

Table des matières

Chapitre 7. Élimination des matières organiques naturelles.	1
7.1. Les matières organiques naturelles (MON) : les substances humiques	1
7.2. Les modes de quantification et d'évaluation des substances organiques dans les eaux	9
7.2.1. Le carbone organique total	9
7.2.2. Absorbance de la lumière ultraviolette à 254 nm (UV254)	12
7.2.3. Absorbance UV spécifique (SUVA, <i>Specific UV Absorbance</i>) . .	14
7.2.4. La chromatographie en phase liquide	16
7.2.4.1. Polysaccharides et biopolymères (Tr = 25 à 35 min)	17
7.2.4.2. Substances humiques (SH) et <i>Buildings Blocks</i> (Tr = 35 à 50 min)	17
7.2.4.3. LMM (<i>Low Molecular Mass</i>) acides organiques (Tr = 50 à 60 min)	17
7.2.4.4. <i>Neutrals</i> (après Tr = 60 minutes)	18
7.2.5. Carbone organique hydrophobe (HOC)	18
7.2.5.1. Exemple de caractérisation de la composition du COD sur une eau de surface (Sud-Ouest France) effectuée par VERI-Veolia : eau de rivière (Sud-Ouest France)	19
7.2.6. La fluorescence	25
7.3. Les conditions d'élimination des matières organiques naturelles	26
7.4. Les techniques d'élimination des matières organiques naturelles	29
7.4.1. Coagulation-floculation	30
7.4.1.1. Principes de coagulation	30
7.4.1.2. La coagulation avancée	31

7.4.1.3. Coagulant à base d'Al ou à base de Fe ?	33
7.4.1.4. Comparaison chlorure ferrique-sulfate d'aluminium	44
7.4.1.5. Facteurs et paramètres affectant la coagulation- floculation	51
7.4.1.6. Mécanisme des réactions MON-coagulant	57
7.4.1.7. Compétition turbidité-MON	61
7.4.1.8. Influence du pH.	63
7.4.1.9. Influence de l'alcalinité	65
7.4.1.10. Modélisation du carbone organique dissous résiduel	66
7.5. Adsorption sur charbon actif.	71
7.5.1. Mécanisme d'enlèvement des MON par le charbon actif	72
7.5.2. Mise en œuvre de l'adsorption du charbon actif pour l'élimination des MON	75
7.5.2.1. Les procédés d'élimination des MON utilisant le charbon actif comme adsorbant	75
7.6. Ozonation	103
7.6.1. Pré-ozonation	103
7.6.2. Inter-ozonation	106
7.6.2.1. Effet du caractère des MON et de leur élimination sur la formation d'AOC (carbone organique assimilable)	108
7.7. Traitement biologique.	109
7.7.1. Traitement biologique avec du charbon actif en poudre : principe de fonctionnement du procédé Opaline® B (Veolia)	109
7.7.2. Traitement biologique associant ozone et charbon actif en grain	114
7.7.2.1. Mécanisme lié à cette combinaison	115
7.7.2.2. Efficacité d'élimination du COD	117
7.7.2.3. Attachement des micro-organismes et présence des organismes supérieurs	121
7.7.2.4. Paramètres de dimensionnement.	123
7.8. Traitement sur résines échangeuses d'ions	124
7.8.1. Utilisation des résines pour l'élimination des MON : mécanisme de l'élimination des MON	124
7.8.2. Paramètres affectant les performances des résines vis-à-vis de l'élimination des NOM	125
7.8.3. Régénération de la résine	126
7.8.4. Le procédé Opalix®	127
7.8.4.1. Principe de fonctionnement du procédé Opalix®	128
7.8.4.2. Performances d'élimination des MON	132
7.8.4.3. Paramètres de dimensionnement.	132

7.9. Élimination des MON par membranes haute pression	133
7.10. Bibliographie	137

Chapitre 8. Filtration 143

8.1. Filtres rapides et filtres à très grande vitesse (TGV)	144
8.2. Filtres multimédia	145
8.3. Filtration directe	148
8.4. Filtres sous pression	150
8.5. Mécanismes de la filtration	151
8.5.1. Principe général	151
8.5.2. Mécanismes impliqués dans la filtration	152
8.5.2.1. Le mécanisme de transport	153
8.6. Paramètres de mise en œuvre	156
8.6.1. Les matériaux	156
8.6.2. Ratio hauteur de matériau/ d_{10}	161
8.6.3. Rapport des tailles effectives	164
8.7. Paramètres de dimensionnement : vitesse de filtration et hauteur de matériau	166
8.8. Paramètres de fonctionnement	168
8.8.1. Perte de charge en filtre propre	168
8.8.2. Perte de charge en colmatage	172
8.8.3. Estimation de la turbidité d'eau filtrée dans les filtres monocouches	175
8.8.4. Capacité de rétention	176
8.8.5. Les conditions de lavage des filtres : théorie et calculs	178
8.8.5.1. Mise en œuvre des conditions de lavage	183
8.8.6. Durée de cycle	192
8.8.7. Principaux paramètres intervenant sur le dimensionnement des filtres	192
8.9. Les technologies de filtration Veolia : généralités	193
8.9.1. Caractéristiques des filtres ouverts gravitaires	197
8.9.1.1. Les filtres monocouches : Filtraflo®F	197
8.9.1.2. Les filtres à très grande vitesse : Filtraflo® F-TGV	202
8.9.1.3. Les filtres à balayage en surface : Filtraflo®SV	209
8.9.1.4. Les filtres bicouches : Filtraflo®DC	212
8.9.1.5. Les filtres tricouches : Filtraflo®TC	217
8.9.1.6. Les filtres sous pression FV	220
8.10. Les systèmes de régulation	222

8.10.1. Les régulateurs hydrauliques	222
8.10.1.1. Siphysa	222
8.10.1.2. Varibar	222
8.10.1.3. Polhydra	223
8.10.2. Les vannes de régulation	224
8.11. Recyclage et risques microbiologiques	224
8.12. Suivi du fonctionnement et des performances des filtres	226
8.12.1. Turbidité	226
8.12.2. Comptage des particules	228
8.12.3. Les problèmes de fonctionnement des filtres	229
8.13. Bibliographie	232

Chapitre 9. Adsorption sur charbon actif 235

9.1. Les processus d'activation du charbon actif.	235
9.1.1. L'activation chimique	236
9.1.2. L'activation physique	237
9.2. Propriétés physico-chimiques du charbon actif.	238
9.2.1. Paramètres influençant l'adsorption	239
9.2.1.1. Structure des pores du charbon actif et volume des pores	240
9.2.1.2. Paramètres liés aux caractéristiques de l'eau et aux molécules organiques	249
9.3. Processus de transport dans le charbon actif : transfert de masse	251
9.3.1. Mécanismes et isothermes d'adsorption.	255
9.3.1.1. Isothermes d'adsorption.	257
9.4. Les différentes formes de conditionnement des charbons actifs	267
9.4.1. Le charbon actif en poudre (CAP)	267
9.4.2. Le charbon actif en micrograin (μ Grain)	268
9.4.3. Le charbon actif en grain (CAG)	270
9.5. Réacteurs d'adsorption sur charbon actif : processus d'élimination.	270
9.6. Réacteurs à charbon actif en poudre : descriptif des réacteurs CAP.	272
9.6.1. Bilan massique	275
9.6.1.1. Mélange intégral	275
9.6.1.2. Paramètres de dimensionnement et de fonctionnement	280
9.6.2. Réacteurs à charbon actif en grain en mode adsorption : les filtres à charbon actif granulaire	283
9.6.2.1. Paramètres de fonctionnement	288
9.6.2.2. Paramètres de dimensionnement : temps de contact (tc)	291
9.6.2.3. Durée de vie du charbon actif	292

9.6.2.4. Les conditions de lavage	293
9.6.2.5. Relarguage de bactéries et de fines	294
9.6.2.6. Régénération du CAG usagé	295
9.6.2.7. Les avantages et inconvénients des filtres CAG.	296
9.6.3. Réacteurs à charbon actif en lit fluidisé	296
9.6.3.1. Principe de la fluidisation de micrograin	296
9.6.3.2. Paramètres relatifs à l'expansion – Vitesse minimale de fluidisation.	297
9.6.3.3. Calcul de la vitesse de fluidisation et de la vitesse d'expansion	302
9.6.3.4. Classification du média dans le lit en expansion	303
9.6.4. Comparatif CAG- μ grain-CAP	304
9.6.5. Procédé hybride avec un réacteur à charbon actif en poudre associé à des membranes d'ultrafiltration.	305
9.7. Les technologies Veolia : filière de traitement avec les réacteurs à charbon actif en poudre	307
9.7.1. Mise en œuvre dans un décanteur sans recirculation du CAP . . .	308
9.7.2. Mise en œuvre avec recirculation du CAP	309
9.7.2.1. Multiflo® Carb	309
9.7.2.2. Actiflo® Carb.	316
9.7.2.3. Opacarb®MF	325
9.7.3. Procédé Opaline® C : hybride CAP-membranes	329
9.7.3.1. Paramètres de dimensionnement.	331
9.7.3.2. Paramètres de fonctionnement	331
9.8. Réacteurs à charbon actif en micrograin	332
9.8.1. Intégration du charbon actif μ grain dans la filière de traitement .	333
9.8.2. Le Filtraflo® Carb	334
9.8.2.1. Performances du Filtraflo® Carb	337
9.8.2.2. Élimination du COD.	338
9.8.3. Opacarb®FL.	341
9.8.3.1. Paramètres de fonctionnement	343
9.8.3.2. Domaines d'application	346
9.8.3.3. Performances	346
9.8.4. Opacarb® MG.	347
9.8.4.1. Domaines d'application	350
9.8.4.2. Performances	350
9.9. Réacteurs à lits fixes – Les filtres CAG	351
9.9.1. Le filtre CAG (Veolia).	353
9.9.1.1. Paramètres de dimensionnement : vitesse de filtration et hauteur de couche	357

9.9.1.2. Paramètres de fonctionnement : procédure de lavage	357
9.9.1.3. Suivi de l'évolution du charbon actif	359
9.9.2. Les filtres CAG en série	360
9.9.3. Modes de mise en œuvre des filtres CAG.	361
9.9.3.1. Le filtre bicouche CAG-sable	362
9.9.3.2. Le filtre bicouche CAG-MnO ₂	364
9.9.3.3. Le filtre tricouche CAG-sable-MnO ₂	365
9.10. Les filtres CAG sous pression (filtres Opacarb™)	366
9.11. Bibliographie	368
Index	373
Sommaire de <i>Traitement de l'eau potable 1</i>	375
Sommaire de <i>Traitement de l'eau potable 3</i>	377
Sommaire de <i>Traitement de l'eau potable 4</i>	379
Sommaire de <i>Traitement de l'eau potable 5</i>	381