

**Partie I****LE CLIMAT SUR TERRE ET SON MOTEUR : L'ÉNERGIE**

- 18        **1 - POURQUOI Y A-T-IL DES CLIMATS SI DIFFÉRENTS SUR TERRE ?**
- 20        **2 - DES CLIMATS DIFFÉRENTS ... ET UNE VIE SI VARIÉE**
- 20        2.1 Les différents climats sur Terre
- 21        2.2 Climats, biomes et biodiversité
- 26        2.3 Climat et société
- 29        **3 - D'UNE MOSAÏQUE DE CLIMATS À LA DÉFINITION D'UN CLIMAT MOYEN**
- 29        3.1 La température
- 32        3.2 La quantité d'eau reçue
- 34        3.3 Les vents
- 34        3.4 Trois « postes » clés, consommateurs d'énergie
- 36        **4 - LE CLIMAT MOYEN SUR TERRE**
- 36        4.1 Le pourvoyeur d'énergie : le Soleil
- 38        4.2 L'équilibre énergétique à la surface de la Terre
- 42        **5 - L'IMPACT DE L'ATMOSPHÈRE SUR LE RAYONNEMENT**
- 42        5.1 Comment l'atmosphère modifie le rayonnement solaire et le rayonnement tellurique
- 43        5.2 Les caractéristiques de l'atmosphère et de ses différents constituants
- 46        5.3 Les trois mécanismes radiatifs qui chauffent ou refroidissent la surface terrestre
- 51        5.4 Le jeu croisé des constituants de l'atmosphère et de la surface terrestre
- 55        **6 - L'ÉQUILIBRE ÉNERGÉTIQUE : LA SAGA DE LA TRAVERSÉE DE L'ATMOSPHÈRE**
- 55        6.1 Le bilan énergétique à la surface de la Terre
- 56        6.2 Les différentes composantes de ce bilan
- 60        6.3 Synthèse des mécanismes de chauffage de la surface terrestre
- 61        6.4 Impact de l'activité humaine ?
- 62        **PARTIE I - EN RÉSUMÉ...**

64	<i>Encadré I.1 Température, énergie, rayonnement</i>
67	<i>Encadré I.2 Énergie liée au mouvement des masses d'air</i>
68	<i>Encadré I.3 L'équilibre thermique : l'image du bol de soupe</i>
70	<i>Encadré I.4 Effet de serre : l'analogie de la baignoire</i>

## Partie II

### LES DIFFÉRENTES CAUSES DE L'ÉVOLUTION DU CLIMAT

82	<b>7 - L'APPROCHE CHOISIE</b>
84	<b>8 - L'ÉMISSION DU SOLEIL</b>
84	8.1 Impact sur le climat : le mécanisme
84	8.2 Comment cette émission a varié
86	8.3 Quelles conséquences ?
88	<b>9 - LA DISTANCE DE LA TERRE AU SOLEIL</b>
88	9.1 Impact sur le climat : le mécanisme
88	9.2 Comment et pourquoi cette distance varie
89	9.3 Quelles conséquences ?
90	<b>10 - LA COMPOSITION DE L'ATMOSPHÈRE</b>
90	10.1 Impact sur le climat : le mécanisme
90	10.2 Comment et pourquoi cette composition a varié
92	10.3 Quelles conséquences ?
94	<b>11 - LE TRANSFERT DE CHALEUR DE L'ÉQUATEUR VERS LES PÔLES</b>
94	11.1 Impact sur le climat : le mécanisme
94	11.2 Comment et pourquoi ce transfert peut varier
95	11.3 Quelles conséquences ?
96	<b>12 - LES OSCILLATIONS RÉSULTANT DE L'INTERACTION ENTRE L'ATMOSPHÈRE ET L'OcéAN</b>
96	12.1 Impact sur le climat : le mécanisme
97	12.2 Les fluctuations des alizés et leur conséquence : l'ENSO
97	12.3 Les fluctuations sur l'Atlantique et leurs conséquences : la NAO
99	<b>13 - AUTRES FACTEURS INTERVENANTS</b>
100	<b>PARTIE II - EN RÉSUMÉ...</b>
102	<i>Encadré II.1 Les éruptions volcaniques</i>
104	<i>Encadré II.2 El Niño</i>

## LES ENSEIGNEMENTS DU PASSÉ

- 113      **14 - LE SOUVENIR DU LOINTAIN PASSÉ**
- 113      14.1 Sur les milliards d'années...
- 114      14.2 Depuis des dizaines de millions d'années : un lent refroidissement
- 118      14.3 L'entrée en scène des glaciations de l'hémisphère nord
- 120      **15 - DEPUIS 2 MILLIONS D'ANNÉES : LA VALSE DES GLACIATIONS**
- 120      15.1 L'enregistrement de cette valse
- 124      15.2 La cause initiale des alternances glaciaire-interglaciaire
- 127      15.3 Une alternance de climats bien régulière
- 128      15.4 Glaciaires et interglaciaires : deux stades climatiques très contrastés
- 132      15.5 Les glaciaires comme les interglaciaires : semblables mais jamais identiques
- 135      15.6 Des changements « brutaux » lors du dernier cycle climatique
- 140      **16 - LA VALSE DES GLACIATIONS : CONSÉQUENCE ET ENSEIGNEMENT**
- 140      16.1 L'impact des alternances glaciaire-interglaciaire sur la vie
- 144      16.2 Quelques enseignements
- 149      16.3 A quand le retour de la prochaine glaciation ?
- 150      **17 - DEPUIS 12000 ANS, LA PÉRIODE CHAUDE DE L'HOLOCÈNE**
- 150      17.1 L'Holocène
- 150      17.2 Les trois grilles de lecture de l'évolution du climat durant l'Holocène
- 151      17.3 Sur plus de 10 000 ans : la lente évolution de l'insolation
- 159      17.4 Sur cette toile de fond, des clignotements du Soleil
- 167      **18 - SUR LE SIÈCLE, DES FLUCTUATIONS MONDIALES ET RÉGIONALES**
- 167      18.1 Du global...
- 172      18.2 ...au régional : l'exemple de l'oscillation nord-atlantique
- 173      18.3 D'autres sources d'évolution ?
- 174      **19 - CLIMATS PASSÉS, DES ANALOGUES AUX CLIMATS FUTURS ENVISAGEABLES**
- 174      19.1 Le coup de chaud d'il y a 55 millions d'années
- 176      19.2 Il y a trois millions d'années
- 177      19.3 Sur les deux derniers millions d'années

178	<b>PARTIE III - EN RÉSUMÉ...</b>
180	<i>Encadré III.1 Calottes, glaciers, banquise : de la glace partout, mais ...</i>
181	<i>Encadré III.2 Le forage de la calotte antarctique à Vostok</i>
181	<i>Encadré III.3 Le coup de froid brutal du Dryas récent</i>
183	<i>Encadré III.4 Le rôle des gaz à effet de serre dans les alternances glaciaire-interglaciaire</i>
184	<i>Encadré III.5 Un film apocalyptique : "Le jour d'après"</i>
185	<i>Encadré III.6 L'Holocène raconté par un paysage de la Drôme</i>

## Partie IV

### L'ÉVOLUTION RÉCENTE DU CLIMAT

196	<b>20 - LE CHANGEMENT CLIMATIQUE RÉCENT</b>
196	20.1 L'évolution de la température
208	20.2 L'évolution des précipitations, de la vapeur d'eau et des événements extrêmes
213	20.3 Une vue d'ensemble sur les dernières décennies
213	20.4 L'impact du réchauffement : une question primordiale
215	<b>21 - L'IMPACT DU RÉCHAUFFEMENT SUR LA CRYOSPHERE (NEIGE ET GLACE)</b>
215	21.1 L'évolution de la banquise, « canari » de la planète
218	21.2 L'évolution des glaciers
222	21.3 L'évolution des calottes glaciaires
225	21.4 L'évolution des sols gelés
228	21.5 L'évolution de l'englacement et de la couverture neigeuse
231	<b>22 - L'IMPACT DU RÉCHAUFFEMENT SUR L'OcéAN</b>
232	22.1 L'évolution du niveau marin
237	22.2 L'évolution de la salinité des océans
238	22.3 Un ralentissement de la circulation profonde ?
239	22.4 L'évolution du CO <sub>2</sub> dissous et l'acidification des océans
242	22.5 En résumé, une grande cohérence à l'échelle de la planète
243	<b>23 - L'IMPACT DU RÉCHAUFFEMENT SUR LES ÉCOSYSTÈMES</b>
243	23.1 Les évolutions en cours
249	23.2 Les prémices d'un dysfonctionnement
250	23.3 Les conséquences d'un réchauffement sur la vie
251	<b>24 - LE RÉCHAUFFEMENT DU 20<sup>e</sup> SIÈCLE : ORIGINE NATURELLE OU HUMAINE ?</b>
251	24.1 L'impact de l'activité humaine

263	24.2 Les causes naturelles : Soleil et volcans
264	24.3 Synthèse des différentes causes pouvant intervenir : le rôle prépondérant de l'homme
268	<b>PARTIE IV - EN RÉSUMÉ...</b>
271	<i>Encadré IV.1 Le CO<sub>2</sub></i>
272	<i>Encadré IV.2 Le cycle du carbone</i>

## Partie V

### LE CLIMAT DU 21<sup>e</sup> SIÈCLE ET L'IMPACT DES ACTIVITÉS HUMAINES

282	<b>25 - DEUX FACTEURS CLÉS</b>
282	25.1 Les émissions de gaz à effet de serre
284	25.2 La croissance démographique
286	<b>26 - LES PRÉVISIONS : SCÉNARIOS ÉCONOMIQUES ET MODÉLISATIONS CLIMATIQUES</b>
286	26.1 les différentes étapes dans la prévision
288	26.2 Les modèles climatiques
289	26.3 Les différents scénarios économiques
290	<b>27 - UN APERÇU GÉNÉRAL DES DIFFÉRENTES SIMULATIONS</b>
290	27.1 La stabilisation du climat : étape ultime des différents scénarios
290	27.2 Les scénarios couvrant plusieurs siècles
293	27.3 Les scénarios sur le 21 <sup>e</sup> siècle
296	<b>28 - LE RÉCHAUFFEMENT FUTUR ET SES CONSÉQUENCES</b>
296	28.1 À l'échelle de la planète
304	28.2 Sur les différentes régions
310	<b>29 - L'ÉVOLUTION FUTURE DU CLIMAT : INCONNUES ET INCERTITUDES</b>
310	29.1 Des modèles à améliorer
311	29.2 Des scénarios économiques déjà dépassés ?
311	29.3 A la merci d'un accident climatique brutal ?
315	<b>30 - L'ÉVOLUTION NATURELLE DU CLIMAT POURRAIT-ELLE COMPENSER LE RÉCHAUFFEMENT FUTUR ENVISAGÉ ?</b>
315	30.1 Sur les milliers d'années, l'impact des paramètres orbitaux
316	30.2 Les éruptions volcaniques
316	30.3 L'activité du Soleil
317	30.4 Les fluctuations naturelles

- 318           **31 - VERS QUELS SCÉNARIOS SE DIRIGER ?**
- 318           31.1 L'impact sur la vie : un enjeu fondamental
- 320           31.2 L'importance du changement climatique envisagé à l'aune  
              des leçons du passé
- 322           31.3 Un réchauffement moyen de +2°C : un objectif à ne pas dépasser
- 323           31.4 L'équation « triple zéro » ou les trois enjeux sociétaux
- 325           **32 - LE CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS L'ÉTAT ACTUEL  
              DE LA PLANÈTE**
- 325           32.1 Les dégradations environnementales
- 325           32.2 La raréfaction des ressources minérales
- 326           32.3 L'inexorable croissance de la population mondiale ?
- 327           **33 - L'AVÈNEMENT D'UN NOUVEAU TYPE DE DÉVELOPPEMENT ?**
- 328           **PARTIE V - EN RÉSUMÉ...**

## Conclusion

- 335           **Appendice 1** : Les saisons, la circulation atmosphérique, la  
              circulation océanique
- 346           **Appendice 2** : Les paramètres orbitaux, métronomes des glaciations