

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ DE POITIERS

U.F.R. SCIENCES FONDAMENTALES ET APPLIQUÉES

pour l'obtention du titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE POITIERS

Diplôme National - Arrêté du 30 mars 1992

Spécialité : CHIMIE APPLIQUÉE

par

Najat BOUTAKHANT
épouse ESSAYED

**ÉTUDE DES INTERACTIONS CHARBON ACTIF-HYDROGÈNE
SULFURÉ : APPLICATIONS À LA DÉSODORISATION DES
ÉMISSIONS GAZEUSES INDUSTRIELLES**

Directeurs de Thèse : A. AMBLES, Professeur, Université de Poitiers
P. LE CLOIREC, Professeur, Ecole des Mines d'Alès

Soutenue le 8 Avril 1994 devant la commission d'examen :

JURY

Président : J. C. JACQUESY, Professeur, Université de Poitiers
Rapporteurs : E. PAPIRER, Directeur de recherche C.N.R.S., Mulhouse
M. MAZET, Professeur, Université de Limoges
Examineurs : { A. AMBLES, Professeur, Université de Poitiers
G. DAGOIS, Vice - Président, Société P.I.C.A.
P. LE CLOIREC, Professeur, Ecole des Mines d' Alès
L. LIN, Chargé de Mission, Ecole des Mines d' Alès

**Travaux menés au
LABORATOIRE GENIE DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL
ECOLE DES MINES D'ALES**

LISTE DES FIGURES.....	12
LISTE DES TABLEAUX.....	15
NOTATION.....	16

INTRODUCTION.....	19
--------------------------	-----------

<p>CHAPITRE I</p> <p>ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</p>
--

I.1. INTRODUCTION.....	24
I.2. ODEURS ET DESODORISATION.....	25
I.2.1. Sources de nuisance.....	26
I.2.1.1. Les émissions industrielles.....	26
I.2.1.2. Quelques effluents odorants dus aux activités de l'agroalimentaire.....	27
I.2.1.3. Les déchets solides et liquides	28
I.2.2. Procédés de désodorisation	30
I.2.2.1. La combustion.....	30
I.2.2.2. L'oxydation par voie sèche	31
I.2.2.3. Procédés gaz-liquide	31
I.2.2.4. Procédés gaz-solide.....	32
I.3. LE CHARBON ACTIF.....	34
I.3.1. Procédé de fabrication du charbon actif	34
I.3.2. Structure physico-chimique du charbon.....	34
I.3.3. Quelques domaines d'utilisation du charbon actif.....	36
I.4. ELIMINATION D'H₂S SUR CHARBON ACTIF.....	37
I.4.1. Généralités.....	37

I.4.2. Influence des caractéristiques du charbon actif.....	39
I.4.3. Influence de quelques conditions opératoires.....	41
I.4.4. Approche des mécanismes de la réaction	42
I.4.5. Mise en œuvre du procédé du charbon actif dans l'élimination d'H ₂ S.....	45
I.5. CONCLUSION	48

CHAPITRE II

ELIMINATION D'H₂S SUR CHARBON ACTIF.

REACTEUR DISCONTINU

II.1. INTRODUCTION	51
II.2. CARACTERISTIQUES DU MATERIAU	52
II.2.1. Charbons actifs.....	52
II.2.2. Techniques utilisées.....	55
II.2.2.1. Microscopie électronique à balayage.....	55
II.2.2.2. Adsorption de l'azote	55
II.2.2.3. Caractérisation des fonctions de surface par titrage acido-basique	57
II.2.3. Résultats et discussion.....	58
II.2.3.1. Caractéristiques structurales	58
II.2.3.2. Fonctions de surface	63
II.2.4. Conclusion.....	65
II.3. ETUDE CINETIQUE	66
II.3.1. Procédures.....	66
II.3.1.1. Montage	66
II.3.1.2. Analyse de l'hydrogène sulfuré	67
II.3.1.3. Dosage du soufre élémentaire	68
II.3.1.4. Dosage des formes soufrées	68

II.3.2. Résultats	69
II.3.2.1. Comparaison entre les charbons actifs NC60 et H120	69
II.3.2.2. Effets du lavage et du traitement par l'acide nitrique du charbon actif.....	74
II.3.2.3. Influence de la taille des grains de charbon sur la vitesse de réaction.....	74
II.3.2.4. Influence de la pression partielle d'H ₂ S sur la vitesse de réaction	76
II.3.3. Discussion.....	77
II.3.3.1. Activité des charbons actifs.....	77
II.3.3.2. Distribution des produits d'oxydation d'H ₂ S	79
II.3.3.3. Désactivation.....	80
II.3.4. Conclusion.....	81
II.4. APPROCHE CINETIQUES ET MECANISMES DE REACTION	83
II.4.1. Limitation diffusionnelle	84
II.4.1.1. Limitation diffusionnelle intragranulaire.....	84
II.4.1.2. Limitation diffusionnelle extragranulaire	86
II.4.1.3. Cinétique d'oxydation catalytique sur NC60	87
II.4.2. Régime chimique.....	88
II.4.2.1. Réaction entre l'oxygène chimisorbé et l'H ₂ S en phase gazeuse.....	89
II.4.2.2. Réaction de surface entre H ₂ S et O ₂ adsorbés sur le même type de site	93
II.4.2.3. Réaction de surface entre H ₂ S et O ₂ adsorbés sur des types de sites différents	98
II.4.2.4. Réaction de surface entre H ₂ S adsorbé et O ₂ en phase gazeuse.....	102
II.4.2.5. Cinétique et mécanismes de réaction sur H120.....	104
II.4.2.6. Nature des sites actifs.....	106
II.4.3. Expression cinétique	108
II.4.4. Conclusion.....	113
II.5. CONCLUSION.....	115

<p>CHAPITRE III</p> <p>ELIMINATION D'H₂S EN SYSTEME DYNAMIQUE</p>
--

III.1. INTRODUCTION.....	118
III.2. ETUDE HYDRODYNAMIQUE D'UN FILTRE DE CHARBON ACTIF.....	119
III.2.1. Procédure.....	119
III.2.2. Résultats.....	120
III.2.3. Discussion.....	124
III.2.4. Conclusion.....	125
III.3. L'ELIMINATION D'H₂S EN SYSTEME DYNAMIQUE.....	126
III.3.1. Procédures.....	126
III.3.2. Résultats.....	128
III.3.2.1. Influence de la hauteur du lit de charbon.....	128
III.3.2.2. Influence de la vitesse du flux.....	131
III.3.2.3. Influence de la concentration d'H ₂ S à l'entrée.....	134
III.3.3. Discussion.....	136
III.3.3.1. Appréciation générale des résultats.....	136
III.3.3.2. Influence des paramètres opératoires sur l'efficacité du pilote.....	137
III.3.4. Conclusion.....	139
III.4. APPLICATION SUR SITE INDUSTRIEL.....	140
III.4.1. Description du site.....	140
III.4.2. Dispositif expérimental.....	141
III.4.3. Méthodes et analyses.....	143
III.4.3.1. Analyses sur gaz pollué.....	143
III.4.3.2. Analyses sur échantillons de charbon actif.....	144
III.4.3.3. Analyses des condensats.....	145

III.4.4. Résultats.....	145
III.4.4.1. Composition du gaz à épurer	145
III.4.4.2. Analyses du charbon actif.....	150
III.4.4.3. Analyses du condensat.....	158
III.4.4.4. Bilan du soufre éliminé	159
III.3.5. Discussion	161
III.3.5.1. Capacité d'élimination de H ₂ S sur le charbon actif	161
III.4.5.2. Les produits d'oxydation.....	163
III.4.5.3. L'absorption d'H ₂ S	165
III.4.6. Conclusion.....	166
III.5. CONCLUSION.....	167
CONCLUSION GENERALE.....	170
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	175