

République algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Kheider - Biskra
Faculté des sciences et des sciences de l'ingénieur
Département d'hydraulique

Mémoire de Magister en

Hydraulique

Option : Sciences hydrauliques

Présenté par

KOUSSA Miloud

Ingénieur d'état en hydraulique

THEME

**Effet de l'activation de la bentonite sur
l'adsorption de substances humiques en
milieux de minéralisation variable**

Soutenu devant le jury composé de :

Président :	KETTAB Ahmed	Professeur	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger
Examineur :	DJABRI Larbi	Professeur	Université d'Annaba
Examineur :	BOUTARFAIA Ahmed	Maître de Conférences	Université de Biskra
Rapporteur :	ACHOUR Samia	Maître de Conférences	Université de Biskra

R e m e r c i e m e n t s

Les recherches qui ont fait l'objet de ce mémoire ont été effectuées au laboratoire de qualité et traitement des eaux du département d'hydraulique, à l'Université Mohamed Kheider de Biskra.

Ce travail a été réalisé sous la direction de Madame ACHOUR Samia, Maître de Conférences à l'Université de Biskra. Qu'elle veuille accepter l'expression de ma sincère reconnaissance pour l'intérêt qu'elle a accordé à mes travaux de recherche et l'entière confiance dont elle a fait preuve. Elle n'a à aucun moment ménagé ni son temps ni sa réflexion pour me guider. Elle restera pour moi un modèle de rigueur scientifique et un exemple d'intégrité.

Je tiens à remercier vivement Monsieur le professeur KETTAB Ahmed de l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger pour l'honneur qu'il me fait en président le jury de soutenance de ce mémoire.

Je remercie sincèrement le Professeur DJABRI Larbi de l'Université d'Annaba d'avoir accepté bien volontiers de juger ce mémoire et d'en être également examinateur.

Que Monsieur BOUTARFAIA Ahmed, Maître de Conférences à l'Université de Biskra, veuille trouver ici l'expression de mes vifs remerciements pour avoir accepté de juger ce travail et d'en être examinateur.

Je suis très reconnaissant envers Monsieur ACHOUR Bachir, Doyen de la Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur à l'Université de Biskra et directeur du laboratoire de recherche en hydraulique souterraine et de surface (LARHYSS) pour son aide permanente.

Je voudrais aussi remercier Monsieur BOUZIANE Med Toufik, chef de département d'hydraulique à l'Université de Biskra pour ses encouragements et son aide.

Je remercie également Mesdemoiselles SEGHAIRI Nora, YUCEF Leïla, GUERGAZI Saâdia et GUESBAYA Nacéra, chargées de cours au département d'hydraulique et chercheurs au sein du laboratoire LARHYSS, pour leur précieuse aide au cours de la réalisation de ce travail.

Mes sincères remerciements vont à mes collègues AFOUFOU Fateh, REZEG Assia et OUANOUGHY Samira pour leurs précieuses aides et à tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont aidé.

Sommaire



Introduction générale

Première partie : Etude bibliographique

Chapitre I : Matières organiques naturelles – Substances humiques

I.1. Introduction	3
I.2. Principales catégories de matières organiques naturelles	3
I.2.1. Les substances humiques	3
I.2.1.1. Classification des substances humiques	3
I.2.1.2. Structure des substances humiques	5
a) Structure élémentaire	5
b) Analyse fonctionnelle des substances humiques	6
I.2.1.3. Propriétés physiques et chimiques des substances humiques	8
a) Absorption en uv visible	8
b) Interactions entre les substances humiques et les constituants de l'eau	8
c) Interactions entre les substances humiques et la matière organique	9
d) Interactions entre les substances humiques et le chlore	9
I.2.2. Les substances non humiques naturelles	9
I.3. Evolution de la matière organique naturelle au cours d'une filière de potabilisation	9
I.3.1. Coagulation – Flocculation	10
I.3.2. Oxydation et désinfection	10
I.3.3. Adsorption	10
I.4. Conclusion	10

Chapitre II : Effets des procédés d'adsorption sur la matière organique

II.1. Introduction	11
II.2. Aspects théoriques de l'adsorption	11
II.2.1. Définitions	11
II.2.2. Mécanismes d'adsorption	11
a) Les conditions d'équilibre	11
b) Mécanismes de transfert	12
II.2.3. Facteurs influençant la capacité d'adsorption	13
a) Surface spécifique du matériau	13
b) La porosité	13
c) La polarité	13
II.3. Mise en œuvre des principaux adsorbants	14
II.4. Propriétés adsorbantes des matériaux vis à vis de la matière organique	14

II.4.1. Charbon actif	14
II.4.1.1. Connaissance du matériau	14
II.4.1.2. Adsorption de polluants organiques	15
II.4.2. Bentonite	15
II.4.2.1. Connaissance des argiles	15
II.4.2.2. Caractéristiques de la bentonite	16
II.4.2.3. Activation de la bentonite	18
a) Généralités sur l'activation	18
b) Action de l'acide sur la bentonite	18
II.4.2.4. Propriétés adsorbants de la bentonite vis à vis des polluants organiques	19
II.4.3. Autres adsorbants	21
II.5. Conclusion	22

Deuxième partie : Etude expérimentale

Chapitre I : Procédure expérimentale

I.1. Introduction	23
I.2. Préparation des solutions	23
I.2.1. Solution de substances humiques	23
I.2.1.1. Caractéristiques des substances humiques	23
I.2.1.2. Caractéristiques des milieux des dilution	23
I.2.2. Solution d'acide sulfurique	24
I.3. Méthodes de dosage	24
I.3.1. Dosage des substances humiques	24
I.3.2. Dosage des paramètres physico-chimiques	26
I.4. Description du procédé d'activation de la bentonite	26
I.4.1. Caractéristiques de la bentonite de Mostaghanem	26
I.4.2. Activation de la bentonite	27
I.5. Description des essais d'adsorption	28
I.5.1. Détermination des doses optimales de bentonite	28
I.5.2. Cinétiques d'adsorption	28
I.6. Conclusion	29

Chapitre II : Détermination des conditions optimale d'activation de la bentonite de Mostaghanem

II.1. Introduction	31
II.2. Détermination du temps et du taux d'activation de la bentonite	31
II.2.1. Détermination des doses optimales de bentonite	31
II.2.1.1 Cas d'une bentonite brute	31
II.2.1.2 Cas d'une bentonite activée	32
II.2.2. Détermination des isothermes d'adsorption	34
II.2.3. Cinétiques et diffusion des essais d'adsorption des substances humiques	36
II.3. Conclusion	38

Chapitre III. Effet des sels minéraux sur l'adsorption des substances humiques sur la bentonite brute et activée

III.1. Introduction	39
III.2. Influence de sels minéraux sur l'adsorption de substances humiques en eau distillée	39
III.2.1. Cas de la bentonite brute	39
III.2.2. Cas de la bentonite activée	41
III.3. Rendements d'élimination des substances humiques dissoutes dans des eaux souterraines	41
III.3.1 Détermination des doses optimales de bentonite	42
a) Cas de la bentonite brute	42
b) Cas de la bentonite activée	43
III.3.2 Détermination des isothermes d'adsorption	45
a) Cas de la bentonite brute	45
b) Cas de la bentonite activée	46
III.3.3 Cinétiques d'adsorption des substances humiques	48
a) Cas de la bentonite brute	48
b) Cas de la bentonite activée	49
III.4. Application aux eaux de surface	52
III.4.1. Détermination des doses optimales de bentonite	52
III.4.1.1. Essais d'adsorption sur les eaux brutes	52
III.4.1.2. Essais d'adsorption sur eaux de surface dopées par des substances humiques	53
III.4.2. Isothermes d'adsorption	54
III.4.3. Cinétiques d'adsorption	56
III.4. Conclusion	58
CONCLUSION GENERALE	51
Références bibliographiques	
Annexes	