

Des profondeurs océaniques au laboratoire 2

*à la découverte des mesures physiques
du H.M.S. Challenger en relation
avec la circulation océanique*

Frédéric Aitken et Jean-Numa Foulc



062568

ISTE
editions

062568

5



GL 148 / Vol. 2

Des profondeurs océaniques au laboratoire 2

*à la découverte des mesures physiques
du H.M.S. Challenger en relation
avec la circulation océanique*

Frédéric Aitken
Jean-Numa Foulc



062568

ISTE
editions

Table des matières

Préface	ix
Bernard CASTAING	
Avant-propos	1
Chapitre 1. Distribution verticale de la température dans l'océan	5
1.1. Introduction.	6
1.2. Mesure de la température des eaux océaniques.	9
1.2.1. Les thermomètres ordinaires	12
1.2.2. Les thermomètres enregistreurs.	14
1.2.2.1. Thermomètres à maxima	14
1.2.2.2. Thermomètres à maxima et à minima.	17
1.2.2.3. Appareils à retournement	20
1.2.3. Le thermomètre électrique.	24
1.3. Les sources d'erreurs de mesure de la température	26
Chapitre 2. Circulation océanique interne à l'échelle planétaire	37
2.1. Introduction.	38
2.2. Circulation océanique à l'échelle de la planète	42
2.2.1. Écoulements géostrophiques	45
2.2.2. Relation de Sverdrup : transport de la vorticité planétaire ou effet de la latitude sur l'écoulement ?	56
2.2.2.1. Plan tangent aux pôles, ou plan f	60
2.2.2.2. Plan tangent aux latitudes moyennes, ou plan β	64
2.3. Conclusion et résumé	72

Chapitre 3. Approche simplifiée des propriétés de la thermocline . . .	77
3.1. Modélisation de la thermocline	78
3.1.1. Prise en compte des échanges thermiques	78
3.1.2. Établissement des conditions aux limites	88
3.2. Hypothèses retenues pour la résolution du modèle thermocline	93
3.2.1. Premières approches simplifiées	93
3.2.2. Approche proposée par les auteurs	94
3.2.3. Formulation de l'équation d'état	99
3.2.3.1. Approche expérimentale	99
3.2.3.2. Approche simplifiée de l'équation d'état	102
3.2.4. Discussion	106
3.3. Propriétés caractéristiques de la thermocline	108
3.3.1. Détermination de l'échelle caractéristique d'enfoncement de la thermocline à partir des mesures	108
3.3.2. Exemples d'expressions empiriques de $\tilde{\kappa}_{0th}(\theta)^{-1}$	113
3.3.3. Vitesse verticale à la base de la thermocline	116
3.3.4. Température des eaux océaniques, mesures et modèles	119
Chapitre 4. Influence de la couche de mélange océanique (CMO) . . .	125
4.1. Modélisation de la CMO	126
4.1.1. Couche limite d'Ekman	133
4.1.2. Conséquences du transport d'Ekman	143
4.1.3. Conclusion et résumé.	150
4.2. Couplage entre la CMO et la couche géostrophique	152
4.2.1. Prise en compte de la couche limite de fond	156
4.2.2. Couplage des couches limites d'Ekman avec la thermocline	167
4.2.2.1. Comparaison modèle/mesures	178
4.2.2.2. Comparaison entre modèles	181
4.3. Fluctuations saisonnières	184
4.3.1. Rôle du gradient vertical de température dans la CMO.	187
4.3.2. Effet de la rotation de la Terre sur la stratification	191
4.4. Rôle de la glace de mer	196
4.5. Circulation thermohaline	202
Conclusion. Bilan et apports des mesures physiques du H.M.S. Challenger	207

Liste des principales notations	211
Bibliographie	215
Index	219
Sommaires des autres volumes	223

L'expédition scientifique du H.M.S. *Challenger* dans les années 1870 marque le point de départ de l'océanographie physique. Cette croisière a sillonné les mers du globe en poursuivant un double objectif : étudier la vie animale en profondeur et observer les propriétés physiques des eaux océaniques.

Le volume 2 analyse et exploite pour la première fois les mesures physiques collectées par les scientifiques du *Challenger* et montre que ces relevés permettent d'établir le lien entre la circulation océanique et la distribution de la température de l'océan.

Des profondeurs océaniques au laboratoire se décline en trois volumes et s'adresse aux lecteurs curieux attirés par les voyages, l'histoire et les sciences. Les étudiants, les chercheurs et les formateurs en physique, mécanique des fluides, océanographie, trouveront matière à approfondir leurs connaissances.

Les auteurs

Chargé de recherches au CNRS au Laboratoire d'Électrostatique et de Matériaux Diélectriques (LEMD) puis au Laboratoire de Génie Électrique de Grenoble (G2Elab), Frédéric Aitken a également été président de la section Alpes de la Société Française de Physique.

Jean-Numa Foulc est professeur honoraire de l'Université Grenoble Alpes. Il a été enseignant-chercheur successivement aux Universités de Rouen, Montpellier et Grenoble (Polytech Grenoble). Il est actuellement chercheur au G2Elab.