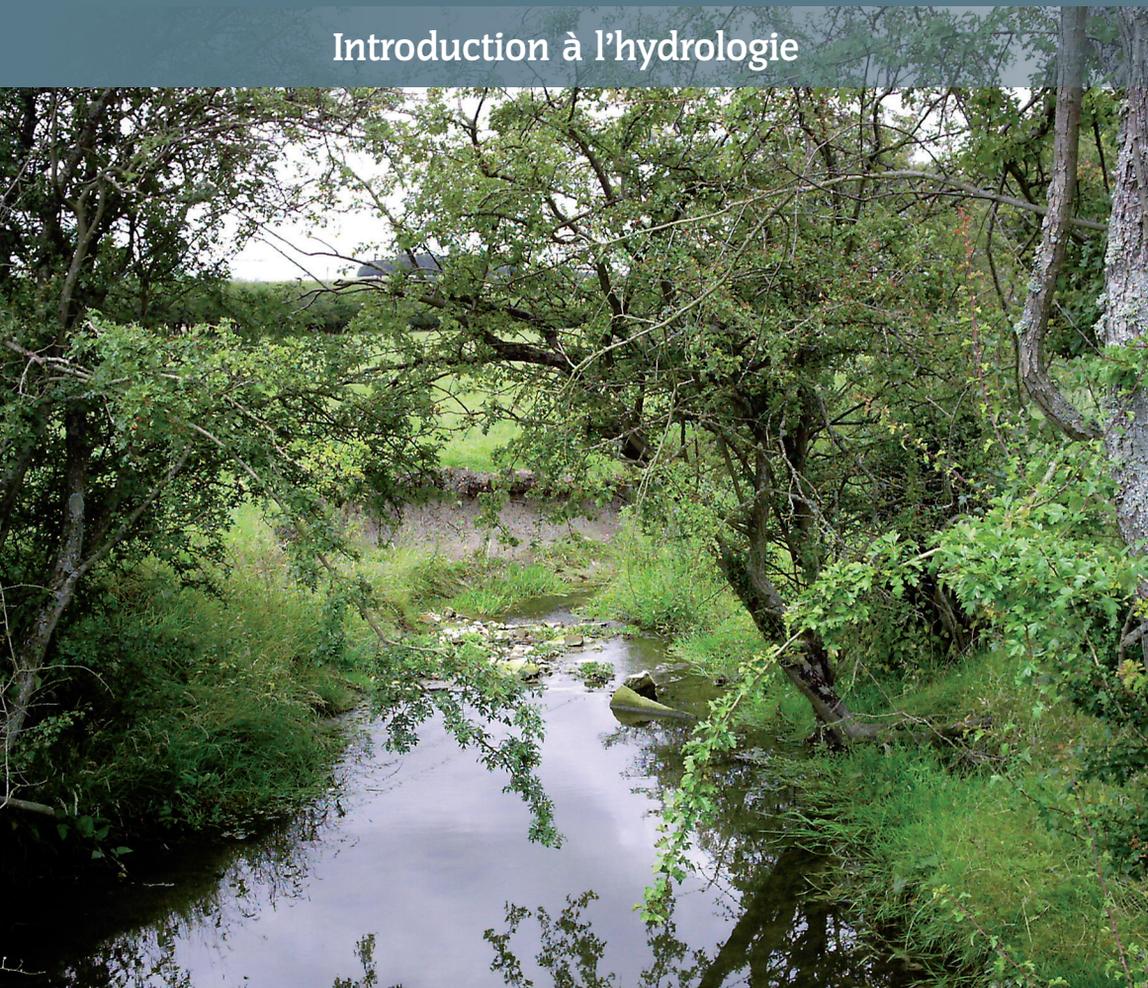


3^e ÉDITION

Eau, environnement et santé publique

Introduction à l'hydrologie



Roland Vilaginès

Editions
TEC
& **DOC**

Lavoisier

Eau, environnement et santé publique

Introduction à l'hydrologie

3^e édition

Eau, environnement et santé publique

Introduction à l'hydrologie

3^e édition

Roland Vilaginès

professeur honoraire, faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques
(université René-Descartes – Paris V)

Ancien chef de service du Centre de recherche et de contrôle des eaux
de la Ville de Paris

membre honoraire de l'Académie nationale de pharmacie
membre correspondant de l'Académie nationale de médecine



11, rue Lavoisier
75008 Paris

Chez le même éditeur

La protection des eaux souterraines
Législation européenne et avancées scientifiques
P. Quevauviller, 2010

Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux
Réglementation, micro-organismes, prélèvements, analyses
C. Delarras, B. Trébaol, J. Durand, 2^e éd. 2010

Modélisation du devenir des composés organiques dans les aquifères
O. Attéia, 2010

Traité d'hydraulique environnementale
De la goutte de pluie jusqu'à la mer
J.-M. Tanguy (Sous la direction de.), 2009

Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire
C. Delarras, 2007

Métrologie en chimie de l'environnement
P. Quevauviller, 2^e édition, 2006

Diagnostic, aménagement et gestion des rivières –
Hydraulique et morphologie fluviales appliquées
G. Degoutte, 2006



© LAVOISIER, 2010

ISBN : 978-2-7430-1294-6 (3^e édition, 2010)

ISBN : 2-7430-0604-8 (2^e édition, 2003)

ISBN : 2-7430-0420-7 (1^{re} édition, 2000)

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code pénal art. 425).

Table des matières

Avant-propos	XI
---------------------------	----

Chapitre 1

L'eau dans la nature

1. Répartition de l'eau sur la Terre	1
1.1. La Terre	1
1.2. Cycle externe de l'eau	5
1.3. Cycle interne de l'eau	5
2. Eau atmosphérique	6
3. Eaux superficielles	7
3.1. Précipitations et sol	7
3.2. Fleuves et rivières	10
3.3. Réserves d'eaux superficielles	11
3.3.1. Étangs et lacs	11
3.3.2. Barrages-réservoirs	12
4. Eaux souterraines	17
4.1. Pénétration de l'eau dans le sol	17
4.1.1. Perméabilité en petit	17
4.1.2. Perméabilité en grand	17
4.2. Principaux gîtes aquifères du sous-sol	18
4.3. État et devenir des eaux souterraines	20
4.3.1. Nappes libres	20
4.3.1.1. Nappe phréatique	20
4.3.1.2. Nappe alluviale	21
4.3.2. Nappes captives	23
4.3.2.1. Structure de l'Albien	24
4.3.2.2. Exploitation de l'Albien	25
4.3.3. Exutoires	25

4.3.3.1.	Exutoires des terrains perméables en petit.	26
4.3.3.2.	Exutoires des terrains perméables en grand.	27
4.3.3.3.	Exutoires par fractures	28
5.	Adductions d'eau.	28
5.1.	Périmètres de protection	29
5.1.1.	Principes fondamentaux de la détermination	29
5.1.2.	Interventions du géologue.	29
5.1.3.	Servitudes à mettre en œuvre	30
5.1.3.1.	Cas des aqueducs à plan d'eau libre	31
5.1.3.2.	Cas des barrages-réservoirs	32
5.2.	Captage des eaux souterraines	33
5.2.1.	Sources.	33
5.2.2.	Captage par galerie	34
5.2.3.	Captage par drains	34
5.2.4.	Captage par puits	35
5.2.4.1.	Puits individuels.	35
5.2.4.2.	Puits collectifs	35
5.3.	Eaux conditionnées.	36
5.3.1.	Législation des eaux conditionnées.	36
5.3.2.	Les différentes eaux conditionnées.	37
5.3.2.1.	Eaux minérales naturelles conditionnées	37
5.3.2.2.	Eaux de source conditionnées	41
5.3.2.3.	Eaux rendues potables par traitements et conditionnées	43
5.3.3.	Conditionnement des eaux conditionnées	43
5.3.3.1.	Historique	43
5.3.3.2.	Réglementation.	44
5.3.3.3.	Matériaux.	45
5.3.4.	Contrôle des eaux conditionnées.	46
5.4.	Captage des eaux superficielles.	47
5.5.	Méthodes de prélèvement pour analyse	47
5.5.1.	Difficultés rencontrées lors du prélèvement.	47
5.5.2.	Changements survenant dans l'échantillon lui-même.	47
5.6.	Bilan général de l'eau en France	48

Chapitre 2

Gestion des eaux

1.	Agences de l'eau	51
1.1.	Structure	52
1.1.1.	Comité de bassin	52
1.1.2.	Commissions territoriales	53
1.1.3.	Conseil d'administration.	53
1.1.4.	Exécutif	53

1.2. Rôle	54
1.3. Ressources financières	54
1.4. Prix de l'eau	55
2. Schémas directeurs de la gestion des eaux (SDAGE) – Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)	55
3. Gestion des services d'eau et d'assainissement	57
3.1. Les différents modes de gestion	57
3.1.1. Gestion directe	57
3.1.1.1. Régie simple	58
3.1.1.2. Régie dotée de la seule autonomie financière	58
3.1.1.3. Régie dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière	58
3.1.1.4. Conclusion	58
3.1.2. Gestion indirecte ou déléguée	58
3.1.2.1. Concession	58
3.1.2.2. Affermage	59
3.1.2.3. Régie intéressée	59
3.1.2.4. Gérance	59
3.2. Encadrement législatif et transparence	59

Chapitre 3

Traitement des eaux et santé publique

1. Eau et santé publique	61
1.1. Maladies d'origine hydrique	61
1.1.1. Maladies d'origine bactérienne	61
1.1.1.1. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	61
1.1.1.2. Choléra	62
1.1.1.3. Légionelles	65
1.1.1.4. Gastroentérites aiguës et diarrhées	67
1.1.2. Maladies d'origine parasitaire	70
1.1.2.1. Protozoaires	70
1.1.2.2. Virus	72
1.1.3. Voyages	77
1.2. Problèmes biologiques et sanitaires en relation avec la constitution des eaux	77
1.2.1. Problèmes relatifs à la charge minérale des eaux	77
1.2.1.1. Salinité globale	77
1.2.1.2. Dérivés phosphorés (phosphates, polyphosphates)	80
1.2.1.3. Éléments indésirables	80
1.2.1.4. Éléments ambivalents	81
1.2.1.5. Éléments minéraux toxiques	83
1.2.2. Problèmes relatifs à la pollution organique et organominérale des eaux	88

1.2.2.1.	Molécules indésirables	88
1.2.2.2.	Molécules toxiques et/ou rémanentes	89
1.2.3.	Conclusion	102
2.	Usages et traitement des eaux	103
2.1.	Usages de l'eau	103
2.1.1.	Usages de l'eau par l'industrie	103
2.1.2.	Usages domestiques des eaux	103
2.2.	Micro-pollution des eaux	104
2.2.1.	Pollution par les micropolluants	106
2.2.1.1.	Micropolluants recherchés	106
2.2.1.2.	Suivi dans les différents bassins	106
2.2.2.	Nitrates	109
2.2.2.1.	Cycle de l'azote	109
2.2.2.2.	Conséquences de l'ingestion de nitrates et de nitrites sur la santé	110
2.2.2.3.	Origine de l'azote dans l'environnement	113
2.2.2.4.	Azote et ressources en eau	121
2.2.2.5.	Traitements	125
2.2.2.6.	Nitrates et Communauté européenne	127
2.2.3.	Radioactivité des eaux	129
2.2.3.1.	Mesure de la radioactivité des eaux	130
2.2.3.2.	Industrie nucléaire	136
2.2.3.3.	Voies de contamination	137
2.2.3.4.	Rejets radioactifs dus à l'exploitation normale des centrales nucléaires	138
2.2.3.5.	Émissions radioactives dues à des accidents majeurs dans l'industrie nucléaire	143
2.2.3.6.	Élimination des radio-isotopes par les procédés de traitement	147
2.2.3.7.	Mesures à prendre pour faire face aux situations critiques	148
2.2.3.8.	Incidents	151
2.2.3.9.	État actuel des risques	152
2.3.	Traitement des eaux	154
2.3.1.	Principaux types de traitements	154
2.3.1.1.	Traitements physiques	154
2.3.1.2.	Traitements chimiques	162
2.3.1.3.	Traitements biologiques	163
2.3.2.	Assainissement	165
2.3.2.1.	Assainissement individuel	165
2.3.2.2.	Assainissement collectif	168
2.3.3.	Traitement des eaux destinées à la consommation humaine	175
2.3.3.1.	Normes de l'eau potable	175
2.3.3.2.	Traitement des eaux de sources	177
2.3.3.3.	Traitement des eaux superficielles	179

2.4. Action des traitements sur différents paramètres de l'eau	200
2.4.1. Traitement des facteurs organoleptiques	200
2.4.1.1. Couleur	200
2.4.1.2. Turbidité	201
2.4.1.3. Odeur – Saveur	201
2.4.1.4. pH	202
2.4.2. Traitement des facteurs physicochimiques	202
2.4.2.1. Aluminium	203
2.4.2.2. Nitrates	203
2.4.2.3. Nitrites	203
2.4.2.4. Ammoniacque	203
2.4.2.5. Carbone organique total	204
2.4.2.6. Phénols	204
2.4.2.7. Agents de surface	204
2.4.3. Traitement des facteurs toxiques ou indésirables – Métaux à l'état de trace	204
2.4.3.1. Traitements d'oxydation	205
2.4.3.2. Traitements de floculation-décantation	205
2.4.3.3. Traitements d'adsorption sur charbon actif	205
2.4.3.4. Traitements biologiques	206
2.4.4. Traitement des micropolluants organiques	206
2.4.4.1. Hydrocarbures polycycliques aromatiques	206
2.4.4.2. Cyanures	206
Bibliographie	207
Index	215

Avant-propos

L'eau, omniprésente sur la planète, est l'un des sujets les plus malcommodes à traiter en raison de son extraordinaire pluridisciplinarité. Les progrès aidant, sa connaissance implique la mise en œuvre d'une foule de disciplines allant de la géologie à la médecine en passant par la microbiologie, les chimies minérale, organique et analytique...

Le moindre des paragraphes de cet ouvrage pourrait donner lieu à plusieurs volumes.

C'est pourquoi, conscient de ses inévitables lacunes, je réclame l'indulgence du lecteur qui pourra consolider ses connaissances par la lecture d'ouvrages plus spécialisés.

Roland Vilaginès

Eau, environnement et santé publique offre un résumé approfondi des origines, du devenir et des traitements des eaux destinées à la consommation publique. Il traite de leurs principales pollutions (chimiques, microbiologiques et radioactives), des risques qu'elles font encourir à la santé publique, ainsi que des technologies actuelles susceptibles d'en assurer l'éradication.

Cette troisième édition, mise à jour et augmentée de près de 20%, prend notamment en compte l'importante évolution de la législation survenue depuis la précédente édition et apporte des éléments nouveaux en ce qui concerne l'évolution des pollutions industrielles et des traitements mis en œuvre pour protéger, par delà l'environnement, la santé publique.

Basé sur le cours d'hydrologie dispensé dans le cadre de l'enseignement des sciences pharmaceutiques, ce manuel s'avérera utile aux étudiants des écoles d'ingénieurs spécialisés en génie de l'environnement ou préparant le BTS métiers de l'eau, le BTSA gestion et maîtrise de l'eau ou le DUT génie biologique, option génie de l'environnement. Enfin, il apportera une aide précieuse aux ingénieurs et techniciens des services de distribution ou d'assainissement des services techniques des collectivités locales, des agences de l'eau et des organismes publics chargés du contrôle des eaux (DDASS, DREAL, IRSN...)

Roland Vilaginès, professeur honoraire à la faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques de Paris (université René-Descartes - Paris V), a dirigé le Centre de recherches et de contrôle des eaux de la ville de Paris. Il est membre honoraire de l'Académie nationale de pharmacie et membre correspondant de l'Académie nationale de médecine.

