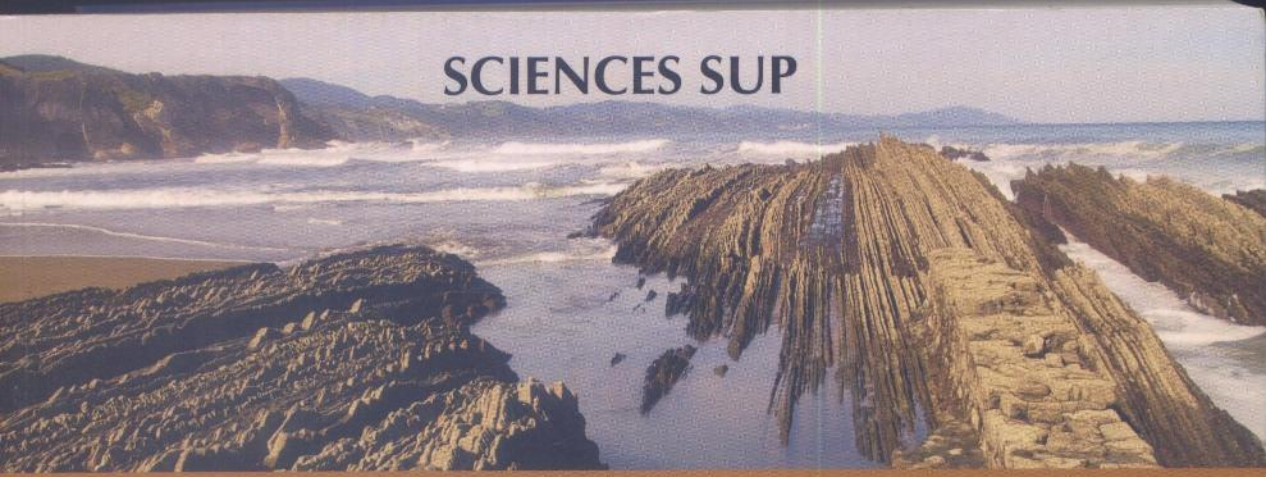


SCIENCES SUP



COURS

Master • CAPES • Agrégation

CLIMATOLOGIE et PALÉOCLIMATOLOGIE



043983

Alain Foucault

DUNOD

043983

(3)

GL 114

CLIMATOLOGIE et PALÉOCLIMATOLOGIE



Alain Foucault

Professeur émérite du Muséum
National d'Histoire Naturelle



043983

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	XI
PREMIÈRE PARTIE	
CLIMATOLOGIE	
Chapitre 1 • Climat, climats, paléoclimat, des définitions difficiles	1
Chapitre 2 • Composition et physique de l'atmosphère	5
2.1 Les gaz atmosphériques	5
2.2 Division de l'atmosphère en couches	6
Chapitre 3 • L'énergie des climats	12
3.1 L'énergie solaire	12
3.2 L'énergie géothermique	13
3.3 Quelques lois du rayonnement	13
Rayonnement du corps noir	13
Corps non assimilables au corps noir	16
Chapitre 4 • Utilisation globale du rayonnement solaire par la Terre	19
4.1 La traversée de l'atmosphère et l'arrivée au sol, l'albédo terrestre	19
4.2 Transferts de chaleur, rayonnement infrarouge	21
4.3 L'effet de serre	22
Chapitre 5 • Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre	26
5.1 L'orbite terrestre, les saisons	26
5.2 Répartition géographique du rayonnement solaire au cours de l'année	30
Chapitre 6 • Les mouvements de l'atmosphère	34
6.1 La convection thermique	34
6.2 La force de Coriolis	36
6.3 Équilibre géostrophique et tourbillons	38
Chapitre 7 • La circulation générale atmosphérique	40
7.1 Pressions et vents en altitude	41
7.2 Pressions et vents à moyenne et basse altitude	42

Table des matières

Chapitre 8 • Les courants marins	45
8.1 La circulation générale océanique	45
8.2 Force de Coriolis et spirale d'Ekman	46
8.3 Upwellings	47
Chapitre 9 • L'eau dans l'atmosphère	50
9.1 La vapeur d'eau dans l'air	50
9.2 Chaleur sensible, chaleur latente	54
9.3 Gradients de température dans l'atmosphère	54
Gradient vertical de température, émagrammes	54
Gradient de température adiabatique	55
9.4 Stabilité ou instabilité de l'air	56
9.5 Condensation, précipitations	58
Conditions de la condensation, sursaturation	58
Précipitations (pluie, grêle, neige)	59
9.6 Nébulosité	60
Brouillard et brume	60
Nuages bas (base typiquement au-dessous de 2 km)	61
Nuages d'altitude moyenne (base typiquement entre 2 et 7 km)	61
Nuages de haute altitude (base typiquement entre 5 à 14 km)	61
Nuages à développement vertical	62
Chapitre 10 • Perturbations	64
10.1 Masses d'air, fronts	64
10.2 Lignes de grains (<i>Squall lines</i>)	65
10.3 Cyclones extratropicaux	66
10.4 Cyclones tropicaux	68
10.5 Tornades	72
10.6 El Niño, oscillation australe (<i>El Niño – Southern Oscillation</i> ou ENSO)	75
Chapitre 11 • Zonalité et azonalité des climats	80
11.1 Climats zonaux	80
Climat zonal équatorial	80
Climat zonal tropical sec	81
Climat zonal tempéré	81
Climat zonal polaire	82
11.2 Azonalité des climats	82
Circulation de Walker	82
Moussons	84
Continentalité	85
Rôle des reliefs	86

Chapitre 12 • Végétation et climats, biomes	92
12.1 Biomes	92
12.2 Répartition climatique des biomes	95
12.3 Modélisation biogéographique	97
12.4 Étagement végétal	98
Chapitre 13 • Classifications des climats. Cartographie, modélisation	101
13.1 Classifications empiriques et classifications génétiques	101
Classifications empiriques	101
Classifications génétiques	105
Modélisation climatique globale	105
Chapitre 14 • Les climats de la planète	107
14.1 Climats équatoriaux (type A de Köppen)	107
Climats de forêt humide équatoriale (ou intertropicale, sous-type Af)	108
Climats de mousson équatoriale (sous-type Am)	109
Climats de savane équatoriale à été humide (sous-type Aw)	110
14.2 Climats arides (type B)	110
Climats de steppe (sous-type BS)	111
Climats de désert (sous-type BW)	113
14.3 Climats tempérés (type C)	115
Climats tempérés à été sec (sous-type Cs)	115
Climats tempérés à hiver sec (sous-type Cw)	117
Climats tempérés toujours humides (sous-type Cf)	118
14.4 Climats neigeux (type D)	119
Climats neigeux à été sec (sous-type Ds)	119
Climats neigeux à hiver sec (sous-type Dw)	119
Climats neigeux toujours humides (sous-type Df)	119
14.5 Climats polaires (type E)	120
Climats de toundra (sous-type ET)	120
Climats des glaces (sous-type EF)	121
SECONDE PARTIE	
PALÉOCLIMATOLOGIE	
Chapitre 15 • Histoire de la paléoclimatologie	123
15.1 Les débuts de la paléoclimatologie	123
15.2 La question des causes des variations climatiques	127
15.3 Progrès récents	129
Chapitre 16 • But et méthodes de la paléoclimatologie	130
16.1 Reconstituer les paramètres climatiques du passé	130

Table des matières

Instruments statistiques	130
Géochimie isotopique	138
16.2 Dater les témoignages paléoclimatiques	140
16.3 Comprendre les mécanismes du climat'	142
Chapitre 17 • Datations et échelles de temps	143
17.1 Types de chronologie	143
17.2 Étendue et précision des méthodes de datation	144
17.3 Biostratigraphie	145
17.4 Orbitochronologie	146
17.5 Stratigraphie isotopique	147
17.6 Magnétostratigraphie	151
17.7 Téphrochronologie	153
17.8 Dendrochronologie	153
17.9 Sclérochronologie	156
17.10 Varves	157
17.11 Datations radiométriques	160
Principes	160
Radiocarbone	161
Autres isotopes radioactifs utilisés	164
Thermoluminescence, luminescence stimulée optiquement	165
Résonance de spin électronique	166
17.12 Lichenométrie	166
17.13 Racémisation des acides aminés	167
Chapitre 18 • Enregistrements paléoclimatiques	168
18.1 Types d'enregistrements paléoclimatiques	168
18.2 Archives historiques	169
18.3 Archives physicochimiques et géomorphologiques	172
Archives glaciaires	172
Modèle glaciaire	178
Modèle périglaciaire	180
Enregistrement des glaciations préquaternaires	181
Lignes de rivages, terrasses	182
Spéléothèmes	184
Gradient géothermique	187
18.4 Archives sédimentologiques	188
Méthodes d'étude	190
Évaporites	192
Formations récifales	193
Dunes	194
Sédiments terrigènes	195

Sédiments marno-calcaires	197
Sédiments houillers	197
18.5 Archives biologiques	200
Foraminifères	200
Coraux	208
Mollusques	211
Dendroclimatologie	213
Palynologie	216
Forme des feuilles de Phanérogames	219
Chapitre 19 • Causes des changements de climat	221
19.1 Causes terrestres, causes extraterrestres	221
19.2 Déplacement des continents à la surface de la Terre	221
19.3 Modifications de l'atmosphère et de l'albédo de la terre	222
19.4 Variations de l'activité solaire	225
19.5 Irrégularités de l'orbite terrestre	228
Chapitre 20 • La théorie astronomique des climats	229
20.1 Les éléments variables de l'orbite terrestre	229
La précession des équinoxes	230
L'obliquité	230
L'excentricité	232
20.2 Effet des variations de l'orbite terrestre sur la répartition de l'insolation	233
Rôle de l'obliquité	233
Rôles de l'excentricité et de la précession	234
Conditions favorables pour une glaciation ; l'hypothèse de Milankovitch	236
Répartition de l'insolation dans le temps et dans l'espace	237
Chapitre 21 • Preuves et conséquences de la théorie astronomique des climats	241
21.1 Fréquences astronomiques dans l'enregistrement sédimentaire	241
21.2 De l'insolation au signal climatique ; le rôle des inlandsis	243
21.3 Synchronismes des glaciations et variation de la concentration en CO ₂ de l'atmosphère	248
Chapitre 22 • Histoire des climats	249
22.1 Temps et états	249
La perspective du temps	249
Périodes de serre (<i>Greenhouse</i>) et périodes de glacière (<i>Icehouse</i>)	249
« Crises » biologiques et changements climatiques	250
22.2 Le Précambrien (de -4,57 Ga à -542 Ma)	252
Contexte géologique	252
Le paradoxe du jeune soleil faible et l'évolution de la température	253
L'évolution de l'atmosphère	255

Table des matières

Les glaciations précambriennes et la « boule de neige » (<i>Snowball</i>)	260
22.3 Le Paléozoïque (de -542 Ma à -251 Ma)	264
Contexte géologique	264
Les glaciations du Paléozoïque	267
22.4 Le Mésozoïque (de -251 Ma à -65,5 Ma)	271
Contexte géologique	271
Climat	273
La crise de la limite Crétacé-Tertiaire	275
22.5 Le Cénozoïque (de -65,5 Ma à l'actuel)	278
Contexte géologique	278
Vers la glaciation	279
Les temps glaciaires : le Quaternaire	281
Les événements Dansgaard-Oeschger et Heinrich	284
Le dernier sursaut de la glaciation : le Dryas récent	287
L'Holocène	289
Le dernier millénaire	290
L'époque industrielle	291
L'avenir du climat	295
Bibliographie choisie, sites internet	299
Ouvrages d'enseignement ou de vulgarisation	299
Publications spécialisées	299
Quelques sites internet	301
Météorologie, Climatologie	301
Paléoclimatologie	301
Crédits et remerciements	302
Index	304



Alain Foucault

CLIMATOLOGIE et PALÉOCLIMATOLOGIE

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants en Master de Sciences de la Terre et Environnement, ainsi qu'aux candidats au Capes et à l'agrégation de Géographie et de SV/ST.

Ce cours est articulé en deux parties. La première traite des grands thèmes de la climatologie : composition et physique de l'atmosphère, énergie des climats, transferts de chaleur, diversité des végétations, types de climats.

La seconde aborde la paléoclimatologie, science qui reconstitue les climats du passé et étudie les causes et les mécanismes de leurs variations.

Enfin les grandes lignes de l'histoire de ces variations sont exposées : elles permettent de mieux appréhender l'influence des activités humaines sur le climat. Cet ouvrage sera donc aussi utile à tous ceux qui s'intéressent à l'évolution de la planète.

ALAIN FOUCAULT
est professeur émérite du
Muséum National d'Histoire
Naturelle.

MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA TERRE



6673529

ISBN 978-2-10-052190-6



www.dunod.com

