

Le climat de notre planète à travers les temps géologiques

par J. Bintz

Le climat est défini par la température et les précipitations.

L'analyse du climat vu par le géologue est nettement différente de celle faite par l'homme politique et reprise dans une large mesure par les médias et par certains scientifiques. En sciences de la Terre comme en sciences de l'homme, le recours au passé pour comprendre l'avenir est une méthode qui a fait ces preuves. Si de nos jours on parle de climat on évoque le plus souvent le terme catastrophe climatique. Chaque inondation exceptionnelle, chaque tempête de pluie ou de neige, chaque glissement de terrain est présenté comme un phénomène qui ne s'est encore jamais présenté sur notre planète et qui est en relation avec le réchauffement du climat.

Or lorsqu'on se promène dans les rues de Sierck-les-Bains, ou dans la rue St. Ulrich au Grund et la rue Münster dans le même quartier, on voit sur des maisons des marques de hautes eaux datant du 19^{ème} et du 18^{ème} siècle et qui jusqu'à présent ne se sont plus répétées (Sierck-les-Bains 1864; Grund 1756, 1806, 1873). De ce temps les médias étaient déjà bien existants, mais la

diffusion des nouvelles était telle que seulement les voisins prenaient note de tels événements. Toutefois ces quelques exemples nous montrent que ces catastrophes naturelles existaient déjà avant le 20^{ème} siècle.

Il est bien connu de nos jours, que nos continents ne sont pas dans une position fixe dans le temps, mais qu'ils sont en mouvement continu, soit par des déplacements verticaux, soit par des déplacements tangentiels. Ces déplacements ne sont pas de l'ordre du mètre, mais les distances parcourues

sont énormes. Il y a 2680 millions d'années, la Scandinavie se trouvait dans la même position géographique où elle se situe de nos jours. Puis elle descendait jusqu'au sud de l'équateur, et il y a 960 millions d'années elle se trouvait à la latitude 60° S pour remonter de nouveau vers le Nord et atteindre il y a environ 200 millions d'années la position qu'elle occupe maintenant (voir fig. 1). Depuis les derniers 10.000 ans, suite à la fonte des glaces, elle s'est soulevée de l'ordre de 200 mètres (4 à 7 cm/an). Les inondations

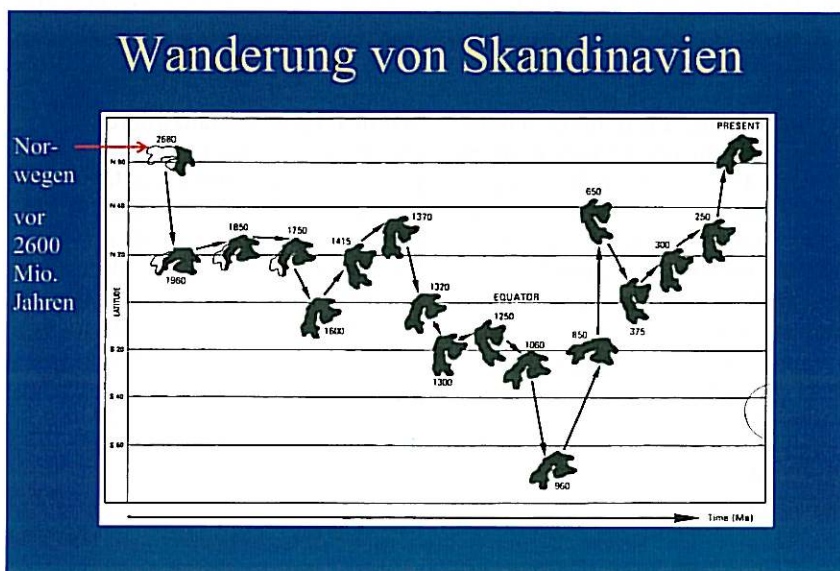


Fig. 1 (Revue Technique
Luxembourgeoise 2/2004)

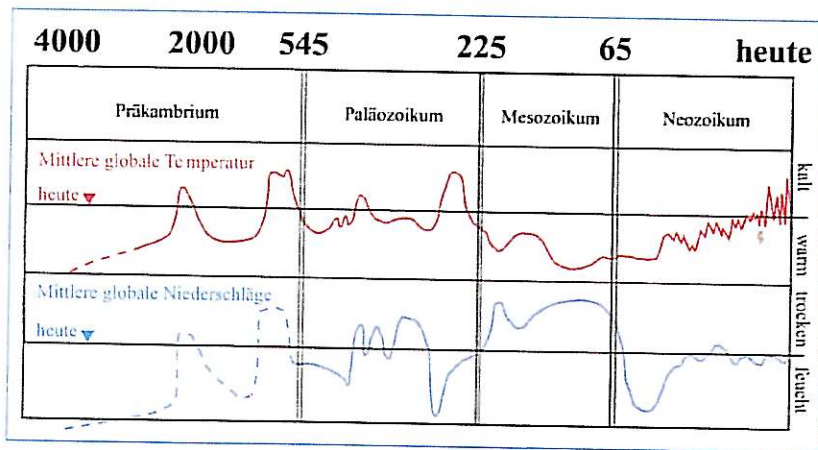


Fig. 2 Klimakurve 4,5 Mrd. Jahre
Abbildung: Umgezeichnet nach
Holland, H. D. & Petersen, U. (1995):
Living Dangerously, Princeton Uni-
versity Press

Pendant la même période les îles britanniques, la partie nord du continent américain, les roches moutonnées, c-à-d. arrondies par le frottement des glaces de Central Parc à Manhattan en témoignent, une grande partie de la Chine et de la Russie étaient couvertes de glace.

Les glaciers venant des Alpes arrivaient jusqu'au sud de Bâle, ici l'épaisseur de la couche de glace était de l'ordre de 500 mètres. Les Vosges et la Forêt Noire étaient également couvertes de glace. Quant à notre région elle n'était pas couverte de glace mais nous avons une situation dite de permafrost, c-à-d, le sol était gelé en permanence en profondeur et ne dégelait qu'en surface en été. Pendant les périodes chaudes, les températures moyennes étaient légèrement supérieures aux températures actuelles. A la fin de la dernière période froide il y

du Bangladesh ne sont pas dues à une montée du niveau de la mer, mais à un enfoncement du continent dans cette région (subsidence).

Depuis quelques années les catastrophes naturelles sont mises en relation directe avec un changement de climat, qui lui serait dû à une augmentation du CO₂ dans l'atmosphère, provoquée essentiellement par l'homme. Les observations météorologiques sont pratiquées depuis environ 150 années. Dans le même laps de temps le développement de l'industrie a connu dans certaines régions de notre globe une très forte augmentation. Il était accompagné d'une forte production d'énergie basée sur la combustion de matériaux combustibles fossiles, charbon et pétrole, ce qui avait comme conséquence une forte augmentation du CO₂ dans l'atmosphère. Il est vrai que pendant la même période on a constaté une forte augmentation de la température sur notre planète, alors quoi de plus logique et de plus simple, que de mettre l'augmentation de la température en relation directe avec l'augmentation de la teneur en CO₂ dans l'atmosphère. Mais le raisonnement ne s'arrête pas là, on en conclut que si l'augmentation en CO₂ continue, le résultat sera la pire des catastrophes climatiques que notre terre ait connue. En d'autres termes, en se basant sur une période d'observation de 150 années on fait des prédictions sur des siècles à venir, alors que de l'autre côté on peut seulement faire des pronostics météorologiques fiables à 68% pour un laps de temps d'une semaine.

Notons que notre climat ne s'est pas développé pendant les 150 dernières années, mais pendant une période de 3,5 milliards d'années.

La géologie dispose en effet d'une période d'observation de 3,5 milliards d'années pour distinguer des périodes chaudes alternant avec des périodes

froides ou glaciaires. Sur ces 3,5 milliards d'années la géologie observe des variations de climat avec périodes froides et chaudes s'étendant sur des millions d'années (voir fig. 2).

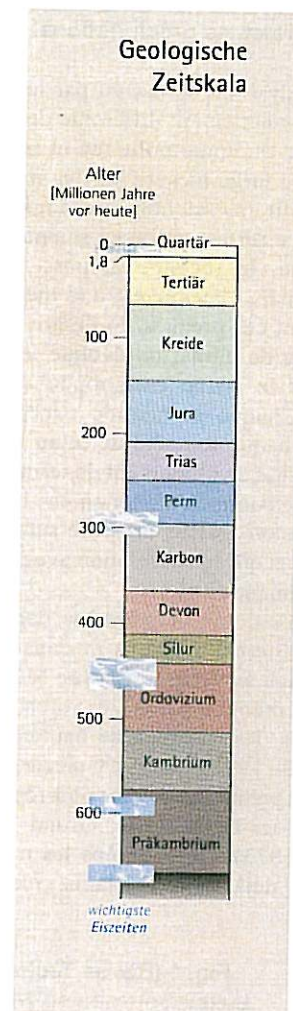
Quels sont les témoins dont dispose la géologie pour faire de tels énoncés ?

Il y a en premier lieu les fossiles, mais ils ne couvrent que la période des 500 derniers millions d'années sur les 3,5 milliards. A côté des fossiles il y a les roches qui nous racontent les variations de climat sur l'ensemble des 3,5 milliards d'années.

Notre planète a connu cinq grandes périodes glaciaires, la dernière a commencé il y a 1,8 millions d'années. Un réchauffement a commencé il y a 11.500 années, mais la période interglaciaire que nous vivons de nos jours n'est pas encore terminée. Examinons de plus près cette dernière glaciation. Elle est caractérisée par quatre périodes froides, ou glaciaires, alternant avec des périodes chaudes, ou interglaciaires.

Dans notre région ces périodes glaciaires portent les noms de cours d'eau se trouvant dans la plaine du Rhin inférieur à savoir: Günz, Mindel, Riss, et Würm. La période Günz a duré 500.000 ans, la période Mindel 300.000 ans, la période Riss 180.000 ans et la période Würm 70.000 ans. C'est dans la région précitée que l'on trouve de nos jours les moraines frontales des glaciers de ces périodes froides et qui témoignent de la position géographique extrême des glaces. Dans l'Allemagne du Nord la couche de glace venant du Nord atteignait une épaisseur de 2000 mètres dans la vallée du Rhin inférieur.

Fig. 3 Geo. Standpunkt . . . Klima-
entwicklung 2002.



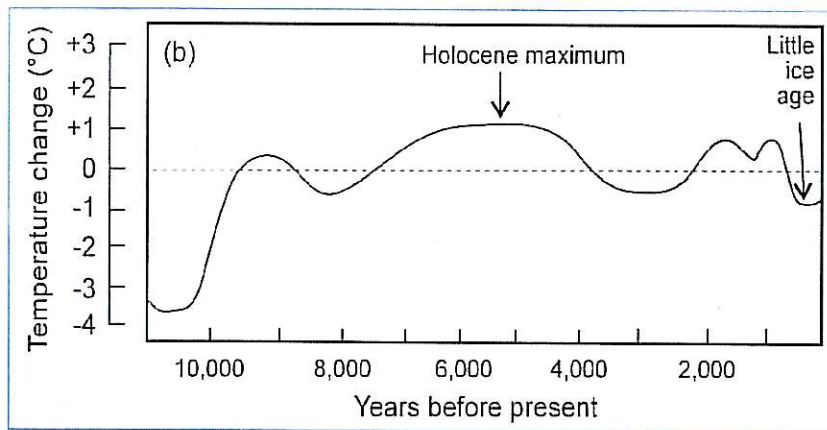


Fig. 4 Klimakurve 10 000 Jahre
Abbildung: Umgezeichnet nach Holland, H. D. & Petersen, U. (1995): Living Dangerously, Princeton University Press

Il y a 10.000 ans le climat global était de 4°C inférieur au climat actuel. Puis la température augmentait rapidement pour atteindre un maximum il y a environ 6000 ans et pendant une courte période la température était de 2°C supérieure à la température actuelle. Puis il y a de nouveau refroidissement, suivi d'un réchauffement et de nouveau refroidissement. Ceci est un exemple de variation de climat de courte durée telle que notre planète en a connu une multitude (voir fig. 4).

D'après les résultats du Greenland Ice Core Programme dont le forage avait traversé une couche de glace de 3000 m, on constate que du temps des Romains jusque vers l'année 800 le climat était plus chaud que de nos jours, l'extension des vignobles ainsi que les pollens et spores trouvés dans des sédiments de ce temps en sont les témoins. Après une période froide, nous avons de nouveau un climat chaud vers l'année 1000. C'est la période où Eric le Rouge s'est installé avec ses compatriotes au sud du Groenland. A cette époque il y avait des vignobles au Danemark et des activités agricoles au Labrador. Au 14^{ème} siècle le climat s'est de nouveau considérablement refroidi. D'après les tableaux de P. Bruegel la vie se passait en hiver en Hollande sur les canaux gelés. Pendant l'hiver 1322/1323 on pouvait aller à pied ou en traîneau de l'Allemagne du nord en Suède en passant par la mer gelée. Les entrées des exploitations minières moyenâgeuses situées dans les Alpes n'étaient plus accessibles étant recouvertes par des glaciers, de

a 11.500 ans, le passage vers la période chaude se faisait dans un laps de temps se situant entre 5 et 15 ans. Comme le montre l'état des mammoths congelés découverts dans le sol permafrost de Sibérie, le passage d'une période chaude vers une période froide se faisait aussi dans un laps de temps très court. Les périodes interglaciaires duraient en moyenne 40.000 ans.

Un autre témoin d'une période chaude sont par exemple les gisements de lignite dont les plus proches se trouvent dans la vallée du Rhin inférieur, ils se sont formés il y a 35 millions d'années. Les récifs coralliens du Jurassique moyen (170 millions d'années) que l'on trouve tout au long de la cuesta du Jurassique moyen et dont l'exemple le plus connu pour nous se situe à Rumelange, est un autre témoin d'une période chaude. En effet ces récifs se forment seulement dans une eau de mer ayant une température moyenne supérieure à 23° C.

Dans une grande partie de l'Europe, d'importants gisements de sel gemme se sont formés il y a 225 millions d'années. Varangéville près de Nancy en est un exemple. Ces gisements atteignent des épaisseurs de plusieurs centaines de mètres et s'étendent de la région de Nancy jusque dans la région de Reims. Ces gisements se sont formés par évaporation de l'eau de mer qui envahissait régulièrement des sebkas. Ici nous avons de nouveau un témoin d'une période chaude. Il est vrai que nos continents sont en mouvement permanent mais les exemples cités tiennent compte de la situation géographique du site lors de la formation de ces gisements.

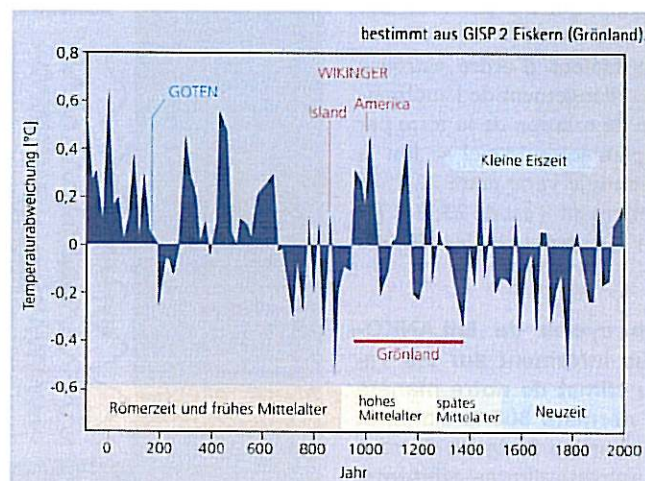
L'oxygène fixé dans les roches et les coquilles calcaires des fossiles sont

des témoins d'une grande précision pour les températures qui régnaient lors de leur formation. L'isotope ¹⁶O indique une période froide et l'isotope ¹⁸O une période chaude.

Pour faire une analyse plus explicite des climats qui régnaient sur notre globe pendant les 3,5 milliards d'années, il y a lieu de prendre comme référence la température moyenne globale actuelle, qui accuse une valeur de 17° C, et on examine les dépassements vers le haut ou vers le bas. En faisant cet examen on constate que les climats froids alternaient avec les climats chauds, mais ces derniers prédominaient de loin.

Une première période glaciaire a eu lieu il y a 2,4 milliard d'années, une deuxième il y a 700 millions d'années, une troisième il y a 400 millions d'années et une quatrième il y a 250 millions d'années. Aujourd'hui nous nous trouvons vers la fin d'une cinquième période glaciaire, qui a commencé il y a 1,8 millions d'années. L'homme a seulement fait son apparition sur le globe pendant cette dernière période glaciaire. Il connaît seulement le climat glaciaire et interglaciaire (voir fig. 3).

Fig. 5 Geo. Standpunkt . . . Klimaentwicklung 2002.



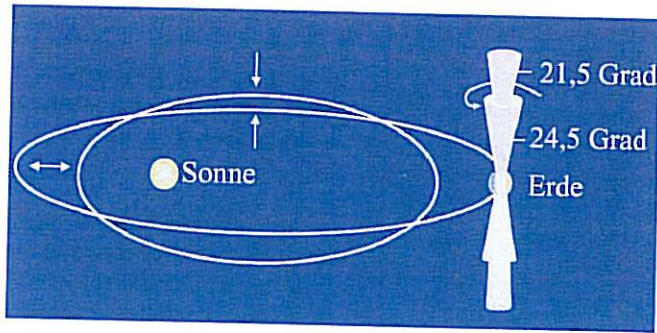


Fig. 6 Astronomische Einflüsse
Abbildung: aus Klima und Erdgeschichte in NRW (Geologisches Landesamt Krefeld 1993)

nos jours après le retrait des glaciers elles sont de nouveau accessibles. Les Vikings qui se déplaçaient en bateau se retiraient du Groenland et de l'Amérique du nord avant que la voie maritime fût bloquée par les glaces. Après un réchauffement nous sommes de nouveau confrontés à une période froide connue dans la littérature sous le nom de « petite glaciation », elle durait jusqu'à l'année 1890, après cette date recommence de nouveau un réchauffement. Ce réchauffement a quelque chose d'exceptionnel, après une multitude de changements de climat que notre terre a connue, il paraît que ce dernier soit dû essentiellement aux activités de l'homme (voir fig. 5).

Quels sont les facteurs qui influencent notre climat ?

Les facteurs qui ont une influence sur notre climat sont multiples.

Commençons par les facteurs d'ordre astronomique.

Le soleil constitue la source d'énergie principale pour notre planète. Notre terre tourne autour du soleil en suivant une ellipse. Mais tous les 100.000 ans l'ellipse devient presque un cercle. Dans le cas de l'ellipse la distance terre/soleil change au cours de l'année, dans la configuration du cercle la distance ne varie que très peu (voir fig. 6).

Un autre facteur d'ordre astronomique est le changement de l'inclinaison de l'axe de rotation de la terre par rapport au plan selon lequel se fait la rotation. Cet angle varie entre 22,1° et 24,4°, actuellement il est de 23,70°. Le changement s'opère tous les 40.000

ans. Il a pour effet que les étés deviennent plus chauds et les hivers plus froids.

La distance terre/soleil change deux fois par an dans la configuration de l'ellipse. La terre est le plus près du soleil le 3 janvier et le plus éloignée le 5 juillet, la différence étant de 5000 kilomètres, ce cycle est inversé tous les 22.000 ans. Ce changement se fait sur la ligne des apsides. Les trois cycles énoncés ci-dessus peuvent se superposer et donner des effets négatifs ou positifs. La température sur notre terre peut donc augmenter ou diminuer du fait que l'ensoleillement peut augmenter ou diminuer (voir fig. 7, fig. 8 et fig. 9).

Dans le cas d'une grande activité des taches solaires, l'énergie reçue par notre planète devient plus grande, ce qui fait que la température augmente sur notre terre.

Venons maintenant aux facteurs dus à la constitution interne de notre globe.

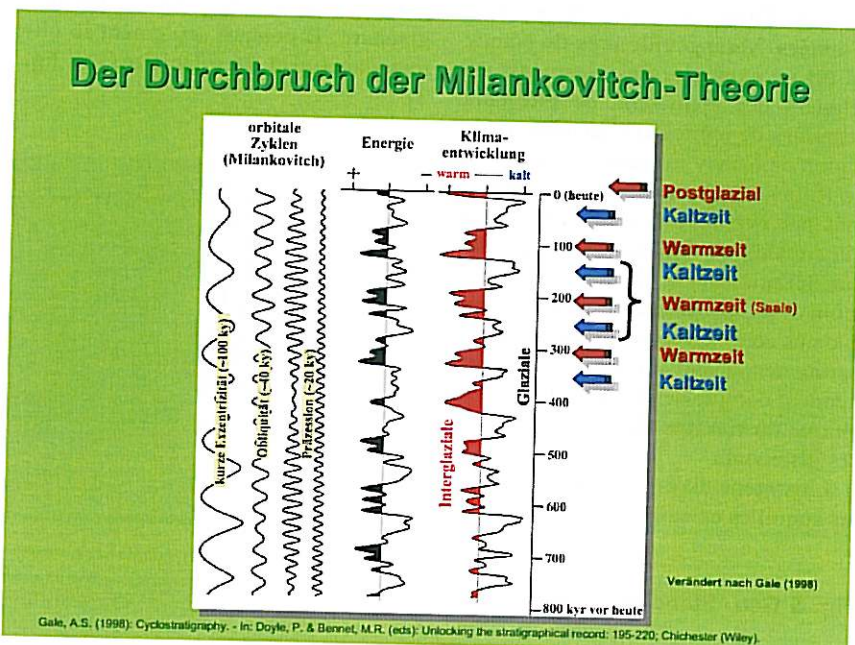
La théorie des plaques nous permet aujourd'hui d'expliquer le méca-

nisme de la dérive des continents. Au Tertiaire, il y a 60 millions d'années, il existait une liaison océanique allant de l'est vers l'ouest, de l'océan indien à travers la méditerranée actuelle qui commençait à se former, puis à travers la mer des caraïbes pour rejoindre le pacifique. Cette liaison entraînait à cette époque un climat chaud et la température de l'océan arctique était de l'ordre de 15°C. Ceci est un exemple de changement de climat dû à la dérive des continents, n'oublions pas que les continents sont perpétuellement en mouvement et que d'autres changements de climat ont été engendrés par ces dérives.

Les éruptions volcaniques ont également un effet sur le climat, mais normalement ces effets sont de courte durée. L'éruption du Pinatubo (1991) aux Philippines jetait dans la stratosphère 7 km³ de poussières et d'aérosols. A la suite de cette éruption la température globale avait baissé de 1°C pendant 5 ans.

Un dernier facteur ayant une influence sur notre climat est la teneur en CO₂ dans l'atmosphère, c'est aussi le facteur le plus complexe. Lorsque la température augmente, la formation de la biomasse devient plus importante, mais cette biomasse consomme à son tour du CO₂. La combustion de biomasse produit du CO₂ et la température augmente de nouveau à moins que ce CO₂ soit de nouveau lié soit

Fig. 7 Les cycles de MILANKOVITCH nous informent sur les variations du climat de notre planète durant les derniers 800.000 ans, et enseignent sur les facteurs d'ordre astronomiques afférents.



Gale, A.S. (1998): Cyclostratigraphy. - In: Doyle, P. & Bennet, M.R. (eds): Unlocking the stratigraphical record: 195-220, Chichester (Wiley).

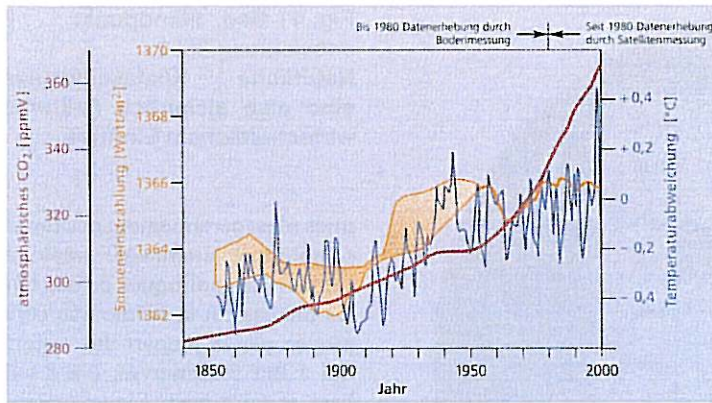


Fig. 8 Geo. Standpunkt . . . Klimaentwicklung 2002.

Der Anstieg der atmosphärischen Kohlendioxidkonzentration spiegelt sich nicht eindeutig in der Temperaturentwicklung der letzten 150 Jahre wieder. Allerdings legt die Ähnlichkeit zwischen Sonnenstrahlung und Temperaturverlauf einen Einfluss der Sonne auf das Klima nahe.

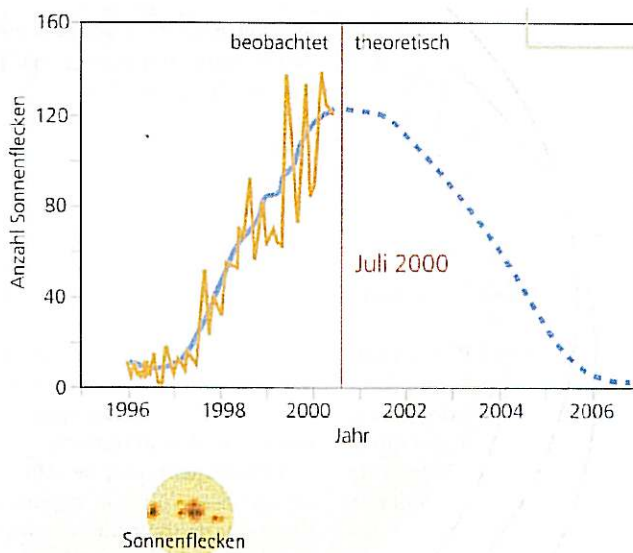


Fig. 9 Geo. Standpunkt . . . Klimaentwicklung 2002.

Aussagen zur Entwicklung der zukünftigen Sonnenaktivitäten sind nur eingeschränkt möglich und beziehen sich auf den jeweils begonnenen Sonnenfleckenzyklus. Der aktuelle Sonnenfleckenzyklus erreichte im Jahr 2001 seinen Höhepunkt. Berechnungen sagen sein Ende für das Jahr 2006 voraus.

dans la biomasse soit dans la formation des roches calcaires. Durant les temps géologiques ces cycles se sont répétés en permanence. On peut imaginer la quantité de CO_2 liée dans la formation des roches calcaires qui

constituent les Dolomites et les Alpes calcaires. De nos jours la formation de roches calcaires continue et il en est de même pour la consommation de CO_2 par les plantes.

Examinons la teneur en CO_2 dans l'atmosphère durant les temps géologiques. Il y a 1 milliard d'années la teneur en CO_2 dans notre atmosphère était de l'ordre de 12% vis-à-vis de 0,03% de nos jours. Lors de la troisième période glaciaire qui a eu lieu il y a 225 millions d'années, la teneur en CO_2 dans l'atmosphère était de 1,5%, mais on persiste à dire que la teneur actuelle de 0,03% va entraîner un réchauffement catastrophique de notre planète, est ce que ce raisonnement ne manque pas d'une certaine rigueur logique ? En plus, de nos jours, un grand nombre de scientifiques est d'avis que seulement 1,2% du CO_2 éventuellement responsable de l'effet de serre est d'origine anthropogène, c-à-d dû à l'activité de l'homme, le reste étant d'origine naturelle. La température observée à la surface du globe ne correspond pas à la température calculée par rapport à la teneur en CO_2 , elle augmente beaucoup moins vite (voir fig. 10).

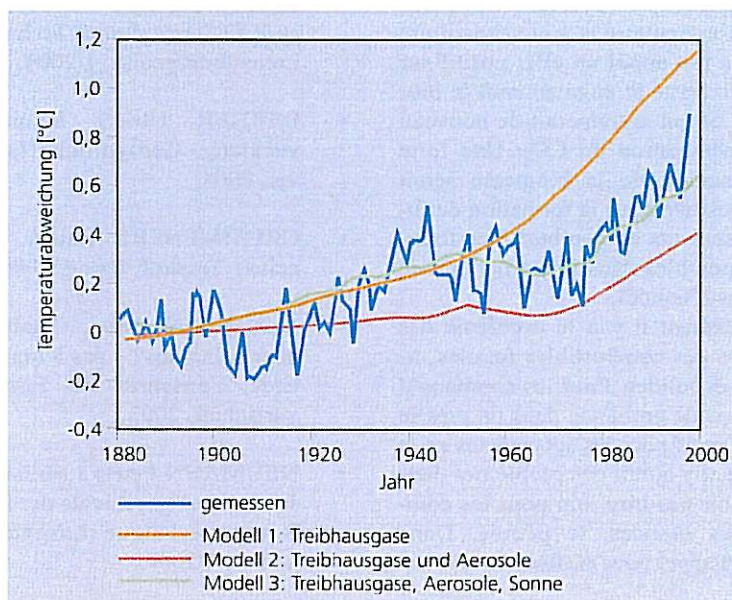
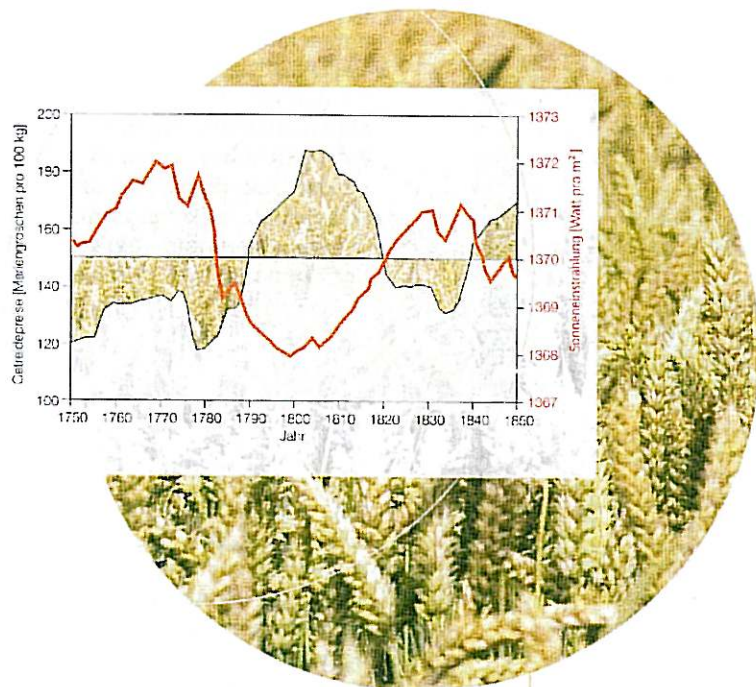


Fig. 10 Geo. Standpunkt . . . Klimaentwicklung 2002.

Computermodelle zeichnen den Temperaturverlauf der gemessenen und statistisch behandelten Daten nur nach, wenn die richtigen Einflussgrößen Sonne, Treibhausgase und Aerosole berücksichtigt werden (Wigley 200)



Conclusions.

Notre terre n'a jamais été un modèle de stabilité.

Pendant les 3,5 milliards d'années il régnait, pour la plus grande partie du temps un climat chaud, sur notre planète. Seulement pendant cinq périodes assez courtes on a connu un climat froid. Pendant les périodes chaudes, seuls les pôles étaient couverts de glace. Inutile de dire que ce n'est pas l'homme qui est responsable des changements de climat puisqu'il a fait seulement son apparition sur notre terre il y a environ 2 millions d'années. Il faut en conclure que se sont les autres facteurs cités ci-dessus qui sont essentiellement responsables des changements de climat que notre terre a subis durant 3,5 milliards d'années.

Lorsqu'on parle de catastrophe climatique, on pense réchauffement mais jamais refroidissement. En considérant l'extension des glaces pendant la dernière glaciation à savoir: du pôle nord jusque dans la vallée du Rhin inférieur, des Alpes jusqu'à Bâle, la couverture de glace des Vosges et de la Forêt Noire, et que dans les régions non recouvertes par la glace on était confronté à un sol dit permafrost, il en résulte que la surface encore disponible à l'homme se trouvait fortement réduite. Par chance ils n'étaient qu'environ 60.000 sur la surface occupée de nos jours par la France. Où se situe la catastrophe climatique, dans le fait d'un réchauffe-

ment ou d'un refroidissement de notre climat ?

Dans la période entre 1790 et 1820 le prix des céréales a connu une forte augmentation due à un refroidissement du climat qui était la suite d'une diminution de l'insolation. C'est la période pendant laquelle beaucoup d'habitants de nos régions ont émigré vers les Etats-Unis et le Brésil pour éviter la famine (voir fig. 11).

Selon certains auteurs une augmentation de la température de 3°C à 4°C en Europe pendant les prochaines 100 ans serait accompagnée d'une hausse du niveau de la mer de 9cm à 88cm. D'un autre côté le retrait des glaces qui recouvrent actuellement parties de nos continents fera apparaître d'énormes surfaces de terre ferme disponibles à l'agriculture et à la sylviculture et de ce fait aurait un effet positif sur la biodiversité et augmenterait la biomasse, ce qui entraînerait de nouveau la consommation du CO₂. Une forte augmentation de la biomasse serait aussi positive pour la formation de futurs gisements de combustibles fossiles disponibles dans une vingtaine de millions d'années.

Evidemment il y a le problème des réserves des combustibles fossiles, liquides et solides. Pour les charbons il n'y a pas de problème dans un proche avenir, mais pour les spécialistes en la matière il y aurait des problèmes dans un avenir pas trop loin pour les combustibles liquides, le pétrole. Donc faire un appel pour réaliser des écono-

Fig. 11 Geo. Standpunkt . . . Klimaentwicklung 2002.

Natürliche Klimaschwankungen sind also sicherlich Faktoren mit wirtschaftlichem Einfluss.

mies n'est certainement pas faux. Il me semble que la stratégie employée par les hommes politiques de nos temps et les médias est la même que celle employée par la plupart des religions et qui a fait ses preuves, c-à-d culpabiliser et faire peur. L'augmentation de la température que nous constatons de nos jours semble être un phénomène planétaire naturel, qui n'a rien à faire avec la période d'activité industrielle de l'homme. Il n'a que peu d'influence sur ce changement et il ne changera pas notre climat d'une façon notable et durable.

Que faut-il penser d'un énoncé de Claude Allègre qui dans son livre « Economiser notre Planète », écrit dans le chapitre, L'homme modifie-t-il notre climat ? « Comme sur ce sujet la politique s'en mêle, il n'est pas étonnant que les anathèmes aussi bien que les âneries tombent dru ». Il sait de quoi il parle, il est spécialiste en la matière et il était ministre.

Les changements de climats qui ont affecté notre planète depuis son existence ont de multiples causes. Elles ne se résument pas aux fluctuations du gaz carbonique, elles n'ont rien d'humain et elles existaient déjà longtemps avant les civilisations. □

Documentation.

- ALLEGRE Claude, Economiser notre planète. Fayard, 1990.
- BERGER André, Notre Climat au XXI Siècle. Revue Technique Luxembourgeoise, 1/2004.
- BERNER Ulrich, Klimaentwicklung. Geozentrum Hannover, 2004.
- CRUMMENERL Rainer, Eiszeiten. Tessloff Verlag, 2004.
- NEUMANN Peter, Treibhaus oder Kühlhaus? – das Klima der Erde, Zeitschrift für Energiewirtschaft. 2003.
- NEUMANN Peter, 3 Milliarden Jahre Klimageschichte der Erde, Revue Technique Luxembourgeoise, 2/2004.