
Table des matières

Remerciements	9
Chapitre 1. L'eau : une molécule dotée de propriétés physico-chimiques extraordinaires	11
1.1. Géométrie de la molécule et propriétés électriques	11
1.2. Diagramme de phase	13
1.3. Isotopes stables de l'hydrogène et de l'oxygène	20
1.4. Propriétés thermodynamiques	22
1.5. Propriétés optiques	30
1.5.1. Turbidité, mélanges ternaires et « effet Ouzo »	33
1.6. Propagation aquatique du son	38
1.7. Synthèse et électrolyse de l'eau	40
1.8. Bibliographie	42
Chapitre 2. Les théories sur l'origine de l'eau sur la Terre	45
2.1. La Planète bleue du système solaire	45
2.2. Les comètes	48
2.3. Les chondrites carbonées et les astéroïdes de glace	52
2.4. L'évolution modérée du rapport isotopique D/H de l'océan mondial	56
2.5. Composition chimique des océans de la Terre primordiale	58
2.5.1. L'énorme effet de serre qu'a connu la Terre primitive	58
2.5.2. Le pH et l'état redox de l'océan terrestre primordial	59

2.5.3. Les roches ultramafiques archéennes, un piège pour le CO ₂ atmosphérique de la Terre primitive	60
2.5.4. La salinité de l'océan terrestre primordial	62
2.6. Bibliographie	63

Chapitre 3. Les principaux réservoirs d'eaux terrestres et leurs compositions chimiques

3.1. Masses des réservoirs d'eau terrestre	65
3.1.1. Les calottes glaciaires ou Inlandsis	68
3.1.2. Les eaux souterraines	68
3.1.3. Les fleuves et les rivières	72
3.1.4. Les lacs	74
3.1.5. Les eaux saumâtres	76
3.1.6. Les océans	77
3.1.7. La salinité	80
3.1.8. La définition des masses d'eau	82
3.1.9. Les vents, facteurs principaux de la circulation océanique de surface	85
3.1.10. La circulation thermohaline : le tapis roulant de l'océan mondial	90
3.2. Le cycle hydrologique de surface, les flux d'eau et les temps de résidence	93
3.3. Composition chimique des fleuves et rivières	95
3.4. Composition chimique de l'océan	100
3.4.1. Les sels dissous	100
3.4.2. Les gaz dissous	101
3.4.3. Variations de O ₂ dissous et de CO ₂ avec la profondeur de l'océan	103
3.4.4. Présentation rapide du concept d'alcalinité	104
3.4.5. La pompe à carbone océanique et le pH de l'eau de mer	104
3.5. Composition chimique des pluies	106
3.6. Pourquoi les océans sont-ils salés ?	110
3.7. Les eaux hypersalines	111
3.7.1. La mer Morte	113
3.7.2. Mono Lake, Etats-Unis	114
3.8. Les eaux géothermiques et les « sources pétrifiantes »	116
3.9. Bibliographie	118

Chapitre 4. L'eau et la tectonique des plaques	121
4.1. Brève introduction à la tectonique des plaques	121
4.2. Des événements catastrophiques en lien avec la tectonique des plaques : les tsunamis	123
4.2.1. Est-ce que des tsunamis liés à des impacteurs astronomiques se sont produits lors des temps géologiques ?	130
4.2.2. D'anciens tsunamis liés à des tremblements de terre ont-ils été enregistrés dans les sédiments côtiers ?	131
4.3. L'activité océanique hydrothermale	132
4.4. L'eau dans le manteau terrestre	145
4.4.1. L'eau dans les minéraux anhydres	145
4.4.2. La spectroscopie IR, un moyen d'identifier des traces d'eau dans les minéraux du manteau	147
4.5. Subduction et activité volcanique	147
4.6. Croissance continentale et recyclage	153
4.7. Bibliographie	158
Chapitre 5. L'eau et la vie	161
5.1. Fonctionnement cellulaire et activité métabolique	161
5.1.1. L'eau du corps humain, le sang et le pH	161
5.1.2. Fonctionnement cellulaire	162
5.1.3. Bilan hydrique du corps	164
5.1.4. Equilibre thermique du corps	164
5.2. Adaptation et réadaptation des tétrapodes aux milieux aquatiques	165
5.3. La biodiversité dans l'environnement aquatique	174
5.3.1. La biodiversité des eaux douces	175
5.3.2. La biodiversité marine	177
5.4. Bibliographie	181
Chapitre 6. Traçage par les isotopes stables du cycle de l'eau et des climats du passé	185
6.1. Principes du fractionnement des isotopes stables entre composés chimiques	185
6.1.1. Mécanique quantique et fractionnement isotopique	185
6.1.2. Les processus physico-chimiques responsables du fractionnement isotopique	187
6.1.3. Les techniques de mesure des isotopes stables des solutions aqueuses	193

6.1.4. L'« effet sel » et l'analyse isotopique des saumures	194
6.2. Le cycle de l'eau à la surface	196
6.2.1. Fractionnements isotopiques lors de l'évaporation de l'eau et de la condensation	200
6.2.2. Les précipitations	203
6.2.3. Le concept d'« effet masse »	208
6.2.4. Distribution géographique des valeurs de δD et $\delta^{18}O$ des précipitations	210
6.2.5. Variations des valeurs de δD et $\delta^{18}O$ des précipitations avec l'altitude	211
6.2.6. Variations des valeurs de δD et $\delta^{18}O$ des précipitations en fonction de la température de l'air	214
6.2.7. Les valeurs de $\delta^{18}O$ des eaux marines de surface	218
6.2.8. Relations entre salinité S et $\delta^{18}O$ dans les océans	220
6.2.9. Relations S <i>versus</i> $\delta^{18}O$ dans les eaux côtières	221
6.3. La mémoire des isotopes stables dans des biominéraux fossiles	225
6.3.1. Equation de fractionnement isotopique entre biominéraux et eau	225
6.3.2. Robustesse de l'enregistrement isotopique à travers le temps	229
6.3.3. Traçage de l'écologie des espèces éteintes de vertébrés	232
6.3.4. Les environnements aquatiques des tortues jurassiques en Europe de l'Ouest	235
6.3.5. Enregistrements isotopiques des changements climatiques sur le long terme	238
6.3.6. Les variations de δD et $\delta^{18}O$ des calottes polaires	239
6.3.7. Enregistrements isotopiques des variations climatiques saisonniers	243
6.4. Inclusions aqueuses piégées dans les minéraux	250
6.5. Bibliographie	255
Index	261