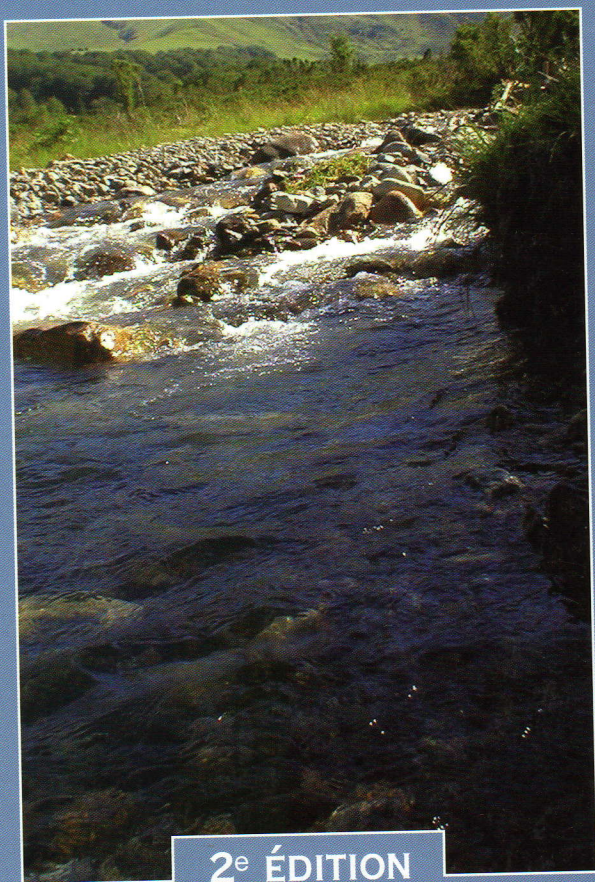


Camille Delarras

avec la participation de Bernard Trébaol et de Joëlle Durand

SURVEILLANCE SANITAIRE ET MICROBIOLOGIQUE DES EAUX



2^e ÉDITION

Réglementation – Micro-organismes
Prélèvements – Analyses

Editions
TEC
& **DOC**

Lavoisier

Table des matières

Remerciements	V
----------------------------	---

Sigles et abréviations	XIII
-------------------------------------	------

Avant-propos

Eaux douces et eaux marines	XIX
--	-----

Introduction

Pour détecter les pollutions microbiennes des eaux	XXVII
---	-------

Chapitre 1

Réglementations européenne et française	1
--	---

1. Eaux destinées à la consommation humaine, non minérales.....	1
1.1. Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998.....	1
1.2. Législation française.....	3
1.3. Paramètres et normes microbiologiques de qualité.....	5
1.4. Contrôle sanitaire, surveillance et méthodes d'analyses.....	10
1.5. Périmètres de protection des captages.....	12
2. Eaux minérales naturelles et eaux de sources.....	14
2.1. Directive 96/70/CE du Conseil du 28 octobre 1996 (JOCE n° L. 80/777/CEE).....	14
2.2. Législation française.....	15
2.3. Surveillance microbiologique.....	17
3. Eaux thermales et établissements thermaux.....	19

3.1.	Législation	19
3.2.	Surveillance dans les établissements thermaux	20
3.3.	Surveillance microbiologique des eaux thermales	21
3.4.	Méthodes microbiologiques de référence	22
3.5.	Cas des piscines thermales	23
3.6.	Eaux thermales, amibes et légionellose	24
4.	Eaux récréatives ou de loisirs	24
4.1.	Historique de la législation des eaux récréatives	24
4.2.	Eaux de piscines	25
4.3.	Baignades aménagées	27
4.4.	« Directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006... (JO de l'Union européenne L. 64/37 du 4 mars 2006) »	32
5.	Eaux conchylicoles	35
5.1.	Législation et surveillance sanitaire entre 1991 et 2005	35
5.2.	Législation et surveillance sanitaire depuis le 1 ^{er} janvier 2006	42
6.	Eaux résiduaires, épurées ou non, eaux douces superficielles, eaux marines	44
6.1.	Directive du Conseil n° 91/271 du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (JOCE n° L. 135/40 du 30 mai 1991)	44
6.2.	Législation française	46
6.3.	Paramètres microbiologiques et zones sensibles	49
6.4.	Surveillance sanitaire des « usages eaux marines littorales »	50
6.5.	Surveillance sanitaire des « usages eaux douces superficielles »	50
6.6.	Exemple d'arrêté d'objectif de réduction des flux de l'agglomération XXX	53
7.	Eaux souterraines	57
7.1.	Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000	57
7.2.	Proposition de directive « eaux souterraines »	58
7.3.	Législation française	58
7.4.	Directive 2006/118/CE du 12 décembre 2006	59
8.	Eaux des établissements de santé	59
8.1.	Eau bactériologiquement maîtrisée et eau chaude	60
8.2.	Eaux des piscines de rééducation, eaux des bains à remous et des douches à jets	60
8.3.	Eaux pour hémodialyse, eaux purifiées, eaux hautement purifiées	61
8.4.	Eau des fontaines à usage de boissons	62
9.	Législation des eaux en relation avec la légionellose	63
9.1.	Historique de la légionellose	63
9.2.	Textes réglementaires et documents en relation avec la légionellose	64
9.3.	Habitats hydriques artificiels et voies de contamination	70
9.4.	Eaux thermales, amibes et légionellose	85

Chapitre 2

Micro-organismes des eaux	87
1. Bactéries indicatrices de contamination fécale	87
1.1. Entérobactéries coliformes	87
1.2. Streptocoques du groupe D	95
1.3. <i>Clostridia</i> sulfitoréducteurs	100
1.4. Micro-organismes revivifiables	105
2. Bactéries pathogènes pour l'homme	107
2.1. <i>Campylobacter</i>	107
2.2. <i>Cyanobacteria</i> (Cyanobactéries)	112
2.3. <i>Escherichia coli</i> producteurs de shiga-toxines (STEC)	112
2.4. <i>Legionella</i>	114
2.5. <i>Leptospira</i>	121
2.6. <i>Listeria</i>	126
2.7. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	135
2.8. <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> et <i>Yersinia</i>	139
2.9. <i>Staphylococcus aureus</i>	144
2.10. <i>Vibrio</i>	151
3. Principaux microbes ou organismes d'origine hydrique engendrant des maladies infectieuses humaines	157
3.1. Bactéries	157
3.2. Parasites	160
3.3. Virus	164
4. Micro-organismes des eaux et risques infectieux professionnels	168
4.1. Principaux risques microbiologiques	168
4.2. Autres risques microbiologiques	168

Chapitre 3

Contrôles sanitaires	171
1. Suivi sanitaire de l'eau destinée à la consommation humaine	171
1.1. Organisation administrative du contrôle sanitaire	171
1.2. Procédures de visite	176
1.3. Gestion du risque sanitaire	181
1.4. Information : une attente exigeante	185
1.5. Évolution de la réglementation	185
2. Contrôle des eaux récréatives ou de loisirs	187
2.1. Organisation du contrôle des eaux de loisirs	187
2.2. Procédure de visite	191
2.3. Gestion du risque et de l'information	192
3. Surveillance des zones de pêche à pied récréative	193
3.1. Modalités de la surveillance	194
3.2. Interprétation des résultats	195
3.3. Surveillance des phycotoxines marines	195
3.4. Prélèvement, transport et préparation d'une suspension mère de coquillages bivalves	197

Chapitre 4

Techniques de recherche et de dénombrement des bactéries indicatrices de contamination fécale des eaux	199
1. Bactéries indicatrices de contamination fécale	199
2. Technique générale des dilutions en milieu liquide	200
2.1. Principe général	200
2.2. Applications	201
3. Technique du NPP à trois tubes par série	201
3.1. Préparation des dilutions	201
3.2. Protocole de recherche et de dénombrement des coliformes (totaux) et des coliformes thermotolérants	201
3.3. Protocole de recherche et de dénombrement des streptocoques et entérocoques fécaux	204
4. Technique du NPP à cinq tubes par série	205
4.1. Préparation des dilutions	205
4.2. Milieu et ensemencement	205
4.3. Lecture et repiquage	206
4.4. Dénombrement	206
4.5. Application	206
5. Technique du NPP 96 par microplaques	207
5.1. Principe	207
5.2. Traitement des échantillons	208
5.3. Précautions de travail	209
5.4. Ensemencement des microplaques	209
5.5. Lecture	210
5.6. Calcul du NPP	210
5.7. Applications	211
6. Technique de filtration sur membranes	212
6.1. Principe	212
6.2. Indications de la filtration sur membranes	212
6.3. Volumes d'eau à filtrer	212
6.4. Matériel de filtration	212
6.5. Filtration de l'eau et mise en culture	214
6.6. Application aux coliformes (totaux) et <i>Escherichia coli</i>	215
6.7. Application aux entérocoques intestinaux	217
7. Technique de dénombrement par ensemencement en profondeur	219
7.1. Technique	219
7.2. Application	220
8. Technique de dénombrement en anaérobiose	221
8.1. Incorporation en gélose en tubes profonds	221
8.2. Filtration sur membrane et culture en boîte de Petri	222
8.3. Applications	224
9. Technique de dénombrement de germes par épifluorescence	224
9.1. Microscopes optiques	224
9.2. Épifluorescence	224
10. Techniques rapides de détection et/ou de dénombrement de micro-organismes dans les eaux	225

10.1. ReadyCult® Merck	225
10.2. Technique d'analyse par cytométrie en phase solide	227
10.3. Technique d'analyse par impédancemétrie	229

Chapitre 5

Recherches microbiologiques spécifiques dans les eaux. 233

1. <i>Campylobacter</i>	234
1.1. Habitats	234
1.2. <i>Campylobacter</i> , campylobactériose, aliments et eau	234
1.3. Recherche des <i>Campylobacter</i> dans les aliments	234
1.4. Recherche des <i>Campylobacter</i> dans les eaux	236
1.5. Recherche des <i>Campylobacter</i> dans les prélèvements biologiques ..	237
2. <i>Cyanobacteria</i>	237
3. <i>Escherichia coli</i> producteurs de shiga-toxines (STEC)	238
3.1. Habitats	238
3.2. STEC, aliments et eau	238
3.3. Recherche des STEC	238
4. <i>Legionella</i>	240
4.1. Habitats	240
4.2. Paramètre <i>Legionella</i> et ses concentrations dans les eaux	240
4.3. Recherche et dénombrement de <i>Legionella</i> et de <i>L. pneumophila</i> ..	240
4.4. Détection des <i>Legionella</i> spp. et <i>Legionella pneumophila</i> par Polymerase Chain Reaction en temps réel (Real-Time PCR)	252
5. <i>Leptospira</i>	252
5.1. Habitats	252
5.2. <i>Leptospira</i> , leptospirose et environnement de l'homme	253
5.3. Recherche des <i>Leptospira</i>	253
6. <i>Listeria monocytogenes</i>	256
6.1. Habitats	256
6.2. Critère de sécurité <i>Listeria monocytogenes</i> et ses limites dans les aliments	256
6.3. Recherche et dénombrement de <i>Listeria monocytogenes</i> et autres espèces de <i>Listeria</i>	257
7. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	268
7.1. Habitats	268
7.2. Paramètre <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et ses « critères ou seuils » dans les eaux	268
7.3. Recherche et dénombrement de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dans les eaux	269
8. <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> et <i>Yersinia</i>	272
8.1. Salmonelles	272
8.2. <i>Shigella</i>	277
8.3. <i>Yersinia</i>	278
9. <i>Staphylococcus aureus</i>	278
9.1. Habitats	278
9.2. Paramètre « staphylocoques pathogènes... » et ses normes (ou critères) dans les eaux et les aliments	278

9.3. Méthodes de recherche et de dénombrement des staphylocoques pathogènes ou staphylocoques à coagulase positive	280
10. <i>Vibrio</i>	283
10.1. Habitats	283
10.2. Paramètre (ou critère) <i>Vibrio</i> et ses normes dans les eaux	283
10.3. Méthodes de recherche conventionnelles pour les <i>Vibrio</i> potentiellement entéropathogènes	285
10.4. Détection des <i>Vibrio</i> pathogènes par PCR... ..	289

Chapitre 6

Base technique microbiologique des eaux	291
--	-----

1. Techniques d'examen microscopiques	291
1.1. État frais.	291
1.2. Coloration de Gram	292
1.3. Coloration des capsules	294
1.4. Coloration des spores bactériennes.	296
2. Tests biochimiques utiles.	298
2.1. Test ONPG-hydrolase	298
2.2. Test catalase	299
2.3. Test coagulase libre (ou épreuve de la coagulase)	301
2.4. Test esculine	302
2.5. Test IMVIC	303
2.6. Test indole	303
2.7. Test LDC (lysine décarboxylase)	303
2.8. Test H ₂ S (hydrogène sulfuré)	304
2.9. Test oxydase	304
3. Milieux de culture pour.....	306
3.1. <i>Campylobacter</i>	307
3.2. <i>Clostridia</i> sulfitoréducteurs	314
3.3. Coliformes dont <i>Escherichia coli</i>	318
3.4. <i>Escherichia coli</i> O157 : H7	340
3.5. <i>Legionella</i>	343
3.6. <i>Leptospira</i>	345
3.7. <i>Listeria monocytogenes</i>	345
3.8. Micro-organismes revivifiables	355
3.9. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	359
3.10. <i>Salmonella</i>	365
3.11. <i>Shigella</i>	384
3.12. <i>Staphylococcus aureus</i>	388
3.13. Streptocoques et entérocoques fécaux.	395
3.14. Usage général ou spécifique	407
3.15. <i>Vibrio</i>	417
3.16. <i>Yersinia</i>	424

Chapitre 7

Compléments sur la réglementation et informations diverses	429
1. Gestion de l'eau en France	429
1.1. Législation française et européenne	429
1.2. Niveaux d'organisation	430
2. Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales	434
2.1. Historique	434
2.2. Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 (JOCE n° L330/32 du 5 décembre 1998)	435
2.3. Arrêtés du 11 janvier 2007... (JO du 11 février 2007 et JO du 17 février 2007)	440
3. Périmètres de protection des captages (PPC)	443
3.1. Définition	444
3.2. Mise en place des périmètres de protection	445
4. Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 (JOCE n° L327 du 22 décembre 2000) et sa transposition en droit français	448
4.1. Objectifs	448
4.2. Définitions	449
4.3. Commentaire général (2001-2002)	450
4.4. Législation française et DCE	450
5. Directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006... et sa transposition en droit français	456
5.1. Surveillance des paramètres des eaux de baignade	456
5.2. Évaluation et classification des eaux de baignade	458
5.3. Profil des eaux de baignade	460
5.4. Surveillance des eaux de baignade	461
5.5. Règles de traitement des échantillons en vue d'analyses microbiologiques	462
6. Pavillons bleus d'Europe	463
6.1. Bref historique	464
6.2. Critères d'attribution du Pavillon bleu d'Europe en 2009 pour les communes et plages	464
6.3. Pavillon bleu d'Europe et directive n° 76/160/CEE du 8 décembre 1975 sur la qualité des eaux de baignade	467
6.4. Pavillon bleu d'Europe et directive du Conseil n° 91/271 du 21 mai 1991 sur l'assainissement	468
6.5. Modalités et conditions d'utilisation du label par les lauréats	471
7. Nouveaux services de l'État	472
7.1. Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset)	472
7.2. DREAL, DDEA	472
7.3. Haut Conseil de la santé publique (HCSP)	473

Depuis sa première parution *Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux* s'est affirmé comme l'outil de vigilance incontournable pour la surveillance qualitative de tous les types d'eaux douces ou marines.

Une nouvelle édition entièrement revue et largement augmentée (le nombre de pages a presque doublé) s'imposait pour offrir au lecteur une information entièrement actualisée et élargie tenant compte, notamment, de l'évolution de la législation ou de l'apparition des maladies émergentes.

Son originalité est toujours d'offrir une vue d'ensemble sur la surveillance de tous les types d'eaux douces ou marines (y compris les eaux souterraines et les eaux des établissements de santé non traitées dans la 1^{re} édition), en relation avec leurs usages anthropiques, complétée par les nouveaux contrôles sanitaires des eaux destinées à l'alimentation humaine ou les contrôles des eaux récréatives par les Ddass.

En un seul ouvrage le lecteur dispose :

- des bases réglementaires européenne et française des eaux ;
- des méthodes de prélèvements des eaux et des contrôles sanitaires officiels (physico-chimiques et microbiologiques) ;
- des techniques microbiologiques de contrôle et d'analyses des eaux, accompagnées d'une base technique microbiologique ;
- d'un nouveau chapitre entièrement consacré aux micro-organismes des eaux dans l'Union européenne [bactéries indicatrices de contamination fécale, bactéries pathogènes pour l'homme, dont certaines sont connues ou méconnues des « acteurs de l'eau » (*Campylobacter*, *Leptospira*...)]; et aux micro-organismes ou organismes d'origine hydrique, responsables de maladies chez l'homme dans le monde ;
- d'un dossier sur la légionellose et la listériose, maladies émergentes de la dernière décennie du 20^e siècle ;
- d'un dossier sur les cyanobactéries, bactéries émergentes du 21^e siècle.

Associant données théoriques et pratiques, réalités du terrain et rigueur scientifique cette 2^e édition de *Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux* s'adresse à un large éventail de professionnels et d'étudiants souhaitant disposer en permanence d'un ouvrage de référence : techniciens des laboratoires publics d'hygiène, des services publics ou des sociétés privées assurant la production de l'eau d'alimentation, le traitement des eaux usées ou la surveillance des eaux, bureaux d'études « environnement »..., enseignants et étudiants (BTS, IUP, formations universitaires), responsables d'association de protection de la nature, enseignants de « classe verte »...

En outre, l'ouvrage fournit les définitions de mots ou d'expressions sur les thèmes « eaux-environnement » tels que : « périmètres de protection, directive-cadre, pavillons bleus d'Europe, nouveaux services de l'État... ».

Une base bibliographique de plus de 200 références est proposée au lecteur désireux d'approfondir un sujet.

Camille Delarras a enseigné en tant que maître de conférences en microbiologie à l'IUT de Brest de 1971 à 2006.

Bernard Trébaol est ancien technicien sanitaire au département santé-environnement de la Ddass du Finistère.

Joëlle Durand est professeur certifié de biologie à l'IUT de Brest.

978-2-7430-1211-3



9 782743 012113