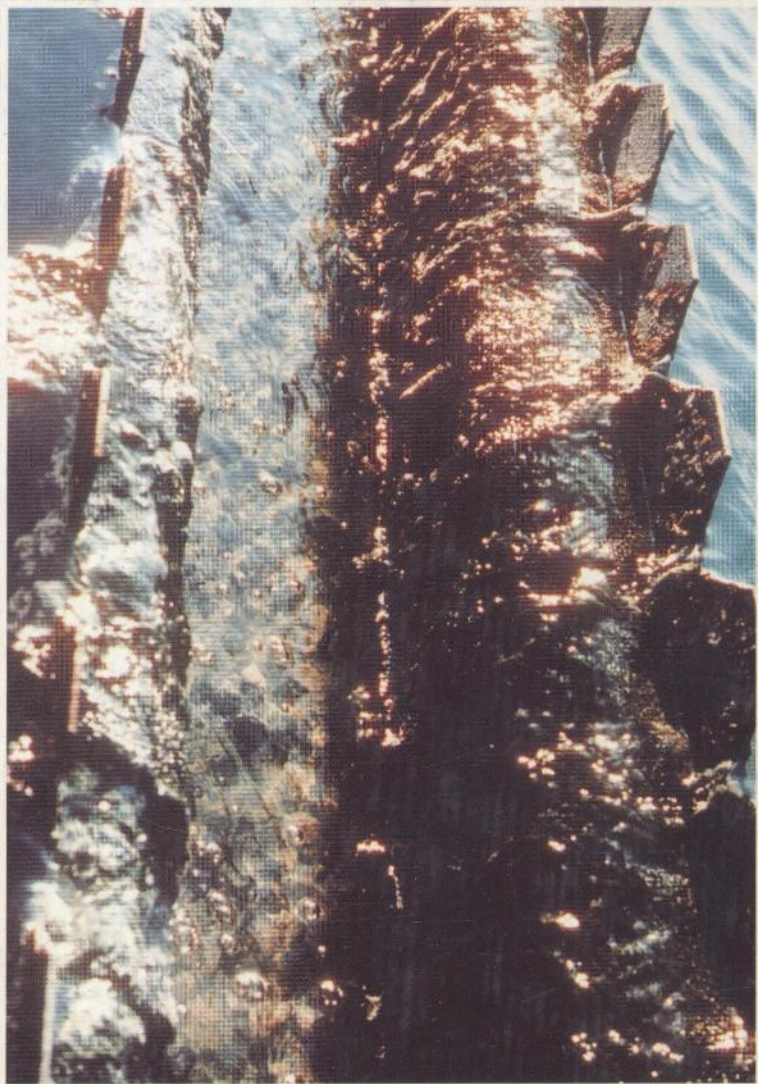


W.J. MASSCHELEIN



**PROCESSUS UNITAIRES
DU TRAITEMENT DE L'EAU POTABLE**



046802

traduit de l'américain
par H. CHEVOLET

CEBEDOC
EDITEUR

la vision
TEC
&
DOC

ECL 113

W.J. MASSCHELEIN

Préface

046802
①

PROCESSUS UNITAIRES DU TRAITEMENT DE L'EAU POTABLE



Traduit de l'anglais par
H. CHEVOLET



La publication de cet ouvrage a été encouragée
par une subvention accordée par
la Communauté Française - Service de la Langue Française

CEBEDOC
EDITEUR

2, rue Armand Stévant
B - 4000 Liège
Tél. 04/ 252 00 86
Fax 04/ 254 03 63



11, rue Lavoisier
F - 75384 Paris Cedex 08
Tél. (1) 42 65 39 95
Fax (1) 47 40 67 02

Sommaire

PRÉFACE

III

1. CRITERES POUR LA CONCEPTION DES PROCÉDÉS D'EPURATION

1

1. Critères de qualité de l'eau, normes et objectifs 1
 2. Aspects quantitatifs du traitement de l'eau 19
 3. Liste de contrôle du procédé envisagé 28
 4. Présentation du dossier d'un projet 31
- Références bibliographiques 32

2. UTILISATION DU DIOXYDE DE CHLORE

35

1. Introduction 35
 2. Désinfection de l'eau par le dioxyde de chlore 36
 3. Formation de produits secondaires par réaction du dioxyde de chlore dans l'eau 41
 4. Production de dioxyde de chlore 48
 5. Toxicité du dioxyde de chlore et des oxydes de chlore qui en résultent 67
 6. Conclusions 70
- Notations 70
- Références bibliographiques 70

3. OXYDATION PAR L'OZONE

73

1. Amélioration de la qualité de l'eau par traitement à l'ozone 73
 2. Production d'ozone 80
 3. Evaluation des besoins en ozone 97
 4. Solubilité de l'ozone dans l'eau 99
 5. Décomposition de l'ozone dans l'eau 102
 6. Transfert de l'ozone à l'eau 106
 7. Réaction des ions organiques en solution dans l'eau avec l'ozone aqueux 118
 8. Sécurité 128
- Notations 129
- Références bibliographiques 130

4. DÉSINFECTION DE L'EAU PAR ULTRAVIOLETS

135

1. Conditions élémentaires de l'action 135
 2. Caractéristiques des sources disponibles d'UV 139
 3. Conception des réacteurs à Ultraviolets 153
 4. Equipement disponible sur le marché européen (1991) 171
 5. Fonctionnement, entretien et coûts 175
 6. Conclusion 177
- Unités et symboles relatifs à la désinfection par UV 178
- Références bibliographiques 179

V

5. LA COAGULATION	181
1. Introduction	181
2. Stabilité des systèmes colloïdaux dans l'eau	185
3. Réactions électrolytiques des coagulants	196
4. Perspectives de la coagulation	206
Symboles et unités en rapport à la coagulation	207
Références bibliographiques	208
6. UTILISATION DES FLOCCULANTS ALUMINIQUES POLYMÉRISÉS	209
1. Produits existants	209
2. Estimation de l'efficacité par les <i>jar tests</i>	211
3. Expériences de mise en œuvre à la station de Tailfer (Bruxelles)	216
4. Coûts	220
5. Conclusions et recommandations	220
Références bibliographiques	220
7. FLOCCULATION	223
1. Introduction	223
2. Processus de flocculation	223
3. Paramètres de la flocculation	228
4. Recommandations pour la flocculation	233
Unités et symboles relatifs au processus de la flocculation	234
Références bibliographiques	235
8. LA SILICE ACTIVÉE COMME ADJUVANT DE FLOCCULATION	237
1. Introduction	237
2. Utilisation de la silice activée	237
3. Réactifs	240
4. Préparation en laboratoire et à échelle réduite de sols de silice activée	246
5. Technicité des équipements et leur mise en œuvre en fonction des tests de laboratoire	248
6. Fabrication de la silice activée dans la pratique du traitement	252
7. Mécanisme d'action de la silice activée	261
8. Conclusions	262
Références bibliographiques	263
9. LES PROCESSUS COMBINÉS COAGULATION-FLOCCULATION-DÉCANTATION	265
1. Contexte historique	265
2. Clarificateurs à contact avec des matières en suspension	266
3. Concepts avancés applicables aux clarificateurs à contact avec des matières en suspension	272
Unités et symboles relatifs aux procédés combinés de coagulation-flocculation-décantation	285
Références bibliographiques	286

10. DÉCANTATION LAMELLAIRE ET TUBULAIRE	287
1. Introduction	287
2. Fabrication des lamelles	287
3. Flux entre lamelles	288
4. Angle d'inclinaison	292
5. Le procédé Oxidator	301
6. Le séparateur à canaux et ailettes	302
7. Entretien des modules	302
8. Résumé	303
Références bibliographiques	303
11. MÉTHODES POUR LE CONTROLE DES PROCESSUS UNITAIRES	305
1. Introduction	305
2. Contrôle automatisé de la qualité de l'eau	305
3. Tests particuliers	318
4. Méthodes pour l'évaluation des boues	333
Symboles et unités en rapport aux méthodes de contrôle	342
Références bibliographiques	343
12. ADSORPTION	345
1. Introduction	345
2. Le charbon actif	346
3. Utilisation du charbon actif en poudre	356
4. Filtration sur charbon actif granulaire	361
5. Régénération du charbon granulaire	376
6. Utilisation du charbon actif pour la déchloration	384
7. Amélioration de la qualité de l'eau grâce au charbon actif	386
8. Coûts	387
Unités et symboles relatifs à l'adsorption	388
Références bibliographiques	389
13. CROISSANCE ET MORTALITÉ MICROBIENNES – Principes d'application	391
1. Introduction	391
2. Croissance et mort	391
3. Courbes de croissance	393
4. Les phénomènes du déclin bactérien	412
Unités et symboles relatifs à la croissance et à la mortalité microbiennes	422
Références bibliographiques	424
14. POUDRES DE FILTRATION ET TERRES À DIATOMÉES	425
1. Introduction	425
2. Poudres et filtration sur poudres	425
3. Objectifs de qualité pour la filtration sur terres à diatomées	429
4. Nature, composition et caractéristiques de la diatomite	430
5. Mise en œuvre de la filtration sur diatomées	438
6. Recommandations pour la conception de la filtration sur diatomées et autres poudres	441

7.	Paramètres de mise en œuvre	443
8.	Estimation des coûts	450
9.	Conclusions et conseils	452
	Unités et symboles relatifs aux poudres de filtration et aux terres à diatomées	453
	Références bibliographiques	453
15.	ADOUCCISSEMENT ET MINÉRALISATION	455
1.	Définitions	455
2.	Importance de la minéralisation de l'eau potable	455
3.	Avantages potentiels de l'adoucissement	456
4.	Les équilibres du carbonate de calcium	457
5.	Evaluation de l'agressivité envers le carbonate de calcium	462
6.	Adoucissement chimique	468
7.	Bénéfices accessoires de l'adoucissement chimique	478
8.	Traitement de l'eau par échanges ioniques	481
9.	Minéralisation et stabilisation de l'eau	497
	Unités et symboles relatifs à l'adoucissement et à la minéralisation	503
	Références bibliographiques	503
16.	TRAITEMENT DES BOUES FLOCCULÉES PAR L'ALUMINIUM	505
1.	Composition des boues et quantités	505
2.	Traitement des boues	508
3.	Optimisation des procédés préliminaires d'épaississement et de chaulage des boues	517
4.	Recyclage du coagulant aluminique	523
	Unités et symboles relatifs au traitement des boues	533
	Références bibliographiques	533
17.	TECHNIQUES DE MÉLANGE DANS LE TRAITEMENT DES EAUX	535
1.	Introduction	535
2.	Caractérisation du mélange en traitement de l'eau : le gradient de vitesse	535
3.	Les différents mélanges mis en œuvre en traitement de l'eau	536
4.	Technique de la mise en œuvre du mélange	541
	Unités et symboles relatifs au mélange	564
	Références bibliographiques	565
18.	LE SABLE DE FILTRATION, CRITERES ET MODE D'ACTION	567
1.	Introduction	567
2.	Filtration	567
3.	Sable et gravier d'isolation dans les puits de captage	568
4.	Caractéristiques essentielles des sables de filtration	568
5.	Critères de pureté des sables de filtration	570
6.	Régénération des filtres	570
7.	Distribution granulométrique du sable dans les filtres rapides	572
8.	Aspects dimensionnels du substrat filtrant	575
9.	Principes de Mise en œuvre du sable de filtration	579

10. Flocculation-filtration	586
11. Envasement des filtres à sable	590
12. Filtration lente	592
13. Filtration rapide	595
14. Conclusions	602
Unités et symboles relatifs à la filtration sur sable	602
Références bibliographiques	604
19. LES RÉACTIFS UTILISÉS EN TRAITEMENT DE L'EAU	605
1. Introduction	605
2. Origine des contaminants	605
3. Utilisation des réactifs classiques	606
4. Acceptabilité de nouveaux réactifs	610
5. Emballage et identification des réactifs	611
6. Normes existantes	611
7. Modes d'incorporation des réactifs	614
8. Catégories des particules solides	614
9. Masse spécifique des poudres	615
10. Effets de l'hygroscopicité des réactifs	616
11. Types d'alimentateurs en réactifs solides	616
12. Liste de contrôle pour la protection envers les risques associés aux réactifs	619
13. Données techniques relatives aux réactifs utilisés en traitement de l'eau	620
14. Additifs agréés par l'E.P.A. pour le traitement de l'eau potable	670
15. Additifs autorisés au Royaume-Uni	678
INDEX	683

Le livre

Nouveau et capital, ce livre de **référence** et d'**étude** fournit à la fois des informations fondamentales sur la théorie des principaux processus du traitement de l'eau potable et des exemples pratiques de situations réelles. Cette intégration est émaillée de recommandations pour la conception des processus unitaires à mettre en œuvre dans les stations de traitement de l'eau.

En détaillant chacun des processus et en offrant des conseils pour la conduite d'une station, **Les Processus Unitaires du Traitement de l'Eau Potable** examine les critères de qualité de l'eau, les normes et les objectifs, ... les aspects quantitatifs du traitement de l'eau, ... les processus de désinfection par ozone, dioxyde de chlore et les ultraviolets, ... les processus de coagulation, floculation et clarification, ... la sédimentation, l'adsorption et la filtration, ... la croissance et la dégénérescence bactérienne, ... les méthodes d'évaluation et les pannes de la station, ... et beaucoup d'autres choses encore !

Avec plus de 800 citations bibliographiques et figures, **Les Processus Unitaires du Traitement de l'Eau Potable** est un **ouvrage de référence** pratique pour les ingénieurs chimistes, les ingénieurs de projet, de l'environnement ou du contrôle de la pollution, pour les éco-conseillers, pour les spécialistes du traitement et du contrôle de la qualité de l'eau, pour les opérateurs de station d'épuration.

Il est aussi un **manuel d'étude** inestimable pour les étudiants du second cycle, pour les étudiants du troisième cycle en génie sanitaire et pour ceux qui sont en formation au traitement de l'eau et au contrôle de qualité de l'eau.

L'auteur

WILLY J. MASSCHELEIN, actuellement Expert en Traitement des Eaux, était auparavant Directeur des Laboratoires et Services Techniques de la *Compagnie Intercommunale Bruxelloise des Eaux*. Editeur de trois livres et auteur de plus de 120 articles professionnels sur le traitement de l'eau, il est aussi Président sortant de l'*International Ozone Association*, Président du Comité belge de l'*International Association Water Quality*, membre de toutes les organisations internationales majeures qui concernent l'eau potable, y compris l'*American Waterworks Association*. Il est également Administrateur depuis de longues années du *Centre Belge d'Etude et de Documentation de l'Eau (CEBEDEAU)*. Le Dr Masschelein a reçu le titre de Licencié en Sciences chimiques (1958) et celui de Docteur en Sciences naturelles (1961) à l'Université Libre de Bruxelles.

Le traducteur

Hervé Chevolet est diplômé Ingénieur en Sciences agronomiques - Spécialisation en Sciences du Sol. Il a obtenu également une maîtrise en Génie sanitaire avec comme spécialisation l'Épuration des Eaux. Ayant travaillé dans différentes sociétés en tant qu'ingénieur de recherche dans le domaine du traitement des eaux, il est actuellement traducteur indépendant.

Chez le même éditeur

- **Métriologie des eaux résiduaires.** O. Thomas
- **L'épuration biologique des eaux résiduaires. Théorie et Technologie des réacteurs.** F. Edeline.
- **L'épuration physico-chimique des eaux. Théorie et Technologie.** F. Edeline.
- **Introduction à l'étude des eaux douces. Eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Qualité et Santé.** J. Bontoux.

La publication de cet ouvrage a été encouragée par une subvention accordée par la Communauté Française - Service de la Langue Française.

ISBN 2-87080-034-7