérogénéité physique.....	21
I.6.2. L’hétérogénéité (géo) chimique.....	21
I.6.3. Hétérogénéité et effet d’échelle.....	21
I.6.3.1. Hétérogénéités micro et méso-scopiques.....	21
I.6.3.2. Les hétérogénéités macroscopiques.....	21
I.6.3.3. Les hétérogénéités méga et giga-scopiques.....	21

### **Chapitre 2 : Adsorption**

II.1. Introduction.....	22
II.2. Définition de l’adsorption.....	22
II.3. Types d’adsorption.....	22
II.3.1. Adsorption physique.....	22
II.3.2. Adsorption chimique.....	23
II.4. Cinétiques d’adsorption.....	23

## *SOMMAIRE*

---

II.5. Facteurs influençant l'équilibre d'adsorption.....	25
II.6. Modes de représentation.....	25
II.6.1. Les isothermes d'adsorption.....	25
II.6.1.1. Isotherme linéaire.....	26
II.6.1.2. Isotherme de Freundlich.....	27
II.6.1.3. Isotherme de Langmuir.....	27
II.6.2. Les isobares.....	28
II.6.3. Les isoptères.....	28
II.7. Les adsorbants.....	28
II.7.1. Les adsorbants homogènes.....	29
II.7.1.1. Le charbon actif.....	29
II.7.1.2. Gels de silice.....	29
II.7.1.3. Alumines activées.....	29
II.7.2. Les adsorbants hétérogènes.....	30
II.7.2.1. Les zéolithes.....	30
II.7.2.2. Les tamis moléculaires.....	30
II.7.2.3. Les résines échangeuses d'ions.....	30
II.8. Procédés d'adsorption.....	30
II.8.1. Adsorption continue.....	30
II.8.2. Adsorption semi-continue.....	30
II.8.2.1. Adsorption en lit fluidisé.....	31
II.8.2.2. Adsorption en lit fixe.....	31
a. Définition.....	31
b. Courbe de percée.....	31
c. Utilisation de la courbe de percée.....	32
d. L'efficacité d'un lit : .....	32
• La capacité du lit à la saturation .....	33

## **SOMMAIRE**

---

• La capacité du lit à la rupture : .....	33
II.9. Procédés industriels d'adsorption.....	33
II.9.1. Purification des courants gazeux.....	33
II.9.2. Séparations fractionnées des courants gazeux.....	34
II.9.3. Purification des liquides.....	35
II.9.4. Séparations fractionnées des liquides.....	36

### **Chapitre 3 : Modélisation de l'adsorption de Céphalosporine C**

III.1. Introduction .....	38
III.2. Céphalosporine .....	38
• Les céphalosporines de 1 <sup>ère</sup> génération .....	39
• Les céphalosporines de 2 <sup>ème</sup> génération .....	39
• Les céphalosporines de 3 <sup>ème</sup> génération et les céphalosporines de 4 <sup>ème</sup> génération .....	39
III.3. La résine Amberlite-XAD-2.....	40
III.3.1. Définition .....	40
III.3.2. Utilisations .....	41
III.3.3. Processus d'adsorption.....	41
III.4. Modèles d'adsorption dynamique en lit fixe .....	42
III.4.1. Modèle de Thomas .....	42
III.4.2. Modèle de Bohart et Adams.....	43
III.4.3. Modèle de Yoon-Nelson .....	44
III.5. Les erreurs.....	45
III.6. Application des modèles cinétiques à l'adsorption de Céphalosporine C sur la résine Amberlite-XAD-2.....	46
III.6.1. Détermination des coefficients de chaque modèle.....	47
III.6.2. Modélisation cinétique de l'adsorption du Céphalosporine C sur la résine Amberlite-XAD-2.....	52

## *SOMMAIRE*

---

III.6.3. Détermination des erreurs.....	56
III.7. Etude de l'effet de certains paramètres sur l'efficacité du lit.....	57
III.7.1. Présentation du plan d'expérience central composite (CCD) .....	57
III.7.2. Utilisation du CCD pour déterminer l'équation et la surface de réponse de l'efficacité .....	58
III.7.2.1 La matrice factorielle.....	58
III.7.2.2 Equations de réponse de l'efficacité.....	59
III.7.2.3 Surface de réponse .....	61
<b>Conclusion generale.....</b>	<b>62</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>63</b>

## Résumé

Nombreux modèles sont disponibles dans la littérature pour décrire et modéliser les courbes de percée. Ces modèles sont utilisés pour prévoir le comportement dynamique de la colonne et estimer quelques coefficients cinétiques. Dans cette étude nous nous intéressons à modéliser le transport de Céphalosporine C sur la résine Amberlite-XAD et à calculer les erreurs et l'efficacité du lit. Les résultats obtenus montrent que l'augmentation de la longueur du lit et du diamètre des particules diminuent les valeurs des coefficients cinétiques ( $K_{TH}$ ,  $K_{YN}$  et  $K_{BA}$ ). Par contre l'augmentation de la longueur de lit augmente ces constantes cinétiques. Les deux modèles, Bohart-Adams et Yoon-Nelson, représentent bien les données expérimentales. Les grandes valeurs de la hauteur du lit et les faibles valeurs de la vitesse d'écoulement donnent des grandes valeurs de l'efficacité du lit.

**Les mots clés :** Adsorption, céphalosporine C, Amberlite XAD-2, courbe de percée, efficacité du lit.

## ملخص

تتوفر العديد من النماذج في الأدب لوصف منحنيات الاختراق ونموذجها. تُستخدم هذه النماذج للتنبؤ بالسلوك الديناميكي للعمود ولتقدير بعض المعاملات الحركية. في هذه الدراسة، نحن مهتمون بنمذجة نقل Céphalosporine C على راتنج Amberlite-XAD وحساب الأخطاء وكفاءة السرير.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن زيادة طول السرير وقطر الجسيمات تقلل من قيم الثوابت الحركية

( $K_{TH}$ ،  $K_{YN}$  و  $K_{BA}$ )

من ناحية أخرى، فإن زيادة طول السرير تزيد من هذه الثوابت الحركية. يمثل كل Bohart-Adams و Yoon-Nelson البيانات التجريبية بشكل جيد. القيم الكبيرة لارتفاع السرير والقيم المنخفضة لسرعة التدفق تعطي قيمًا رائعة لكفاءة السرير.

**الكلمات المفتاحية:** الامتزاز، السيفالوسبورين س، منحنى الاختراق، كفاءة السرير.