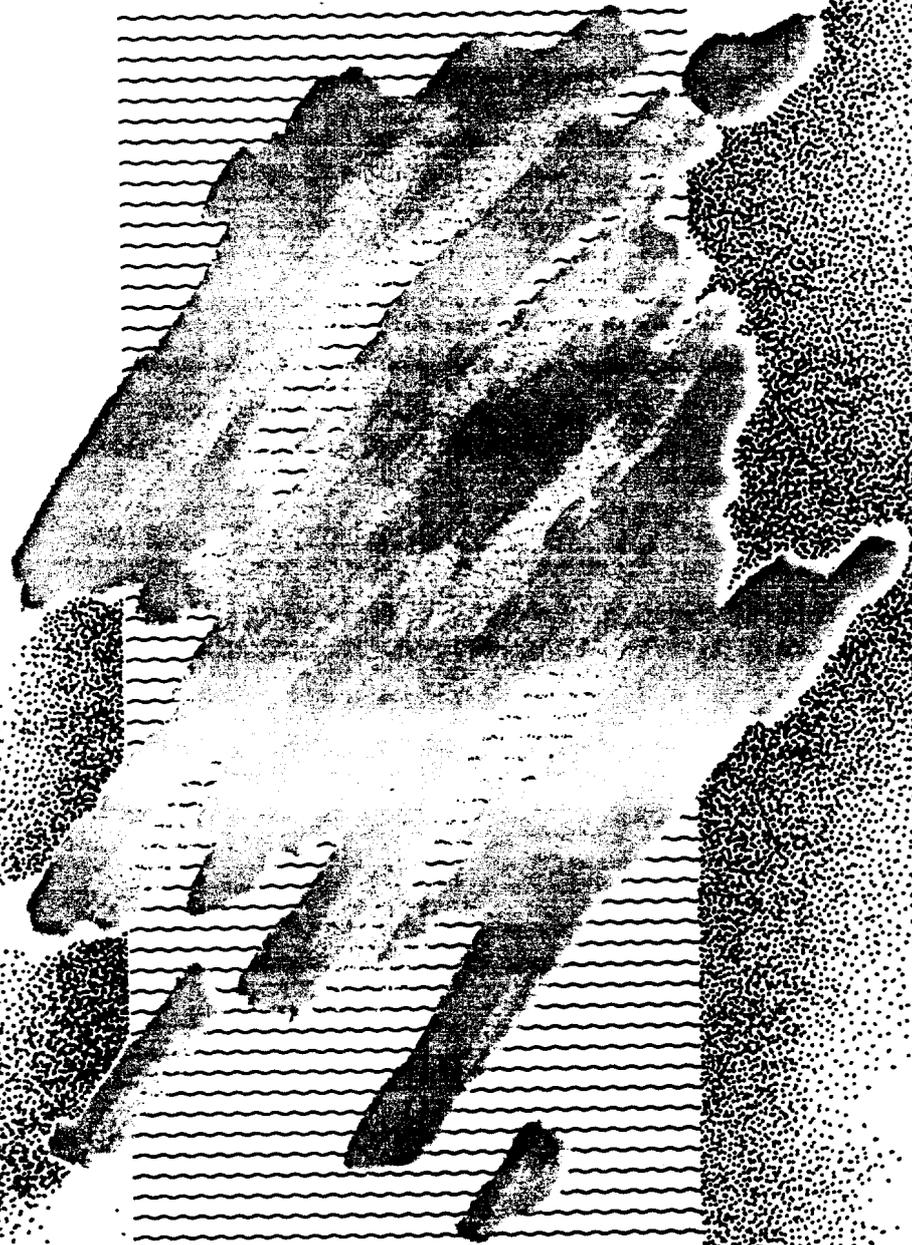


Le 66 / 70824  
traitement  
des  
eaux



F. 5799

Raymond Desjardins

# TABLE DES MATIÈRES

<i>LISTE DES SYMBOLES</i> .....	XI
<i>AVANT-PROPOS</i> .....	XVII
 <i>Chapitre 1</i>	
<i>GÉNÉRALITÉS ET NORMES</i> .....	1
1.1 Introduction.....	1
1.1.1 Importance du traitement des eaux.....	1
1.1.2 Historique du traitement des eaux.....	2
1.2 Qualités générales des eaux issues de diverses sources d'approvisionnement.....	3
1.2.1 Eaux de pluie.....	4
1.2.2 Eaux de surface.....	4
1.2.3 Eaux souterraines.....	7
1.2.4 Eaux de mer.....	8
1.3 Normes de qualité.....	9
1.3.1 Normes microbiologiques.....	10
1.3.2 Normes physico-chimiques.....	12
1.3.3 Normes relatives aux substances organiques..	14
1.4 Lignes directrices pour le traitement des eaux.....	18
 <i>Chapitre 2</i>	
<i>MICROTAMISAGE</i> .....	21
2.1 Introduction.....	21

2.2	Aspects théoriques du microtamisage.....	22
2.2.1	Indice de filtrabilité d'une eau.....	22
2.2.2	Évolution des pertes de charge.....	24
2.3	Durée d'utilisation d'un microtamis entre deux lavages.....	27
2.3.1	Microtamis à nettoyage manuel.....	28
2.3.2	Microtamis à nettoyage automatique.....	29
2.4	Critères de choix d'un microtamis.....	31

### Chapitre 3

	<i>COAGULATION ET FLOCCULATION</i> .....	33
3.1	Introduction.....	33
3.2	Particules en suspension.....	34
3.2.1	Taille des particules en suspension.....	34
3.2.2	Affinité des particules colloïdales pour l'eau.....	34
3.2.3	Charges électriques et double couche.....	35
3.3	Coagulation.....	38
3.3.1	Compression de la double couche.....	38
3.3.2	Adsorption et neutralisation des charges....	40
3.3.3	Emprisonnement des particules dans un précipité.....	40
3.3.4	Adsorption et pontage.....	41
3.3.5	Coagulants utilisés.....	41
3.3.6	Facteurs influençant la coagulation.....	42
3.4	Théorie de la floculation.....	47
3.4.1	Floculation péricinétique.....	48
3.4.2	Floculation orthocinétique.....	49
3.4.3	Types de flocculateurs.....	50

### Chapitre 4

	<i>DÉCANTATION</i> .....	57
4.1	Introduction.....	57
4.2	Types de décantation.....	57

4.3	Décantation de particules discrètes: type I.....	59
4.3.1	Principes de base.....	59
4.3.2	Bassin de décantation idéal.....	62
4.3.3	Influence des courants de densité.....	68
4.4	Décantation de particules floculantes: type II....	70
4.4.1	Principes de base.....	70
4.4.2	Essai de décantation en colonne.....	71
4.5	Décanteurs à tubes et à lamelles.....	78
4.5.1	Décanteurs à tubes.....	79
4.5.2	Décanteurs à lamelles.....	82
 <i>Chapitre 5</i>		
	<i>FILTRATION</i> .....	85
5.1	Généralités.....	85
5.1.1	Buts de la filtration.....	85
5.1.2	Matériaux des filtres.....	85
5.1.3	Types de filtres.....	86
5.2	Caractéristiques des matériaux filtrants.....	86
5.2.1	Diamètre effectif et coefficient d'uniformité.....	87
5.2.2	Densité relative du sable.....	90
5.2.3	Masse unitaire sèche.....	91
5.2.4	Porosité.....	91
5.3	Écoulement de l'eau dans un filtre à sable.....	93
5.3.1	Équation de Carman-Kozeny.....	93
5.3.2	Équation de Rose.....	98
5.3.3	Écoulement vers le haut à travers un milieu granuleux.....	105
5.4	Filtres à sable rapides.....	111
5.4.1	Fonctionnement d'un filtre à sable rapide...	115
5.4.2	Variation de la turbidité et des pertes de charge.....	117
5.4.3	Optimisation de l'utilisation d'un filtre...	121
5.4.4	Lavage des filtres.....	122

5.5	Filtres à sable lents, filtres sous pression et filtres à terre diatomée.....	127
5.5.1	Filtres à sable lents.....	127
5.5.2	Filtres sous pression.....	129
5.5.3	Filtres à terre diatomée.....	130
<i>Chapitre 6</i>		
	<b>DÉSINFECTION.....</b>	<b>133</b>
6.1	Introduction.....	133
6.1.1	Critères permettant de choisir le désinfectant.....	133
6.2	Principes généraux de la désinfection.....	135
6.2.1	Loi de Chick.....	135
6.2.2	Influence du temps de contact.....	136
6.2.3	Influence de la concentration de désinfectant.....	138
6.2.4	Influence de la température de l'eau.....	138
6.3	Désinfection par le chlore.....	140
6.3.1	Définitions.....	141
6.3.2	Aspects chimiques de la chloration.....	142
6.3.3	Réactions du chlore avec l'azote.....	144
6.3.4	Chloration au point critique.....	147
6.3.5	Comparaison entre les pouvoirs désinfectants de différents dérivés du chlore.....	148
6.3.6	Déchloration.....	150
6.4	Désinfection par le dioxyde de chlore.....	153
6.4.1	Propriétés chimiques et physiques du dioxyde de chlore.....	153
6.4.2	Réactions chimiques du dioxyde de chlore....	154
6.4.3	Pouvoir désinfectant du dioxyde de chlore...	154
6.4.4	Procédés de production du dioxyde de chlore.	155
6.5	Désinfection par l'ozone.....	155
6.5.1	Propriétés physiques de l'ozone.....	156
6.5.2	Propriétés chimiques de l'ozone.....	157
6.5.3	Procédés de production de l'ozone.....	158

*Chapitre 7*

<i>ADOUCCISSEMENT PAR PRÉCIPITATION.....</i>	161
7.1 Introduction.....	161
7.1.1 Origine de la duresté.....	162
7.1.2 Types de duresté.....	163
7.1.3 Expression de la duresté.....	165
7.2 Procédés d'adoucissement par précipitation.....	171
7.2.1 Procédé par addition de chaux seulement....	171
7.2.2 Procédé par addition de chaux et de soude...	180
7.2.3 Procédé par addition d'un excès de chaux....	191
7.2.4 Procédé par addition d'un excès de chaux et de soude.....	212

*Chapitre 8*

<i>ADSORPTION ET ÉCHANGES D'IONS.....</i>	221
8.1 Introduction.....	221
8.2 Adsorption.....	221
8.2.1 Caractéristiques du charbon activé.....	221
8.3 Isothermes d'adsorption.....	224
8.3.1 Isotherme d'adsorption de Langmuir.....	225
8.3.2 Isotherme d'adsorption de Freundlich.....	229
8.4 Échange d'ions.....	232
8.5 Types de résines échangeuses d'ions.....	234
8.5.1 Résines échangeuses de cations.....	235
8.5.2 Résines échangeuses d'anions.....	237
8.6 Considérations d'ordre pratique.....	239

*Chapitre 9*

<i>ÉLIMINATION DU FER ET DU MANGANÈSE.....</i>	243
9.1 Introduction.....	243
9.2 Équilibre du fer et du manganèse dans l'eau.....	244
9.2.1 Complexes du fer et du manganèse.....	245

9.2.2	Diagrammes de stabilité du fer et du manganèse.....	247
9.3	Procédés de déferrisation et de démanganisation....	249
9.3.1	Procédés d'oxydation.....	251
9.3.2	Précipitation sous forme de carbonates.....	256
9.3.3	Échangeurs d'ions.....	257
 <i>Chapitre 10</i>		
	<i>STABILISATION DE L'EAU.....</i>	<i>259</i>
10.1	Introduction.....	259
10.2	pH d'équilibre.....	259
10.2.1	Activités et concentrations des ions.....	260
10.2.2	Équation du pH d'équilibre.....	261
10.2.3	Indices d'appréciation d'une eau.....	267
10.3	Modèles graphiques.....	269
10.3.1	Diagramme de Lawrence-Caldwell.....	269
10.3.2	Diagramme de Legrand-Poirier.....	275
 <i>Chapitre 11</i>		
	<i>FLUORURATION ET DÉFLUORURATION DES EAUX.....</i>	<i>285</i>
11.1	Introduction.....	285
11.2	Fluoruration des eaux.....	286
11.2.1	Concentration optimale d'ions fluorures...	286
11.2.2	Produits chimiques générant des ions fluorures.....	287
11.3	Défluoruration des eaux.....	290
11.3.1	Méthodes de défluoruration.....	291
 <i>Chapitre 12</i>		
	<i>DESSALEMENT DES EAUX SAUMÂTRES ET DES EAUX DE MER.....</i>	<i>297</i>
12.1	Introduction.....	297
12.1.1	Classification des eaux.....	298
12.1.2	Analyse d'une eau de mer.....	298

12.2	Méthodes de dessalement des eaux de mer.....	299
	12.2.1 Quantité d'énergie requise pour le dessalement.....	299
12.3	Dessalement par distillation.....	300
	12.3.1 Distillation solaire.....	303
12.4	Dessalement par congélation.....	305
12.5	Dessalement par électrodialyse.....	306
12.6	Dessalement par osmose inverse.....	308
 <i>PROBLÈMES</i> .....		 311
Chapitre 1.....		311
Chapitre 2.....		312
Chapitre 3.....		313
Chapitre 4.....		315
Chapitre 5.....		320
Chapitre 6.....		322
Chapitre 7.....		324
Chapitre 8.....		330
Chapitre 9.....		332
Chapitre 10.....		332
Chapitre 11.....		335
Chapitre 12.....		336
 <i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....		 339
 <i>INDEX</i> .....		 359