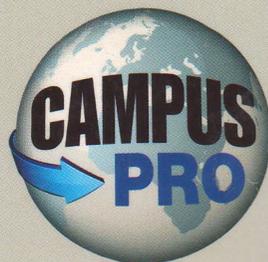


Bernard Legube



PRODUCTION D'EAU POTABLE

Filières et procédés de traitement



DUNOD

Table des matières

Préface	III
---------	-----

A

La production d'eau potable et les filières de traitement

Chapitre 1 : L'eau potable en France	3
1.1 Préambule	3
1.2 Les besoins en eau potable	5
Chapitre 2 : La réglementation	9
2.1 Les fondations et les objectifs de la réglementation	9
2.2 Les principes de la réglementation actuelle	10
2.3 Les exigences de qualité	10
2.4 Le contrôle des résultats	13
2.5 Informer les consommateurs	14
2.6 La gestion de crise	14
Chapitre 3 : Comment définir une filière ?	15
3.1 Les principaux critères de choix	15
3.2 Les difficultés techniques rencontrées	15
3.3 Les exigences du consommateur	16
3.4 Quelles étapes de traitement peut inclure une filière ?	17
3.5 Comment définir la meilleure filière ?	18
3.6 La réhabilitation de filière	18
3.7 Lutter contre les « non-conformités »	19

Chapitre 4 : Les filières de traitement	21
4.1 Les filières pour eaux souterraines profondes	21
4.2 Les filières pour eaux de surface	25
Chapitre 5 : Les tests optimisant le choix de la filière	35
5.1 Les principaux tests pour eaux profondes	35
5.2 Les essais de traitabilité d'une eau de surface	36
Chapitre 6 : L'évaluation des risques	39
6.1 Le risque sanitaire	39
6.2 L'évaluation du risque	41
6.3 L'impact des changements climatiques	42
Sources et supports	45
Ouvrages	45
Autres supports	45
Principaux articles et textes de conférences (en langue française)	45
B	
<hr/>	
La clarification	
Chapitre 7 : Notions théoriques de base sur la clarification	49
7.1 Problématique et objectifs	49
7.2 Notions de coagulation/floculation	50
7.3 Notions de clarification par voie gravitaire	53
7.4 Notions de filtration	61
Chapitre 8 : Paramètres à contrôler en clarification	67
8.1 Contrôles physico-chimiques communs à toute opération de clarification	67
8.2 Contrôles spécifiques	68
Chapitre 9 : Coagulation et floculation	73
9.1 Réactifs	73
9.2 Réacteurs	76

9.3 Conditions d'une bonne coagulation/floculation	78
9.4 Comment maîtriser les dysfonctionnements ?	86
Chapitre 10 : Décantation	89
10.1 Décanteurs	89
10.2 Les essais en vue d'optimiser la décantation	98
10.3 Performances à attendre	101
Chapitre 11 : Flottation	105
11.1 Flottateurs	105
11.2 Les essais en vue d'optimiser la flottation	109
11.3 Quelques performances	111
Chapitre 12 : Filtration en profondeur	113
12.1 Mode de filtration en profondeur	113
12.2 Différents types de filtres en profondeur	114
12.3 Matériaux granulaires	119
12.4 Paramètres de dimensionnement de la filtration en profondeur	120
12.5 Les essais en vue d'optimiser la filtration en profondeur	121
12.6 Les performances à attendre	124
12.7 Les dysfonctionnements courants	127
12.8 La gestion des eaux de lavage	128
Chapitre 13 : Filtration membranaire	131
13.1 Quelles membranes, quels modules et mode d'alimentation pour la clarification ?	132
13.2 Comment optimiser la clarification membranaire ?	135
13.3 Quels contrôles sur les membranes ?	137
13.4 Les performances à attendre	139
Sources et supports	143
Ouvrages	143
Autres supports	143
Principaux articles et textes de conférences (en langue française)	144

C

La désinfection

Chapitre 14 : Notions théoriques de base sur la désinfection	151
14.1 Problématique et objectifs de la désinfection	151
14.2 Relations dose/effet en désinfection	153
14.3 La physico-chimie (de base) des désinfectants	158
14.4 Les sous-produits de désinfection (SPD) connus	165
Chapitre 15 : Paramètres à contrôler en désinfection	173
15.1 Qualité microbiologique de l'eau	173
15.2 Qualité physico-chimique de l'eau	175
15.3 Paramètres de dimensionnement	177
Chapitre 16 : Élimination par clarification	179
16.1 Performances de la clarification conventionnelle sur l'élimination des bactéries	179
16.2 Performances de la clarification conventionnelle sur l'élimination des virus	180
16.3 Performances de la clarification conventionnelle sur l'élimination des protozoaires pathogènes	181
16.4 Performances de la clarification conventionnelle sur l'élimination des algues	181
16.5 Performances de la filtration directe	182
16.6 Contamination des filtres	182
16.7 Performances de la clarification par techniques membranaires	182
Chapitre 17 : Désinfection par le chlore libre	183
17.1 Réactifs	183
17.2 Réacteurs de chloration	186
17.3 Conditions d'une bonne chloration en production	186
17.4 Chloration en réseau	191
17.5 Comment maîtriser le risque de formation de sous-produits de chloration (THM, AHA et autres) ?	196

Chapitre 18 : Désinfection au dioxyde de chlore	199
18.1 Réactifs	199
18.2 Réacteurs	200
18.3 Conditions d'une bonne désinfection en production	201
18.4 Évolution en réseau de distribution	203
Chapitre 19 : Désinfection par l'ozone	205
19.1 Réactifs	205
19.2 Réacteurs d'ozonation	207
19.3 Conditions d'une bonne désinfection par l'ozone	209
19.4 Comment maîtriser le risque de formation de bromates ?	212
Chapitre 20 : Désinfection UV	215
20.1 Génération de rayons UV (lampes UV)	215
20.2 Réacteurs	216
20.3 Conditions d'une bonne désinfection UV	217
20.4 Comment maîtriser les risques ?	221
Sources et supports	223
Ouvrages	223
Autres supports	223
Principaux articles et textes de conférences (en langue française)	223

D

Les traitements de finition (ou d'affinage)

Chapitre 21 : Problématique et objectifs des traitements de finition	229
Chapitre 22 : Mise à l'équilibre	233
22.1 L'équilibre calco-carbonique des eaux	233
22.2 Les paramètres, caractères calco-carboniques et indices à mesurer	236
22.3 Les traitements	242

Chapitre 23 : Affinage par charbon actif	263
23.1 L'adsorption : une réaction équilibrée et non instantanée	263
23.2 Le matériau charbon actif	268
23.3 Les objectifs recherchés et le choix du charbon	271
23.4 La filtration sur charbon actif en grains (CAG)	273
23.5 Les traitements de finition avec charbon actif en poudre (CAP)	278
Chapitre 24 : Place et rôle de l'ozonation	287
24.1 Préambule	287
24.2 Rôle de l'inter-ozonation et résultats attendus	288
24.3 La pré-ozonation est-elle justifiée ?	291
Chapitre 25 : Nanofiltration	293
25.1 Le procédé de nanofiltration (NF)	293
25.3 Les performances	295
25.4 La nécessité de post-traitements	295
25.5 La nanofiltration en tête de filière ?	295
Sources et supports	297
Ouvrages	297
Autres supports	297
Principaux articles et textes de conférences (en langue française)	297
E	
<hr/>	
Comment satisfaire aux paramètres de qualité ?	
Chapitre 26 : Paramètres microbiologiques	303
26.1 Les bactéries indicatrices de contamination et d'efficacité de traitement ou « germes tests » (limites et références de qualité)	303
26.2 Les autres micro-organismes	306
Chapitre 27 : Paramètres chimiques	311
27.1 Acides haloacétiques (AHA)	311
27.2 Acrylamide	313
27.3 Aluminium total	314

27.4 Ammonium ou azote ammoniacal	316
27.5 Antimoine	319
27.6 Arsenic	320
27.7 Baryum	324
27.8 Benzène	326
27.9 Benzo(a)pyrène et HAP	327
27.10 Bisphénol A et autres perturbateurs endocriniens	328
27.11 Bore (borates)	331
27.12 Bromates	331
27.13 Cadmium	333
27.14 Carbone organique total (COT / COP / COD / CODB)	334
27.15 Chlorates	337
27.16 Chlore libre et chlore total	338
27.17 Chlorites	339
27.18 Chlorures	340
27.19 Chlorure de vinyle (CVM)	341
27.20 Chrome	342
27.21 Conductivité	343
27.22 Couleur	344
27.23 Cuivre	345
27.24 Cyanures totaux	346
27.25 1,2-dichloroéthane	347
27.26 Épichlorhydrine	348
27.27 Équilibre calco-carbonique	348
27.28 Fer total	350
27.29 Fluorures	354
27.30 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	355
27.31 Manganèse	356
27.32 Médicaments et résidus pharmaceutiques	360
27.33 Mercure total	362
27.34 Microcystine totale	363
27.35 N-nitrosodiméthylamine (NDMA)	365
27.36 Nickel	366
27.37 Nitrates	367
27.38 Nitrites	375
27.39 Odeur et saveur	376

27.40 Oxydabilité au permanganate de potassium	378
27.41 Perchlorates	378
27.42 Pesticides	379
27.43 pH ou potentiel hydrogène	382
27.44 Plomb	385
27.45 Radioactivité – Dose totale indicative	387
27.46 Radon	388
27.47 Sélénium	388
27.48 Sodium	389
27.49 Sulfates	390
27.50 Température	390
27.51 Tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	392
27.52 Trihalométhanés (THM)	393
27.53 Tritium	395
27.54 Turbidité	396
Sources et supports	399
Ouvrages	399
Autres supports	399
Principaux articles et textes de conférences (en langue française)	399
Index	409

F

Mémento

Sur le Web



Symboles et unités

Mémento relatif aux filières de traitement

- A.1 Les prélèvements d'eau douce en France
- A.2 Sur la réglementation actuelle
- A.3 Relations entre les procédés de traitement et l'élimination des paramètres chimiques

Mémento relatif à la clarification

- B.1 Charge primaire et double couche
- B.2 Évaluation de la charge des colloïdes
- B.3 Cinétique de floculation
- B.4 Moyens de coagulation/floculation
- B.5 Diagrammes de solubilité de $Al^{(III)}$ et $Fe^{(III)}$
- B.6 Diminution du pH et du TAC lors de la coagulation par $Al^{(III)}$ ou $Fe^{(III)}$
- B.7 Optimisation de l'élimination de la matière organique dissoute par coagulation
- B.8 Coagulation/floculation par les polymères
- B.9 Polymères de synthèse en floculation
- B.10 Calcul du gradient de vitesse en coagulation/floculation
- B.11 Calcul de la vitesse limite de sédimentation et de flottation
- B.12 Expérimentation de décantation (ou de flottation)
- B.13 Concept du bassin idéal de HAZEN
- B.14 Concept de la décantation lamellaire
- B.15 Concept de la décantation à contact de boues
- B.16 Génération de microbulles en flottation à air dissous
- B.17 Différents flottateurs
- B.18 Caractéristiques des matériaux et lits filtrants
- B.19 Contrôles d'un matériau granulaire pour la filtration en profondeur
- B.20 Rétention des particules dans un lit filtrant
- B.21 Hydraulique d'un lit filtrant
- B.22 Effet des paramètres de dimensionnement sur le fonctionnement des filtres (en profondeur) rapides
- B.23 Suivi du fonctionnement d'un filtre en profondeur
- B.24 Régulation hydraulique des filtres (en profondeur) gravitaires rapides par siphon répartiteur (ou équivalent)
- B.25 Matériaux constitutifs des membranes de clarification
- B.26 Principales caractéristiques des membranes de clarification
- B.27 Contrôles et tests sur les membranes et modules
- B.28 Généralités sur les membranes et les modules
- B.29 Rétention des particules par une membrane
- B.30 Transfert hydraulique et loi de base en filtration membranaire
- B.31 Colmatage des membranes de clarification
- B.32 Rétro lavage et nettoyage des membranes

Mémento relatif à la désinfection

- C.1 Réaction de base ou modèle de CHICK-WATSON
- C.2 Quelques valeurs de « C.t »
- C.3 Bases physico-chimiques des désinfectants
- C.4 Réactions des désinfectants chimiques avec les composés minéraux
- C.5 Réactions des désinfectants chimiques avec les composés organiques
- C.6 Rôle des bromures lors de la désinfection chimique
- C.7 Les sous-produits connus de désinfection
- C.8 La matière organique dissoute (MOD), précurseur de THM et autres SPD
- C.9 Quelques modèles d'évaluation du risque de formation des sous-produits de désinfection
- C.10 Demande en chlore de type « break-point »
- C.11 Production et transfert d'ozone
- C.12 Les radiations UV
- C.13 Exemple de calcul (simple) de débit en réacteur UV
- C.14 Exemples de performances en désinfection UV

Mémento relatif aux traitements de finition

- D.1 Les constantes d'équilibre standards et apparentes mettant en jeu les éléments fondamentaux
- D.2 Équilibre calco-carbonique des eaux
- D.3 Méthode de LEGRAND ET POIRIER
- D.4 Notions théoriques de solubilité
- D.5 Échangeurs de cations pour adoucissement
- D.6 Équilibre d'adsorption
- D.7 Adsorption du COD sur charbon actif
- D.8 Cinétique d'adsorption
- D.9 Quelques valeurs de capacités dynamiques triazines / CAG

Mémento relatif aux paramètres de qualité

- E.1 Relations de base entre constantes d'équilibre et les concentrations des espèces en équilibre
- E.2 Principaux équilibres connus, par paramètre de qualité concerné
- E.3 Données sur les résidus pharmaceutiques

ÉLECTRONIQUE

ÉNERGIES

FROID ET GÉNIE
CLIMATIQUEGESTION
INDUSTRIELLE

ENVIRONNEMENT

MÉCANIQUE
ET MATÉRIAUXÉLECTRO-
TECHNIQUEAUTOMATIQUE
ET RÉSEAUX

PRODUCTION D'EAU POTABLE

Filières et procédés de traitement

Une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre de paramètres réglementés (qualité organoleptique, paramètres physico-chimiques, substances indésirables ou toxiques, paramètres microbiologiques) la rendant propre à la consommation humaine. L'alimentation en eau potable de qualité est une obligation.

Cet ouvrage décrit les différents procédés de traitement des eaux : les procédés conventionnels de clarification (coagulation/floculation, décantation, flottation, filtration), les procédés conventionnels de finition ou d'affinage et les principaux procédés avancés ou spécifiques. En plus des aspects techniques de dimensionnement, d'exploitation et de suivi des usines, ce livre développe les performances à attendre et la maîtrise des dysfonctionnements, notamment pour lutter contre les non-conformités.

Cet ouvrage est destiné aux techniciens et ingénieurs chargés de la production et du contrôle sanitaire, ainsi qu'aux bureaux d'études spécialisés.

Bernard Legube

Professeur et chercheur à l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers et à l'Université de Poitiers, l'auteur a réalisé plusieurs audits sur des usines d'eau potable et a participé à de nombreuses études sur la qualité et la production de l'eau potable. Il a coordonné la 9^e édition de *L'analyse de l'eau*. Il préside le Conseil scientifique de l'Agence de l'eau Adour-Garonne.

Retrouvez en ligne

Un mémento, également utile aux étudiants, enseignants et chercheurs, dans lequel les aspects théoriques sont développés.



POINTS FORTS

- ✓ Procédés conventionnels et avancés
- ✓ Performances à attendre
- ✓ Maîtrise des dysfonctionnements
- ✓ Gestion des non-conformités

CONTENU DE L'OUVRAGE

- La production d'eau potable et les filières de traitement
- La clarification
- La désinfection
- Les traitements de finition (ou d'affinage)
- Comment satisfaire aux paramètres de qualité ?



9 782100 726240

6433485

ISBN 978-2-10-072624-0

Les actus



du savoir

