

18° Festival International de Saint-Die des Vosges 6 octobre 2007
Conference debat dirigee par Martine Tabeaud 14h00-15h30
«Le rechauffement climatique: entre realite et imposture, quelle place pour la science? »

Reflexions d'un geologue-geophysicien sur les changements climatiques et les previsions energetiques avec beaucoup d'images a mediter

Jean Laherrere jean.laherrere@wanadoo.fr

ASPO (Association for the Study of Peak Oil and gas), ASPO France, AAPG (American Association of Petroleum Geologists)

"*Ce qui est dit partout, par tous et toujours a toutes les chances d'être faux.*"
Paul Valery (site de Robert Vivian glaciologue).

Certains affirment que la science a decide et le debat clos et que ceux qui sont sceptiques sont des negationnistes.

Dans Science et Vie HS «*Climat le dossier verite*» septembre 2007 Y.Sciama ecrit «*aujourd'hui, la defaite de ces climatosceptiques semble consommee* » mais l'annee derniere il a refuse de parier avec moi 1000 € que la temperature en 2015 ne serait pas plus haute qu'aujourd'hui.

Il ne faut pas confondre ceux qui sont sceptiques devant les resultats des modeles du GIEC (avec la courbe en crosse de hockey en 2001) ou du film de Gore *la verite qui derange*, avec ceux qui recusent le rechauffement global. Il faut bien definir les termes qu'on utilise!

Les verites des geologues sur le terrain ne sont pas les verites des economistes ou des modelisateurs ou de journalistes dans leurs bureaux.

Oui la temperature a augmente depuis la fin du petit age glaciaire, oui l'activite humaine y a contribue, mais il me semble que nous sommes incapables de prevoir ce qui va se passer dans le siecle a venir. Les scenarios energetiques, rediges par des economistes, des derniers rapports du GIEC 2001 et 2007 sont irrealistes, n'etant pas des previsions mais des «*histoires*» **sans aucune consideration des ressources de la planete et du passe.**

Le GIEC ignore le *peak oil* et les realites industrielles.

Le catastrophisme sur les ressources ou la croissance est politiquement incorrect, au contraire le catastrophisme climatique est tres bien vu par les medias et les politiques.

Or les geologues sont bien places pour savoir ce que represente un changement climatique et l'AAPG a ete la premiere organisation a etre sceptique des rapports du GIEC.

Tout affleurement, avec par exemple une serie alternee d'argiles et de gres, decoule de changements climatiques qui occasionnent des variations du niveau de la mer.

Un geologue ne peut douter des changements climatiques car ils existent depuis la creation de la terre. Mais les geologues sont tres peu nombreux au GIEC.

Dire que le *changement climatique est une realite* est, pour moi geologue, une plaisanterie.

Le changement climatique existe depuis 4,5 Ga !

Mais on omet de dire que la definition de *changement climatique* de l'Academie des Sciences est uniquement anthropique, alors que celle du GIEC est anthropique et naturelle.

Le mensonge par omission est tres frequent et **jouer sur les mots n'est pas scientifique.**

La vie est cycle, tout varie, tout evolue.

Stabiliser le climat, c'est vouloir s'opposer au changement climatique naturel ou comme vouloir s'opposer aux mouvements des plaques tectoniques provoquant des tremblements de terre ou des eruptions volcaniques.

Vouloir considerer l'effet de serre comme nuisible oublie que sans effet de serre la vie n'existerait pas sur terre. Vouloir eliminer completement le CO2 (ou le carbone avec l'ere de

l'hydrogene) est aussi ridicule, le CO2 est l'aliment des plantes qui est l'aliment des mammiferes, donc de l'homme !

On predit que la Terre sera invivable si la temperature augmente de 4°C alors qu'elle etait bien superieure au Cretace et que Marseille a une temperature moyenne superieure de 4°C par rapport celle de Lille. Demenager de Lille a Marseille n'est pas suppose aller en enfer!

L'optimum glaciaire etait 3°C superieur a maintenant et le Sahara verdoyant

Certains vont y gagner, d'autres vont y perdre !

Le bilan est difficile a faire mais il peut etre positif!

La seule certitude que j'ai est que je vais mourir un jour et que la terre reviendra encore de nouveau vers une nouvelle glaciation, et ensuite a des periodes chaudes pour finir dans quelques milliards d'annees brule par un soleil qui se transformera en supernova.

En 1975 on s'effrayait du refroidissement global (La marche du siecle JM Cavada)

Le geophysicien que je suis sait bien l'imprecision d'une mesure et je dis souvent qu'en matiere de ressources donner plus de 2 chiffres significatifs montre que son auteur est incompetent. Que dire des moyennes et des statistiques manipules par des personnes qui ne sont pas formees a ces methodes!

La plupart des articles sont issus de travaux de theses francaises qui font preuve d'ingeniosite et de nouveaute avec toujours de nouveaux modeles et de nouvelles hypotheses pour remplacer l'incertitude des donnees par la richesse des imaginations. Je suis admiratif des prodiges que font certains pour obtenir, a partir de donnees indirectes, a partir d'hypotheses variees, des constructions (en fait des chateaux de cartes) qui semblent parfaites, mais baties sur du sable et que le moindre vent peut faire s'ecrouler. Ces auteurs se rassemblent pour resister au vent des critiques legitimes. De plus la politique et le financement des travaux universitaires faussent aussi le jeu democratique. Les sceptiques sont traites de negationistes (comme pour l'Holocauste) ou de suppots des petroliers. On passe de la science a la religion ! Essayons de montrer par des exemples ce qui entretient mes doutes sur les changements climatiques.

-A-Passe climatique geologique

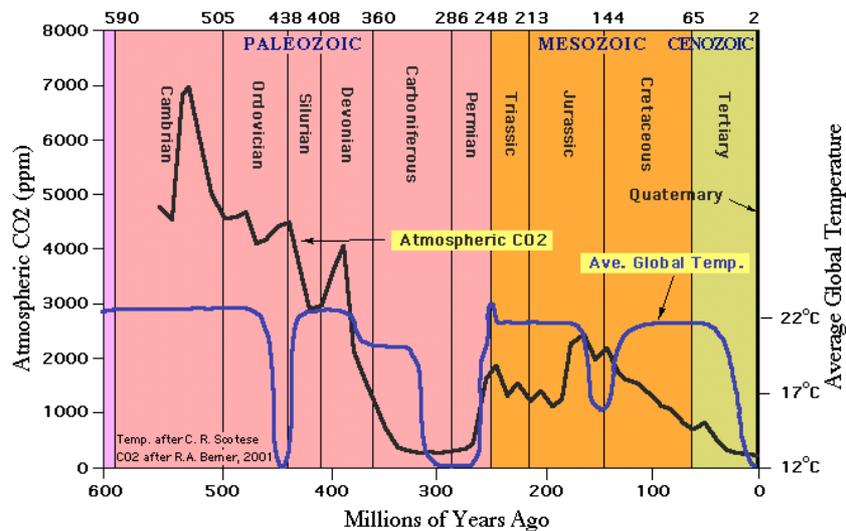
Le passe nous montre que la temperature et le CO2 a varie d'une facon cyclique, sans tendance evidente a l'echelle des eres geologiques .

On se retrouve dans les conditions d'il y a 300 Ma.

A l'evidence tout est cyclique sans pouvoir dire quel sera le prochain cycle.

Figure 1: temperature et CO2 atmospherique depuis 600 Ma BP d'apres Gerhard AAPG

Global Temperature and Atmospheric CO₂ over Geologic Time



Late Carboniferous to Early Permian time (315 mya -- 270 mya) is the only time period in the last 600 million years when both atmospheric CO₂ and temperatures were as low as they are today (Quaternary Period).

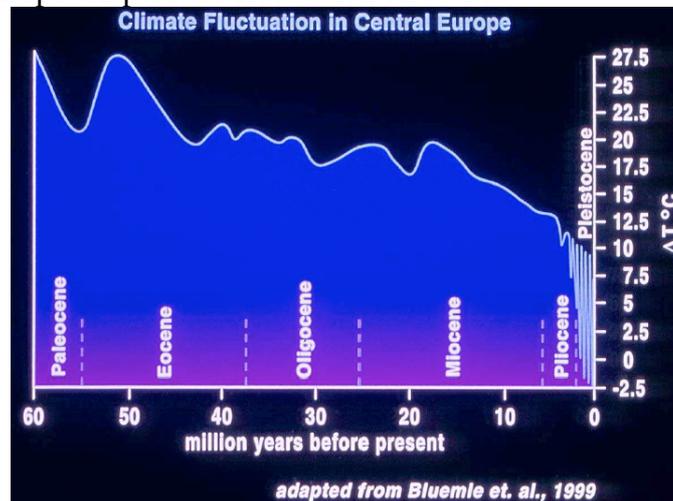
Il apparait qu'il n'y a pas de corrélation évidente entre CO₂ et température dans les temps géologiques !

Pour l'Europe centrale la variation de température pendant les 60 Ma montre une diminution très nette avec au Pleistocène les glaciations. La chute est de près de 20 °C.

Ceux qui disent qu'une augmentation de 5 °C serait la fin du monde ignorent ce qui s'est passé il y a 50 Ma ! Il n'y avait pas de glace aux pôles au Crétacé.

Nous sommes en période interglaciaire au milieu de nombreuses glaciations depuis quelques millions d'années, donc dans une période très variable des temps géologiques.

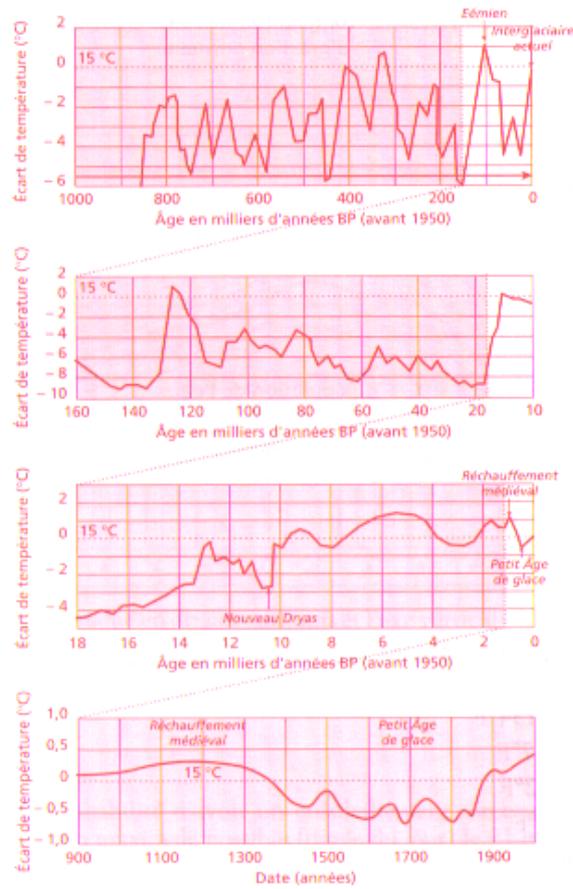
Figure 2: Central Europe temperature fluctuation on 60 Ma



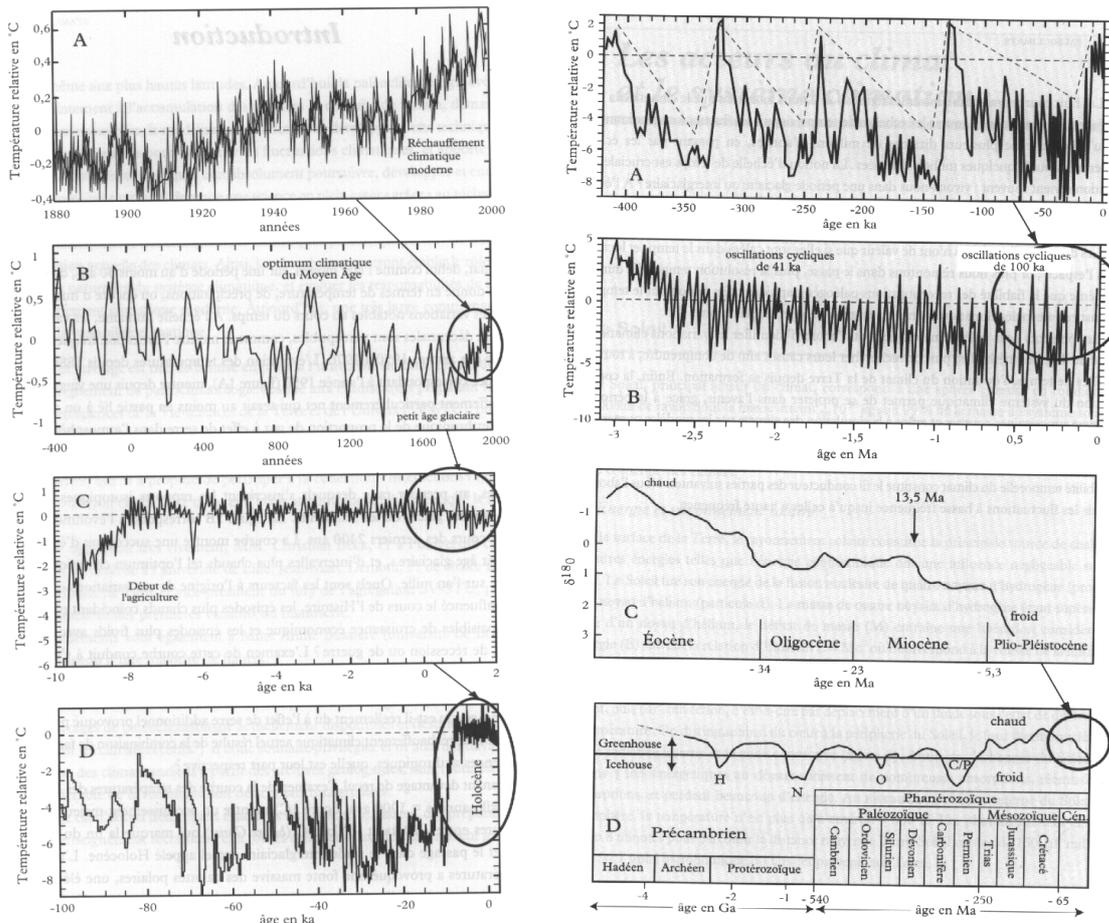
Regardons plus en détail la température des temps géologiques pour resituer la température actuelle par rapport au passé

Figure 3: Evolution de la température de la planète sur 1 Ma (million années) d'après Tabeaud "La climatologie" 2000

Fig. II.7 : évolution de la température moyenne de la planète



Encore plus de détail pour montrer que les variations actuelles depuis l'ère industrielle sont insignifiantes par rapport au passé en remontant sur qu'à 4 Ga avec Deconinck 2006
Figure 4: Evolution de la température sur 100 ka d'après Deconinck « Paleoclimats » 2006



Les glaciations sont données à $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. et non de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ comme l'affirme M. Petit dans la lettre 21 (printemps-été 2007) de l'Académie des Sciences

Le Crétacé est la période la plus chaude et il n'y avait pas de glace aux pôles et pourtant les mammifères ne déperissaient pas, au contraire !

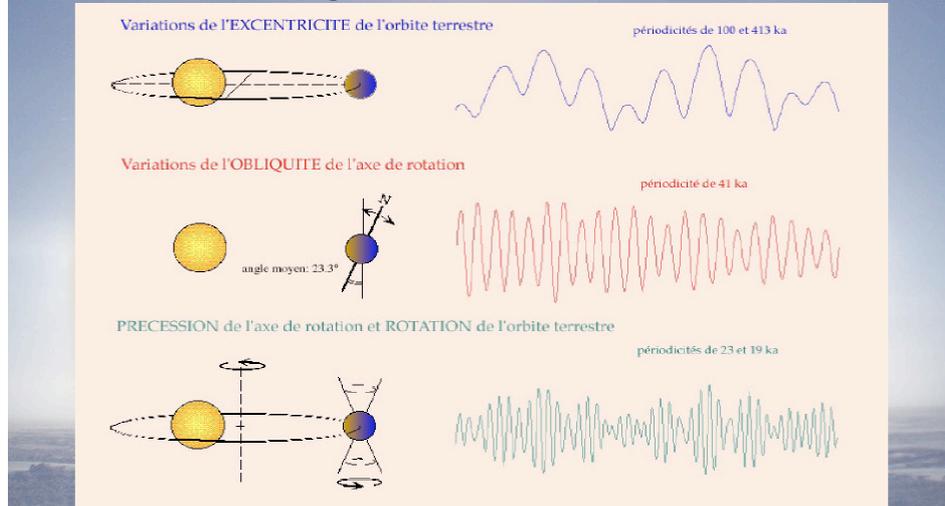
Le principal facteur des paléoclimats est la théorie astronomique mise en évidence par Milankovitch et maintenant acceptée par tous. Les variations d'insolation du soleil sont contrôlées par :

- les précessions de l'axe de rotation périodes 23 et 19 ka (fréquentes dans les alternances décimétriques des affleurements géologiques),
- l'obliquité de l'axe période 41 ka
- l'excentricité de l'ellipse période de 100 et 413 ka

Figure 5: la théorie astronomique des paléoclimats (Parrenin 2007)

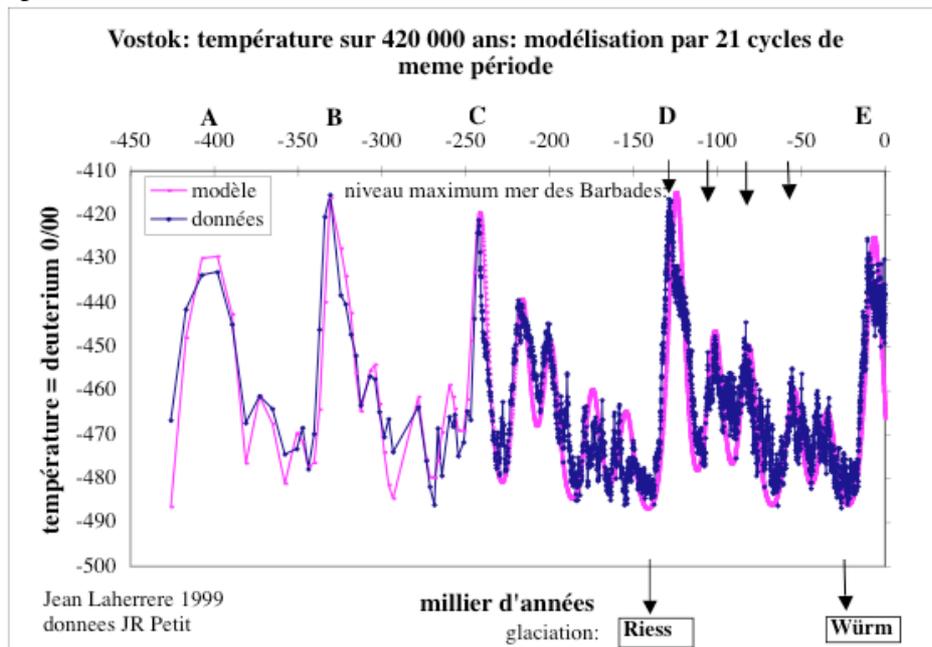
La théorie astronomique des paléoclimats

« Les changements climatiques sont gouvernés par des changements d'insolation »



Les mesures de température (proxy deuterium) a Vostok (1999) il est facile de modeliser les 420 000 ans avec 21 cycles de meme periode (≈ 23 ka)

Figure 6: temperature (deuterium) a Vostok donnees Petit 1999 modelisees avec 21 cycles

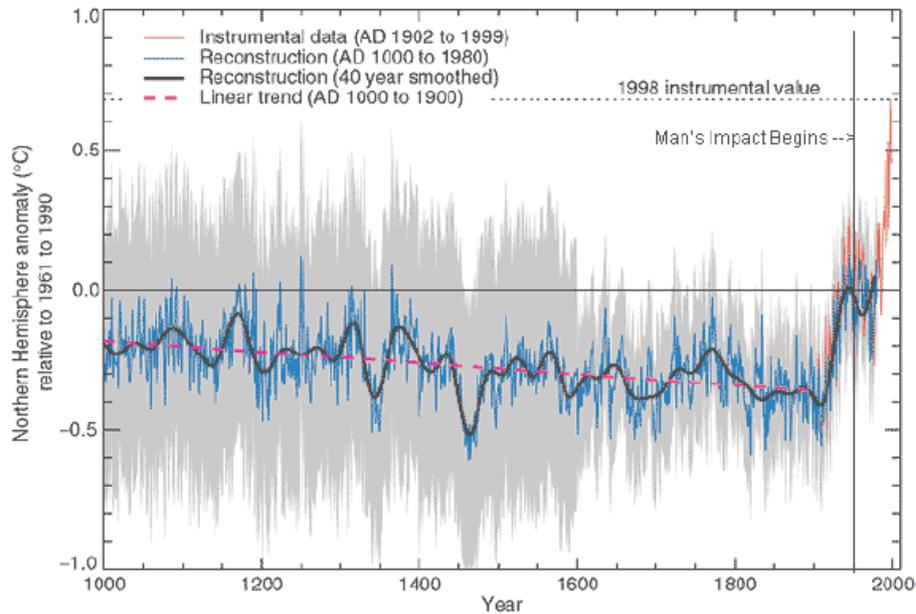


Nous verrons dans le chapitre glace que la datation de la glace (différence de la datation des bulles) est incertaine avec une précision millénaire. Il ne faut pas donc comparer à des mesures actuelles annuelles ou même décennales.

La célèbre courbe en croche de hockey du rapport GIEC 2001 d'après les cernes des arbres, qui nie le Petit Age Glaciaire visible sur les tableaux de Bruegels et la période chaude médiévale connu par le Groenland vert et les vendanges à Londres, a disparu du dernier

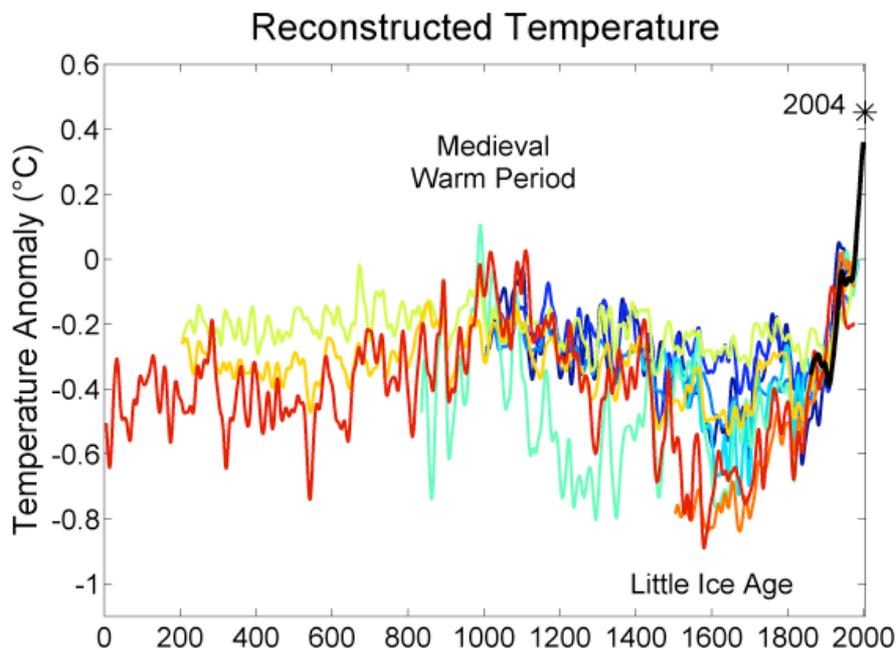
rapport GIEC 2007. Les variations annuelles des cernes des arbres ne peuvent conserver les variations centenaires!

Figure 7: crosse de hockey: temperature 1000-2000 d'après les cernes des arbres



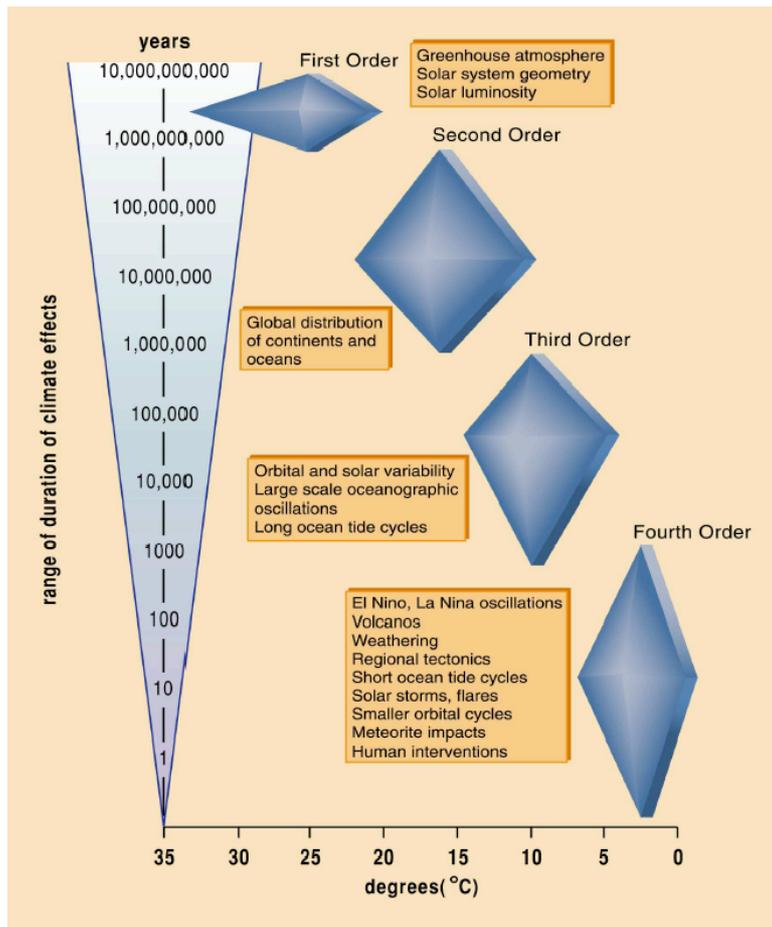
La crosse de hockey est remplacé par un paquet de courbes toutes aussi imprécises que les autres

Figure 8: temperature 0-2004 du GIEC 2007 d'après plusieurs sources



Mais les variation astronomiques de Milankovitch ne sont qu'une partie des causes, il y en a d'autres comme la distribution des continents et donc leur derive, l'effet de serre, la luminosite du soleil, les courants oceaniques, les oscillations El Nino, La Nina, volcans et enfin l'activite humaine qui est du 4^e ordre, comme le montre Gerhard AAPG dans ce graphique

Figure 9: fourchette des effets du climat d'après Gerhard AAPG



-B-mesures du passe recent

Les conditions paleoclimatiques sont trouves dans les sediments, et notamment les glaces.

-B-1-glaces

Les glaces antarctiques et arctiques ont ete forees depuis les dernieres decennies, comme le montrent ces graphiques de Parrenin 2007 « que deviendra notre climat ? ».

Figure 10: emplacement des forages de glace en Antarctique

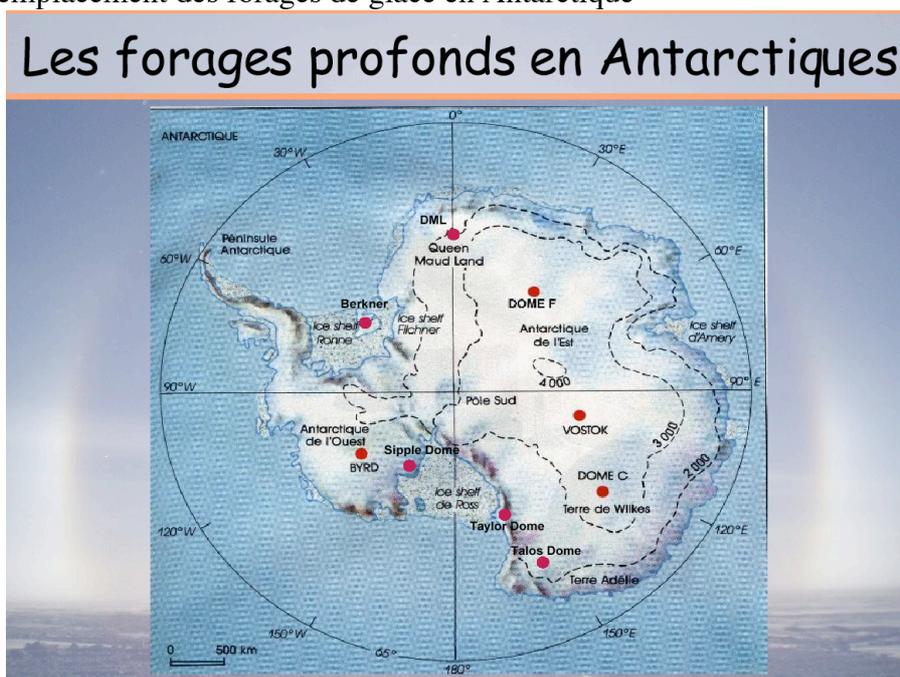


Figure 11: emplacement des forages de glace au Groenland



La neige se transforme en glace au bout d'un certain temps et elle doit ne pas fondre pour être une archive, les sites sont dans des lieux où la température est toujours inférieure à 0°C!

-B-1-a-Neve se transformant en glace

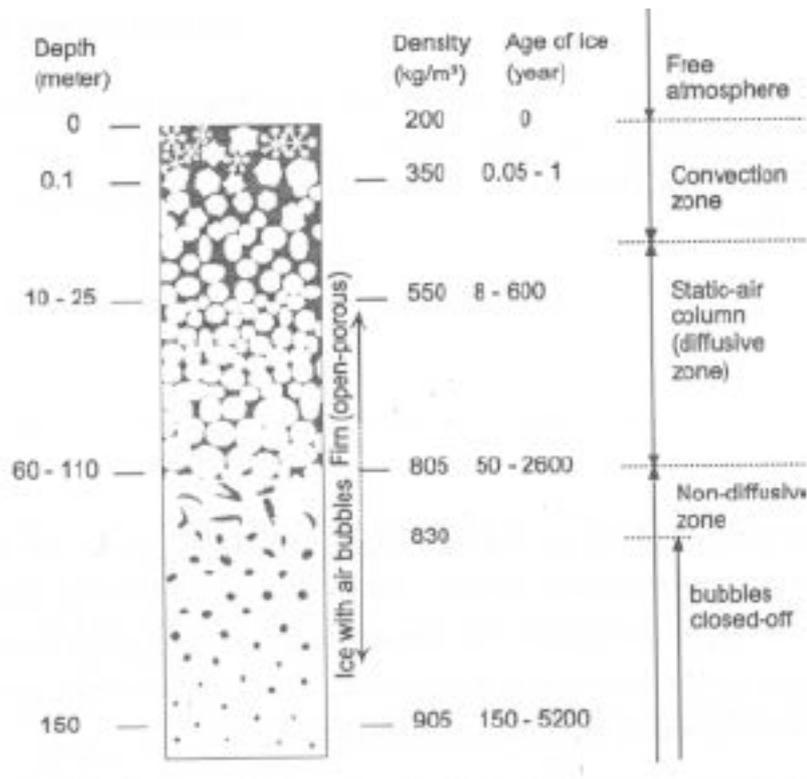
La neige a une densité de 0,3 en surface et se tasse progressivement pour acquérir une densité de 0,83 ou alors les bulles d'air sont fermées (closeoff) vers une profondeur qui varie en Antarctique de 20 à 150 m. C'est Claude Lorius qui a eu l'idée d'exploiter les analyses des gaz contenus dans les bulles des carottes de glace de Vostok. Cette étude a permis d'obtenir des historiques des gaz à effet de serre très utilisés dans l'étude du changement climatique. Mais les problèmes de datation des bulles sont très souvent « oubliés » dans la plupart des publications qui présentent ces résultats comme étant certains. En effet si la datation de la glace est facile quand on voit les variations annuelles, quand elles ont disparu il faut faire des hypothèses de tassement, d'accumulation et caler à des points identifiables (éruptions volcaniques connus) ou mesures de cosmogéniques (Be10). Les datations de la glace sont donc entachées d'imprécision et donc les mesures de température qui sont déduites des variations isotopiques de l'hydrogène ou l'oxygène de l'eau.

Par contre les bulles de gaz se déplacent dans la neige au-dessus de la zone de fermeture et les gaz sont en communication plus ou moins avec l'atmosphère. Il y a donc pendant toute la période d'ouverture des bulles (qui peut être de plus de 5000 ans) aggrégation par convection, diffusion et gravitation des gaz de l'atmosphère de toute cette période et cela provoque donc un lissage (une moyenne) sur plusieurs millénaires qui expliquent les résultats très plats de CO₂ des mesures de carottes de glace à comparer avec d'autres mesures de température indirectes (proxy) telles que les stomates ou autres. Dire que les données des glaces sont très stables montre que l'auteur ignore comment la *réalité* a été *archivée*.

De plus la méthode idéale d'extraction des gaz est encore à trouver.

Le graphique suivant (thèse B. Bellier 2004 « *Etude des variations du cycle du carbone au cours de l'Holocène à partir de l'analyse couplée CO₂-CH₄ piégés dans les glaces polaires* ») montre la densification du neige

Figure 12: évolution des bulles de gaz en cours d'enfouissement



Le graphique suivant (Bellier 2004) montre bien que les valeurs de CO₂ dans les bulles non fermes (en bleu) évoluent entre la valeur de surface et la valeur ferme (en rouge) et qu'il y a un gap, car après fermeture ou il n'y a plus (?) d'influence de l'atmosphère des temps précédents.

Figure 13: transformation du neige en glace et datation de la fermeture des bulles

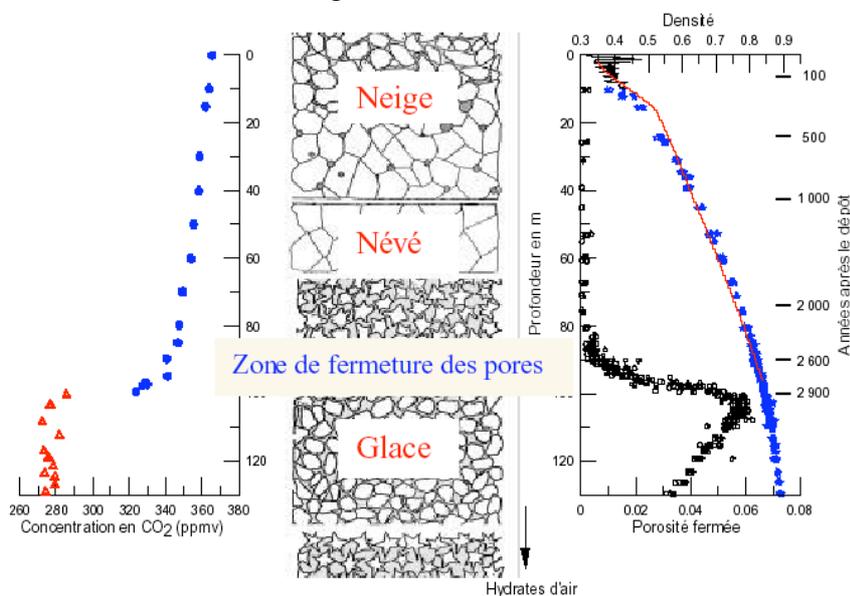


Figure II.1 : Représentation de la transformation de la neige en glace en fonction de la profondeur (Barnola, com. pers.) La figure de gauche représente l'évolution de la concentration en CO₂ à l'intérieur du névé polaire ; la figure à droite, les profils de densité et de porosité ouverte sur les 120 premiers mètres de la calotte polaire.

Mais la valeur en rouge ne correspond pas à la valeur au moment de la fermeture (ici 2900 ans) mais de l'aggrégation de toutes les valeurs existantes pendant les 2900 ans. La pondération de

cet aggregation n'est pas simple et on doit parler d'age moyen et d'age correspondant au maximum a la fermeture des bulles. Le bond de 280 a 320 ppm dans le graphique montre bien qu'il y a discontinuite et complexite.

Dans le graphique suivant au Groenland pour le methane de Grisp qui a un age tres jeune par rapport

LGGE Sophie Bertrand « evolution temporelle du methane et du protoxyde d'azote dans l'atmosphere : contrainte par l'analyse de leurs isotopes stables dans le neve et la glace polaires 10 dec 2004

Toutes les molecules d'un meme gaz n'effectuent pas le mme parcours dans le neve et ne migrent pas a la meme vitesse verticale ce qui conduit a une distribution probabiliste de l'age a une profondeur donnee. Des lors a une profondeur ne correspond plus a un age donne mais une distribution en age (l'age de la molecule de gaz est defini comme le temps ecoulee depuis que la molecule a croise pour la derniere fois la limite atmosphere neige)

Figure 14: age moyen et age correspondant au maximum de distribution

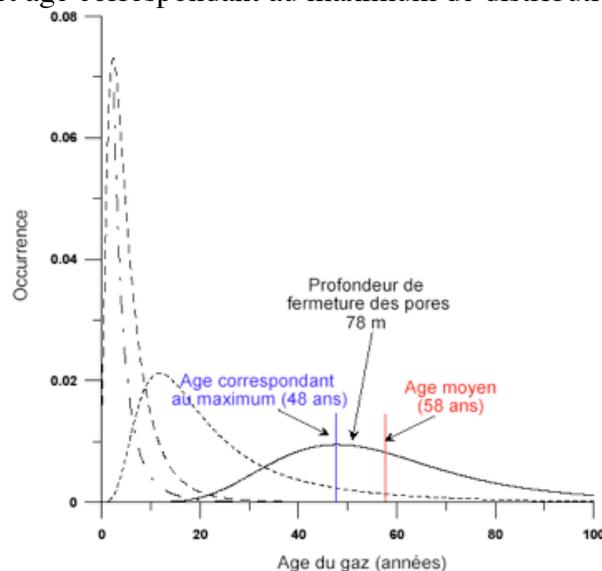


Figure 11-8 : Age moyen et âge correspondant au maximum de la fonction de distribution du méthane dans le névé de North GRIP.

Il ne faut donc pas parler de gaz a un certain age mais de moyenne (centenaire a millenaire) a un certain age qui est imprecis lui aussi de plusieurs millenaires.

De plus quand la profondeur de la carotte est importante la compaction de la glace fait que l'échantillon de glace de 50 cm qui est necessaire pour mesurer les concentrations de gaz correspond aussi a une periode millenaire.

Il y a donc lissage dans le neve et lissage dans l'échantillonnage des bulles

[La profondeur de fermeture varie dans l'Antarctique de 20 a 150 m](#)

Figure 15: Profondeur du closeoff d'après Kaspers 2004

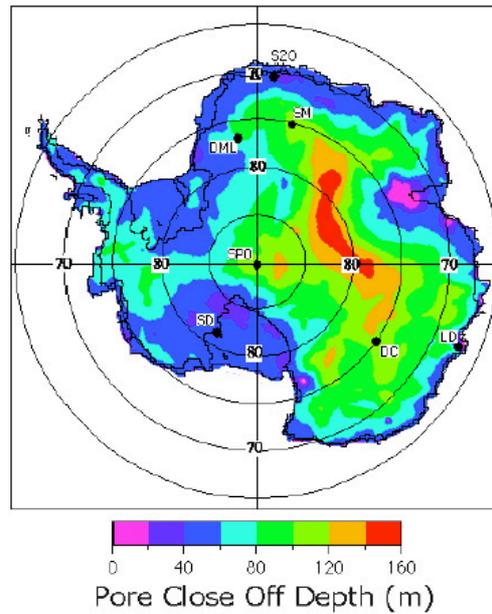


Fig. 6. Depth of the PCOD in m, calculated with the density-depth model of Herron and Langway (1980). The location with the deepest PCOD, being 150 ± 15 m (2σ), is found for 72° E and 82° S.

Cette profondeur varie suivant le taux d'accumulation de la neige et de la température. Le taux annuel d'accumulation varie de 2 cm/a (Vostok) a 50 cm/a sur les bordures du continent.

Figure 16: accumulation annuelle de neige d'après Kaspers 2004

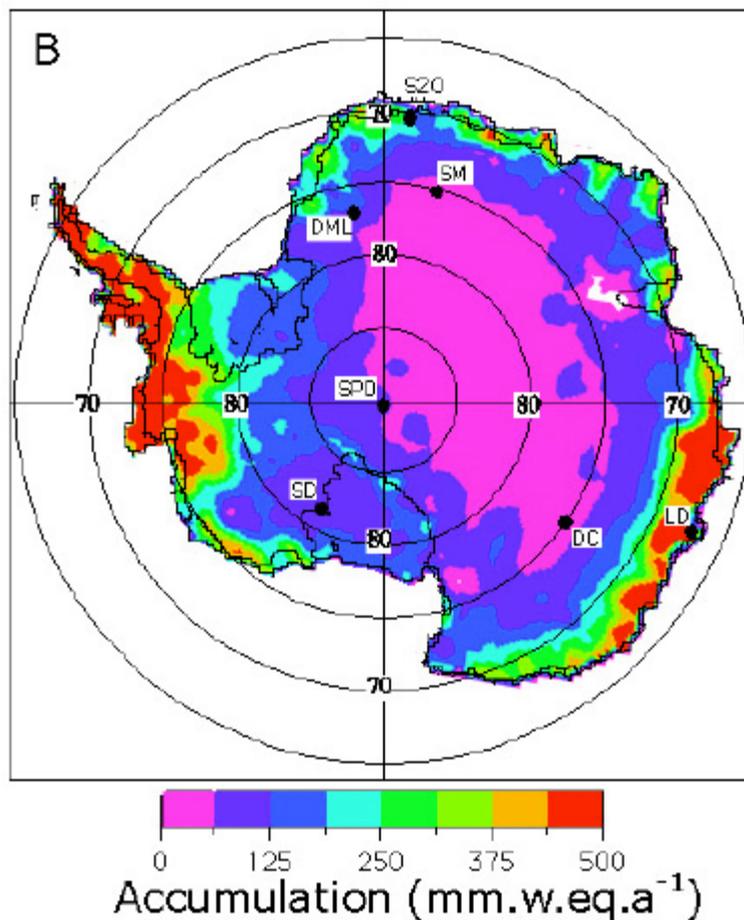


Figure 17: accumulation annuelle de neige d'après Arthern et al 2006

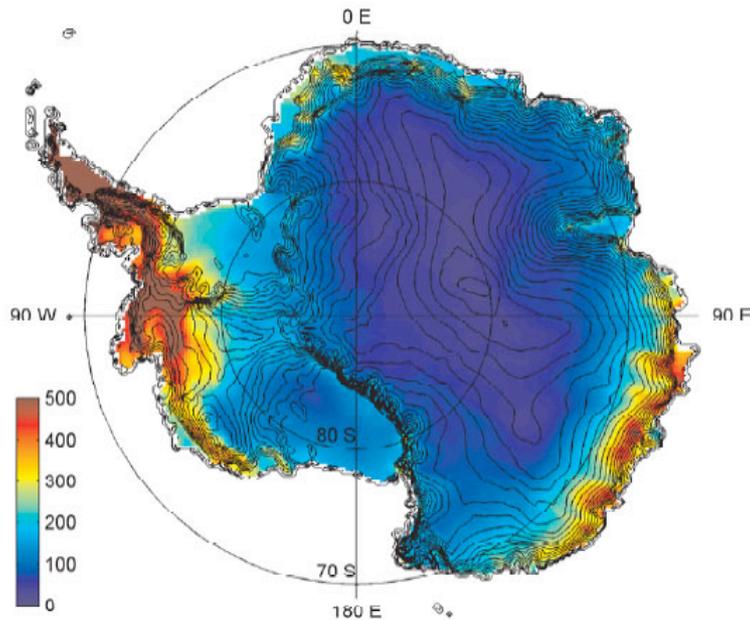
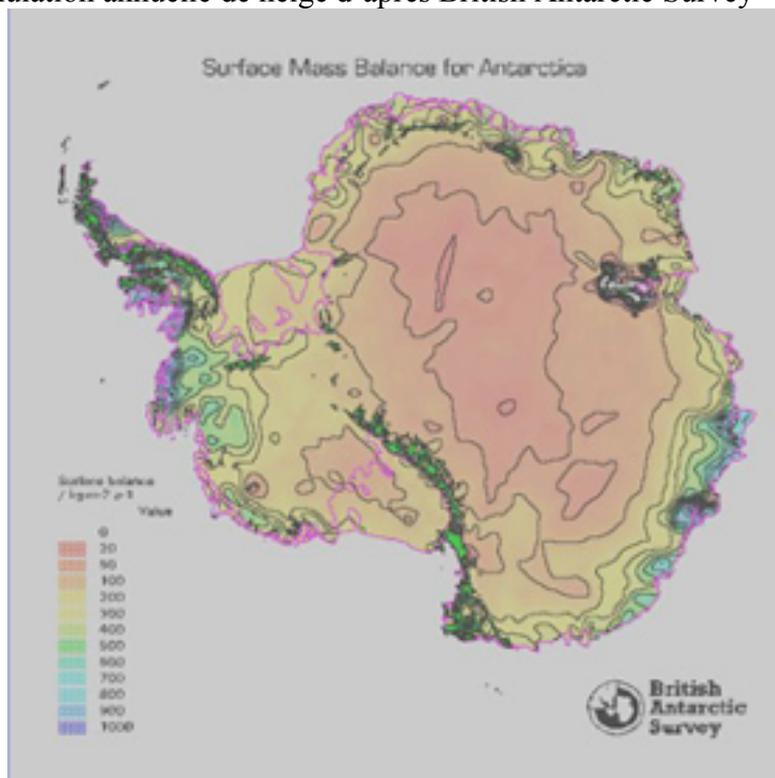


Figure 18: accumulation annuelle de neige d'après British Antarctic Survey



Il y a accord sur les diverses données publiées d'accumulation de la neige et de profondeur de la fermeture des bulles, mais désaccord sur l'âge de la fermeture des bulles Kaspers 2004 (Model calculations of the age of firn air across the Antarctic continent) donne un âge maximum de 150 ans pour ce PCOD (Pore Close Off Depth), alors que la majorité parle d'une fourchette de 30 ans (Siple Dome) à plus de 5000 ans (100 m de profondeur du neige à 2 cm/a accumule par an). Je ne comprends pas une telle contradiction et l'absence de débat !

Les datations de la glace et des bulles sont estimées grâce à des modèles et on entre la dans un monde très «boîte noire» avec des hypothèses très peu explicites, des modèles très

mathematiques de probleme inverse avec simulation de Monte Carlo et des calages sur des points choisis pour que cela se passe comme desire.

Figure 19: age de la fermeture des bulles (closeoff) d'apres Kaspers 2004

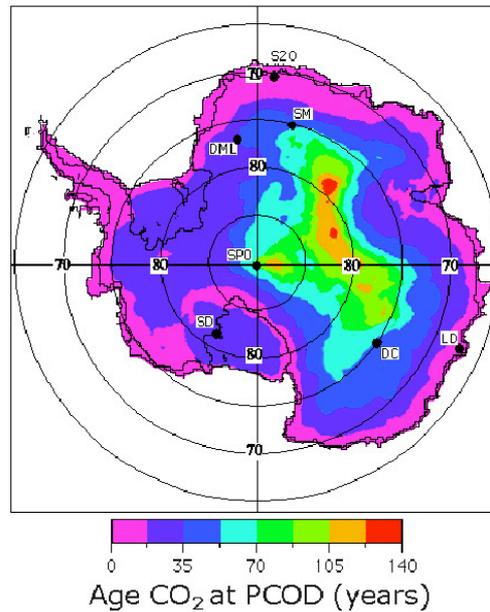


Fig. 9. The mean CO₂ age at PCOD in years for the entire Antarctic continent. The oldest CO₂ at PCOD, being 148 ± 23 years (1σ), is predicted as located at 43° E and 78° S.

1850

De plus Kaspers donne l'imprecision sur l'age du close off avec un maxi de 40 ans ! la fermeture la plus vieille serait donc de $150 \text{ ans} \pm 40 \text{ ans}$: on est loin des 7000 ans !

Figure 20: imprecision sur l'age de la fermeture des bulles d'apres Kaspers 2004

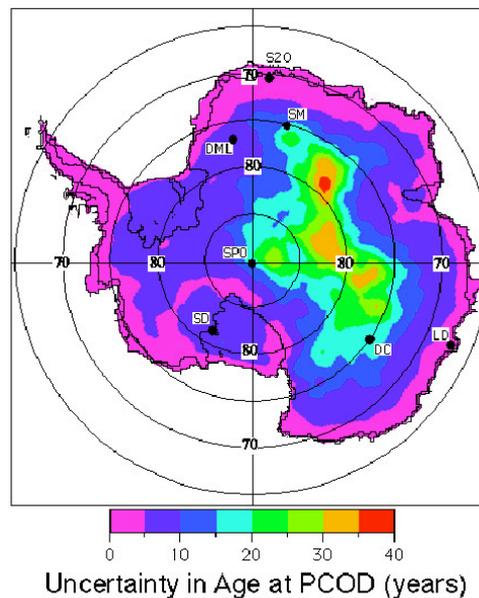


Fig. 12. The model uncertainty in derived CO₂ age at PCOD (2σ , in years). Here, twice the uncertainty (2σ) for the tortuosity (γ_p) and the pore close-off density (ρ_{CO}) and a deviation of 5% in the modelled density profile were taken into account.

1853

Alors que les autres mettent plusieurs milliers d'annees pour l'age de la fermeture des bulles a Vostok ou l'accumulation annuelle est faible? On dirait qu'ils parlent de choses differentes ! Qui a tort? J'ai des doutes pour toutes ces estimations qui partent d'hypotheses tres discutables, mais peu discutees.

Figure 21: temperature, accumulation et Dage de sites de l'Antarctique

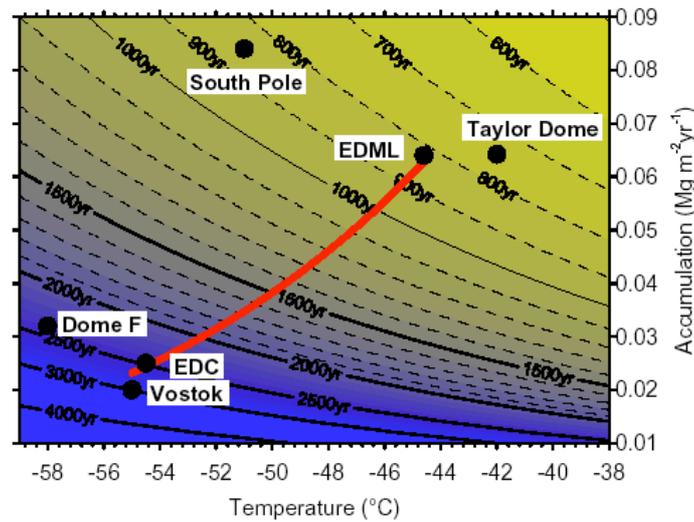


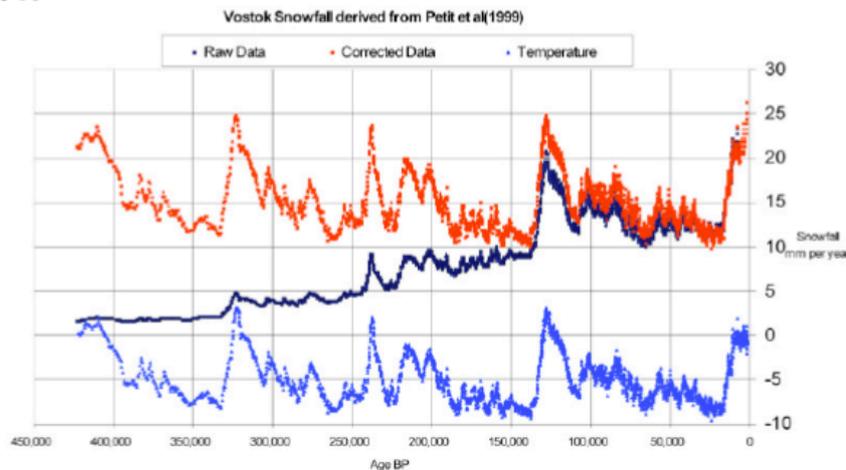
Fig. 2. Δ age over the range of temperature and accumulation rate of the EDML record back to 60 kyr BP. Δ age was calculated with a steady state version of our model. The red line shows the temperature and accumulation range used for the Δ age calculation. The black dots show present conditions for several Antarctic ice cores.

Je n'ai trouvé aucun débat sur ces divergences flagrantes. Je suis perdu car l'âge de la fermeture devrait être de l'ordre de la profondeur divisée par l'accumulation annuelle, soit pour Dome C (DC sur la carte profondeur 100 m accumulation 3 cm/a soit âge $100 / 0,03 = 3000$ ans et non 50 ans comme sur la carte Kaspers avec une précision de 15 ans ! Seul les sites de Siple Dome et Law Dome sont donnés avec un âge de fermeture de 30-60 ans de façon à obtenir des concentrations de CO₂ qui peuvent se raccorder aux mesures physiques directes et donner une courbe continue jusqu'à nos jours (une crosse de hockey).

L'estimation du taux d'accumulation dans le temps montre un degré de correction très élevé pour Vostok, donc d'imprécision

Figure 22: variation de l'accumulation de la neige à Vostok et correction

Figure 10



-B-1-b-delta age glace moins age bulle

La différence entre l'âge de la glace et l'âge (en fait très lisse sur des millénaires) du gaz est appelée delta age (Dage). Ces deux âges sont donc estimés grâce à des modèles complexes de problèmes inverses par méthode de Monte Carlo et les modèles sont nombreux (Herron & Langway 1980, Barnola 1991, Arnaud 2000) et changent souvent avec l'écriture d'une

nouvelle these car les nombreux thesards de LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Geophysique de l'Environnement) ont ecrits des theses bien faites: Aballain, Bellier, Bernard, Dumas, Durand, Loulergue, Parrenin, Pepin, Rabatel

Les imprecisions sur l'age sont considerables et varient suivant les auteurs et les modeles pour le memes donnees

Sur une courbe en profondeur le Dage en ka de 2 modeles semble tres proche mais la difference est siignificative en centaine d'annees

Figure 23: variation de Dage et imprecision : Parrenin

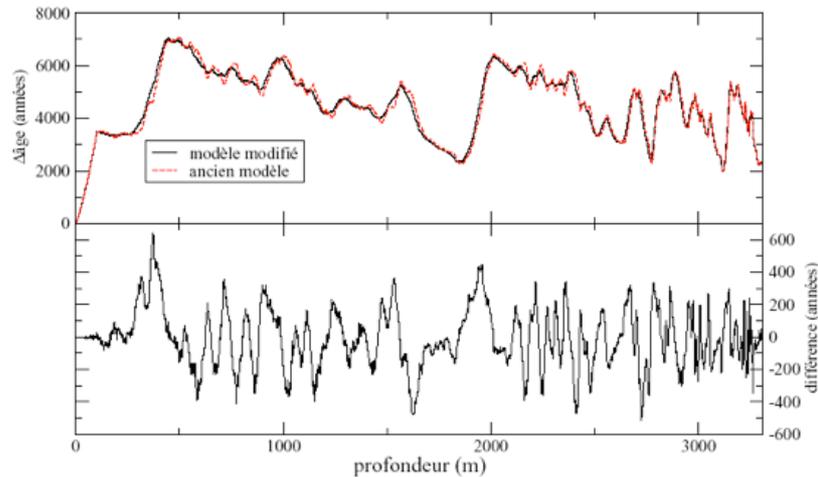


Illustration VIII.1 Modification numérique du modèle d'Arnaud *et al.* [2000]. En haut, évaluation du Δ_{age} avec l'ancien et le nouveau modèle. En bas, différence entre les deux simulations.

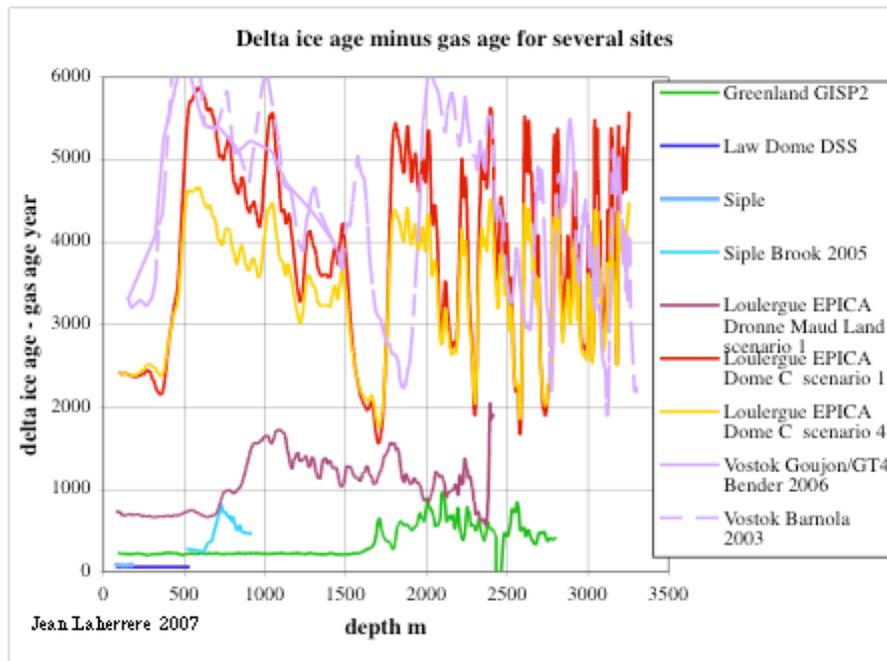
Ainsi entre 2 simulations le Dage varie entre 2000 et 7000 ans avec des differences entre -400 ans et 600 ans.

Entre les differences stations antarctiques et arctiques, le delta age glace moins age gaz varie entre 20 et 6000 ans. Pour un meme site, il peut rester constant avec la profondeur pour certains site (GISP2 sur 1600 m) ou varier considerablement comme pour Vostok ou Dome C a cause de la variation du taux d'accumulation.

Sur le site Siple ou il y a l'estimation qui permet de caler le CO2 sur les siecles derniers avec un delta age de 30 ans pour les premiers metres, mais une autre etude (Brook 2005) se donne des valeurs au dela de 500 m a plus de 200 ans les etudes s'ignorent sans se combattre, en laissant le lecteur s'apercevoir desincompatibilites.

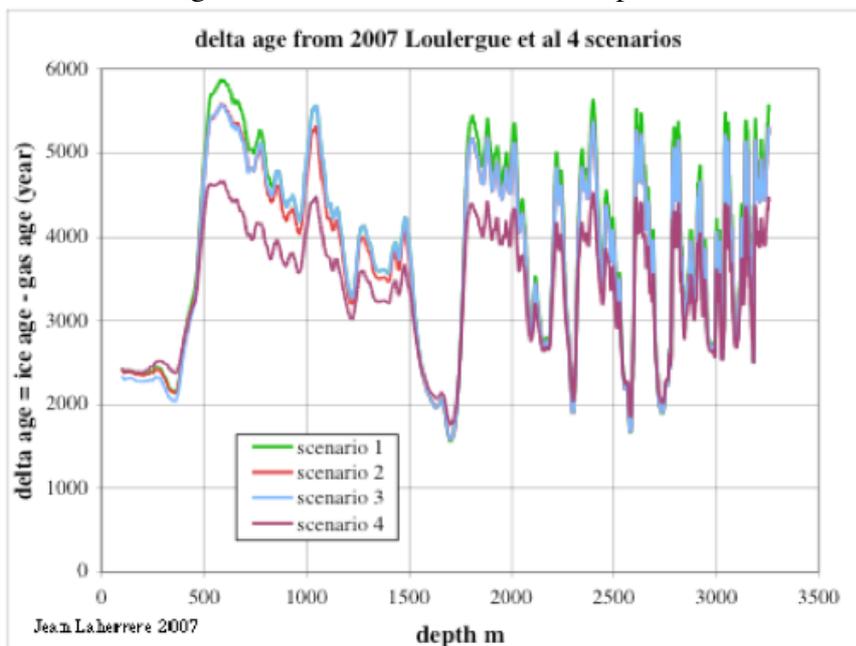
Je suis sceptique devant de telles variations entre sites et entre modeles

Figure 24: variation du Dage en fonction de la profondeur pour plusieurs sites

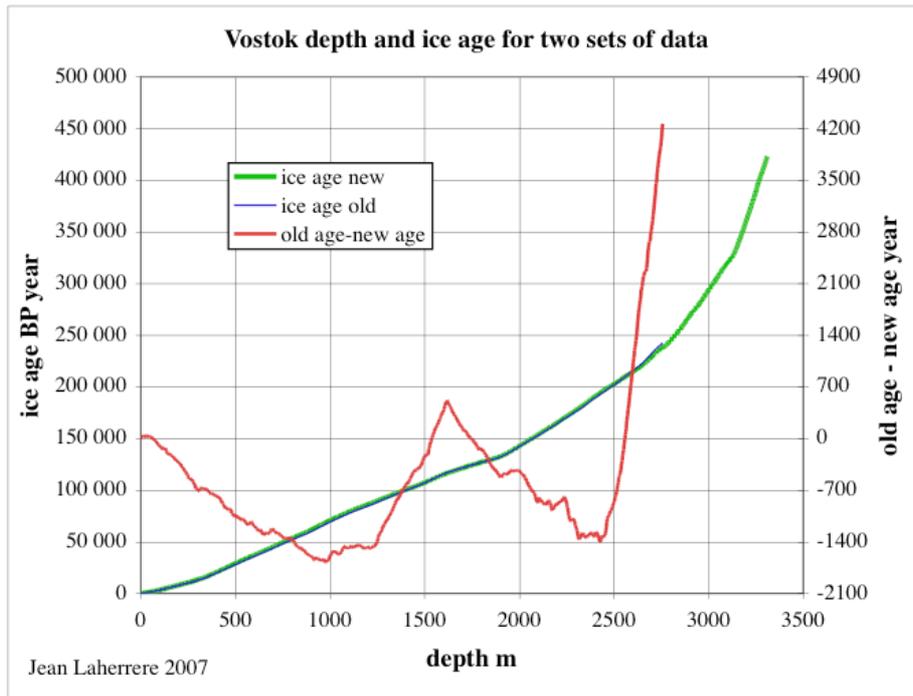


Le plus intéressant est l'article de Loulergue et al 2007 pour les forages EPICA ou le forage au Dome C a fait l'objet de 4 differents scenarios et la difference entre le scenario 1 et 4 est superieure a 1000 ans ce qui permet de dire qu'avec un tel scenario le retard constate sur tous les sites de l'Antarctique entre CO2 (bulles) et temperature (glace) variant entre 600 et 1000 ans, retard qui chagrine les partisans du rechauffement due principalement au CO2, puisque que les glaces disent que le moteur est la temperature declenchee par les variations astronomiques ou autres

Figure 25: variation du Dage sur Dome C en fonction de la profondeur : Loulergue 2007



Auparavant les mesures au site de Vostok approfondie avait conduit a d'autres modeles et a des differences faibles sur l'age mais consequent sur le delta age
Figure 26: variation de l'age de la glace pour 2 mesures sur Vostok



En conclusion les graphiques en crosse de hockey pour les gaz : CO₂, methane et oxydes d'azote sont biaises par le lissage millenaire du au neve car ces valeurs moyennes millenaires devraient etre compares aux valeurs millenaires actuelles et non aux valeurs annuelles

Figure 26: changements en crosse de hockey d'apres GIEC 2007 CO₂, CH₄ & NO₂

CHANGES IN GREENHOUSE GASES FROM ICE CORE AND MODERN DATA

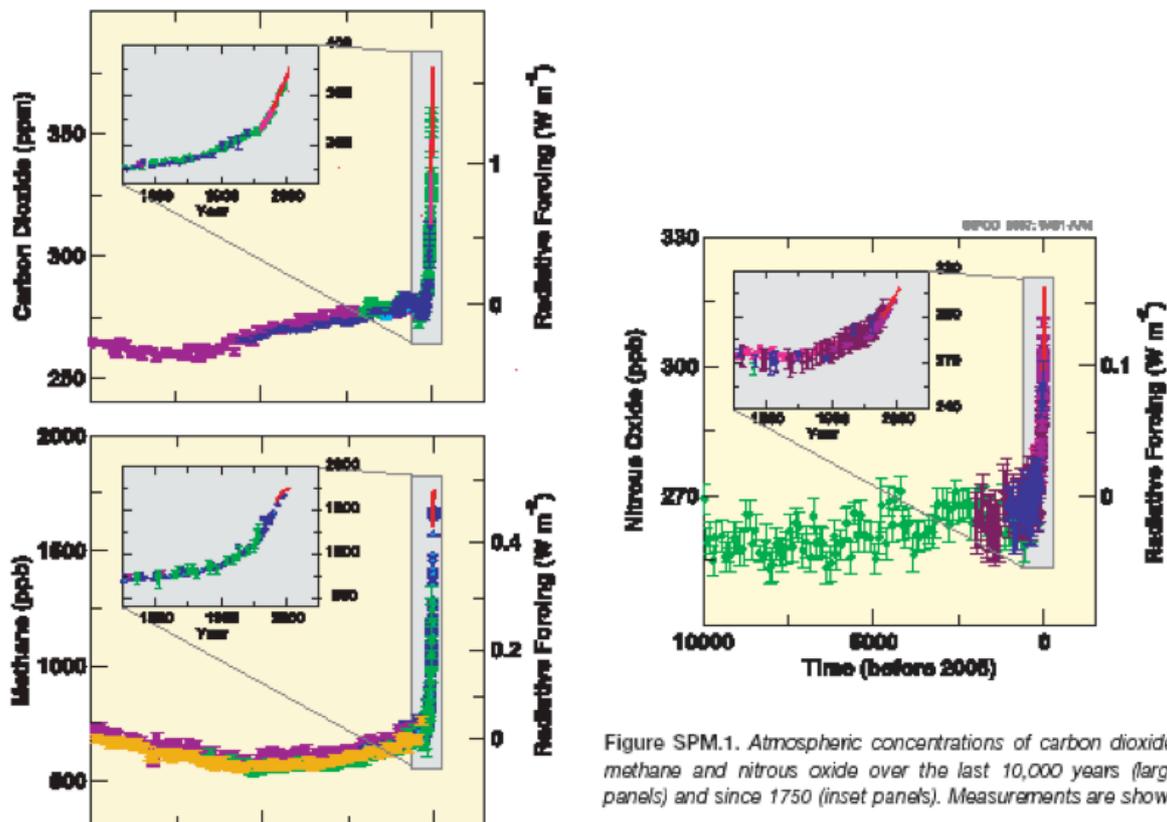


Figure SPM.1. Atmospheric concentrations of carbon dioxide, methane and nitrous oxide over the last 10,000 years (large panels) and since 1750 (inset panels). Measurements are shown

-B-2-Temperature

-B-2-a-Mesures indirectes

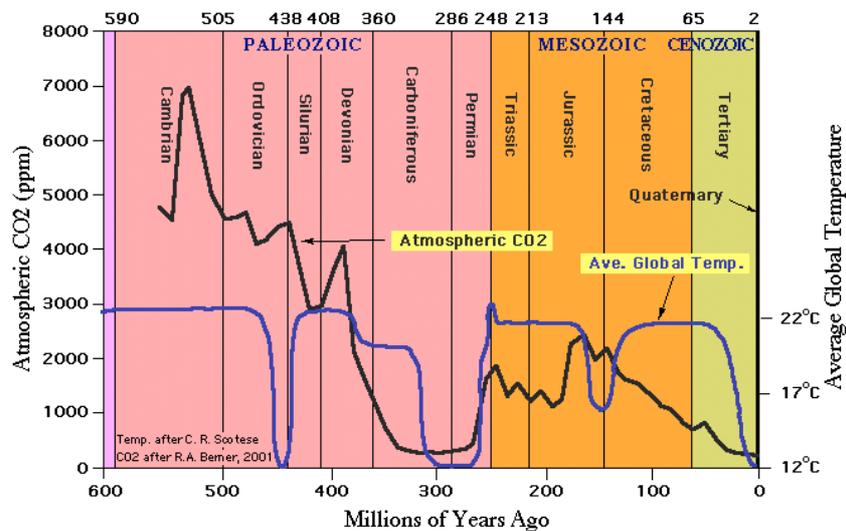
Il faut tout d'abord savoir que si le thermometre a ete invente par Galile au 16^e siecle des mesures coherentes et continues n'existent que depuis 1850-1880. Auparavant il faut faire appel a des substituts (proxy) et ils sont divers.

La temperature depuis 600 Ma montrent surtout des periodes chaudes avec des periodes plus courtes froides dont le Quaternaire. Le CO₂ etait au Cambrien a 7000 ppm (20 fois actuel) et il a degrimole au Carbonifere a la concentration actuelle pour remonter ensuite au Jurassique pour decliner ensuite jusqu'à aujourd'hui.

Il est donc evident qu'il n'y a pas correlation entre CO₂ et temperature dans les temps geologiques !

Figure 27: temperature et CO₂ atmospherique depuis 600 Ma d'apres Gerhard AAPG

Global Temperature and Atmospheric CO₂ over Geologic Time



Late Carboniferous to Early Permian time (315 mya -- 270 mya) is the only time period in the last 600 million years when both atmospheric CO₂ and temperatures were as low as they are today (Quaternary Period).

suite 2^e partie