

# Table des matières

<b>Introduction . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1. Composition des eaux usées urbaines . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Principaux paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes . . . . .	5
1.1.1. Les matières en suspension . . . . .	7
1.1.2. Les indicateurs de matières organiques . . . . .	9
1.1.2.1. Demande biologique en O <sub>2</sub> (DBO <sub>5</sub> ) . . . . .	10
1.1.2.2. Demande chimique en oxygène (DCO) . . . . .	14
1.1.2.3. Carbone organique total (COT) . . . . .	18
1.1.3. Azote . . . . .	19
1.1.4. Phosphore . . . . .	23
1.1.5. Micropolluants . . . . .	24
1.1.5.1. Pesticides et perturbateurs endocriniens . . . . .	24
1.1.5.2. Les hormones . . . . .	26
1.1.5.3. Les composés polybromés retardateurs de flamme . . . . .	27
1.1.5.4. Les composés perfluorés . . . . .	27
1.1.5.5. Les parabènes . . . . .	28
1.1.6. Implication des paramètres dans la filière de traitement . . . . .	28
1.2. Paramètres microbiologiques : organismes pathogènes et indicateurs de contamination fécale . . . . .	30
1.2.1. Bactéries . . . . .	33
1.2.1.1. Coliformes . . . . .	33
1.2.1.2. Streptocoques fécaux . . . . .	34
1.2.1.3. Clostridies sulfito-réductrices . . . . .	35
1.2.1.4. <i>Salmonella</i> spp. . . . .	35

1.2.2. Virus entériques . . . . .	35
1.2.2.1. Entérovirus . . . . .	35
1.2.2.2. Rotavirus . . . . .	36
1.2.2.3. Bactériophages . . . . .	36
1.2.3. Protozoaires entériques . . . . .	37
1.2.4. Œufs d'helminthes . . . . .	37
1.2.5. Les indicateurs de contamination fécale : évaluation dans les eaux usées traitées . . . . .	38
1.3. Bibliographie . . . . .	43
 <b>Chapitre 2. Opérations unitaires de traitement . . . . .</b>	 47
2.1. Généralités . . . . .	47
2.2. Principes de conception d'une station de traitement . . . . .	49
2.3. Opérations unitaires . . . . .	52
2.3.1. Les prétraitements . . . . .	55
2.3.2. Les traitements primaires . . . . .	56
2.3.3. Les traitements secondaires . . . . .	56
2.3.3.1. Les traitements biologiques . . . . .	56
2.3.3.2. Les procédés biologiques extensifs . . . . .	57
2.3.3.3. Les procédés biologiques intensifs . . . . .	57
2.3.3.4. Les procédés membranaires . . . . .	58
2.3.4. Clarification et rejet des effluents . . . . .	58
2.3.5. Les traitements complémentaires . . . . .	58
2.3.5.1. L'élimination de l'azote . . . . .	59
2.3.5.2. L'élimination du phosphore . . . . .	60
2.3.5.3. La désinfection . . . . .	61
2.3.5.4. L'élimination des micropolluants . . . . .	61
2.3.6. Le traitement des boues . . . . .	63
2.3.6.1. La réduction des volumes . . . . .	63
2.3.6.2. La mise en valeur . . . . .	63
2.3.6.3. Le traitement thermique des boues . . . . .	65
2.4. Bibliographie . . . . .	66
 <b>Chapitre 3. Estimation des charges polluantes . . . . .</b>	 69
3.1. Consommation en eau . . . . .	69
3.2. Estimation des rejets . . . . .	70
3.2.1. Débits d'eaux usées . . . . .	71
3.2.2. Pointes . . . . .	72

---

3.2.3. Nombre d'équivalents-habitants (EH) . . . . .	73
3.2.4. Débits maximum et minimum . . . . .	75
3.3. Charges polluantes . . . . .	77
3.3.1. Relation entre charge et concentration. . . . .	77
3.3.2. Charges polluantes en DBO, N et P . . . . .	79
3.4. Bibliographie. . . . .	80
<b>Chapitre 4. Les prétraitements . . . . .</b>	<b>83</b>
4.1. Le dégrillage . . . . .	83
4.1.1. Grilles manuelles . . . . .	84
4.1.2. Grilles mécaniques . . . . .	85
4.1.2.1. Grilles droites . . . . .	85
4.1.2.2. Grilles courbes . . . . .	86
4.1.3. Calcul des dégrilleurs . . . . .	87
4.1.4. Mise en œuvre des dégrilleurs . . . . .	93
4.2. La dilacération . . . . .	93
4.3. Le tamisage. . . . .	94
4.3.1. Les tamis à lavage sous pression . . . . .	94
4.3.2. Les tamis à évacuation mécanique des déchets . . . . .	94
4.4. Dessableur . . . . .	95
4.4.1. Calcul d'un dessableur aéré . . . . .	103
4.5. Le déshuilage-dégraissage . . . . .	104
4.5.1. Séparateurs de graisses. . . . .	105
4.5.2. Dégraisseur-déshuileur aéré. . . . .	105
4.5.2.1. Déshuileur longitudinal . . . . .	108
4.5.2.2. Calcul des installations par flottation à air . . . . .	108
4.6. Bibliographie. . . . .	109
<b>Chapitre 5. Décantation primaire . . . . .</b>	<b>111</b>
5.1. Principes généraux . . . . .	111
5.2. Décanleur statique conique ou cylindro-conique. . . . .	113
5.3. Décanleur à flux horizontal . . . . .	114
5.3.1. Dimensionnement des décanteurs horizontaux. . . . .	115
5.4. Décanteurs circulaires. . . . .	121
5.4.1. Exemple de calcul d'un décaniteur primaire . . . . .	124
5.5. Conception des décanteurs primaires mécanisés . . . . .	128
5.5.1. Cas du décaniteur rectangulaire . . . . .	128
5.5.2. Cas du décaniteur circulaire . . . . .	129

5.6. Performances des décanteurs primaires conventionnels . . . . .	130
5.6.1. Profondeur des décanteurs . . . . .	133
5.7. Décanteurs lamellaires . . . . .	133
5.7.1. Théorie et principes généraux . . . . .	134
5.7.2. Bases de dimensionnement des décanteurs lamellaires . . . . .	138
5.7.2.1. Mise en œuvre des décanteurs lamellaires . . . . .	143
5.7.2.2. Décantation lamellaire avec réactifs . . . . .	146
5.8. Bibliographie . . . . .	178
<b>Chapitre 6. Traitement biologique par boues activées . . . . .</b>	<b>183</b>
6.1. Généralités sur les organismes microbiens . . . . .	183
6.2. Principe de fonctionnement . . . . .	185
6.3. Bases théoriques du traitement aérobiose . . . . .	186
6.3.1. Évolution de la matière organique (DBO) en présence d'une masse bactérienne . . . . .	187
6.3.2. Interprétation analytique . . . . .	188
6.3.2.1. Étude de la phase de croissance logarithmique . . . . .	189
6.3.2.2. Étude de la phase de croissance ralenti . . . . .	192
6.3.2.3. Exemple de détermination d'am . . . . .	195
6.3.2.4. Phase endogène ou phase de décroissance . . . . .	196
6.4. Les méthodes traditionnelles de dimensionnement . . . . .	196
6.4.1. Mélange intégral . . . . .	198
6.4.1.1. Temps de séjour (ts) . . . . .	199
6.4.1.2. Charges appliquées . . . . .	199
6.4.1.3. Âge des boues (G) . . . . .	202
6.4.1.4. Élimination de la pollution organique (loi du rendement) .	203
6.4.1.5. Production de boues . . . . .	206
6.4.1.6. Production totale de boues . . . . .	208
6.4.1.7. Boues en excès . . . . .	209
6.4.1.8. Dimensionnement de la recirculation . . . . .	210
6.4.2. Flux piston . . . . .	215
6.4.3. Comparaison entre les deux systèmes . . . . .	217
6.4.4. Besoins en oxygène pour la pollution carbonée . . . . .	218
6.4.4.1. Mesure des coefficients a' et b' . . . . .	221
6.5. Paramètres d'exploitation . . . . .	225
6.5.1. Pertes de boues : causes et conséquences . . . . .	225
6.5.1.1. Dispositions à prendre pour éviter les pertes de boues . .	226

---

6.5.2. Rôle des nutriments . . . . .	227
6.5.3. Indice de Mohlman (IM) . . . . .	228
6.5.4. Indice de Donaldson (ID) . . . . .	228
6.5.5. Potentiel redox des boues (Rh) . . . . .	228
6.5.6. Effet de la température . . . . .	229
6.5.7. Effet du pH . . . . .	230
6.5.8. Effet de quelques toxiques . . . . .	230
6.5.9. Problèmes de décantation des boues . . . . .	231
6.5.9.1. Floc dispersé . . . . .	231
6.5.9.2. Défloculation des boues activées . . . . .	231
6.5.9.3. Boues houleuses . . . . .	232
6.5.9.4. Boues flottantes . . . . .	232
6.5.9.5. Mousses et bulking . . . . .	232
6.5.9.6. Foisonnement . . . . .	233
6.5.9.7. Potentiel redox . . . . .	234
6.5.9.8. Composition de l'effluent à traiter . . . . .	235
6.5.9.9. Carence en éléments nutritifs (azote et phosphore) . . . . .	235
6.6. Écologie des boues activées . . . . .	235
6.7. Aération des bassins à boues activées . . . . .	237
6.7.1. Transfert d'O <sub>2</sub> . . . . .	238
6.7.2. Influence de quelques facteurs sur Cs et K . . . . .	240
6.7.2.1. Effet de la teneur en sels . . . . .	240
6.7.2.2. Effet des détergents et huiles . . . . .	240
6.7.2.3. Effet de la température . . . . .	240
6.7.2.4. Solubilité des gaz dans les liquides . . . . .	241
6.7.2.5. Effet de la pression atmosphérique . . . . .	244
6.7.2.6. Influence de quelques facteurs sur K . . . . .	244
6.7.3. Systèmes d'aération . . . . .	247
6.7.3.1. Aérateurs à air surpressé . . . . .	248
6.7.4. Aérateurs de surface . . . . .	253
6.7.5. Aérateurs de fond . . . . .	256
6.7.6. Conditions d'utilisation des systèmes d'aération . . . . .	257
6.7.6.1. Les modes d'aération . . . . .	259
6.7.6.2. Les performances des couples aérateurs-bassins . . . . .	260
6.7.7. Dimensionnement des aérateurs . . . . .	261
6.7.7.1. Calcul des puissances à installer ou des débits à insuffler . . . . .	261
6.7.7.2. Définition de besoins réels . . . . .	262
6.7.8. Utilisation d'oxygène pur . . . . .	280

6.8. Technologie de mise en œuvre des boues activées . . . . .	281
6.8.1. Boues activées classiques . . . . .	281
6.8.1.1. Réacteur à mélange intégral . . . . .	282
6.8.1.2. Chenal d'oxydation . . . . .	282
6.8.1.3. Alimentation échelonnée . . . . .	286
6.8.2. Contact-stabilisation . . . . .	287
6.8.3. Mélange intégral . . . . .	289
6.8.4. Réacteur biologique séquentiel (RBS). . . . .	290
6.8.5. Procédé Bioring™ . . . . .	293
6.9. Exemples de dimensionnement du procédé à boues activées. . . . .	294
6.9.1. Exemple 1 : calcul d'un bassin d'aération à faible charge . . . . .	294
6.9.2. Exemple 2 : calcul d'un bassin d'aération à moyenne charge . . . . .	296
6.9.3. Exemple 3 : population de 3 000 000 habitants . . . . .	298
6.9.4. Exemple 4 : population de 12 500 habitants . . . . .	306
6.10. Bibliographie . . . . .	311
<b>Index . . . . .</b>	<b>317</b>
<b>Sommaire de <i>Traitement biologique des eaux usées urbaines 2.</i></b>	<b>319</b>
<b>Sommaire de <i>Traitement biologique des eaux usées urbaines 3.</i></b>	<b>321</b>
<b>Sommaire de <i>Traitement biologique des eaux usées urbaines 4.</i></b>	<b>323</b>