

PRÉVISIONS SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT TERRESTRE

25

CHAPITRE

MOTS-CLÉS

- ▶ GIEC (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat).
- ▶ Sortie de l'interglaciaire actuel.
- ▶ Modélisations climatiques.
- ▶ Le Crétacé, le Miocène et le Pliocène : des analogues anciens de situations climatiques futures probables ?

Il s'agit bien évidemment de prospectives décennales ou séculaires voire millénaires et non pas de l'échelle météorologique de la prévision du temps. Au-delà du problème d'échelle de temps, il faut noter une différence de méthodes. La prévision météorologique est basée sur la connaissance et l'observation (satellitaire notamment, *fig. 21.11* et *22.2*) des circulations atmosphériques et océaniques et sur leur modélisation dynamique. Les prédictions à long terme supposent l'établissement d'un modèle climatique global du système Terre avec toutes ses composantes, interactions et actions en retour et des hypothèses sur l'intensité des facteurs forçants. Nous avons déjà évoqué, au chapitre 21, la difficulté de telles modélisations qui donnent des résultats variables en termes de températures selon l'intensité de la nébulosité et les types de nuages introduits dans le modèle. Il ne se passe pas de mois sans qu'une émission de radio, de télévision, un journal ou un livre ne titrent sur un scénario catastrophe, à plus ou moins court terme, de réchauffement drastique de la planète lié aux activités anthropiques que nous venons d'évoquer au chapitre 24. Pourtant, l'imbrication des différents ordres de fluctuations du climat rend très délicate l'interprétation d'une tendance observée sur quelques années et son extrapolation sur des durées plus longues. L'observation de la figure 24.20, qui résume l'évolution climatique terrestre depuis le Mésozoïque, doit pourtant nous inciter à la prudence. Quels scénarios aurait-on tirés pour l'avenir du climat de la planète à partir de l'observation du refroidissement du Crétacé terminal ou du réchauffement du



Voir fig. 21.6



Voir fig. 24.19

Paléocène supérieur, de l'évolution vers le maximum holocène il y a 6 000 ans ou de l'entrée dans le « Petit âge glaciaire » vers 1400 ans. Quoiqu'il en soit, force est de constater, par exemple, une recrudescence de la fréquence des événements climatiques extrêmes au cours des dernières décennies que cela concerne les événements atmosphériques (vents, pluviométrie, inondations, *fig. 21.13 à 21.15*) ou thermiques (canicules, sécheresses, *fig. 25.1*).

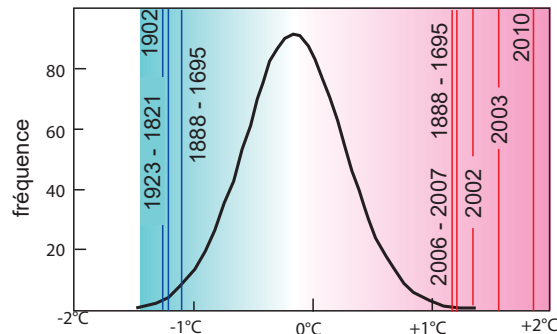


Figure 25.1 Les variations extrêmes de températures (canicules et sécheresses).

En comparant à la courbe de Gauss de la moyenne des écarts climatiques annuels entre 1500 et 2002, on constate que les étés extrêmes sont de plus en plus fréquents depuis le début du *xxi*^{ème} siècle. En 2003, l'Europe a vécu son été le plus chaud depuis 500 ans (entraînant 70 000 morts), une vague de chaleur a embrasé l'Australie en 2009, et en 2010, la Russie a été confrontée à une canicule (11 000 morts dans la région de Moscou et baisse de 30 % de la production céréalière).

Dans le même ordre d'idée, la synthèse, publiée en 2021, de l'évolution des températures des eaux de l'Océan Austral, mesurées au cours des vingt-cinq dernières années par l'As-trolabe (brise-glace français ravitailleur des Terres Australes), montre à la fois la complexité des processus climatiques et d'importants changements sur le pourtour de la calotte glaciaire. Un léger refroidissement des eaux de surface est observé mais les températures des eaux profondes (les mesures ont été effectuées jusqu'à -800 m) augmentent de 0,04°C par décennie. De plus la limite supérieure de cette masse d'eau « chaude » remonte rapidement (39 m par décennie) soit entre trois et dix fois plus rapidement que les estimations antérieures, ce qui pourrait avoir des conséquences importantes sur l'évolution des glaces de l'Antarctique et du courant *circum*-antarctique, agents majeurs (*cf. chap. 23.7.5*) de la régulation du climat terrestre.

À la suite des revers de la conférence de Copenhague sur le climat (2009) et de la remise en cause des travaux du **GIEC** (Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat), on a observé un certain renversement de l'opinion publique. Les « climato-sceptiques » ont eu les honneurs des médias pour remettre en cause la validité des modèles, l'importance du réchauffement prévu et surtout sa liaison avec l'activité anthropique. Depuis la COP 21 et les accords de Paris sur le climat (2015), le balancier média-

tique est de nouveau reparti dans l'autre sens. Il convient de rester circonspect devant ces revirements des médias et de l'opinion. Il est tout aussi irrationnel de nier le réchauffement climatique et l'influence des activités anthropiques que de prendre des positions catastrophistes extrêmes. Le lecteur pourra consulter à ce sujet le rapport *Libres points de vue d'académiciens sur l'environnement et le développement durable*, édité en 2010, par l'Académie des sciences (consultable sur le site www.academie-sciences.fr à la rubrique publications).

Enfin, on doit rappeler qu'il ne faut pas confondre les risques sociétaux, humanitaires et politiques du changement climatique (qu'il n'est pas question ici de sous-estimer car ils peuvent être dramatiques à l'échelle d'une ou quelques générations) avec un impact supposé sur l'avenir de l'humanité, de la biosphère voire de la planète elle-même comme le font souvent les médias. Un simple « regard géologique » nous montre que l'humanité, naissante et fragile, a survécu et su s'adapter, au cours du Quaternaire, à des changements climatiques d'une toute autre importance que ceux envisagés dans les siècles à venir. Dans ce chapitre, nous tenterons donc de tester, à l'aune de la géologie, le changement climatique en envisageant les perspectives de sortie de l'interglaciaire actuel et en regardant trois analogues fossiles (Crétacé, Miocène et Pliocène) de situations possibles dans l'avenir (quadruplement et doublement de la teneur en CO₂ de l'atmosphère et prévisions pour 2100 du GIEC dans son rapport de 2014).

25.1 LA SORTIE DE L'INTERGLACIAIRE ACTUEL

Si l'on se place au niveau de la fluctuation des paramètres orbitaux, la Terre est dans une période interglaciaire et devrait en sortir à plus ou moins long terme pour retrouver une période glaciaire.

Avant les années 1980, on pensait que toutes les périodes interglaciaires avaient la même durée et que l'Holocène n'était que la réplique du dernier interglaciaire, l'Eémien, qui avait duré environ 10 à 12 000 ans (*fig. 24.20C*). La sortie de l'interglaciaire paraissait donc relativement proche. On sait maintenant que certains interglaciaires ont duré beaucoup plus longtemps comme le stade 11 (vers - 425 000 ans) qui a duré environ 28 000 ans. Le problème est donc d'évaluer la durée de notre interglaciaire, c'est-à-dire ***estimer dans quelle mesure l'augmentation anthropique des gaz à effet de serre peut, en contrebalançant le forçage orbital, retarder l'entrée dans la prochaine phase glaciaire.***

Les modèles développés par A. Berger et ses collaborateurs, en utilisant des prédictions d'augmentation de températures liée à l'effet de serre comprises entre 1,5 et 3 °C, concordent sur un interglaciaire exceptionnellement long qui durerait encore environ 50 000 ans (*fig. 25.2*). Le premier stade glaciaire se développerait vers 65 000 ans et le maximum glaciaire ne serait atteint que dans 100 000 ans. D'après ces modèles, une entrée précoce dans la phase glaciaire, comme observée après l'Eemien, ne serait possible que si la teneur en CO₂ de l'atmosphère restait inférieure à 220 ppm, ce qui paraît totalement irréaliste si l'on tient compte de la teneur actuelle, de l'ordre de 412 ppm.



Voir chap. 22

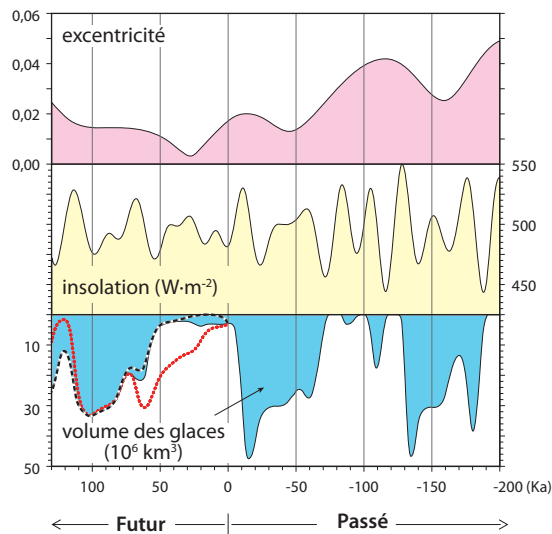


Figure 25.2 Scénarios possibles de sortie de l'interglaciaire actuel.

Variations de l'excentricité et de l'insolation (énergie reçue en juin à 65° N) déduite des paramètres orbitaux et simulation du volume des glaces dans l'hémisphère nord (d'après Bergé et Loutre, 2002). Trois scénarios sont utilisés pour le CO₂. Pour l'évolution future du volume des glaces, la courbe bleue correspond à une modélisation où la teneur utilisée correspond à la projection des données mesurées dans la carotte de glace de Vostok (Antarctique, fig. 36.11 et 36.12), celle en pointillés rouges à une concentration future constante et égale à 210 ppm et celle en tirets noirs à un scénario où la teneur CO₂ atteindrait 750 ppm dans les deux siècles à venir, suite aux activités humaines, avant de revenir au bout de 1 000 ans à des valeurs naturelles.

25.2 DEUX SCÉNARIOS CLIMATIQUES LIÉS À L'AUGMENTATION DU CO₂ D'ORIGINE ANTHROPIQUE

Le développement de l'activité industrielle et notamment l'explosion des besoins énergétiques des pays émergents laissent supposer que les émissions de CO₂ vont continuer de croître, en l'absence de décisions politiques drastiques, jusque dans les années 2300 ; au-delà, on prédit une diminution du fait de la raréfaction des combustibles fossiles (fig. 25.3).

Deux scénarios sont le plus souvent évoqués. Le premier, optimiste, qui suppose une volonté politique de réduction et une maîtrise technologique des émissions, aboutit à un doublement de la teneur en CO₂ de l'atmosphère par rapport à la valeur préindustrielle. Le second utilise le pourcentage d'augmentation de ces dernières années et arrive à plus d'un quadruplement de la teneur atmosphérique. Les augmentations des températures résultantes seraient respectivement de 2,5 et 5 °C (fig. 25.3).



Voir fig. 24.19

La modélisation des effets d'un contrôle des émissions sur les températures n'est pas simple du fait d'effets antagonistes de différents polluants et de temps de résidence atmosphérique différents. Ainsi, si l'on arrêta brutalement les émissions de CO₂ et de SO₂, la teneur atmosphérique de ces gaz diminuerait très lentement pour le premier (plusieurs centaines d'années) et relativement, rapidement (dizaines d'années) pour le second. Il en résulterait donc d'abord une augmentation rapide de la température (disparition de l'effet modérateur des sulfates) puis un refroidissement lent et progressif lié à la diminution de l'effet de serre induit par le CO₂.

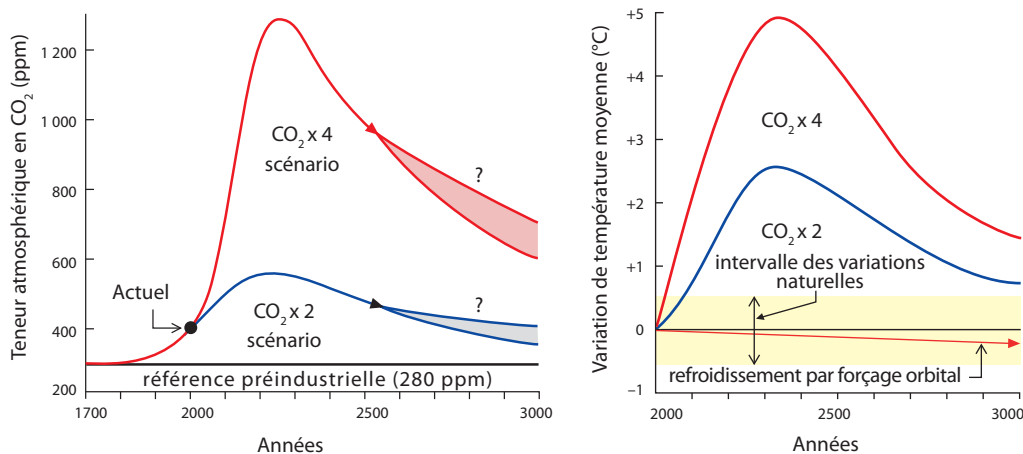


Figure 25.3 Prédictions sur l'évolution de la teneur en CO₂ de l'atmosphère (gauche) et variations associées de température (droite).

Le scénario le plus optimiste (dit CO₂ x 2) suppose un contrôle politique et technologique des émissions de gaz carbonique, le second (dit CO₂ x 4) utilise l'augmentation annuelle des émissions observée ces dernières années. Dans les deux cas, on passerait par un maximum respectivement vers les années 2200 et 2250 puis les teneurs diminueraient du fait de la raréfaction des combustibles fossiles. Il reste de nombreuses incertitudes sur la vitesse de la diminution de la concentration atmosphérique du CO₂ du fait de la difficulté à modéliser le rôle de l'océan (influence de la circulation profonde et à plus long terme de l'acidification de l'eau de mer sur le bilan de carbonates) mais pour chaque modèle le retour aux conditions préindustrielles ne serait pas réalisé au cours du millénaire.

Nous pouvons regarder ces scénarios à la lumière des modélisations climatiques et des données géologiques. L'amélioration des modèles climatiques, 1D dans les années 1970, 2D dans les années 1980 puis 3D (qui prennent en compte les interactions océan, atmosphère et végétation), aboutit à accroître l'importance de l'impact sur la température d'un doublement de la teneur en CO₂. D'une fourchette comprise entre + 0,5 et + 4 °C au début des années 1980, on admet maintenant une fourchette comprise entre + 3 et + 6 °C, accompagnée d'une augmentation des précipitations comprises entre 2 et 16 %. Bien qu'il persiste de nombreuses incertitudes, la nébulosité reste, par exemple, difficile à modéliser (fig. 21.6), la valeur moyenne de 3,5 °C paraît vraisemblable.

25.3 LE MIOCÈNE ET LE CRÉTACÉ MOYEN, DES ANALOGUES FOSSILES DES DEUX SCÉNARIOS

En utilisant les courbes de reconstitutions des teneurs atmosphériques en CO₂ et des paléotempératures, du type des figures 24.8 et 25.2, on peut rechercher des analogues anciens aux situations prévues par les deux scénarios. Pour le CO₂, l'absence des plantes à photosynthèse en C4 (plus performantes pour les basses teneurs en gaz carbonique) permet de penser que la teneur atmosphérique pouvait être le double de l'actuelle vers - 7 Ma (en fait entre - 5 et - 10 Ma), les estimations de paléotempératures sont alors concordantes avec une élévation de 2 à 3 °C par rapport à la période actuelle. Le Miocène supérieur pourrait donc nous donner une image analogique de l'évolution de la Terre au maximum du scénario CO₂ x 2 (fig. 25.4).

Pour le second scénario, des teneurs en CO₂ de l'ordre de 1 200 ppm n'ont sans doute jamais existé après - 50 Ma et même plus vraisemblablement depuis - 100 Ma. La période « greenhouse » du Crétacé moyen (Albien - Cénomanién), avec des températures moyennes de l'ordre de 20 à 22 °C (fig. 24.20), paraît donc un bon analogue pour le second scénario (fig. 25.4). Ainsi en combinant



Voir fig. 36.24

modélisation et données géologiques, il est possible de donner deux images (fig. 25.5) d'un futur possible de la Terre replacée dans l'histoire générale de la Planète.

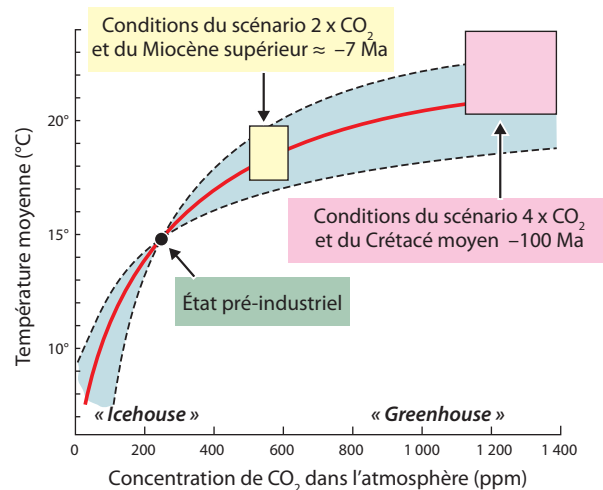


Figure 25.4 Relation entre la température moyenne et la teneur en CO₂ de l'atmosphère.

Les courbes pointillées délimitent une zone d'incertitude entre un modèle où le système climatique est peu sensible aux fluctuations du CO₂ et un modèle prenant en compte une très forte sensibilité. Les domaines des deux scénarios prédictifs (CO₂ x 2 et CO₂ x 4) et de leurs analogues géologiques sont replacés sur le graphique.

À partir des données du Miocène supérieur, dans un scénario CO₂ x 2 vers 2200, on observerait un retrait des glaces de mer dans l'océan Arctique dont les continents bordiers seraient alors recouverts de permafrosts et de toundras tandis que le domaine forestier migrerait au nord au cercle polaire. La calotte groenlandaise, ainsi que les glaciers de montagnes subiraient une fonte importante (fig. 25.5). Nous avons déjà évoqué les bouleversements climatiques qui pourraient résulter de la perturbation de la circulation océanique de l'Atlantique Nord par ces arrivées massives d'eau douce dans la zone de formation de la NADW (eau profonde nord atlantique, *North Atlantic Deep Water*).



Voir fig. 36.24

L'augmentation de la teneur en CO₂ et une modification des précipitations permettraient aux plantes en C3 de se développer dans les régions semi-arides et arides (régions peri-himalayiennes, pampas d'Amérique du Sud, régions sub-sahariennes et centre de l'Australie) qui se couvriraient de végétation. Dans l'hémisphère sud, il y aurait fonte des glaces de mer sur le pourtour de l'Antarctique, la calotte Ouest serait en voie de disparition mais celle de l'Est se maintiendrait voire se développerait. En réponse à ces fontes, le niveau marin augmenterait de plus de 3 mm par an.

Dans le scénario CO₂ x 4, à partir des données du Crétacé, toutes les incidences du réchauffement décrites plus haut s'accéléraient mais d'autres phénomènes seraient surajoutés. Les glaces de mer n'existeraient plus qu'éventuellement en hiver en Arctique et en Antarctique. Les régions arctiques et antarctiques seraient recouvertes de forêts de conifères et/ou de caduques. Aux basses latitudes, une végétation arbustive continuerait d'envahir les régions actuellement arides. Enfin la perturbation de la circulation nord atlantique aboutirait à un **refroidissement paradoxal sur l'Europe de l'Ouest** par disparition de l'influence adoucissante du Gulf Stream. De plus la perturbation du plongement des eaux en mer de Norvège (piège principal de CO₂ dans l'océan) induirait un renforcement de la teneur du CO₂ atmosphérique). Enfin la montée du niveau marin de 1 à 2 m en quelques dizaines d'années aboutirait à l'inondation des côtes les plus plates.

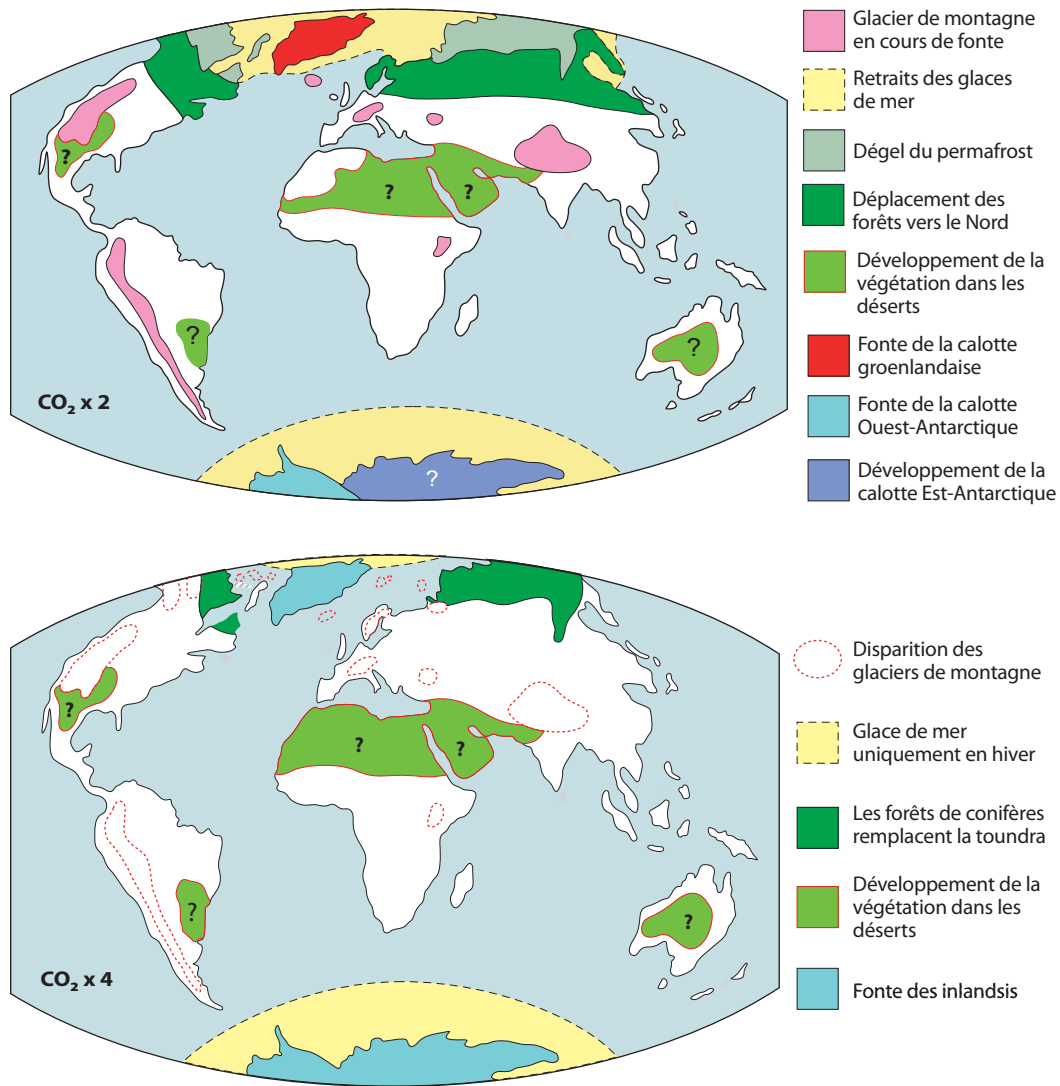


Figure 25.5 Cartes de la surface terrestre vers les années 2200–2300 obtenues en transposant les données du Miocène supérieur (– 7 Ma) pour le scénario CO₂ × 2 et celle du Crétacé moyen (– 100 Ma) pour le scénario CO₂ × 4.

25.4 LE PLIOCÈNE, UN ANALOGUE FOSSILE POSSIBLE DES PRÉVISIONS DU GIEC POUR 2100

25.4.1 Les prévisions du rapport du GIEC de 2014

Le 5^e rapport du GIEC (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat), qui présente les modélisations du climat pour la fin du XXI^e siècle, est paru en octobre 2014. Les données sont disponibles sur Internet (<http://www.ipcc.ch/>) et le lecteur pourra également trouver une présentation pédagogique des données sur le site leclimatchange.fr/.

Par rapport aux publications précédentes, la probabilité d'une liaison entre le réchauffement climatique observé et les activités anthropiques est augmentée à 95 % (66 % en 2001, 90 % en

2007). L'action refroidissante des aérosols (fig. 24.19) est revue à la baisse. Il y a confirmation d'un réchauffement (0,85 °C entre 1880 et 2012) s'accompagnant d'une augmentation de la température moyenne de surface (couche de mélange) de l'océan (+ 0,44 °C entre 1971 et 2010) et d'une réduction du volume des glaces. La calotte groenlandaise a perdu 34 Gt/an entre 1992 et 2001 et 215 Gt/an entre 2002 et 2011 ; pour la calotte antarctique, les pertes sont respectivement de 30 et 147 Gt/an pour les mêmes périodes. L'extension de la banquise arctique s'est réduite en moyenne de 11 % tous les 10 ans entre 1979 et 2012 et il en est de même pour la couverture neigeuse de l'hémisphère nord au mois de juin.

À l'horizon 2100, quatre scénarios correspondant à quatre hypothèses d'évolution des teneurs de l'atmosphère en gaz à effet de serre sont envisagées. Ces scénarios, dits RCP (*Representative Concentration Pathway*), sont nommés en fonction de la gamme de forçage radiatif ainsi obtenu pour l'année 2100 : le scénario RCP 2.6 correspond à un forçage de + 2,6 W/m² ; RCP 4,5 à + 4,5 W/m² et ainsi de suite pour RCP 6 et 8.5. Le tableau 25.1 résume les résultats en termes de température et de niveau marin. Cette augmentation de température s'accompagnerait évidemment d'une réduction importante de la cryosphère (calottes, banquises, glaciers continentaux et pergélisols) mais aussi d'une instabilité climatique plus forte (fréquence des événements extrêmes : pluies diluviennes, sécheresses, ouragans) et de contrastes régionaux plus marquées entre les zones humides et arides. Le scénario le plus optimiste, qui maintiendrait l'augmentation de température en dessous de 2 °C, nécessiterait une réduction de 10 % par décennie des émissions de gaz à effet de serre.

TABEAU 25.1 Prévisions d'augmentation de la température et du niveau marin en 2100 en fonction des forçages radiatifs choisis.

2100	Augmentation	RCP 2,6	RCP 4,5	RCP 6	RCP 8,5
Température (°C)	minimum	+ 0,3	+ 1,1	+ 1,4	+ 2,6
	moyenne	+ 1	+ 1,8	+ 2,2	+ 3,7
	maximum	+ 1,7	+ 2,4	+ 3,1	+ 4,8
Niveau marin (mètres)	minimum	+ 0,26	+ 0,32	+ 0,33	+ 0,45
	moyen	+ 0,40	+ 0,47	+ 0,57	+ 0,63
	maximum	+ 0,55	+ 0,63	+ 0,63	+ 0,82

25.4.2 Le Pliocène, un analogue fossile de la situation en 2100

Le Pliocène représente sans doute le meilleur analogue de ce à quoi pourrait ressembler la Terre selon les prédictions des différents modèles climatiques évoqués ci-dessus (Tableau 25-1). À cette époque, et plus particulièrement entre 3,3 et 2,9 Ma, les paléoclimatologues identifient une période chaude (*Mid-Pliocene Warm Period*), caractérisée par des teneurs en CO₂ atmosphérique pouvant atteindre 450 ppm (contre 412 ppm actuellement), durant laquelle les températures moyennes globales étaient de 2 à 4 °C plus élevées qu'aujourd'hui. Compte tenu des simulations vues précédemment, cette période présente donc les meilleures similitudes (températures élevées et fortes concentrations de gaz à effet de serre) avec la situation climatique future simulée pour l'horizon 2100. De plus, cette période a l'avantage de correspondre à une physiographie générale de la planète très proche de l'actuelle : paléogéographie et circulation océanique globale similaire, calotte Antarctique bien installée et calotte Arctique réduite car en cours de développement (soit une certaine analogie avec la réduction se développant actuellement). On estime également que le niveau marin de cette époque était 5 à 30 mètres plus élevé que celui d'aujourd'hui. Malgré les incertitudes sur ces mesures, il est intéressant de prendre en considération ces données dans le contexte actuel du réchauffement. En effet, l'aug-

mentation du niveau marin observée au Pliocène pourrait s'expliquer par la fonte de la calotte Antarctique en réponse aux fortes températures de cette époque. Or, des études récentes attestent qu'actuellement les glaciers de l'ouest Antarctique fondent à une vitesse considérable et de manière potentiellement irréversible. Ainsi depuis 20 ans, le niveau global des océans est monté de plus de 6 cm, et cela, essentiellement en réponse à l'augmentation des températures (1/3 par dilation thermique et 2/3 liés à la fonte des glaces continentales). Ainsi, l'étude des variations environnementales et de leurs causes au cours du Pliocène permettrait de mieux comprendre la réponse du système Terre lorsque celui-ci est soumis à une augmentation des gaz à effet de serre telle que celle attendue à la fin du XXI^e siècle.



Voir fig. 24.16

Encart 25.1 – Fonte de la banquise et niveau marin

Il existe de nombreux facteurs internes et externes responsables des variations du niveau marin. Ce dernier fluctue donc en réponse à ces forçages à des fréquences et des amplitudes différentes (voir chapitre 23.8 pour le détail). Parmi les forçages externes, l'augmentation des températures engendre une montée du niveau des mers à la fois par dilation thermique des eaux et par fonte des glaces. Mais, dans ce contexte, il est important de bien considérer les différentes formes de glace : la glace d'eau douce (ou continentale c'est-à-dire glaciers et calottes) et la glace d'eau de mer (ou banquise). Cette dernière flotte sur la mer et en vertu du principe d'Archimède, elle déplace un volume d'eau de mer d'un poids équivalent. Ainsi, la

fonte de la banquise produit un volume d'eau liquide d'un volume identique à celui occupé par la glace : la fonte de la banquise n'intervient donc pas directement sur la variation du niveau marin en cas de réchauffement climatique. Sur la Terre aux hautes latitudes, le pôle Sud (Antarctique) est principalement composé de glace d'eau douce, contrairement au pôle Nord (Arctique) essentiellement composé de banquise (le Groenland, l'Arctique canadien et l'Islande sont toutefois recouverts de glace d'eau douce). Néanmoins, une modification de la surface glacée (quelle que soit sa forme) aura une influence sur l'albédo, paramètre fondamental du fonctionnement de la machine climatique terrestre (voir chapitre 20).

L'ensemble des phénomènes décrits dans ces chapitres 24 et 25 nous montre la complexité mais aussi la fragilité du système climatique terrestre. Sans tomber dans un catastrophisme exacerbé et en relativisant les variations envisagées par une intégration dans le contexte global de l'histoire de la Terre, il est évident que l'homme doit maîtriser au mieux le progrès industriel de façon à pouvoir répondre aux demandes légitimes de droit au développement et au bien-être des populations notamment dans le Tiers-monde et les pays émergents tout en préservant le futur de la Planète. Cela suppose une vision humaniste de l'économie, un courage politique et surtout un soutien à l'innovation technologique. On ne pouvait être qu'inquiet de la décision du Président Trump de retirer en 2017 les États-Unis de l'accord réalisé à la COP21 en 2015 Conférence de Paris sur le climat. Il semble heureusement que les déclarations du nouveau président américain Joe Biden laissent augurer d'un renversement de la politique américaine vis-à-vis de l'urgence climatique. Enfin, il faut noter qu'à cause de la pandémie de la Covid-19 le nouveau rapport du GIEC, qui doit mettre à jour l'ensemble des prévisions climatiques, a été une nouvelle fois reporté et devrait paraître en 2022.

À retenir

- ▶ Du point de vue de la fluctuation des paramètres orbitaux, la Terre est dans une période interglaciaire et devrait en sortir à plus ou moins long terme pour retrouver une période glaciaire.

Partie VI ■ Les enveloppes fluides de la planète Terre

- Les modèles utilisant des prédictions d'augmentation de températures, liée à l'effet de serre, comprises entre 1,5 et 3 °C, concordent sur un interglaciaire exceptionnellement long qui durerait encore environ 50 000 ans. Le premier stade glaciaire se développerait vers 65 000 ans et le maximum glaciaire ne serait atteint que dans 100 000 ans. D'après ces modèles, une entrée précoce dans la phase glaciaire, ne serait possible que si la teneur en CO₂ de l'atmosphère restait inférieure à 220 ppm (teneur actuelle est supérieure à 390 ppm).
- Pour les évolutions futures, les études des sédiments du Miocène et du Crétacé permettent d'avoir accès à des analogues anciens correspondant à des scénarios climatiques où les teneurs en CO₂ de l'atmosphère sont respectivement multipliées par 2 et par 4.
- Pour les prédictions pour la fin du ^{xxi}e siècle, le Pliocène paraît être le meilleur analogue fossile des scénarios proposés par le GIEC.