

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1. Composition des eaux usées urbaines	5
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 ₂ (DBO ₅)	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

Chapitre 2. Opérations unitaires de traitement. 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

Chapitre 3. Estimation des charges polluantes 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

Chapitre 4. Les prétraitements 83

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

Chapitre 5. Décantation primaire 111

5.1. Principes généraux	111
5.2. Décanteur statique conique ou cylindro-conique	113
5.3. Décanteur 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 décanteur primaire	124
5.5. Conception des décanteurs primaires mécanisés	128
5.5.1. Cas du décanteur rectangulaire	128
5.5.2. Cas du décanteur 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

Chapitre 6. Traitement biologique par boues activées. 183

6.1. Généralités sur les organismes microbiens	183
6.2. Principe de fonctionnement	185
6.3. Bases théoriques du traitement aérobie	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 ralentie	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 ₂	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
Index	317
Sommaire de <i>Traitement biologique des eaux usées urbaines 2.</i> . .	319
Sommaire de <i>Traitement biologique des eaux usées urbaines 3.</i> . .	321
Sommaire de <i>Traitement biologique des eaux usées urbaines 4.</i> . .	323