

Ecole Nationale des Ingénieurs
des Travaux Ruraux et des
Techniques Sanitaires
1 Quai Koch
67070 STRASBOURG Cédex

Ecole Nationale de la Santé Publique
Département Environnement et
Santé
Avenue du Professeur Léon Bernard
35043 RENNES Cédex

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

présenté à l'ECOLE NATIONALE DE LA SANTE PUBLIQUE

pour l'obtention du diplôme d'INGENIEUR DES TECHNIQUES DE
L'EQUIPEMENT RURAL. MENTION GENIE SANITAIRE

par Mvriam PILARD

L'ENTRTE N'ENTEND DONNER AUCUNE
APPROBATION NI IMPROBATION AUX
OPINIONS EMISES DANS LES MEMOIRES.
ELLES DOIVENT ETRE CONSIDEREES
COMME PROPRES A LEURS AUTEURS

**ELIMINATION DES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES DE
L'EAU DE SEINE PAR ADSORPTION SUR UNE ARGILE
GREFFEE ET ULTRAFILTRATION**

Centre International de Recherche Sur l'Eau et l'Environnement
de La Lyonnaise des Eaux-Dumez
38, rue du Président Wilson
78230 Le Pecq

Septembre 91

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION.....	1
A. LES MICROPOLLUANTS A ELIMINER.....	2
I-LE CARBONE ORGANIQUE DANS LES EAUX BRUTES DESTINEES A LA CONSOMMATION.....	3
I-1 Composition.....	3
I-2 Origine des composés organiques des eaux naturelles.....	3
I-2.1 Origine naturelle.....	3
I-2.2 Origine anthropogénique.....	3
I-3 Incidences du carbone organique sur la qualité de l'eau.....	4
I-3.1 Altération du goût et de l'odeur de l'eau.....	4
I-3.2 Risques pour la santé publique.....	5
I-3.3 Altération de la qualité de l'eau après l'usine de traitement.....	5
I-4 Règlementation.....	5
I-5 Traitement du carbone organique total.....	5
I-5.1 Traitement du carbone organique particulaire.....	6
I-5.2 Traitement du carbone organique dissous.....	6
II-L'ATRAZINE DANS LES EAUX BRUTES DESTINEES A LA CONSOMMATION.....	6
II-1 Utilisation des triazines.....	6
II-2 Principales propriétés physico-chimiques de l'atrazine.....	7
II-3 Incidences de l'atrazine sur la qualité de l'eau.....	7
II-4 Règlementation.....	8
II-5 Modes de traitement de l'atrazine.....	8
II-5.1 Traitements conventionnels.....	8
II-5.2 Traitements spécifiques.....	8
II-5.2.1 Oxydation radicalaire.....	9
II-5.2.2 Adsorption.....	9
B. LES PROCEDES DE TRAITEMENT UTILISES.....	10
I-ADSORPTION SUR LES ARGILES GREFFEES.....	11
I-1 Définition de l'adsorption.....	11
I-2 Caractérisation de l'adsorption sur les argiles greffées.....	11
I-2.1 Propriétés adsorbantes des argiles naturelles.....	11
I-2.1.1 Structure des Montmorillonites.....	11
I-2.1.2 Granulométrie des argiles.....	12
I-2.2 Mécanismes d'adsorption.....	12
I-2.2.1 Echange d'ions.....	12
I-2.2.2 Interactions électrostatiques.....	13
I-2.2.3 Liaisons hydrophobes.....	13
I-3 Utilisation de nouveaux adsorbants les argiles greffées.....	13
I-3.1 Choix des greffons.....	13
I-3.2 Facteur limitant de l'adsorption.....	14
I-3.3 Spécificité de l'adsorption sur argiles greffées.....	14
I-3.3.1 Spécificité de liaisons.....	14

I-3.3.2	Spécificité stérique.....	14
I-3.4	Modélisation de l'adsorption.....	14
II-ULTRAFILTRATION SUR MEMBRANES.....		15
II-1	La filtration sur membranes.....	15
II-1.1	Historique.....	15
II-1.2	Principe général.....	15
II-1.3	Les différents procédés de filtration.....	16
II-1.3.1	L'osmose inverse.....	17
II-1.3.2	La nanofiltration.....	17
II-1.3.3	La microfiltration.....	17
II-1.3.4	L'ultrafiltration.....	18
II-2	L'ultrafiltration.....	18
II-2.1	Les moyens.....	18
II-2.1.1	Les moyens matériels	
les membranes.....		18
II-2.1.1.1	Composition.....	18
II-2.1.1.2	Structure.....	18
II-2.1.1.3	Conditionnement.....	19
II-2.1.2	Les moyens hydrauliques.....	20
II-2.2	Colmatage des membranes.....	20
II-2.2.1	Mise en évidence.....	20
II-2.2.2	Différents types de colmatage.....	21
II-2.2.2.1	Polarisation de concentration.....	21
II-2.2.2.2	Accumulation des colloïdes et des matières en suspension.....	21
II-2.2.2.3	Adsorption.....	22
II-2.2.3	Expression du flux à travers la membrane.....	23
II-2.2.3.1	En présence d'un colmatage dû à une surconcentration.....	23
II-2.2.3.2	En présence de toute forme de colmatage.....	23
II-2.2.4	Facteurs influençant le colmatage.....	24
II-2.2.4.1	Influence de la membrane.....	24
II-2.2.4.2	Influence de la composition de la solution.....	24
II-2.2.4.3	Influence des conditions opératoires.....	24
C. ETUDE DES MATERIAUX ADSORBANTS.....		25
I-CARACTERISTIQUES DES ADSORBANTS.....		26
I-1	Composition.....	26
I-1.1	L'argile greffée.....	26
I-1.2	Le CAP.....	26
I-2	Granulométrie. Surface d'adsorption.....	26
I-2.1	Principe de la mesure.....	26
I-2.2	Résultats. Interprétation.....	27
I-2.2.1	Granulométrie.....	28
I-2.2.2	Surface d'adsorption.....	28
II-TEST DE "RELARGAGE" DE L'ARGILE.....		28
II-1	Objectif.....	29
II-2	Protocole expérimental.....	29
II-3	Résultats. Interprétation.....	29
III- CAPACITES D'ADSORPTION.....		30
III-1	Objectif.....	30
III-2	Protocole expérimental.....	30

III-2.1 L'eau utilisée.....	30
III-2.2 Tracé des isothermes d'adsorption.....	31
III-3 Résultats. Interprétation.....	31
III-3.1 Adsorption du COD.....	31
III-3.2 Adsorption de l'atrazine.....	33
IV-CINETIQUES D'ADSORPTION.....	34
IV-1 Objectif.....	34
IV-2 Protocole expérimental.....	34
IV-3 Résultats. Interprétation.....	35
D.ESSAIS SUR PILOTE.....	36
I-DESCRIPTION DU PILOTE.....	37
I-1 Membranes utilisées.....	37
I-2 Mode de fonctionnement.....	37
I-2.1 Régime semi-continu avec recirculation en boucle fermée.....	38
I-2.2 Elimination du colmatage.....	38
II-TEMPS DE SEJOUR DANS LE PILOTE.....	38
II-1 Objectif.....	38
II-2 Protocole expérimental.....	38
II-3 Résultats. Interprétation.....	39
III-PERFORMANCES HYDRAULIQUES.....	41
III-1 Détermination du flux optimal de production.....	41
III-1.1 Essais à 70 l/h.m ²	41
III-1.2 Essais à 50 l/h.m ²	42
III-2 Caractéristiques du colmatage.....	43
III-2.1 Colmatage sous forme de gâteau.....	43
III-2.2 Colmatage en deux phases.....	44
III-2.3 Effet du lavage physique des membranes.	45
III-2.4 Effet du lavage chimique des membranes.	46
IV-QUALITE DE L'EAU PRODUITE.....	46
IV-1 Nature des paramètres suivis.....	46
IV-2 Programme des analyses.....	47
IV-3 Qualité bactériologique de l'eau produite.....	48
IV-4 Qualité organique de l'eau produite.....	48
IV-4.1 Efficacité du procédé vis à vis de l'élimination de la matière organique dissoute considérée globalement.....	48
IV-4.2 Efficacité du procédé vis à vis de l'élimination de l'atrazine.....	51
IV-4.3 Comparaison de l'efficacité des procédés UF utilisant soit de l'argile, soit du CAP.....	52
CONCLUSION. PERSPECTIVES.....	53
BIBLIOGRAPHIE.....	54