N° d'Ordre : 480

66/69781

THESE

présentée

DEVANT L'UNIVERSITE DE RENNES I

U.E.R. ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE CHIMIE

pour obtenir

Le titre de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE RENNES I

Mention : "Sciences Chimiques"

par

Michel BAUDU

ETUDE DES INTERACTIONS SOLUTE - FIBRES DE CHARBON ACTIF APPLICATIONS ET REGENERATION

Soutenue le 6 Juin 1990 devant la commission d'Examen :

MM.	G. MARTIN	Président
	G. DAGOIS	Examinateurs
	P. GELLY	
	G. GREVILLOT	
	P. LE CLOIREC	
	M. MAZET	
	E. PAPIRER	

G 11228

AVANT PROPOS

Cette étude a été réalisée au Laboratoire de Chimie des Nuisances et Génie de l'Environnement de l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes.

Que Monsieur le Professeur MARTIN, Directeur de ce laboratoire, veuille bien accepter le témoignage de ma profonde gratitude pour la bienveillance et les conseils avisés qu'il m'a prodigués tout au long de ce travail. Je tient également à lui exprimer ma reconnaissance d'avoir bien voulu accepter de présider ce jury.

Monsieur LE CLOIREC, Maitre de Conférence à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes, m'a témoigné sa confiance tout au long de ces recherches. Pour les encouragements et pour l'aide qu'il m'a apportée, je lui exprime ici ma respectueuse reconnaissance.

Mes remerciements s'adresse également à Monsieur GREVILLOT, Directeur de Recherche au Laboratoire des Sciences du Génie Chimique à Nancy, Monsieur MAZET, Professeur à la Fondation de l'Eau de Limoges et à Monsieur PAPIRER, Professeur au Centre de Recherches sur la Physico-chimie des Surfaces Solides, pour l'intérêt qu'ils ont porté à cette recherche en acceptant de la juger.

Que Monsieur DAGOIS veuille bien recevoir l'expression de mes remerciements pour l'aide technique et financière qu'il a apportée à cette étude par l'intermédiaire de la Société PICA.

Je remercie également Monsieur GELLY, pour l'acceuil qu'il m'a réservé dans la Société AMEG et pour sa disponibilité afin de mener à bien l'étude sur pilote.

Enfin je tiens à remercier tous ceux, camarades de laboratoire ou personnel de l'Ecole et de l'Université qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail : je citerais plus particulièrement Monsieur GALLIER pour l'étude par RMP et Monsieur DORANGE pour les analyses thermiques.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

NOMENCLATURE

CHAPITRE I : ETUDE DES INTERACTIONS ADSORBAT-CHARBON ACTIF

I.1 - Structure des fibres et grains de charbon actif.

I.1 1 - Origine et fabrication

I.1.1.1 - Origines
I.1.1.2 - Fabrication

I.1.2 - Surface et structure

I.1.2.1 - Structure physique
I.1.2.2 - Structure chimique

I.1.3 - Utilisation et performance des fibres

I.1.3.1 - Traitement des liquides
I.1.3.2 - Traitement des gaz

I.1.4 - Caractérisations des matériaux utilisés pour nos études

I.1.4.1 - Observations au microscope électronique à balayage.
I.1.4.2 - Analyses physicochimiques

I.2 - Etude des interactions solutés-surface

I.2.1 - Rappel sur les interactions solide-soluté

I.2.1.1 - Origines des forces d'interaction
I.2.1.2 - Mise en évidence des interactions

I.2.1.2.1 - Matériel et méthodes
I.2.1.2.2 - Résultats et discussion

I.2.1.3 - Conclusions

I.2.2 - Quantification des interactions soluté - charbon actif

I.2.2.1 - Rappels sur les méthodes d'estimation des énergies engagées
I.2.2.2 - Détermination des énergies d'adsorption par la calorimétrie différentielle à balayage.

I.2.2.2.1 - Matériel et méthodes
I.2.2.2.2 - Résultats et discussion

I.2.2.3 - Conclusions

I.2.3 - Caractérisation et approche conceptuelle des intéractions.

I.2.3.1 - Notions succintes sur la RMP
I.2.3.2 - Matériel et méthodes
I.2.3.3 - Résultats - discussion.
I.2.3.4 - Conclusions

I.3 - Conclusions sur les intéractions et mécanisme d'adsorption

Bibliographie

CHAPITRE II : MODELISATION DE L'ADSORPTION

II.1 - Etude des équilibres d'adsorption

II.1.1 - Modélisation des équilibres d'adsorption

II.1.1.1 - Descriptions mathématiques des isothermes.
II.1.1.1 - Domaines d'application

II.1.2 - Matériel et méthodes

II.1.3 - Résultats et discussion

II.1.3.1 - Utilisation des équations classiques
II.1.3.2 - Equation de Langmuir modifiée
II.1.3.3 - Limites d'application de l'équation de Freundlich.
II.1.3.4 - Comparaison entre les équations de Langmuir et Freundlich
II.1.3.5 - Conclusions

II.1.4 - Facteurs d'influence sur les équilibres d'adsorption

II.1.4.1 - Influence du support
II.1.4.2 - Influence de la nature du soluté
II.1.4.3 - La compétition des adsorbats

II.1.4.3.1 - Rappels sur l'adsorption compétitive
II.1.4.3.2 - Matériel et méthodes
II.1.4.3.3 - Modèles théoriques
II.1.4.3.4 - Résultats et discussion
II.1.4.3.5 - Conclusions

II.1.5 - Conclusions de l'étude des équilibres d'adsorption

II.2 - Etude cinétique de l'adsorption

II.2.1 - Etude en discontinue

II.2.1.1 - Matériel et méthodes
II.2.1.2 - Résultats et discussion

II.2.1.2.1 - Influence du charbon actif mis en oeuvre
II.2.1.2.2 - Cinétique d'adsorption de divers aromatiques

II.2.2 - Etude dynamique de l'adsorption sur membrane

II.2.2.1 - Matériel et Méthodes
II.2.2.2 - Résultats
II.2.2.3 - Conclusions

II.2.3 - Conclusion sur les cinétiques d'adsorption

II.3 - Conclusions sur la modélisation de l'adsorption

Bibliographie

CHAPITRE III : APPLICATIONS DES TOILES : MISE EN OEUVRE ET REGENERATION

III.1 - Etude de la régénération à l'air chaud de tissu de charbon actif

III.1.1 - Origine du procédé et objectifs

III.1.2 - Matériel et méthode

III.1.2.1 - Description du pilote
III.1.2.2 - Conditions de fonctionnement

III.1.3 - Résultats et discussion

III.1.3.1 - L'épuisement du tissu de charbon actif

III.1.3.1.1 - Adsorption sur tissu vierge
III.1.3.1.2 - Adsorption après régénération

III.1.3.2 - La régénération

III.1.3.2.1 - Air chaud
III.1.3.2.2 -La vapeur
III.1.3.2.3 - Comparaisons des deux modes de régénération

III.1.4 - Conclusions

III.2 - La régénération par effet joule

III.2.1 - Origine du procédé et objectifs

III.2. 2 - Comportement du charbon actif à l'échauffement

III.2.2.1 - Matériel et méthode
III.2.2.2 - Comportement du charbon actif à l'échauffement
III.2.2.3 - Variation de la résistance électrique

III.2.3 - Essais de régénération

III.2.3.1 - Matériel et méthode
III.2.3.2 - Résultats sur le tissu

III.2.3.2.1 - Dichlorométhane
III.2.3.2.2 - Phénol en milieu aqueux

III.2.3.3 - Résultats sur le charbon en grains

III.2.3.3.1 - Dichlorométhane
III.2.3.3.2 - Toluène

III.2.4 - Développement sur unité pilote

III.2.4.1 - Principe

III.2.4.1.1 - L'installation pilote.
III.2.4.1.2 - Principe de fonctionnement

III.2.4.2 - Résultats des essais

III.2.4.2.1 - L'adsorption
III.2.4.2.2 - La régénération

III.2.5 - Conclusion sur l'effet joule.

III.3 - Conclusion sur les procédés étudiés

Bibliographie

CONCLUSION GENERALE

TRAVAUX ET PUBLICATIONS

ANNEXES