

Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique

Table des matières – Préliminaire

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction des eaux usées municipales (DEUM) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/reenseignements.asp
Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Pour obtenir un exemplaire du document :

Visitez notre site Web : www.environnement.gouv.qc.ca

Dépôt légal – 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec - 2023

Liste des acronymes, sigles et abréviations

Liste des symboles

Remerciements

1. Introduction	1-1
1.1 Portée	1-1
1.2 Responsabilités	1-3
1.3 Objectifs	1-4
1.4 Cadre législatif et réglementaire	1-5
2. Scénarios et démarche de conception	2-1
2.1 Étapes de conception	2-1
2.1.1 Étude conceptuelle	2-2
2.1.2 Conception préliminaire	2-2
2.1.3 Conception détaillée (plans et devis)	2-3
2.2 État des lieux	2-4
2.3 Identification de la problématique et des besoins	2-5
2.4 Recherche de solutions	2-6
2.5 Estimation	2-7
2.6 Outils d'aide à la conception	2-8
2.6.1 Analyse de fiabilité	2-8
2.6.2 Bilan de masse	2-11
2.6.3 Modélisation	2-12
2.6.4 Conception 3D et application du concept MIB	2-13
2.7 Considérations émergentes au sujet de l'exploitation d'une station d'épuration	2-14
2.7.1 Émissions de GES	2-14
2.7.2 Réutilisation des eaux usées	2-16
2.8 Références bibliographiques	2-17

3. Débits et charges	3-6
3.1 Généralités	3-6
3.1.1 Notions et définitions	3-6
3.1.2 Catégories de stations d'épuration	3-10
3.1.3 Usages produisant des eaux usées	3-11
3.1.4 Horizons de conception	3-13
3.1.5 Prévision des besoins futurs	3-13
3.1.6 Influence du réseau d'égouts	3-15
3.2 Débits de conception	3-17
3.2.1 Analyse des débits actuels	3-17
3.2.2 Débits unitaires (futur)	3-19
3.2.3 Eaux parasites	3-25
3.2.4 Facteurs de pointe	3-26
3.3 Charges de contaminants	3-28
3.3.1 Caractéristiques des eaux usées	3-28
3.3.2 Analyse des données sur les charges et les concentrations dans les installations existantes	3-30
3.3.3 Charges unitaires de type domestique	3-31
3.3.4 Charges unitaires de type non domestique	3-35
3.3.5 Facteurs de pointe	3-37
3.3.6 Campagne de caractérisation des eaux usées	3-38
3.3.7 Évolution de la charge des eaux usées au cours du traitement	3-39
3.4 Références bibliographiques	3-40
4. Hydraulique	4-1
4.1 Profil hydraulique	4-1
4.1.1 Généralités	4-1
4.1.2 Outils de calcul	4-2
4.2 Mesure de débits	4-21

4.2.1	Éléments de mesure en canal ouvert _____	4-21
4.2.2	Mesure de débits en conduite fermée _____	4-31
4.3	Ouvrages particuliers _____	4-33
4.3.1	Bassin d'égalisation _____	4-33
4.3.2	Systèmes de répartition des eaux _____	4-35
4.3.3	Postes de relèvement _____	4-36
4.4	Éléments divers relatifs à l'hydraulique _____	4-39
4.4.1	Particularités des eaux usées _____	4-39
4.4.2	Vitesses _____	4-39
4.4.3	Agencement des conduites _____	4-40
4.4.4	Dérivations _____	4-40
4.4.5	Trop-pleins et déversoirs de protection des planchers _____	4-41
4.4.6	Profilage des changements de direction des canaux _____	4-41
4.4.7	Mélange _____	4-42
4.5	Émissaire _____	4-49
4.5.1	Généralités _____	4-49
4.5.2	Impacts sur les écosystèmes _____	4-49
4.5.3	Autres facteurs à effet environnemental _____	4-50
4.5.4	Ingénierie _____	4-52
4.6	Références bibliographiques _____	4-61
5.	Prétraitement _____	5-1
5.1	Piège à matières grasses _____	5-1
5.1.1	Localisation _____	5-1
5.1.2	Critères de conception _____	5-2
5.1.3	Aménagements _____	5-4
5.1.4	Performances épuratoires _____	5-8
5.1.5	Exploitation _____	5-8

5.2 Fosse septique	5-9
5.2.1 Capacité	5-9
5.2.2 Géométrie	5-11
5.2.3 Taux de charge hydraulique	5-12
5.2.4 Alimentation par pompage	5-13
5.2.5 Autres caractéristiques	5-13
5.2.6 Ventilation	5-15
5.2.7 Fosses septiques en série ou en parallèle	5-15
5.2.8 Performances épuratoires	5-15
5.2.9 Localisation	5-16
5.2.10 Entretien	5-17
5.2.11 Avertissement	5-17
5.3 Débourbeur	5-18
5.4 Préfiltre	5-19
5.5 Dégrillage	5-20
5.5.1 Type de dégrillage	5-20
5.5.2 Conditions de conception	5-21
5.5.3 Critères de conception	5-22
5.5.4 Performances épuratoires	5-24
5.5.5 Gestion des déchets	5-24
5.5.6 Installation	5-25
5.6 Dessablage	5-26
5.6.1 Principe de fonctionnement	5-26
5.6.2 Conditions de conception	5-26
5.6.3 Dessableurs aérés	5-26
5.6.4 Dessableurs à vortex	5-29
5.6.5 Gestion des sables	5-31

5.6.6	Performances épuratoires	5-32
5.6.7	Installation	5-33
5.7	Références bibliographiques	5-34
6.	Traitement par infiltration des eaux	6-1
6.1	Évaluation du site et du terrain naturel	6-1
6.1.1	Caractérisation du site et cartographie	6-2
6.1.2	Caractérisation du sol	6-3
6.1.3	Niveau de la nappe phréatique et gradient hydraulique	6-13
6.1.4	Remontée de la nappe	6-14
6.2	Protection des eaux souterraines et de surface	6-19
6.2.1	Épaisseur minimale de sol non saturé	6-19
6.2.2	Protection des eaux souterraines	6-20
6.2.3	Protection des eaux de surface d'une contamination en phosphore	6-22
6.3	Éléments épurateurs	6-26
6.3.1	Conditions de conception	6-26
6.3.2	Critères de conception	6-28
6.3.3	Systèmes de distribution	6-30
6.3.4	Tranchées d'infiltration	6-40
6.3.5	Lits d'infiltration	6-44
6.3.7	Tertres à sable hors sol	6-46
6.3.8	Éléments épurateurs à la surface du sol	6-51
6.3.9	Piézomètres	6-53
6.3.10	Événements	6-53
6.3.11	Installation	6-55
6.3.12	Exploitation	6-56
6.3.13	Performances épuratoires	6-57
6.4	Autres ouvrages d'épuration par infiltration dans le sol	6-59

6.4.1	Élément épurateur à superficie réduite	6-59
6.4.2	Champs de polissage	6-60
6.5	Résumé	6-63
6.6	Références bibliographiques	6-65
7.	Filtres granulaires intermittents	7-1
7.1	Conditions de conception	7-2
7.1.1	Traitement préalable	7-2
7.1.2	Débits et charges	7-2
7.1.3	Redondance	7-2
7.2	Filtres à sable intermittents enfouis	7-3
7.2.1	Milieu filtrant	7-3
7.2.2	Taux de charge hydraulique et organique	7-5
7.2.3	Superficie	7-5
7.2.4	Application des eaux usées	7-5
7.2.5	Collecte et évacuation de l'effluent	7-6
7.2.6	Résumé	7-7
7.3	Filtres granulaires intermittents à recirculation	7-8
7.3.1	Milieu filtrant	7-8
7.3.2	Taux de charge hydraulique et organique	7-10
7.3.3	Superficie	7-10
7.3.4	Recirculation, bassin de mélange, application et collecte des eaux usées	7-10
7.3.5	Résumé	7-14
7.4	Performances épuratoires	7-15
7.5	Installation	7-16
7.5.1	Localisation	7-16
7.5.2	Imperméabilité des parois	7-16
7.5.3	Installation des couches	7-16

7.5.4	Recouvrement	7-16
7.5.5	Événements	7-16
7.5.6	Piézomètres	7-17
7.5.7	Sécurité	7-17
7.6	Exploitation	7-18
7.6.1	Suivi et inspections	7-18
7.6.2	Colmatage	7-18
7.6.3	Manuel d'exploitation	7-19
7.7	Références bibliographiques	7-20
8.	Marais artificiels	8-1
8.1	Généralités	8-1
8.1.1	Descriptif de la technologie	8-1
8.1.2	Historique des installations au Québec et ailleurs	8-1
8.1.3	Plantes	8-2
8.2	Conditions de conception	8-5
8.2.1	Traitement préalable	8-5
8.2.2	Débits et charges	8-5
8.2.3	Facteurs de pointe	8-5
8.2.4	Température	8-5
8.2.5	Redondance	8-6
8.2.6	Bruit de fond	8-6
8.2.7	Évapotranspiration	8-6
8.2.8	Colmatage	8-6
8.3	Marais à écoulement vertical	8-8
8.3.1	Conditions de conception	8-9
8.3.2	Critères de conception	8-9
8.3.3	Alimentation en eaux usées	8-11

8.3.4	Collecte et évacuation de l'effluent	8-11
8.3.5	Aération	8-11
8.3.6	Terrassement et digues	8-12
8.4	Marais à écoulement horizontal sous la surface	8-13
8.4.1	Conditions de conception	8-14
8.4.2	Critères de conception	8-15
8.4.3	Milieu filtrant	8-19
8.4.4	Géométrie	8-20
8.4.5	Dispositifs d'entrée et de sortie	8-21
8.4.6	Terrassement et digues	8-21
8.5	Marais à écoulement en surface	8-23
8.5.1	Conditions de conception	8-23
8.5.2	Critères de conception	8-24
8.5.3	Hauteur d'eau	8-26
8.5.4	Géométrie	8-26
8.5.5	Dispositifs d'entrée et de sortie	8-27
8.5.6	Terrassement et digues	8-28
8.6	Autres types de marais	8-29
8.6.1	Systèmes hybrides	8-29
8.6.2	Bassins avec plantes aquatiques flottantes	8-29
8.6.3	Autres variantes	8-29
8.7	Performances épuratoires	8-31
8.7.1	Marais à écoulement vertical	8-31
8.7.2	Marais à écoulement horizontal sous la surface	8-31
8.7.3	Marais à écoulement en surface	8-33
8.7.4	Systèmes hybrides	8-33
8.8	Installation	8-35

8.8.1	Imperméabilisation _____	8-35
8.8.2	Mise en place des matériaux _____	8-35
8.8.3	Dispositifs d'entrée et de sortie _____	8-35
8.8.4	Accès au site _____	8-35
8.9	Exploitation _____	8-37
8.10	Résumé _____	8-38
8.11	Références bibliographiques _____	8-40
9.	Lagunage _____	9-1
9.1	Conditions de conception _____	9-2
9.1.1	Traitement préalable _____	9-2
9.1.2	Débits et charges _____	9-2
9.1.3	Facteur de pointe _____	9-2
9.1.4	Température _____	9-3
9.1.5	Redondance _____	9-4
9.2	Étangs aérés _____	9-5
9.2.1	Caractéristiques _____	9-5
9.2.2	Critères de conception _____	9-9
9.2.3	Aménagements et composantes _____	9-14
9.2.4	Performances épuratoires _____	9-17
9.2.5	Installation _____	9-17
9.2.6	Exploitation _____	9-21
9.2.7	Résumé _____	9-22
9.3	Étangs aérés à rétention réduite avec post-traitement _____	9-23
9.4	Étangs aérés avec traitement biologique en amont _____	9-24
9.4.1	Contexte _____	9-24
9.4.2	Critères de conception d'un premier bassin complètement mélangé _____	9-24
9.4.3	RBGS en amont d'étangs aérés _____	9-31

9.4.4 Critères de conception des étangs aérés suivant le traitement biologique	9-31
9.4.5 Aménagements et compostantes	9-36
9.4.6 Performances épuratoires	9-36
9.4.7 Installation	9-38
9.4.8 Exploitation	9-38
9.5 Étangs non aérés à vidange périodique	9-39
9.5.1 Caractéristiques	9-39
9.5.2 Critères de conception	9-39
9.5.3 Aménagements et composantes	9-40
9.5.4 Performances épuratoires	9-41
9.5.5 Installation	9-41
9.5.6 Exploitation	9-42
9.5.7 Résumé	9-43
9.6 Références bibliographiques	9-44
10. Procédés biologiques mécanisés à cultures en suspension	10-1
10.1 Principe de fonctionnement	10-1
10.2 Conditions de conception	10-3
10.2.1 Traitement préalable	10-3
10.2.2 Débits et charges	10-3
10.2.3 Température	10-4
10.2.4 Traitement subséquent	10-4
10.2.5 Filière solide	10-4
10.3 Critères de conception	10-5
10.3.1 Bilan de masse	10-5
10.3.2 Besoins en oxygène	10-25
10.3.3 Mélange	10-26
10.3.4 Recirculation et extraction des boues	10-27

10.3.5	Sélection des critères de conception selon le type de procédé	10-27
10.4	Variantes du procédé de boues activées	10-29
10.4.1	Boues activées classiques	10-29
10.4.2	Boues activées à aération prolongée	10-36
10.4.3	Boues activées à deux étapes – Procédé AB	10-37
10.4.4	Réacteur biologique séquentiel (RBS)	10-39
10.4.5	Réacteur biologique membranaire (RBM)	10-44
10.5	Performances épuratoires	10-54
10.5.1	Boues activées avec décanteur	10-54
10.5.2	Boues activées avec filtration membranaire	10-54
10.5.3	Enlèvement de l'azote total	10-55
10.6	Exploitation	10-56
10.6.1	Généralités	10-56
10.6.2	Tâches d'exploitation	10-56
10.7	Références bibliographiques	10-58
11.	Procédés biologiques mécanisés à cultures fixées et procédés hybrides	1
11.1	Principe du traitement par biofilm	2
11.2	Conditions de conception	5
11.2.1	Traitement préalable	5
11.2.2	Débits et charges	5
11.2.3	Température	5
11.2.4	Traitement subséquent	5
11.2.5	Filière solide	6
11.3	Réacteur biologique à garnissage en suspension (RBGS)	7
11.3.1	Principe de fonctionnement	7
11.3.2	Conditions de conception	8
11.3.3	Critères de conception	10

11.3.4	Aménagements et composantes	22
11.3.5	Exploitation	27
11.3.6	Résumé	28
11.4	Procédé hybride de boues activées à garnissage intégré (BAGI)	30
11.4.1	Principe de fonctionnement	30
11.4.2	Conditions de conception	31
11.4.3	Critères de conception	31
11.4.4	Aménagements et composantes	38
11.4.5	Performances épuratoires	38
11.4.6	Exploitation	39
11.4.7	Résumé	39
11.5	Réacteur biologique rotatif	40
11.5.1	Principe de fonctionnement	40
11.5.2	Conditions de conception	41
11.5.3	Critères de conception	43
11.5.4	Aménagements et composantes	48
11.5.5	Performances épuratoires	51
11.5.6	Installation	52
11.5.7	Exploitation	52
11.5.8	Résumé	53
11.6	Biofiltration	54
11.6.1	Principe de fonctionnement	54
11.6.2	Conditions de conception	55
11.6.3	Critères de conception	56
11.6.4	Aménagements et composantes	63
11.6.5	Performances épuratoires	65
11.6.6	Installation	66

11.6.7	Exploitation	66
11.6.8	Résumé	67
11.7	Exploitation	68
11.8	Références bibliographiques	69
12.	Système d'aération	12-1
12.1	Conditions de conception	12-3
12.1.1	Demande en oxygène	12-3
12.1.2	Température	12-3
12.1.3	Redondance	12-3
12.1.4	Fonction de mélange	12-4
12.2	Dimensionnement	12-5
12.2.1	Facteurs influant sur le transfert d'oxygène	12-5
12.2.2	Détermination des besoins réels en oxygène (AOR)	12-9
12.2.3	Taux de transfert d'oxygène aux conditions du procédé (OTR_F)	12-10
12.2.4	Nombre d'appareils d'aération	12-15
12.2.5	Efficacité énergétique	12-15
12.3	Équipements d'aération	12-16
12.3.1	Aérateurs mécaniques	12-16
12.3.2	Aérateurs par diffusion d'air	12-19
12.3.3	Surpresseurs	12-24
12.4	Installation	12-32
12.5	Références bibliographiques	12-33
13.	Séparation solide-liquide	13-1
13.1	Décantation primaire	13-4
13.1.1	Conditions de conception	13-4
13.1.2	Décantation primaire mécanisée	13-5
13.1.3	Décantation primaire assistée chimiquement	13-15

13.1.4	Décantation primaire lamellaire _____	13-17
13.1.5	Performances épuratoires _____	13-20
13.2	Décantation secondaire à sédimentation floculée _____	13-22
13.2.1	Conditions de conception _____	13-22
13.2.2	Critères de conception _____	13-22
13.2.3	Aménagements et composantes _____	13-28
13.2.4	Exploitation _____	13-29
13.3	Décantation secondaire à sédimentation discrète _____	13-30
13.4	Flottation à air dissous secondaire _____	13-32
13.4.1	Principe de fonctionnement _____	13-32
13.4.2	Conditions de conception _____	13-34
13.4.3	Critères de conception _____	13-34
13.4.4	Aménagements et composantes _____	13-41
13.4.5	Performances épuratoires _____	13-42
13.4.6	Installation _____	13-42
13.4.7	Exploitation _____	13-42
13.5	Filtration membranaire secondaire _____	13-44
13.6	Séparation solide-liquide tertiaire (polissage) _____	13-44
13.6.1	Postfiltration granulaire _____	13-44
13.6.2	Microtamisage (filtration sur toile) _____	13-60
13.6.3	Postfiltration membranaire _____	13-77
13.7	Décantation avec floculation lestée _____	13-87
13.7.1	Principe de fonctionnement _____	13-88
13.7.2	Conditions de conception _____	13-92
13.7.3	Critères de conception _____	13-93
13.7.4	Aménagements et compostantes _____	13-104
13.7.5	Performances épuratoires _____	13-105

13.7.6	Exploitation	13-107
13.7.7	Résumé	13-110
13.8	Références bibliographiques	13-112
14.	Nutriments	14-1
14.1	Déphosphatation	14-1
14.1.1	Fractionnement du phosphore	14-2
14.1.2	Sources et concentrations du phosphore	14-2
14.1.3	Critères de conception	14-3
14.1.4	Performances épuratoires	14-14
14.1.5	Exploitation	14-18
14.2	Enlèvement de l'azote	14-20
14.2.1	Besoins métaboliques de la biomasse hétérotrophe	14-20
14.2.2	Nitrification	14-21
14.2.3	Dénitrification	14-22
14.2.4	Procédé NP/A	14-25
14.3	Références bibliographiques	14-32
15.	Désinfection	15-1
15.1	Désinfection par rayonnement ultraviolet	15-2
15.1.1	Conditions de conception	15-2
15.1.2	Critères de conception	15-6
15.1.3	Méthodes de conception	15-7
15.1.4	Aménagements et composantes	15-13
15.1.5	Performances épuratoires	15-16
15.1.6	Exploitation	15-17
15.1.7	Résumé	15-18
15.2	Ozonation	15-19
15.2.1	Conditions de conception	15-19

15.2.2	Critères de conception _____	15-20
15.2.3	Aménagements et composantes _____	15-25
15.2.4	Performances épuratoires _____	15-32
15.2.5	Installation _____	15-32
15.2.6	Exploitation _____	15-32
15.3	Références bibliographiques _____	15-34
16.	Gestion des boues (à venir)	
17.	Dosage de produits chimiques _____	17-1
17.1	Caractéristiques des produits chimiques courants _____	17-1
17.2	Considérations relatives aux coagulants _____	17-6
17.2.1	Production de boues _____	17-6
17.2.2	Effet des sels métalliques sur l'effluent et les boues _____	17-8
17.2.3	Consommation d'alcalinité _____	17-9
17.3	Considérations relatives aux produits alcalins _____	17-11
17.3.1	Généralités relatives à l'alcalinité _____	17-11
17.3.2	Types de produits alcalins _____	17-12
17.4	Livraison et entreposage _____	17-15
17.4.1	Livraison _____	17-15
17.4.2	Entreposage _____	17-16
17.5	Injection _____	17-19
17.5.1	Conditions de conception _____	17-19
17.5.2	Automatisation du dosage _____	17-20
17.5.3	Équipements de dosage _____	17-20
17.5.4	Point d'injection et de mélange _____	17-25
17.6	Installation _____	17-29
17.6.1	Installation des réservoirs et des équipements de dosage _____	17-29
17.6.2	Compatibilité des matériaux avec les produits chimiques _____	17-29

17.7	Exploitation	17-31
17.7.1	Calibration	17-31
17.7.2	Santé et sécurité	17-31
17.8	Références bibliographiques	17-32
18.	Autres éléments d'une station d'épuration	18-1
18.1	Électricité	18-1
18.1.1	Classification des salles	18-1
18.1.2	Entrée électrique et génératrice	18-2
18.2	Ventilation	18-4
18.2.1	Principes de ventilation	18-4
18.2.2	Traitement de l'air vicié (odeurs et gaz corrosifs)	18-5
18.3	Instrumentation et contrôle	18-8
18.3.1	Types d'instrumentation et de système de contrôle	18-8
18.3.2	Types de signal	18-9
18.3.3	Types de logique de contrôle automatisé	18-10
18.3.4	Systèmes d'acquisition de données	18-11
18.3.5	Schéma de procédé et d'instrumentation (P et I)	18-12
18.3.6	Cybersécurité	18-13
18.4	Aménagements	18-15
18.4.1	Rayon de protection	18-15
18.4.2	Confinement des ouvrages	18-16
18.4.3	Clôtures	18-17
18.4.4	Accès aux ouvrages et aires de circulation	18-17
18.4.5	Bâtiments	18-18
18.4.6	Matériaux et corrosion	18-20
18.5	Équipements d'échantillonnage, de laboratoire et d'exploitation	18-24
18.5.1	Échantillonnage	18-24

18.5.2	Laboratoire	18-25
18.5.3	Atelier de mécanique	18-27
18.5.4	Équipements d'exploitation	18-27
18.6	Santé-sécurité	18-28
18.6.1	Bioaérosols	18-28
18.6.2	Bruit	18-29
18.6.3	Cadenassage	18-30
18.6.4	Protection contre les éclats d'arc électrique	18-30
18.6.5	Produits chimiques	18-30
18.6.6	Aménagements et équipements d'accès en espace clos	18-30
18.6.7	Aménagements et équipements pour l'accès aux plans d'eau	18-32
18.6.8	Équipements de protection individuelle (EPI)	18-32
18.7	Références bibliographiques	18-34



**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 