

Table des matières

Remerciements	1
Introduction	3
Chapitre 1. L'expédition du <i>Challenger</i> : la naissance de l'océanographie	5
1.1. La campagne du <i>Challenger</i> (1872-1876)	5
1.2. Du <i>Challenger</i> à « l'âge d'or » de l'océanographie	9
Chapitre 2. De l'océanographie physique aux interactions océan-atmosphère	13
2.1. Les avancées technologiques, révélatrices de la complexité de l'océan	14
2.1.1. Les mesures hydrologiques	14
2.1.2. Les mesures de courants	17
2.2. Les programmes internationaux TOGA et WOCE	22
2.3. Observer pour la prévision à court terme et l'étude du climat	28
2.4. Des avancées majeures	34
2.5. Un océan de changements	41
2.6. Conclusion	46
Chapitre 3. De la chimie à la biogéochimie marine	49
3.1. Les prémices de l'océanographie chimique	49
3.2. De la composition chimique de l'eau de mer à celle du plancton	50

3.3. Traceurs chimiques et identification des masses d'eau	54
3.4. Progrès des concepts sur l'écosystème pélagique	61
3.5. Apports nutritifs verticaux et <i>upwellings</i> côtiers	68
3.6. Apports nutritifs verticaux et océan Austral.	72
3.7. Essor de la biogéochimie marine	75
3.8. Des apports nutritifs locaux aux interactions océan-atmosphère à grande échelle	84
3.9. Conclusion	89
Chapitre 4. De la biologie marine à l'océanographie biologique	91
4.1. Le rôle-clé des stations marines	92
4.2. Les débuts de l'écologie marine.	98
4.3. Un cas d'école : approche comparée du phyto- et du zooplancton	102
4.3.1. Avancées dans l'analyse du phytoplancton	102
4.3.2. Historique de la mesure des pigments	102
4.3.3. Avancées dans la détermination du zooplancton.	113
4.4. L'essor de la génomique marine	120
4.4.1. Le point de départ : la recherche du picoplancton	120
4.4.2. Génomique marine, biodiversité et biotechnologies.	125
4.5. Conclusion	128
Chapitre 5. Anoxie et chimiosynthèse	129
5.1. Hypoxie et anoxie dans l'océan	131
5.1.1. Extension de la zone du minimum d'oxygène	131
5.1.2. Anoxie et minéralisation de la matière organique	132
5.2. Eutrophie et anoxie des systèmes côtiers	133
5.2.1. Le cas de la Baltique	134
5.2.2. Les « zones mortes » en milieu côtier	141
5.3. Les écosystèmes hydrothermaux	143
5.3.1. Du soupçon à la découverte	143
5.3.2. Une grande variété de sources hydrothermales.	147
5.3.3. L'épopée des engins sous-marins	148
5.3.4. Dans les grandes profondeurs, les engins autonomes	152
5.3.5. Dans les grandes profondeurs, le suivi continu	154
5.3.6. Aspects biologiques et écologiques	157
5.3.7. Vers l'expérimentation au laboratoire	164
5.4. Conclusion	164

Chapitre 6. Un océan plus chaud, acidifié et moins oxygéné	167
6.1. L'« acidification » de l'océan : processus, évolution, impacts	168
6.1.1. De l'acidité au pH de l'eau de mer et à la chimie des carbonates	168
6.1.2. Variations du pH de l'océan au cours des ères géologiques	172
6.1.3. Décroissance du pH de l'océan au cours de l'ère industrielle	173
6.1.4. Baisse du pH et perturbations du système des carbonates	175
6.1.5. Impact de l'acidification sur l'acoustique	176
6.1.6. Impact de l'acidification sur les organismes et les écosystèmes.	176
6.1.7. Impact de l'acidification sur les coraux	181
6.2. Un océan moins productif ?	184
6.2.1. Quels impacts sur la production primaire ?	184
6.2.2. Quels impacts sur l'export de carbone vers l'océan profond ?	185
6.2.3. Une pompe biologique activée par le changement climatique ?	187
6.2.4. Un océan profond désoxygéné ?	189
6.2.5. Quels impacts sur le plancton ?	189
6.3. Impacts du changement climatique sur l'océan.	190
6.3.1. Montée du niveau marin	191
6.3.2. Impact sur les services écosystémiques	193
6.4. Conclusion	195
Chapitre 7. L'océan à haute résolution	197
7.1. Rappel : l'océan à grande échelle	198
7.2. Outils pour passer de la grande échelle à une échelle fine	200
7.2.1. Capteurs satellitaires	200
7.2.2. Planeurs sous-marins	203
7.2.3. Flotteurs lagrangiens (profileurs).	204
7.2.4. Animaux instrumentés	204
7.3. Une nouvelle vision de l'océan	205
7.3.1. Éléments de physique de l'océan à méso- et à sous-mésoéchelle	208
7.3.2. Frontogénèse et dynamique à sous-mésoéchelle.	210
7.3.3. Modélisation à haute résolution.	212
7.3.4. Impact des structures à mésoéchelle sur les niveaux trophiques supérieurs	214
7.3.5. Impact de la sous-mésoéchelle sur la structure des écosystèmes.	216

7.3.6. Intégrer la dynamique à sous-mésoéchelle dans les modèles de circulation générale	218
7.3.7. Incorporer la diversité dans les modèles physique-biogéochimie-écosystèmes	219
7.4. Conclusion	219
Chapitre 8. « Défis » pour l’océan	221
8.1. Le contexte	221
8.2. Concilier exploitation des ressources biologiques et développement durable ?	222
8.3. Concilier exploitation des ressources minérales de l’océan profond et conservation de la biodiversité ?	231
8.4. Atténuer l’effet de serre anthropique en manipulant l’océan ?	240
8.4.1. Au XIX ^e siècle	240
8.4.2. Un demi-tanker chargé de fer...	241
8.4.3. Fertilisations artificielles.	243
8.4.4. Fertilisations naturelles.	246
8.4.5. Géo-ingénierie.	247
8.5. Conclusion	248
Conclusion	251
Glossaire	253
Bibliographie	271
Liste des auteurs.	307
Index	309