

CHAPITRE 1 : Le système climatique terrestre et son évolution récente (800 000 ans).

Afin de limiter le réchauffement climatique actuel et ses conséquences, il faut comprendre les mécanismes et paramètres influençant le climat global terrestre.

I. Le climat terrestre actuel.

Trous à compléter avec les mots suivants : interglaciaire, composition atmosphérique, zonation, ALBEDO, énergie solaire, fluides, pôles, refroidissement, distance, latitude, maximale, 30 ans, globale

Le **CLIMAT** peut être défini comme étant les données météorologiques moyennes (température, précipitations, vitesse du vent, humidité de l'air et ensoleillement) calculées d'après des observations faites en un endroit précis sur **une période d'au moins** . Un seul paramètre a été choisi en terminale, c'est la **TEMPERATURE**.

≠ Météorologie (échelle de temps plus courte)

Par définition, le climat d'un site donné est relativement stable dans le temps.

A l'échelle régionale on le caractérise par les moyennes mensuelles de températures et de précipitation.

A l'échelle de la Terre, on a délimité de grandes zones climatiques marquées par des saisons plus ou moins nettes.

Cette *climatique* dépend principalement de la quantité reçue au sol ou **INSOLATION**. Comme la Terre est une sphère, l'insolation annuelle dépend de la latitude : au sommet de l'atmosphère, elle est maximale aux tropiques et minimales aux pôles. Les mouvements des enveloppes (vents dans l'atmosphère et courants dans l'hydrosphère) redistribuent de l'énergie de l'équateur vers les pôles.

Le climat dépend également de la composition atmosphérique : nuages et gaz constituent des filtres.

Ainsi le climat dépend de 3 facteurs : **l'énergie solaire reçue** (dépendant de la distance au Soleil), la façon dont cette énergie est réfléchié ou absorbée par la surface terrestre (**effet de l'albédo**) et **l'effet de serre** déterminé notamment par la composition atmosphérique et la façon dont l'atmosphère redistribue l'énergie réémise par la surface terrestre.

Naturellement le climat terrestre subit des modifications périodiques liées aux variations des distances terre soleil à cause de l'attraction des planètes. Tous les 100 000 ans environ on passe d'un réchauffement climatique (période interglaciaire, comme actuellement) à une période de refroidissement (période glaciaire)

II. Les variations climatiques récentes (depuis 800 000 ans).

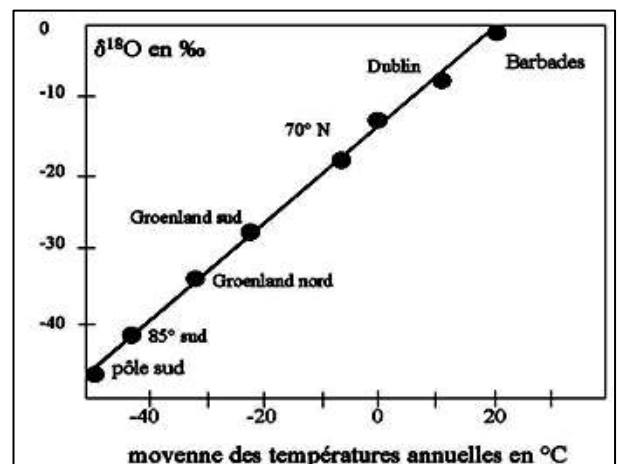
A. Les glaces polaires, des archives climatiques.

TP 1 Etude des glaces.

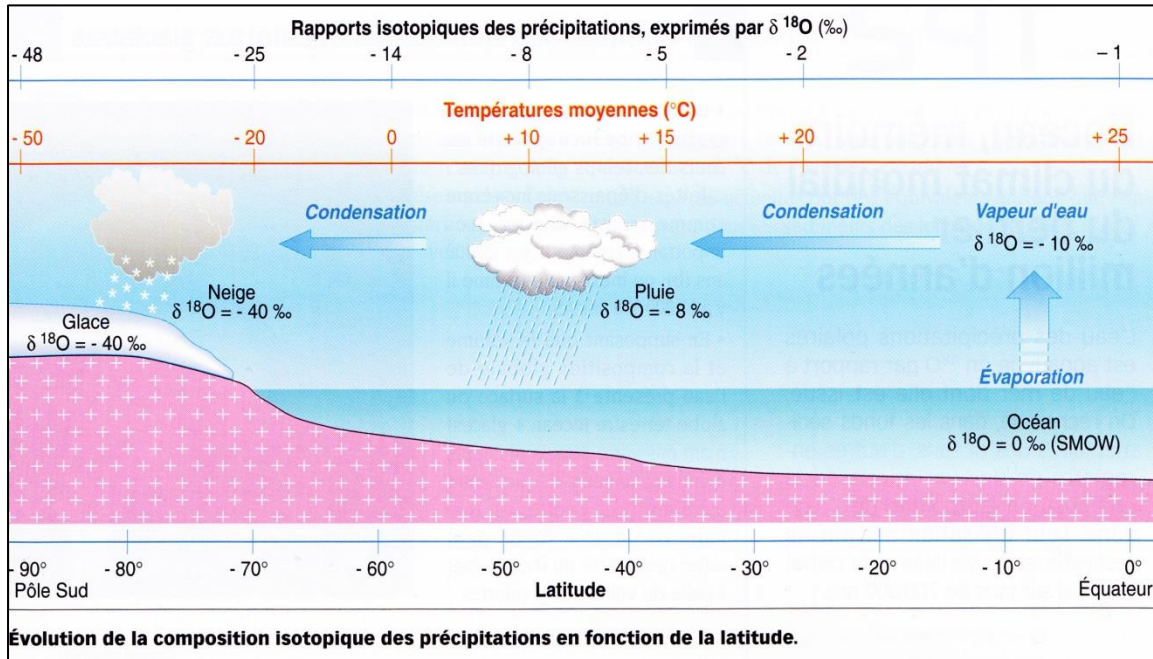
Du fait de températures constamment négatives, les calottes glaciaires arctique et antarctique ont accumulé des épaisseurs de glaces pouvant dépasser 3km. On peut en extraire des carottes par forage.

Au Groenland, ces carottes représentent plus de 100 000 ans d'archives. En Antarctiques, où les précipitations annuelles sont très faibles, un forage a permis de remonter à 800 000 ans. On peut étudier les gaz enfermés dans les bulles d'air donnant les compositions atmosphériques anciennes ainsi que les compositions isotopiques des molécules d'eau.

En effectuant des mesures sur les précipitations actuelles, on a constaté une relation entre la température à laquelle surviennent ces précipitations et la composition isotopique de l'eau. Pour l'hydrogène on s'intéresse au rapport D (Deuterium ²H)/¹H et pour l'oxygène au rapport ¹⁸O/¹⁶O.



Lorsque l'eau de mer s'évapore au niveau de l'équateur, la molécule $H_2^{16}O$ légère passe plus rapidement dans la phase vapeur que la molécule lourde $H_2^{18}O$. Dès le processus d'évaporation, la vapeur d'eau contient donc un peu moins d' ^{18}O que l'eau des océans. Cette vapeur d'eau s'appauvrit ensuite de plus en plus en ^{18}O à la suite des différentes condensations/précipitations ayant lieu au cours de son trajet en direction des pôles : lors de chaque condensation de la vapeur d'eau, les molécules $H_2^{18}O$ plus lourdes se condensent préférentiellement par rapport aux molécules $H_2^{16}O$, et le $\delta^{18}O$ de la vapeur d'eau restante est donc de plus en plus faible (= de plus en plus négatif). Aux latitudes les plus élevées, la neige formée (et donc la glace produite lors de son accumulation) est très pauvre en ^{18}O .



Le

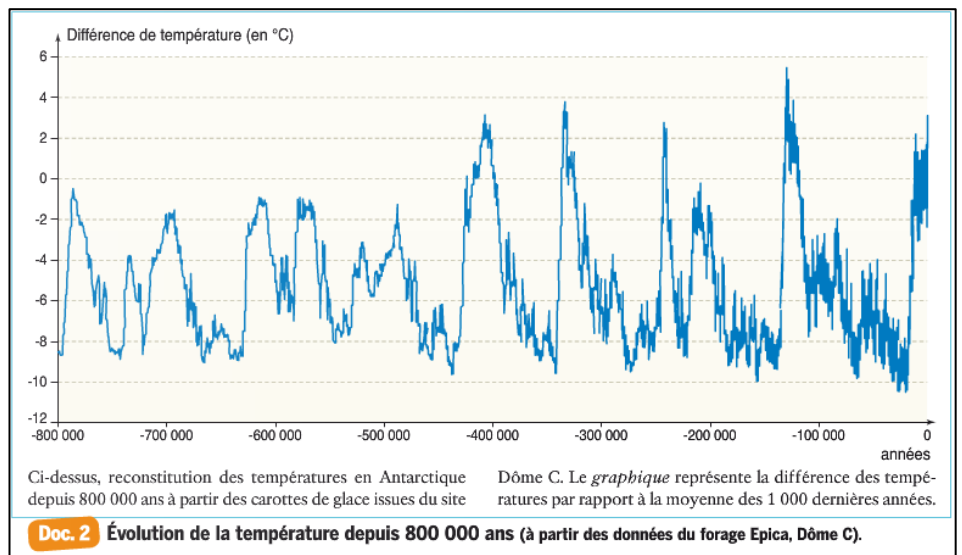
refroidissement de la masse d'air accentue de plus le fractionnement isotopique : les précipitations sont plus riches en ^{18}O si la condensation s'effectue à des températures les plus basses. La neige est donc encore plus appauvrie en ^{18}O lors de périodes froides.

Le $\delta^{18}O$ des glaces est plus faible lors d'un refroidissement du climat et augmente lors d'un réchauffement climatique.

Les glaciologues ont ainsi établi une relation entre la température locale au-dessus des calottes polaires (température à laquelle la glace s'est formée) et le $\delta^{18}O$ de cette glace. Cette correspondance a permis de reconstruire les variations du climat à l'échelle mondiale car il y a une correspondance entre les données établies entre les 2 pôles.

On a ainsi pu reconstituer les **paléotempératures** à partir des enregistrements isotopiques contenus dans les carottes obtenues par forage des calottes glaciaires de l'Antarctique et du Groenland.

Au N et au S on constate que les $\delta^{18}O$ et δD ont varié cycliquement au cours des 800 000 dernières années avec une période de l'ordre de 100 000 ans. On peut par extrapolation reconstituer l'évolution de la température moyenne globale :



B. Pollens et foraminifères, d'autres archives climatiques.

1. Informations apportées par les pollens.

Chaque espèce végétale peut-être caractérisée par son pollen. Celui-ci possède une paroi résistante qui lui permet de se conserver durant des milliers d'années lorsqu'il est enfoui dans des sédiments.

L'étude des grains de pollen dans un milieu permet d'établir des **spectres ou diagrammes polliniques** : ils caractérisent un peuplement végétal à un moment donné dans un lieu donné. On peut ainsi reconstituer les **zones de végétation** (regroupements de végétaux) et les associer à des **zones climatiques** : les espèces végétales possèdent des exigences climatiques, elles ne se développent qu'avec une certaine température moyenne annuelle ou pluviométrie moyenne annuelle. Les steppes (peuplées de graminées et plantes herbacées) sont ainsi liées à un climat froid, les forêts de feuillus à un climat tempéré, les forêts de conifères étant situées entre les deux.

La palynologie a permis de montrer que l'Europe, depuis 25 000 ans, est passée d'une zone de steppe froide à une forêt de milieu tempéré : il y a eu un **réchauffement climatique suite à la dernière glaciation**.

Entre deux maxima glaciaires, on observe des **périodes de réchauffement** selon des périodicités d'environ, 43 000, 23 000 et 19 000 ans.

2. Informations apportées par les foraminifères.

Doc 1 p 68-69

Les organismes marins qui élaborent leurs coquilles (ou tests) carbonatés à partir d'éléments chimiques présents dans l'eau de mer (notamment le dioxygène), permettent de reconstituer les variations climatiques : le **rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de ces coquilles augmente dans l'eau de mer lorsque la température globale diminue**.

En effet, lors des **périodes glaciaires**, les calottes glaciaires ont un volume plus important : une quantité importante de l'isotope léger (^{16}O) reste donc prisonnier des glaces qui ne fondent pas. Ceci entraîne un **enrichissement relatif de l'eau de mer en ^{18}O** , enrichissement qui se retrouve chez les organismes qui vivent dans cette eau et y puisent leurs ressources.

Les mesures réalisées dans les carottes sédimentaires contenant des foraminifères benthiques (vivants à grande profondeur) permettent donc également de reconstituer les changements climatiques globaux ayant affecté notre planète depuis des centaines de milliers d'années.

Les forages réalisés au Groenland et en Antarctique permettent de mettre en évidence des alternances de **périodes glaciaires** (températures de 10°C inférieures aux températures actuelles) et des **périodes plus chaudes**, dites **interglaciaires** (températures de 3 ou 4°C supérieures aux températures actuelles) depuis 800 000 ans. Un **cycle de 100 000 ans** rythme ces glaciations.

