


Document provisoire
au 31 mars 2015



Sous la direction de
Agathe Euzen
Catherine Jeandel
Rémy Mosseri

L'eau à découvert

CNRS ÉDITIONS

Comité éditorial

Claire Albasi

Directrice de recherche CNRS au Laboratoire de Génie Chimique à Toulouse

Paul Arnould

Professeur de géographie à l'École Normale Supérieure de Lyon

Gudrun Bornette

Directrice de recherche CNRS au Laboratoire Chrono-Environnement à Besançon

Hélène Budzinski

Directrice du Laboratoire Physico et Toxico Chimie des Systèmes Naturels à Bordeaux

Thierry Caquet

Directeur du département Écologie des forêts, Prairies et Milieux aquatiques à l'INRA de Nancy

Nathalie Dörfliger

Directrice du département Eau, Environnement et Ecotechnologies du BRGM

Agnès Ducharne

Directrice de recherche CNRS dans l'unité METIS à Paris 6

Katia Fajerweg

Maître de conférences en chimie à l'Université Paul Sabatier à Toulouse

Patrick Flammarion

Directeur du département Eaux à l'IRSTEA

Stéphane Ghiotti

Chargé de recherche CNRS à l'unité ART-Dev à Montpellier

Bertrand Guillot

Directeur de recherche CNRS au Laboratoire de Physique Théorique de la Matière Condensée à Paris 6

Ghislain de Marsily

Académicien, professeur émérite de l'université Paris 6

Olivier Petit

Maître de conférences en économie à l'université d'Artois à Arras

Jean-Luc Probst

Directeur du Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement à Toulouse

Eric Servat

Directeur de l'unité HydroSciences Montpellier

Jean-Luc Trancart

Professeur de politiques et de techniques de l'eau à l'École Nationale des Ponts et Chaussées

Table des matières

Préface

Alain Fuchs 14

Avant-propos

Agathe Euzen, Catherine Jeandel et Rémy Mosseri 15

- Première partie -

ENJEUX D'AUJOURD'HUI

1. Introduction

??? 19

2. Formation de l'eau sur Terre

Pierre Cartigny 20

3. Origine et développement de la vie sur Terre : rôle de l'eau

Marie-Christine Maurel 22

4. Grand cycle de l'eau

Agnès Ducharne et Katial Laval 24

5. Histoire du climat récent

Nathalie de Noblet 26

6. Histoire et évolution de la distribution de l'eau

André Guillerme 28

7. Place de l'eau dans le développement des sociétés

Jean-Paul Haghe 30

8. Changement global et eau

Bernard Dupré et Luc Abbadie 32

9. Eau et sécurité alimentaire

Marion Guillou 34

10. Eau et santé publique

Yves Lévi 36

11. Eau et ville

Olivier Coutard et Daniel Florentin 38

12. Les enjeux de l'eau à l'échelle mondiale

David Blanchon 40

13. L'eau comme bien commun

Olivier Petit 42

- Deuxième partie -

H₂O : ASPECTS FONDAMENTAUX

1. Introduction	
<i>Bertrand Guillot</i>	47
2. La molécule d'eau et la liaison hydrogène	
<i>Claude Millot</i>	48
3. Qu'est-ce que l'eau pure ?	
<i>Arnaud Etchebery</i>	50
4. L'eau sous toutes ses formes et les transformations	
<i>Nicolas Sator</i>	52
5. L'eau liquide : structure et dynamique aux temps très courts	
<i>Damien Laage</i>	54
6. Les différentes phases de l'eau : densité et structure	
<i>José Teixeira</i>	56
7. Hydrodynamique et mécanique des fluides	
<i>Olivier Thual</i>	58
8. Dissolution et suspension	
<i>Bernard Cabane</i>	60
9. Propriétés optiques de l'eau	
<i>Jean-Marc Frigerio</i>	62
10. Pourquoi l'eau monter-elle dans les plantes ?	
<i>Christophe Clanet et Alexandre Ponomarenko</i>	64
11. Phénomènes osmotiques	
<i>Benjamin Espinasse</i>	66
12. L'hydrolyse	
<i>Michel Cassir</i>	68
13. Gouttes	
<i>David Quéré</i>	70
14. L'eau atmosphérique	
<i>Sandrine Bony</i>	72
15. La neige	
<i>Samuel Morin</i>	74
16. L'eau lourde et énergie	
<i>Alexis Nuttin</i>	76
17. Eau et vivant I : photosynthèse	
<i>Paul Mathis</i>	78
18. Eau et vivant II : eau et plantes	
<i>Christophe Maurel</i>	80
19. Eau et vivant III : eau et animaux	
<i>Pierre Corvol</i>	82

20. Eau et vivant IV : eau et dynamique des macro-molécules biologique	
<i>Marie-Claire Bellissent</i>	84
21. Eau et vivant V : organisation des membranes et bicouches en présence d'eau	
<i>Mounir Tarek</i>	86
22. Capteurs et indicateurs (flux d'eau)	
<i>Katia Fajerweg, Philippe Behra et Jérôme Gaillardet</i>	88
23. Capteurs et bioindicateurs biologiques	
<i>Serge Rambal</i>	90
24. Flux et dynamiques temporelles de l'eau	
<i>Thierry Lebel</i>	92
25. L'eau, un milieu réactif	
<i>Catherine Pinel et Michèle Besson</i>	94
26. Etudes récentes en micro-nano fluïdique	
<i>Denis Bartolo</i>	96

- Troisième partie -

EAU ET MILIEU

1. Introduction	
<i>???</i>	101
2. Histoire de la répartition spatio-temporelle de l'eau sur Terre	
<i>Yves Godderis</i>	102
3. Répartition spatiale actuelle de l'eau sur Terre	
<i>Michel Herrmann</i>	104
4. La crise messinienne	
<i>Jean-Pierre Suc et Christian Gorini</i>	106
5. Glace continentale	
<i>Frédérique Rémy et Etienne Berthier</i>	108
6. Apparition des lacs, géomorphologie des rivières	
<i>Hervé Piégay</i>	110
7. Zones humides et marais	
<i>Jean-Luc Peiry</i>	112
8. Estuaires et lagunes	
<i>Thierry Bouvier et Henri Etcheber</i>	114
9. Eaux souterraines	
<i>Virginie Vergnaud-Ayraud</i>	116
10. La vie dans l'eau	
<i>Philippe Boët et Didier Pont</i>	118
11. Formes d'adaptation extrêmes du vivant aux différents types de milieux aquatiques	
<i>Florent Arthaud</i>	120

12. L'adaptation aux conditions extrêmes	
<i>Christiane Denys</i>	122
13. Eau et vivant : cryopréservation	
<i>Eric Queinnec</i>	124
14. Le fonctionnement des écosystèmes aquatiques aux interfaces	
<i>François Fromard et Eric Tabacchi</i>	126
15. Comment l'eau joue sur les systèmes fonctionnels I	
<i>Nicolas Viovy</i>	128
16. Comment l'eau joue sur les systèmes fonctionnels II	
<i>Laurent Bopp et Olivier Aumont</i>	130
17. Echanges d'eau sol/végétation/atmosphère	
<i>Andrée Tuzet</i>	132
18. Développement des organismes et composition de l'eau	
<i>Eric Chauvet et François Guérold</i>	134
19. Interactions eaux de surface et eaux souterraines	
<i>Nicolas Flipo</i>	136
20. Connectivité aquatique	
<i>Céline Le Pichon et Didier Pont</i>	138
21. Comment l'eau joue sur les systèmes fonctionnels I	
<i>Josette Garnier</i>	140
22. Comment l'eau joue sur les systèmes fonctionnels II	
<i>Christian Lévêque</i>	142
23. Les invasions biologiques	
<i>Henri Décamps et Anne-Marie Tabacchi</i>	144
24. Les interactions entre les milieux	
<i>Vazken Andreassian</i>	146
25. Les bassins versants	
<i>Bernard Chastan, Eric Sauquet et Michel Lang</i>	148
26. Cartographie du sous-sol	
<i>Nathalie Dörfliger</i>	150
27. Trouver l'eau : outils pour détecter les ressources hydrologiques	
<i>Roger Guérin et Konstantinos Chalikakis</i>	152
28. Comment l'eau se déplace dans les milieux poreux	
<i>Tanguy Le Borgne</i>	154
29. Eau et altération	
<i>Damien Lemarchand</i>	156
30. Les observatoires de l'eau	
<i>Jérôme Gaillardet et Vincent Bretagnolle</i>	158

31. Détection des variations de masse d'eau par gravimétrie satellitaire	
<i>Laurent Longuevergne</i>	160

- Quatrième partie -
USAGES DE L'EAU

1. Introduction	
<i>Denis Salles</i>	163
2. Histoire des techniques hydrauliques	
<i>Thierry Ruf</i>	164
3. Irrigation et développement de l'agriculture	
<i>Sami Bouarfa, Jean-Yves Jamin et Marcel Kuper</i>	166
4. L'eau pour l'industrie	
<i>Michel Roustan et Alain Grasmick</i>	168
5. Eau et industries d'extraction	
<i>Georges Vigneron</i>	170
6. L'eau, source mécanique d'électricité	
<i>Henri Boisson et Pierre Crausse</i>	172
7. L'eau, source de stockage d'énergie	
<i>Henri Boisson et Pierre Crausse</i>	174
8. Retenir l'eau	
<i>Paul Royet</i>	176
9. L'eau, fluide caloporteur, source d'énergie et de refroidissement	
<i>Sylvie Gentier</i>	178
10. Le transport par voie d'eau	
<i>Emilie Lorant-Plantier et Pierre Pech</i>	180
11. Eau urbaine I : l'eau potable	
<i>Jean-Luc Trancart</i>	182
12. Eau urbaine II : évacuation et assainissement	
<i>Marie-Noëlle Pons</i>	184
13. Eau et loisirs	
<i>Olivier Sirost</i>	186
14. Conflits d'usage	
<i>Iratxe Calvo Mendieta</i>	188
15. Changements climatiques et conflits d'usage de l'eau	
<i>Pierre Chevallier</i>	190

16. Impacts sur l'environnement et les milieux aquatiques de l'utilisation de l'eau par l'industrie	
<i>Jérôme Viers</i>	192
17. Impacts sur l'environnement et les milieux aquatiques de l'utilisation de l'eau par l'agriculture	
<i>Thierry Caquet</i>	194

- Cinquième partie -

QUALITÉ DE L'EAU

1. Introduction	
<i>Laura Sigg</i>	199
2. Qualité naturelle d'une eau	
<i>Jean-Luc Probst et Michel Meybeck</i>	200
3. Source et cheminement des polluants	
<i>Jean-Luc Probst et Philippe Behra</i>	202
4. Descriptions des macro-pollutions	
<i>Mireille Vigoles et Claire Vialle</i>	204
5. Les micro et nano polluants / polluants émergents et historiques	
<i>Hélène Budzinski et Julien Gigault</i>	206
6. Qu'est-ce qu'une eau de bonne qualité ?	
<i>Gabrielle Bouleau et Hélène Budzinski</i>	208
7. Mesures de la qualité (naturelle et d'origine anthropique)	
<i>Fabricio Botta</i>	210
8. Les techniques de mesure d'avenir	
<i>Jean-Michel Martinez</i>	212
9. Ecotoxicologie	
<i>Jeanne Garric</i>	214
10. Analytique des polluants de l'eau	
<i>Marie-Hélène Dévier et Patrick Mazelier</i>	216
11. Potabilisation	
<i>Bernard Legube</i>	218
12. Les technologies membranaires	
<i>Philippe Aptel et Claire Albasi</i>	220
13. Dessalements	
<i>Hélène Roux de Balmann et Corinne Cabassud</i>	222
14. Traitement de l'eau usée	
<i>Mathieu Sperandio et Jean-Marc Choubert</i>	224
15. Chimie innovante de traitement	
<i>Claude Descorme</i>	226
16. Remédiation naturelle et autoépuration	
<i>Magali Gérino et Isabelle Laffont-Schwob</i>	228
17. Recyclage et réutilisation des eaux domestiques	

<i>Nathalie Garrec et Bernard De Gouvello</i>	230
18. Recyclage et réutilisation des eaux industrielles et agricoles	
<i>Bruno Molle et Nicolas Roche</i>	232
19. Questions de santé I : les maladies liées à l'eau	
<i>Fabien Squinazi</i>	234
20. Questions de santé II : urbanisme et santé publique	
<i>Gérard Jorland</i>	236
21. Questions de santé III : le thermalisme	
<i>Christian-François Roques</i>	238
22. Perception et acceptation des qualités de l'eau	
<i>Agathe Euzen</i>	240

- Sixième partie -

EAU ET SOCIÉTÉ : GESTION ET PARTAGE DES RESSOURCES

1. Introduction	
<i>Corinne Larrue</i>	245
2. Espaces et territoires de l'eau	
<i>Stéphane Ghiotti</i>	246
3. Le modèle urbain : histoire de l'accès à l'eau	
<i>Sylvain Petitet</i>	248
4. Accès à l'eau et assainissement : les objectifs du Millénaire et du Développement Durable	
<i>Catherine Baron</i>	250
5. Droit à l'eau	
<i>Nicole Belloubet</i>	252
6. Droit international de l'eau	
<i>Bernard Drobenko</i>	254
7. Compter l'eau	
<i>Xavier Litrico</i>	256
8. Peut-on expliquer le prix de l'eau ?	
<i>Rémi Barbier</i>	258
9. Nature économique de l'eau	
<i>Arnaud Buchs et Olivier Petit</i>	260
10. Développement agricole et besoins alimentaires	
<i>Sandrine Paillard et Séastien Treyer</i>	262
11. Pratiques de consommation domestique et consommations urbaines	
<i>Agathe Euzen</i>	264
12. La question des guerres de l'eau	
<i>Jacques Bethemont</i>	266
13. Modalités de gestion des services d'eau et assainissement : un affrontement public-privé ?	

<i>Laetitia Guerin Schneider</i>	268
14. Empreinte de l'eau	
<i>Anne-Marie Boulay</i>	270
15. Qu'est-ce qu'une politique de l'eau ?	
<i>Jean-Pierre Le Bourhis</i>	272
16. Transfert d'eaux inter-bassins	
<i>Julie Trottier</i>	274
17. Les crues rapides	
<i>Isabelle Ruin</i>	276
18. Les sédiments des lacs de montagne	
<i>Bruno Wilhelm</i>	278
19. Gestion des risques naturels et vulnérabilités	
<i>Magali Reghezza</i>	280
20. Outils d'alertes face aux aléas	
<i>Véronique Ducrocq</i>	282
21. Architecture et patrimoine : objets de l'eau	
<i>Mohamed El Faïz</i>	284
22. Partager l'eau	
<i>Fabienne Wateau</i>	286
23. L'eau dans les paysages	
<i>Augustin Berque</i>	288
24. Métabolisme urbain	
<i>Sabine Barles</i>	290
25. Gestion sociale de l'eau en milieu rural	
<i>Olivia Aubriot</i>	292

- Septième partie -

REPRÉSENTATIONS ET PERSPECTIVES

1. Introduction	
<i>???</i>	305
2. Sortie de l'eau	
<i>Jean-Claude Ameisen</i>	306
3. Symboliques de l'eau I : le sacré	
<i>Jacques Scheuer</i>	308
4. Symboliques de l'eau II : le profane	
<i>Jean-Philippe Pierron</i>	310
5. Rumeurs et croyances	

<i>???</i>	312
6. Peuples de l'eau	
<i>Pierre Pétrequin</i>	314
7. Adaptation des populations aux conditions extrêmes liées à l'eau	
<i>Yamna Djellouli</i>	316
8. Représentations picturales de l'eau	
<i>Georges Roque</i>	318
9. L'eau numérique (modélisation 3D)	
<i>Patrick Callet</i>	320
10. Didactique : l'eau dans l'enseignement, du primaire à l'université	
<i>Cécile de Hosson</i>	322
11. Communication sur l'eau	
<i>Bernard Chocat</i>	324
12. Outils participatifs et systèmes de modélisation I	
<i>Olivier Barreteau</i>	326
13. Outils participatifs et systèmes de modélisation II	
<i>Philippe Vervier</i>	328
14. L'eau polémique : mémoire de l'eau	
<i>José Teixeira</i>	330
15. Les recherches sur la présence de l'eau	
<i>Sylvestre Maurice</i>	332
16. Stratégies de recherche sur l'eau	
<i>Ghislain de Marsily</i>	334

- Huitième partie -

COMPLÉMENTS

Glossaire	
.....	339
Acronymes	
.....	359
Contributeurs	
.....	360
Laboratoires et instituts	
.....	364

