

Sous la direction de

Agathe Euzen
Françoise Gaill
Denis Lacroix
Philippe Cury

L' Océan à découvert

CNRS ÉDITIONS

Remerciements

Cet ouvrage n'aurait pas vu le jour sans de multiples soutiens. Nous tenons à remercier le président et les membres de l'alliance AllEnvi qui ont soutenu le projet et le secrétariat exécutif d'AllEnvi pour son appui, l'Institut écologie et environnement du CNRS pour son soutien précieux et l'ensemble des communautés scientifiques issues des organismes et établissements de recherche qui s'est mobilisé.

Les coordinateurs de l'ouvrage remercient chaleureusement les membres du comité éditorial, pour leur grande implication dans ce projet et leur réactivité, ainsi que tous les contributeurs, pour leur enthousiasme à partager leurs connaissances et ce, dans des délais extrêmement courts. La réalisation de la version anglaise n'aurait pas été possible sans l'efficacité et l'exigence des traducteurs. Les coordinateurs souhaitent également remercier CNRS Éditions, qui a accompagné la réalisation de l'ouvrage jusqu'à sa parution. Enfin, cet ouvrage n'aurait pu être publié sans le dynamisme et le professionnalisme d'Elsa Godet, qui a accepté de relever ce défi et a mis toutes ses compétences au service de ce projet dans sa version française, comme dans sa version anglaise.

Comité de pilotage

Philippe CURY, IRD.

Agathe EUZEN, CNRS.

Françoise GAILL, CNRS.

Denis LACROIX, Ifremer.

Stéphanie THIÉBAULT, CNRS, Vice-présidente AllEnvi.

Comité éditorial pluridisciplinaire

Sophie ARNAUD-HAOND, Ifremer.

Cédric BACHER, Ifremer.

Jacques BERTRAND, Ifremer.

Laurent BOPP, CNRS.

Catherine BOYEN, CNRS.

Chantal CAHU, Ifremer.

Sylvie LAPÈGUE, Ifremer.

Philippe CURY, IRD.

Pascale DECLECLUSE, CNRS.

Agathe EUZEN, CNRS.

Lise FECHNER, Ifremer.

Françoise GAILL, CNRS.

François GALGANI, Ifremer.

Jean-Pierre GATTUSO, CNRS.

Françoise GOURMELON, CNRS,.

Catherine JEANDEL, CNRS.

Denis LACROIX, Ifremer.

Gérard LE BOUEDEC, Université Bretagne Sud.

Nadine LEBRIS, Université Pierre et Marie Curie.

Pierre-Yves LE TRAON, Ifremer.

Marina LÉVY, IRD.

Catherine MÉVEL, CNRS.

Frédéric MÉNARD, IRD.

Éric RIETH, CNRS.

Thierry PEREZ, CNRS.

Sarah SAMADI, MNHN.

Patrick VINCENT, Ifremer.

Table des matières

Préface	
<i>Serge Ségura</i>	15
Avant-Propos	
<i>François Jacq, Jean-Paul Moatti et Stéphanie Thiébault</i>	16

- Première partie -

L'OCÉAN : QUELS ENJEUX ?

1. Les enjeux	
<i>Laurent Bopp, Marina Lévy et Pierre-Yves Le Traon</i>	21
2. Une planète bleue	
<i>Catherine Jeandel et Pascale Delecluse</i>	22
3. L'océan, un acteur clé du système climatique	
<i>Laurent Bopp et Marina Lévy</i>	24
4. Quels enjeux pour la biodiversité ?	
<i>David Mouillot</i>	26
5. Océan et santé humaine	
<i>Patrick Rampal et Denis Allemand</i>	28
6. Pêche et aquaculture : quels enjeux pour l'alimentation ?	
<i>Didier Gascuel</i>	30
7. Quels enjeux pour les ressources génétiques ?	
<i>Sophie Arnaud-Haond</i>	32
8. Quels enjeux pour les ressources minérales ?	
<i>Yves Fouquet</i>	34
9. Quels enjeux pour les ressources énergétiques ?	
<i>Jean-François Minster</i>	36
10. Quel avenir pour les routes arctiques ?	
<i>Thierry Garcin</i>	38
11. Littoraux et politiques publiques : le défi du décloisonnement	
<i>Nacima Baron</i>	40
12. L'économie bleue : enjeux et perspectives pour le septième continent	
<i>Olivier Thébaud</i>	42
13. L'océan, un bien commun ?	
<i>Agnès Michelot</i>	44
14. L'océan et les objectifs de développement durable	
<i>Jean-Paul Moatti et Philippe Cury</i>	46

Conception éditoriale et graphique :
Elsa Godet - www.sciencegraphique.com

© CNRS Éditions, Paris, 2017

- Deuxième partie -
QU'EST-CE QUE L'OcéAN ?

1. Introduction	
<i>Catherine Boyen, Pascale Delecluse, Françoise Gaill, Catherine Jeandel et Catherine Mével</i>	51
2. D'où vient l'eau des océans ?	
<i>Pierre Cartigny</i>	52
3. Évolution de l'océan global au cours des temps géologiques	
<i>Yves Lagabriele</i>	54
4. Les origines de la vie	
<i>Marie-Christine Mauvel</i>	56
5. Les premières sorties des eaux	
<i>Philippe Janvier</i>	58
6. L'eau de mer, une solution chimique	
<i>Catherine Jeandel</i>	60
7. La couleur de l'eau	
<i>Frédéric Partensky et Laurence Garczarek</i>	62
8. L'oxygène et l'océan	
<i>Aurélien Paulmier</i>	64
9. Acidification des océans	
<i>Jean-Pierre Gattuso et Lina Hansson</i>	66
10. Échanges océan-atmosphère et formation des masses d'eau	
<i>Michèle Fieux, Gilles Reverdin, Sabrina Speich et Pascale Delecluse</i>	68
11. La circulation océanique	
<i>Sabrina Speich, Pascale Delecluse, Michèle Fieux et Gilles Reverdin</i>	70
12. La turbulence de l'océan : les tourbillons, les fronts et les filaments	
<i>Fanny Chenillat, Pascal Rivière et Philippe Pondaven</i>	72
13. El Niño, l'enfant terrible du Pacifique	
<i>Éric Guilyardi</i>	74
14. L'océan, puits de carbone	
<i>Laurent Mémerly</i>	76
15. Le niveau de la mer	
<i>Anny Cazenave</i>	78
16. Dynamique à l'interface avec le continent	
<i>Patrick Marchesiello et Rafael Almar</i>	80
17. La biosphère océanique	
<i>Gilles Boeuf</i>	82
18. Les réseaux trophiques marins	
<i>Philippe Gros</i>	84

19. Les grands fonds océaniques, interfaces avec la lithosphère	
<i>Catherine Mével</i>	86
20. L'océan profond : une mosaïque d'habitats	
<i>Pierre-Marie Sarradin et Jozée Sarrazin</i>	88
21. La chimiosynthèse : des abysses aux mangroves	
<i>Nadine Le Bris</i>	90
22. Les sédiments océaniques	
<i>François Baudin et Eva Moreno</i>	92
23. Les oiseaux marins	
<i>Sophie Bertrand et Christophe Barbraud</i>	94
24. Influence des processus océanographiques sur la distribution des tortues marines	
<i>Damien Chevallier et Yvon Le Maho</i>	96
25. Les récifs coralliens face à leur destin	
<i>Serge Planes</i>	98
26. La mangrove des littoraux tropicaux	
<i>François Fromard et Antoine Gardel</i>	100

- Troisième partie -
EXPLORER L'OcéAN

1. L'océan exploré	
<i>Catherine Mével, Laurent Bopp, Pascale Delecluse, Françoise Gaill et Catherine Jeandel</i>	105
2. L'observation des océans	
<i>Philippe Bertrand</i>	106
3. Apport des satellites à l'observation des océans	
<i>Pierre-Yves Le Traon et Bertrand Chapron</i>	108
4. L'observation des océans : la révolution Argo	
<i>Pierre-Yves Le Traon</i>	110
5. Observatoires du fond de mer et de la colonne d'eau	
<i>Mathilde Cannat</i>	112
6. <i>Tara Oceans</i> : de l'odyssée à l'étude systémique de l'océan	
<i>Lucie Bittner et Chris Bowler</i>	114
7. La flotte océanographique française	
<i>François Jacq</i>	116
8. Des engins sous-marins pour explorer les grands fonds	
<i>Javier Escartín et Catherine Mével</i>	118
9. Mesurer le relief des fonds océaniques	
<i>Javier Escartín</i>	120

10. La paléocéanographie	
<i>Elsa Cortijo et Laurent Bopp</i>	122
11. La modélisation numérique de l’océan	
<i>Julie Deshayes et Olivier Aumont</i>	124
12. L’océanographie opérationnelle	
<i>Pierre Baburel</i>	126
13. Les capteurs et les instruments pour explorer et observer l’océan	
<i>Christian Tamburini, Séverine Martini et Dominique Lefèvre</i>	128
14. L’océan, un milieu difficile à observer	
<i>Christophe Guinet</i>	130
15. Suivis de la mégafaune marine	
<i>David Grémillet</i>	132
16. L’exploration naturaliste de l’océan profond	
<i>Éric Pante et Sarah Samadi</i>	134
17. Biodiversité marine : que reste-t-il à découvrir ?	
<i>Philippe Bouchet</i>	136
18. Imagerie du plancton	
<i>Christian Sardet et Gaby Gorsky</i>	138
19. Description d’une campagne en mer	
<i>Catherine Jeandel</i>	140

- Quatrième partie -

HISTOIRES ET REPRÉSENTATIONS DE L’OCÉAN

1. Mers et océans, toute une histoire	
<i>Gérard Le Bouëdec, Éric Rieth et Agathe Euzen</i>	145
2. Les voyages de découvertes	
<i>Florence Le Corre</i>	146
3. Les routes maritimes mondiales du Moyen Âge à nos jours	
<i>Gérard Le Bouëdec</i>	148
4. Histoire des représentations de l’océan : la cartographie marine	
<i>Emmanuelle Vagnon</i>	150
5. Les phares : une infrastructure mondiale ?	
<i>Vincent Guigueno</i>	152
6. Histoire des ressources marines en Méditerranée	
<i>Daniel Faget</i>	154
7. Histoire de la grande pêche morutière à Terre-Neuve et à Islande	
<i>Jean-Pierre Mélis</i>	156
8. Histoire des usages de l’estran du Moyen Âge à nos jours	
<i>Gérard Le Bouëdec</i>	158

9. Brève histoire de la construction navale	
<i>Éric Rieth</i>	160
10. Les risques de la navigation	
<i>Olivier Chaline</i>	162
11. La guerre sur mer au vent de l’histoire	
<i>David Plouviez</i>	164
12. Le patrimoine culturel immergé : une ressource à l’avenir menacé	
<i>Michel L’Hour</i>	166
13. L’océan, entre les dieux et les hommes	
<i>Alain Cabantous</i>	168
14. Mythes, monstres et figures divines de l’océan	
<i>Agathe Euzen</i>	170
15. L’océan, ses représentations cosmo-mythologiques dans l’archipel de Kiribati	
<i>Guigone Camus</i>	172
16. L’océan inspire les peintres	
<i>Denis-Michel Boëll</i>	174
17. Représentations de l’océan global	
<i>Sebastian Greusmühl</i>	176

- Cinquième partie -

USAGES DE L’OCÉAN

1. La maritimisation des usages	
<i>Françoise Gourmelon, Chantal Cabu et Agathe Euzen</i>	181
2. Les espaces maritimes et leurs échelles de gouvernance	
<i>Yves Henocque</i>	182
3. Les services écosystémiques des océans	
<i>Jean-Marc Fromentin</i>	184
4. La Planification Spatiale Marine	
<i>Marie Bonnin</i>	186
5. Les ressources minérales et énergétiques	
<i>Walter R. Roest et Yves Fouquet</i>	188
6. L’exploitation des hydrates de gaz naturel est-elle envisageable ?	
<i>Nabil Sultan et Livio Ruffine</i>	190
7. Les énergies marines renouvelables	
<i>Bernadette Mérenne-Schoumaker</i>	192
8. Vers une pêche responsable et durable	
<i>Jacques Bertrand</i>	194
9. Les pêches artisanales face à la globalisation des mers	
<i>Marie-Christine Cormier-Salem</i>	196

10. Les grands enjeux de l'aquaculture	
<i>Chantal Cabu</i>	198
11. Les ressources génétiques des espèces aquacoles	
<i>Sylvie Lapègue et Béatrice Chatain</i>	200
12. Ressources marines et biotechnologies	
<i>Sylvia Collic-Jouault</i>	202
13. Produits de la mer et santé publique	
<i>Soizick F. Le Guyader et Chantal Cabu</i>	204
14. Le transport maritime et les ports	
<i>César Ducruet et Mattia Bunel</i>	206
15. L'urbanisation face à l'océan	
<i>Iwan Le Berre et Samuel Robert</i>	208
16. Dessaler l'eau de mer, une solution durable ?	
<i>Agathe Euzen et Corinne Cabassud</i>	210
17. L'océan comme défi sportif: les courses au large	
<i>Nicolas Bernard</i>	212

- Sixième partie -

LES RISQUES

1. Introduction	
<i>François Galgani, Nadine Le Bris et Jean-Pierre Gattuso</i>	217
2. La mer, territoire de séismes	
<i>Louis Géli</i>	218
3. Risques liés aux changements climatiques	
<i>Jean-Pierre Gattuso et Alexandre K. Magnan</i>	220
4. Ingénierie climatique et océan	
<i>Stéphane Blain</i>	222
5. Submersions marines, érosion et recul du trait de côte	
<i>Gonéri Le Cozannet et Manuel Garcin</i>	224
6. Les atolls sont-ils menacés de disparaître ?	
<i>Virginie Duvat</i>	226
7. Changements climatiques et biodiversité marine	
<i>Grégory Beaugrand</i>	228
8. Biodiversité et mondialisation : les introductions biologiques	
<i>Frédérique Viard</i>	230
9. Vulnérabilités des écosystèmes de l'océan profond	
<i>Nadine Le Bris</i>	232
10. Impacts environnementaux et sanitaires des micro-algues toxiques	
<i>Zouher Amzil</i>	234

11. Eutrophisation marine	
<i>Alain Ménesguen</i>	236
12. Pollutions chimiques des océans	
<i>Thierry Burgeot</i>	238
13. Marées noires, une histoire qui se répète	
<i>Jacek Tronczynski</i>	240
14. Les déchets plastiques en mer	
<i>Alexandra Ter Halle et Maria Luiza Pedrotti</i>	242
15. La pollution sonore océanique	
<i>Yann Stéphan, Florent Le Courtois et G. Bazile Kinda</i>	244
16. Urbanisation du littoral et fragmentation du milieu	
<i>Christophe Lejeusne</i>	246

- Septième partie -

LA GOUVERNANCE DE L'OCÉAN

1. Des océans sous contrôle	
<i>Philippe Cury, Sophie Arnaud-Haond et Françoise Gaill</i>	251
2. Gouvernance mondiale de l'océan : un cadre fragmenté	
<i>Julien Rochette</i>	252
3. La gouvernance de l'océan : un chantier entre science et politique	
<i>Camille Mazé et Olivier Ragueneau</i>	254
4. La première évaluation de l'état de l'océan mondial	
<i>Françoise Gaill</i>	256
5. La question de l'océan dans les rapports du GIEC	
<i>Valérie Masson-Delmotte et Jean-Pierre Gattuso</i>	258
6. Enjeux de gouvernance en Arctique	
<i>Mathilde Jacquot et Emmanuelle Quilléro</i>	260
7. Quelle gouvernance pour l'Antarctique ?	
<i>Yves Frenot</i>	262
8. Le droit international de la mer en 2017	
<i>Florence Galletti</i>	264
9. Le droit de la biodiversité marine au-delà des juridictions nationales	
<i>Bleuenn Guilloux</i>	266
10. L'approche écosystémique : la silencieuse révolution des pêches	
<i>Philippe Cury et Didier Gascuel</i>	268
11. Les aires marines protégées	
<i>Joachim Claudet</i>	270
12. La planification de l'espace maritime	
<i>Yves-Henri Renhas</i>	272

- Huitième partie -

L'OCÉAN : QUEL AVENIR ?

1. L'océan, enjeu capital de l'avenir	
<i>Denis Lacroix et Thierry Pérez</i>	277
2. Les perceptions de l'océan dans la prospective	
<i>Denis Lacroix</i>	278
3. Quels enjeux pour la recherche océan-climat ?	
<i>Pascale Delecluse</i>	280
4. Scénarios d'évolution des écosystèmes marins	
<i>Olivier Maury et Yunne-Jai Shin</i>	282
5. La protection du milieu marin	
<i>Florence Cayocca</i>	284
6. La restauration et l'ingénierie écologiques pour une gestion durable	
<i>Sylvain Pioch et James Aronson</i>	286
7. Les biomolécules marines, une source de développement durable	
<i>Olivier P. Thomas et Thierry Pérez</i>	288
8. Les nouvelles technologies en écologie marine	
<i>Shawn Hinz, Laurent Chauvaud et Jennifer Coston-Guarini</i>	290
9. Les mers et les océans, ultimes terrains de jeu du tourisme	
<i>Olivier Deboorne</i>	292
10. ODD14 : une opportunité pour les petits États insulaires ?	
<i>Anne-France Didier et Fabrice Bernard</i>	294
11. Avenirs de la Méditerranée	
<i>Pierre Chevaldonné et Thierry Pérez</i>	296
12. Avenirs de l'océan Arctique	
<i>Laurent Chauvaud, Philippe Archambault et Vincent Jomelli</i>	298

- Neuvième partie -

COMPLÉMENTS

Glossaire	
.....	303
Contributeurs	
.....	312
Laboratoires et organismes	
.....	318