

DÉCOUVERTE DU PHÉNOMÈNE ET TECHNIQUES D'ÉVALUATION

I. Des pionniers de la théorie de l'effet de serre à la mise en place du GIEC

Les travaux scientifiques sur l'effet de serre remontent à plus de deux cents ans. Dès 1787, le naturaliste suisse Horace-Bénédict de Saussure avait identifié ce phénomène par le rôle de la chaleur sur l'air contenu dans des enveloppes transparentes. Au cours du XIX^e puis du XX^e siècles, de nombreuses études dans diverses disciplines ont prolongé cette recherche pour aboutir aux analyses contemporaines sur le réchauffement climatique. En 1824, le physicien français Joseph Fourier envisageait que l'industrie pourrait avoir un effet sur le climat par le rejet de gaz. En 1837, sur la base d'observations des glaciers alpins, le géologue suisse Louis Agassiz émettait l'hypothèse de l'existence d'âges glaciaires. En 1861, le chimiste irlandais John Tyndall apportait un élément de confirmation à l'hypothèse de Fourier en décrivant les pouvoirs radiatifs des composants de l'atmosphère et notamment du CO₂ et de la vapeur d'eau. Mais

c'est surtout le chimiste suédois Svante Arrhenius, futur Prix Nobel de chimie, qui a démontré en 1896 que l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère risquait d'accroître significativement la température de la planète. Il avait alors calculé qu'un doublement de la teneur en CO₂ pourrait provoquer un réchauffement de 4 à 6 °C, des valeurs en cohérence avec les modélisations du XXI^e siècle. Dans les années 1890 cependant, le chimiste suédois n'avait pas perçu les risques que cela entraînerait et avait plutôt insisté sur l'intérêt que l'augmentation du carbone atmosphérique et de la température pourrait avoir pour la croissance végétale, notamment dans l'agriculture.

En 1924, un nouvel élément majeur a été apporté à la réflexion sur les changements climatiques par le géophysicien serbe Milutin Milankovitch. Il expliqua que la Terre était soumise à des cycles de périodes glaciaires et interglaciaires (« chaudes ») d'environ 100 000 ans qui dépendaient de la combinaison de trois facteurs : l'orbite elliptique de la Terre autour du soleil ; les variations de l'inclinaison de l'axe des pôles ; la précession des équinoxes (figure 1). Dans ce contexte, les périodes de glaciation ou de réchauffement du passé étaient essentiellement déterminées par la position de la Terre par rapport au Soleil. Lorsque l'effet combiné des trois paramètres correspondait à un seuil suffisant de rayonnement, la Terre amorçait une phase interglaciaire de 10 000 à 20 000 ans, puis retournait vers une nouvelle ère glaciaire quand le rayonnement se réduisait.

Des pas supplémentaires ont été franchis en 1938 puis en 1956 par l'ingénieur anglais Guy Callendar et le physicien américain Gilbert Plass qui ont établi puis théorisé la relation entre l'accroissement des rejets industriels de CO₂ et les premières observations de réchauffement climatique planétaire. En 1957, les Américains mettaient en place des mesures systématiques de la concentration en CO₂ de l'atmosphère à l'observatoire Mauna Loa de Hawaï. Cela permit au climatologue américain

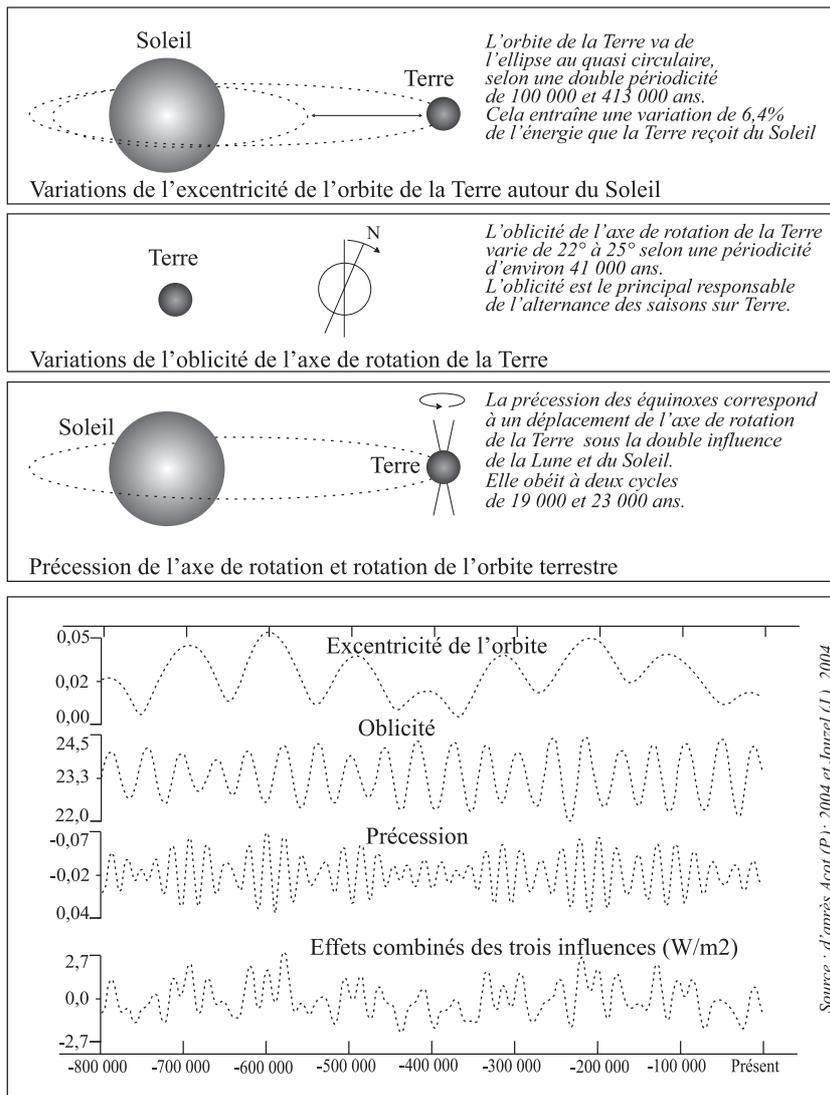


Figure 1: Les mécanismes régissant la succession des ères glaciaires

Charles Keeling de produire en 1961 une première courbe confirmant une progression régulière de la concentration de ce gaz. Dès 1965, les conseillers scientifiques de la Maison Blanche ont averti le président Lyndon B. Johnson que le réchauffement risquait d'avoir des conséquences graves pour les États-Unis. Afin de disposer de plus de données sur l'évolution de l'atmosphère, des carottages furent effectués par les Américains dans les glaces du Groenland en 1966, puis en Antarctique en 1968 pour analyser les bulles d'air qui y étaient piégées. D'autres équipes se mirent également au travail dans les années 1970 : australiennes, françaises, japonaises, soviétiques... tandis que des prélèvements étaient également effectués dans les sédiments lacustres et marins. Ces recherches ont apporté une confirmation à l'hypothèse de Milankovitch selon laquelle la Terre avait déjà connu plusieurs cycles glaciaires de 100 000 ans.

À cette époque de nombreux experts se mirent même à craindre que la planète ne soit en train d'amorcer une nouvelle ère froide. En effet, les températures terrestres s'avéraient avoir diminué sur les décennies 1940-1970, alors que la concentration en CO₂ avait augmenté en continu. Ce phénomène passager trouva en réalité son explication dans l'émission massive d'aérosols pendant les trente années dites « glorieuses » de la croissance qui avait suivi la deuxième guerre mondiale (figure 2). Mais l'époque était aussi celle de la Guerre froide. En 1975, l'académie des Sciences des États-Unis publiait un rapport montrant qu'un conflit nucléaire pourrait provoquer suffisamment de rejets de particules et de poussières dans l'atmosphère pour faire chuter la température de l'hémisphère Nord de plusieurs dizaines de degrés, provoquant un hiver nucléaire aux conséquences dramatiques. Dans ce contexte, le physicien américain Stephen Schneider, fondateur de la revue interdisciplinaire : *Climatic Change*, déclarait néanmoins en 1975 qu'un réchauffement global important était en cours, ce qu'a confirmé l'ensemble des mesures depuis les années 1980.

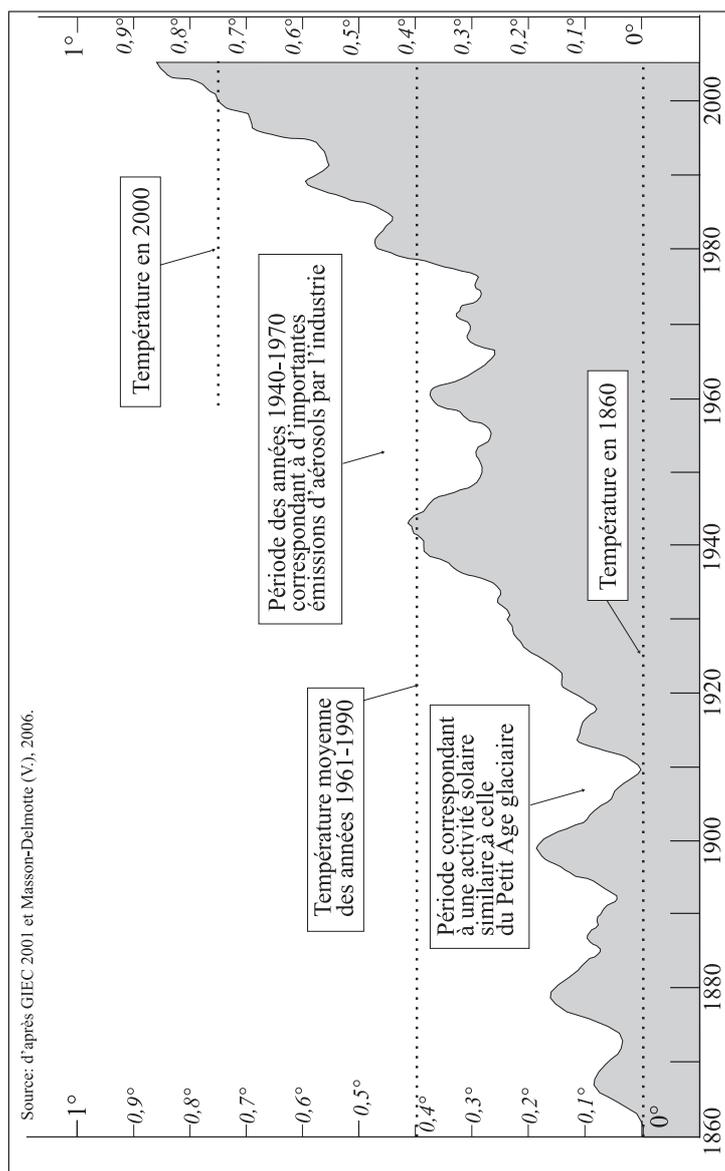


Figure 2 : L'évolution de la température planétaire 1860-2005

Les controverses n'étaient pas finies pour autant. En 1982, un autre physicien américain, Sherwood Idso, publiait un livre intitulé, *Le Dioxyde de carbone : ami ou ennemi ?*, qui reconnaissait l'augmentation de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère, mais continuait à considérer, à l'instar d'Arrhenius en 1896, qu'il pourrait s'agir d'un phénomène positif dans la mesure où il accroîtrait la production végétale. L'idée a été reprise en 1988 par le climatologue russe Mikhail Budyko qui a indiqué que le changement climatique pourrait favoriser la croissance de la végétation dans les zones de toundra. Budyko reconnaissait néanmoins que, sur le long terme, le réchauffement risquait d'avoir des effets dangereux.

Ces visions « optimistes » ont été tempérées en 1985, par deux autres dossiers confirmant l'ampleur des conséquences potentielles induites par les perturbations anthropiques. D'une part, le climatologue américain Wallace Broecker a montré que le réchauffement climatique pourrait à terme provoquer un blocage de la circulation océanique nord-atlantique associée au Gulf Stream, pouvant être à l'origine d'une future vague de froid en Europe et sur la côte Est des États-Unis. D'autre part, un trou fût découvert dans la couche d'ozone, qui filtre une partie des rayons ultraviolets dont l'excès peut provoquer des cancers de la peau. L'ozone stratosphérique (en haute altitude) n'intervient pas de manière importante dans le réchauffement climatique, mais cette affaire eut le mérite de prouver que les activités industrielles pouvaient avoir des effets majeurs sur l'atmosphère. En 1988, un an après la signature du protocole de Montréal visant à protéger la couche d'ozone, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) était mis en place par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE).

Le premier rapport du GIEC, en 1990, est resté relativement circonspect et n'a pas tranché sur l'influence naturelle ou

humaine du réchauffement climatique. En revanche, dès 1995, année la plus chaude jamais enregistrée à l'époque, leur deuxième rapport a envisagé sérieusement que l'homme puisse jouer un rôle dans le changement climatique. Leur troisième rapport, en 2001, comprenant plus de 800 pages, n'affiche plus guère de doute sur cette question. Il considère à l'unanimité des chercheurs des pays représentés (y compris les États-Unis), que la majeure partie du réchauffement climatique des dernières décennies est bien imputable aux activités humaines. Il prévoit à l'horizon 2100 un échauffement planétaire possible de 1,4 à 5,8 °C selon l'évolution des activités humaines et économiques.

Parallèlement, à la fin des années 1990, des débats passionnés utilisant parfois des procédés peu déontologiques ont commencé à troubler la réflexion, notamment suite à la publication de deux articles par les climatologues Michael Mann, Raymond Bradley et Malcolm Hugues en 1998 et 1999. Ils y montraient que le changement climatique contemporain était très probablement nettement supérieur en amplitude à toutes les variations du dernier millénaire, y compris l'optimum médiéval du XII^e-XIII^e siècles ou le Petit Âge glaciaire du XVII^e siècle (cf. enjeu n° 1). Certains chercheurs, surpris, ont cherché à vérifier cette hypothèse, tandis que d'autres déployaient une énergie considérable à essayer de montrer qu'il y aurait eu falsification et que des causes naturelles pourraient expliquer à elles seules les transformations observées depuis le début de l'ère industrielle.

II. La recherche sur les paléoclimats et la modélisation climatique

Sans entrer dans le détail des aspects les plus techniques, il est nécessaire de prendre la mesure de ce que les méthodes et moyens permettent de reconstituer du passé climatique, afin d'échapper au sentiment de flou qui nuit à de nombreux débats. Les moyens disponibles sont de fait nombreux et vont de l'obser-

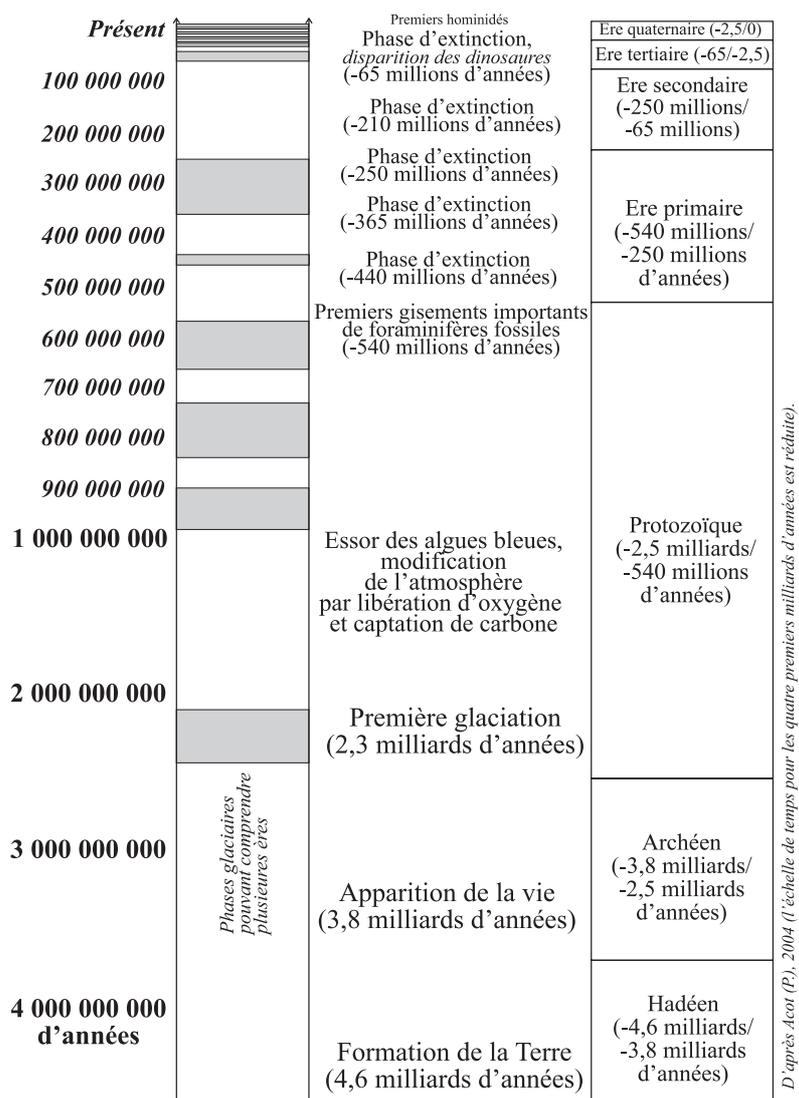


Figure 3 : Les grandes phases glaciaires et d'extinction de la biodiversité