



Table des matières

Partie 4 • Dynamique du climat	319
Introduction	319
4.1 Les acteurs du climat	325
4.1.1 L'océan	325
4.1.2 La cryosphère	328
4.1.3 La Terre	328
4.1.4 L'atmosphère	329
4.2 Équilibre radiatif et effet de serre	356
4.2.1 Modèle de climat à l'équilibre (EBM, <i>Energy Balance Model</i>)	356
4.2.2 Interaction rayonnement et gaz à effet de serre	363
4.3 Le couplage océan-atmosphère	379
4.3.1 Flux de chaleur à l'interface air-mer	379
4.3.2 Les flux méridiens de chaleur	382
4.3.3 Le cycle de l'eau	387
4.3.4 Interaction du sel et de l'eau douce	392
4.4 Le cycle du carbone	397
4.4.1 Introduction : les réservoirs et les flux de carbone	398
4.4.2 Échanges avec les roches	400
4.4.3 Échanges avec la biosphère	402
4.4.4 Échanges de CO ₂ à l'interface air-mer	410
4.4.5 La chimie des carbonates dans l'océan	413
4.4.6 Synthèse	424
4.4.7 La pénétration du carbone anthropique dans l'océan	430

4.5	Comment estimer la réponse du système climatique aux gaz à effets de serre ?	433
4.5.1	Le concept du forçage radiatif	433
4.5.2	Les rétroactions (feedbacks) climatiques	437
4.5.3	La sensibilité du climat	448
4.6	L'observation des climats passés	452
4.6.1	Les sédiments océaniques	453
4.6.2	Les carottes de glace	457
4.6.3	Les climats très anciens : de l'Archéen au Crétacé	458
4.6.4	Les deux derniers millions d'années ou le temps des paramètres orbitaux	463
4.6.5	Les derniers 100 000 ans ou le temps de la circulation océanique	475
4.6.6	L'évolution du dernier siècle ou le temps de l'homme	481
4.7	La variabilité naturelle du climat aujourd'hui : de quelques mois à quelques dizaines d'années	507
4.7.1	L'oscillation nord-atlantique (<i>North Atlantic Oscillation</i> , NAO)	508
4.7.2	L'oscillation multidécennale atlantique (<i>Atlantic Multidecadal Oscillation</i> , AMO)	515
4.7.3	El Niño Southern Oscillation (ENSO)	521
4.8	Le futur du climat	536
4.8.1	Les 100 prochaines années	537
4.8.2	Et après ?	540
4.8.3	Les solutions	544
	Conclusion	548
	Lectures additionnelles	551
	Références d'articles cités dans le texte	557
	Valeurs utiles et paramètres	569
	Annexe 3 : Observer l'atmosphère	573
A.3.1	L'hydrostatique	573
A.3.2	La géostrophie	574
	Annexe 4 : Le traitement des données climatiques	577
A.4.1	Moyenne, variance, histogramme et loi normale	578
A.4.2	Le lien avec les probabilités	582
A.4.3	La méthode des moindres carrés et la mesure du réchauffement global	585
A.4.4	L'analyse en fréquences ou analyse de Fourier	592
	Annexe 5 : Constantes des réactions des carbonates dissous	599
	Index général tomes 1 et 2	601