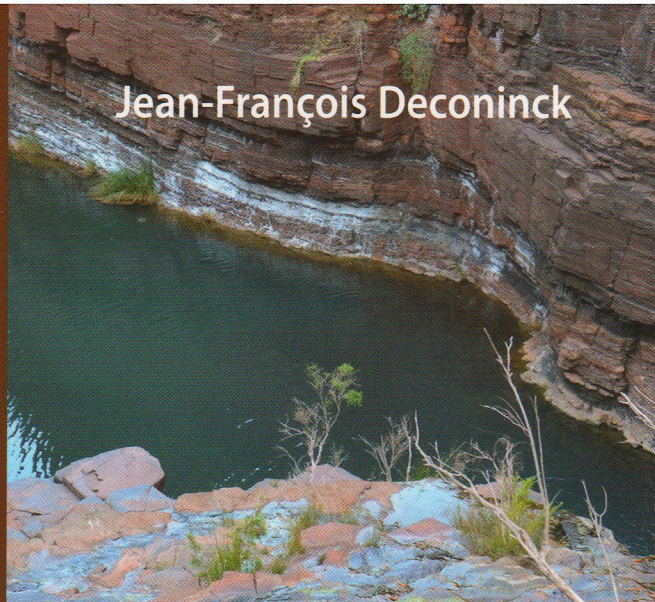


Jean-François Deconinck

LICENCE 3 ET MASTER
SCIENCES DE LA TERRE
& SCIENCES DE
L'ENVIRONNEMENT



Paléoclimats

L'enregistrement des variations climatiques

- Cours complet
- Exercices d'application
- Tous les corrigés détaillés

Vuibert

Table des matières

Avant-propos	1
Introduction	3
CHAPITRE 1. Les acteurs du climat et le système climatique	9
1. Le Soleil	9
1.1 Énergie et rayonnement solaire	9
<i>Comment a-t-on mesuré la température de la photosphère ? 10 – Quelle est l'énergie rayonnée par le Soleil ? 11</i>	
1.2 Variations de l'activité solaire	12
1.3 Relations Terre-Soleil	15
Caractéristiques de l'orbite terrestre, 15 – L'obliquité de l'axe de rotation de la Terre, 16 – Les saisons, 16 – <i>Quelle est la durée... ou quelles sont les durées des saisons ? 18</i> – La précession des équinoxes, 18 – Répartition de l'insolation, 19 – L'albédo, 20	
2. L'atmosphère	21
2.1 Composition et structure	21
2.2 Atmosphère et rayonnement solaire	23
La circulation générale atmosphérique, 23 – Spectre d'absorption des gaz atmosphériques et effet de serre, 25 – <i>Les gaz à effet de serre GES, 27</i>	
2.3 Évolution de la composition de l'atmosphère au cours des temps géologiques ..	29
3. L'océan mondial	31
3.1 Densité de l'eau	32
3.2 La circulation thermohaline	33
<i>En combien de temps s'effectue la boucle thermohaline ? 35</i>	
3.3 Interactions océan-atmosphère	35
<i>Comment reconstituer la circulation océanique au cours des temps géologiques ? 36</i>	
4. La cryosphère	37
4.1 Les glaciers alpins	37
4.2 Les inlandsis	38
4.3 Les glaces de mer	40
<i>La fonte de la banquise et des icebergs provoque-t-elle une élévation du niveau marin ? 40</i>	
4.4 Influences de la cryosphère sur le climat	41
<i>Qu'appelle-t-on glacio-eustatisme ? 41</i>	

5. La biosphère	42
5.1 La vie précambrienne	42
5.2 La période phanérozoïque	43
5.3 Rôle de la biosphère sur le climat	43
6. La croûte continentale	43
6.1 Formation de la croûte continentale	44
6.2 L'altération des continents	44
Rôle de la tectonique des plaques sur le climat, 45 – <i>Comment évaluer l'intensité de l'altération chimique au cours des temps géologiques ?</i> 46	
7. Importance du cycle du carbone et des rétroactions	48
7.1 Sources et puits de dioxyde de carbone	49
Le modèle BLAG, 49 – Rôle de l'océan, 50 – La photosynthèse, 51 – <i>Les isotopes stables du carbone</i> , 51 – Le méthane, 52 – <i>Qu'appelle-t-on hydrates de méthane ou clathrates ?</i> 53 – Le modèle Geocarb II, 54	
7.2 L'influence des rétroactions	55
CHAPITRE 2. Climats actuels et méthodes d'étude des paléoclimats	57
1. Climats et phénomènes climatiques actuels	57
1.1 La distribution zonale des climats actuels	57
1.2 La mousson	57
1.3 Conséquences de la mousson	59
1.4 Les oscillations atmosphériques	60
Enso : El Niño Southern Oscillation, 60 – Oscillation Nord-Atlantique (ONA), 62	
1.5 Le réchauffement climatique moderne	63
2. Supports de l'enregistrement climatique et techniques d'études des paléoclimats.	63
2.1 Mesures directes et documents historiques	64
2.2 Supports biologiques	65
Scléroclimatologie, 69 – <i>Utilisation des isotopes stables de l'oxygène en paléoclimatologie</i> , 69	
2.3 Dépôts sédimentaires.	75
Dépôts continentaux, 76 – Les sédiments marins, 80 – <i>Les minéraux argileux</i> , 82	
2.4 Étude des glaces	86
Datation des glaces, 86 – Étude des bulles d'air et des impuretés de la glace, 87	
CHAPITRE 3. Les périodes glaciaires	89
1. Les glaciations précambriennes	91
1.1 La plus ancienne glaciation	92

Avant-propos

1.2 La glaciation huronienne	94
<i>Quelles sont les causes possibles de la glaciation huronienne ? 95</i>	
1.3 Les glaciations néoproterozoïques	97
Répartition spatiale et temporelle des dépôts glaciaires, 97 – Sédiments associés aux dépôts glaciaires, 98 – <i>À quoi correspondent les cap carbonates ? 98</i> – Les scénarios proposés, 99	
2. Les glaciations phanérozoïques	102
2.1 La glaciation de l'Ordovicien terminal	102
Répartition géographique des dépôts glaciaires, 102 – Durée de la glaciation, 103 – Les variations du niveau marin, 104 – Paléogéographie et paléoenvironnements ordoviciens, 105	
2.2 Les glaciations du Dévonien terminal au Permien supérieur	108
Durée de la glaciation, 108 – Causes de la glaciation, 109	
3. Le refroidissement et la glaciation cénozoïques	115
3.1 Données isotopiques	115
3.2 Enregistrement sédimentaire de la glaciation cénozoïque : la sédimentation sur la marge nord-est américaine	119
3.3 Quelles sont les causes du refroidissement cénozoïque ?	122
Rôle de la tectonique des plaques, 122 – Mise en place de la circulation circum-antarctique, 122 – Formation de dépôts sédimentaires riches en matière organique, 123 – Rôle du volcanisme et des impacts, 125	
CHAPITRE 4. Les périodes chaudes de type « <i>greenhouse</i> »	129
1. Les périodes chaudes du Paléozoïque	129
1.1 Les climats cambro-ordoviciens	129
1.2 Les climats siluro-dévonien	132
<i>L'évolution climatique du passage Frasnien-Famennien peut-elle être en partie responsable de cette extinction majeure ? 133</i>	
2. Les climats du Permo-Trias à l'Éocène (– 225 à – 35 Ma)	134
2.1 L'aridité permo-triasique et les climats du Trias	135
Les trapps du nord-ouest de la Sibérie, 136 – Le passage Trias-Jurassique, 137	
2.2 La période Jurassique-Crétacé	139
Existait-il des glaces polaires au Jurassique et au Crétacé ? 139 – Climats liasiques, 140 – L'événement toarcien, 142 – Évolution de la température des eaux océaniques du Jurassique moyen au Crétacé supérieur, 144 – Le passage Jurassique-Crétacé, 146 – Les refroidissements du Crétacé, 147 – Quelles sont les causes de ces refroidissements ? 149 – L'optimum climatique du Cénomanién, 151 – Le refroidissement progressif du Crétacé supérieur, 152 – Conséquences climatiques de l'impact de Chicxulub à la limite K-T, 153 – Le maximum thermique du passage Paléocène-Éocène (P-E), 155 – Quel processus est susceptible d'entraîner une élévation forte des températures et la libération de carbone à $\delta^{13}\text{C}$ fortement négatif ? 156 – Conclusion, 157	

CHAPITRE 5. Variations climatiques à haute fréquence	159
1. Enregistrement sédimentaire des fluctuations des paramètres orbitaux	159
1.1 Les séries pélagiques alternantes marne-calcaire	159
1.2 Les séquences carbonatées du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur du Jura	167
1.3 Les sédiments océaniques plio-quaternaires	169
<i>Comment interviennent les fluctuations des paramètres orbitaux sur les cycles glaciaires/ interglaciaires ? 170 – Pour quelles raisons les fluctuations de l'insolation relativement faibles produisent-elles des changements climatiques majeurs ? 171</i>	
2. Enregistrement dans les glaces	172
2.1 Les carottes de glace de Vostok et du Dôme C.	172
2.2 Quelles sont les relations entre les paramètres orbitaux et les teneurs en gaz à effet de serre ?	175
<i>Quel réservoir de carbone a pu jouer un rôle dans le pompage du dioxyde de carbone durant les stades glaciaires ? 176 – Le processus de pompage du dioxyde de carbone a-t-il pu être plus actif durant les stades glaciaires ? 176</i>	
3. Les changements abrupts du climat	177
3.1 L'extrême instabilité du climat glaciaire	177
Les événements de Heinrich, 179 – L'oscillation du Bölling-Allerød/Dryas récent (BA/DR), 181	
3.2 Un événement froid il y a 8 200 ans	183
<i>Quel peut être l'effet de l'événement sur le climat ? 186 – Un événement comme celui-ci, dont les conséquences sur nos sociétés actuelles seraient majeures, peut-il encore se produire ? 186</i>	
4. Variations climatiques du dernier millénaire	187
4.1 Le petit âge glaciaire	188
Mise en évidence, 188 – <i>À quoi correspond l'optimum climatique du Moyen Âge ?</i> 188 – Causes possibles du petit âge glaciaire, 188 – <i>Existe-t-il une relation entre l'irradiance du Soleil et les fluctuations du climat au cours du dernier millénaire ? 191</i>	
4.2 Le réchauffement climatique moderne	194
Conclusion	197
Contrôle externe	197
Contrôle interne	199
Corrigés des exercices	203
Glossaire	217
Références bibliographiques	223
Ouvrages et articles généraux	223
Ouvrages et articles spécialisés	224
Index	233

Jean-François Deconinck

Paléoclimats

L'enregistrement des variations climatiques

Ce manuel propose un **cours pluridisciplinaire** en paléoclimatologie et sédimentologie complété par des **exercices d'application corrigés**. Il présente notamment les supports de l'enregistrement géologique des variations climatiques de la Terre et les résultats les plus récents en matière de recherches sur les paléoclimats.

Rédigé à l'attention des étudiants en troisième année de Licence et en Master des filières Sciences de la Terre et Sciences de l'environnement, cet ouvrage constitue également une excellente base de révision pour tous les candidats aux concours de l'enseignement et ceux des écoles d'ingénieurs.

Sommaire

- | | |
|---|---|
| 1. Les acteurs du climat et le système climatique | 5. Variations climatiques à haute fréquence |
| 2. Climats actuels et méthodes d'étude des paléoclimats | Corrigés des exercices |
| 3. Les périodes glaciaires | Glossaire – Bibliographie – Index |
| 4. Les périodes chaudes de type « <i>greenhouse</i> » | |

Ancien membre du jury de l'Agrégation SV-STU, Jean-François Deconinck est professeur à l'université de Bourgogne. Spécialiste de la sédimentation des argiles, il est actuellement président de l'Association des sédimentologues français (ASF).

ISBN 978-2-311-01193-7



WWW.VUIBERT.FR

