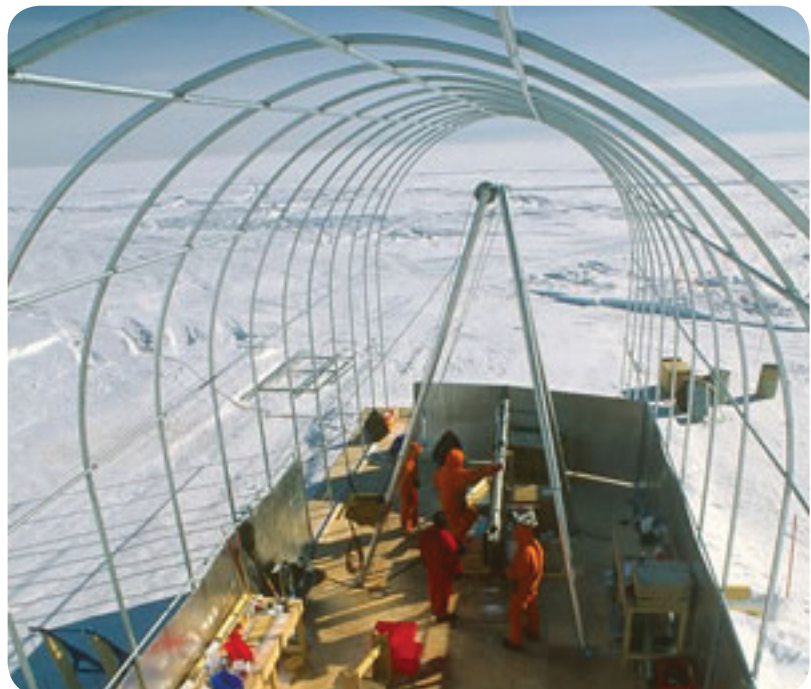
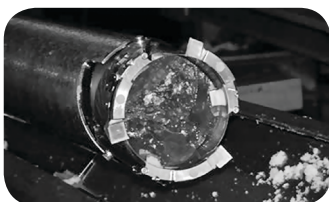


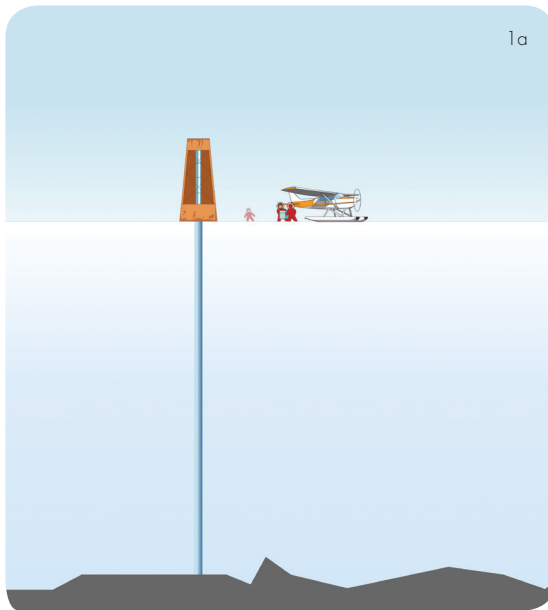
PALEOKLIMAATONDERZOEK AAN DE NOORD- EN ZUIDPOOL: BOORSTATIONS EN IJSKERNEN AAN DE POLEN:

Ijsboorkernen die genomen zijn aan de polen, vormen zeer belangrijke getuigen van het klimaatverleden van onze planeet. Ze bevatten namelijk zeer kleine luchtbelletjes, die elk een staal bevatten van de atmosfeer op aarde op het moment dat de luchtballen in het ijs gecapteerd werden. Door op grote diepte te boren in de ijskappen van de poolgebieden, en steeds oudere ijslagen te onderzoeken, hebben wetenschappers aangetoond dat we hiermee de klimaatomstandigheden uit het verleden kunnen reconstrueren. Uit deze archieven blijkt onder andere dat er een nauw verband bestaat tussen de evolutie van de temperatuur en de hoeveelheid van de belangrijkste broeikasgassen in de atmosfeer (hoofdzakelijk kooldioxide en methaan). Als we de evolutie van het klimaat in het verleden beter begrijpen, kunnen we ook de veranderingen in de toekomst beter inschatten ...



Figuur 1a

Ijsboring in de poolkap



Figuur 1b

Elementen van een ijsboorkern aan de hand waarvan men het paleoklimaat kan reconstrueren

1

Luchtballen, als stalen van de vroegere atmosfeer

2

Paleotemperaturen afgeleid op basis van zuurstofisotopen (^{16}O & ^{18}O)

3

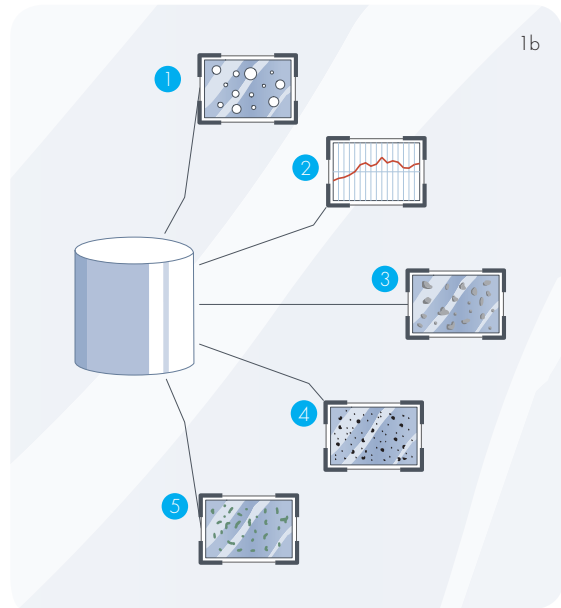
Vulkanische as die in de atmosfeer wordt geslingerd bij heftige vulkaanuitbarstingen

4

Aerosolen: door de wind meegevoerd stof, zandkorrels, deeltjes zeezout, enz.

5

Pollen



1) WAT IS EEN IJSKERN?

Een **ijskern** is een lang, cilindervormig staal van ijs, afkomstig van de ijskap van Antarctica, Groenland, of van gletsjers uit het hooggebergte. Deze dikke ijskap bestaat uit lagen sneeuw die zich jaar na jaar hebben opgehoopt en gedurende zeer lange tijd op elkaar werden geperst (meestal minimum enkele duizenden jaren). Hoe dieper we gaan, des te ouder deze lagen zijn. Het is dus alsof we op een tijdslijn naar het verleden terugkeren.

Wanneer sneeuw kristallen opeenhopen, houden ze zeer kleine luchtbelletjes vast, die betrouwbare stalen van de atmosfeer zijn, uit de tijd waarin het ijs werd gevormd. Deze luchtballen zitten gevangen in het ijs en zijn volledig van de omringende atmosfeer afgesloten, zodat er geen uitwisseling meer kan plaatsvinden. Daardoor vormen ze echte **klimaatarchieven**. De studie van deze archieven heeft sterk bijgedragen aan de **paleoklimatologie**, een wetenschapsdiscipline die de evolutie van het klimaat in het verleden reconstrueert aan de hand van verschillende gegevens, zoals informatie die wordt afgeleid uit de analyse van ijskernen of sedimenten.

Vandaag kunnen we via de studie van ijskernen tot 120.000 jaar teruggaan in het landijs van Groenland en meer dan 800.000 jaar in het landijs in Oost-Antarctica.

2) WAT IS EEN ISOTOOP EN WAT IS HET BELANG ERVAN VOOR DE PALEOKLIMATOLOGIE?

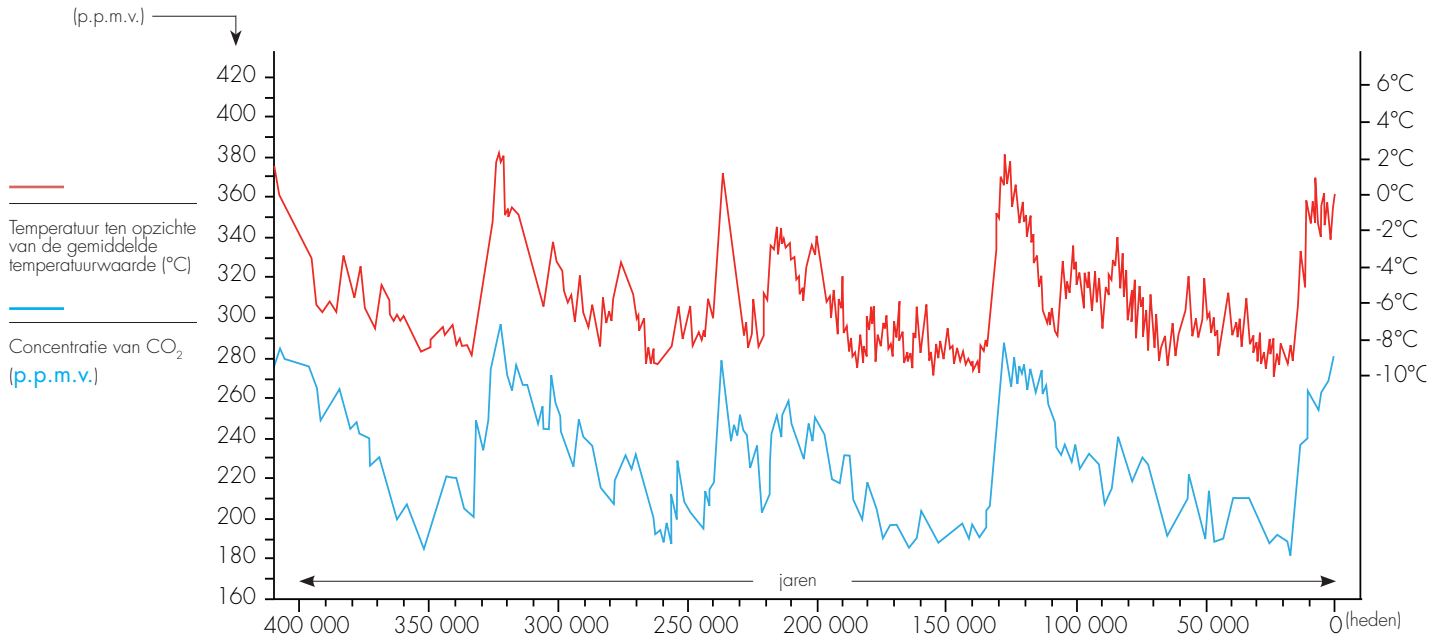
Isotopen zijn elementen van het **periodiek systeem**, die eenzelfde aantal protonen in hun kern hebben, en eenzelfde aantal elektronen die rond de kern zweven, maar die zich van elkaar onderscheiden door een verschillend aantal neutronen in de kern. Bij koolstof zijn er bijvoorbeeld drie belangrijke isotopen die in de natuur voorkomen: ^{12}C , ^{13}C en ^{14}C . Van deze drie isotopen zijn ^{12}C en ^{13}C stabiel, terwijl ^{14}C onstabiel of dus een **radioactiviteit** vertoont. Dat betekent dat het in de loop van de tijd vervalft en daarbij elektromagnetische straling en deeltjes afgeeft.

De tijd die nodig is om een bepaalde hoeveelheid van een **radio-isotoop** met de helft te laten verkleinen door natuurlijk verval, wordt **halveringstijd** of **halfwaardetijd** genoemd. Dit principe wordt overigens gebruikt in de 'koolstof-14-dateringsmethode'. Het radioactieve isotoop ^{14}C wordt in de hoge atmosfeer geproduceerd wanneer ^{14}N met kosmische deeltjes wordt bestookt (^{14}C vertegenwoordigt nauwelijks een triljoenste van de aanwezige hoeveelheid koolstof op de aarde). De koolstof-14 zal, zelfs als het slechts in een minieme hoeveelheid aanwezig is op het aardoppervlak, door levende organismen worden opgenomen. Na hun dood houdt de opname op, en verdwijnt de ^{14}C uit het organisme, door verval.

Het is dus mogelijk om een aantal objecten van organische oorsprong te dateren door hun restgehalte aan ^{14}C te bepalen, en de tijd af te leiden die nodig was om de hoeveelheid ^{14}C tot die gemeten waarde te laten verminderen.



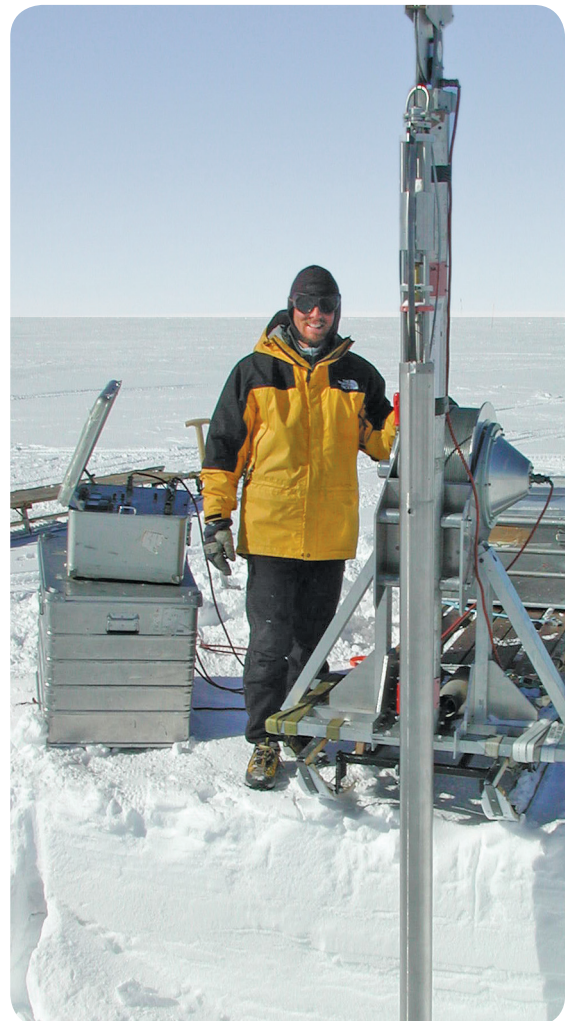
Figuur 2: Ijsboor kern uit Vostok, Antarctica: Evolutie van de temperatuur ten opzichte van de gemiddelde temperatuurwaarde, en de concentratie van koolzuurgas (CO₂) gedurende de laatste 400.000 jaar (naar Petit et al., Nature 1999).



Door de korte halveringstijd van ¹⁴C op de geologische tijdschaal (slechts 5730 jaar), kan de ¹⁴C-dateringsmethode slechts worden gebruikt voor objecten die jonger zijn dan ongeveer 50.000 jaar, bij oudere objecten kunnen immers de resten van ¹⁴C niet meer gedetecteerd worden. Zo zal ook de analyse van twee **zuurstofisotopen**, respectievelijk ¹⁶O, het 'lichte' isotoop en ¹⁸O, het 'zware' isotoop, toelaten om de **isotopische fractionering** tussen ¹⁸O en ¹⁶O te meten, die als paleo-thermometer kan functioneren.

Op eenzelfde manier werd de curve van figuur 2 opgesteld, die de temperatuurschommelingen rond haar gemiddelde waarde toont voor de periode die werd geanalyseerd in het ijs van Vostok (namelijk de laatste 400.000 jaar). We zien overigens dat de curve van kooldioxideconcentraties (CO₂) hiermee perfect overeenstemt; met zegt dat de curves sterk onderling gecorreleerd zijn of dus gezamenlijk variëren.

Door deze methode toe te passen op schelpen van foraminiferen (planktonische micro-organismen) die zich in mariene sedimentboorkernen bevinden, kunnen we de temperatuur van oppervlaktewateren over nog veel langere perioden (ong. 200 miljoen jaar) reconstrueren.



WOORDENLIJST:

Aerosolen: s.m. Ecol. – Zeer kleine vaste of vloeibare deeltjes (ter grootte van een micron) die in de lucht zweven en die als condensatiekernen kunnen dienen voor de vorming van microscopische waterdruppeltjes van wolken.

Halveringstijd of halfwaardetijd: s.m. Kernfys. – Periode waarna de helft van de oorspronkelijk aanwezige radioactieve kernen verdwenen zijn door verval.

Isotopen: s.m. Chem. – Atomen met hetzelfde atoomnummer Z (aantal protonen), maar die zich onderscheiden door hen atoommassa M (som van de neutronen en protonen).

Isotopische fractionering: s.v. Chem. – Verhouding van de twee verschillende isotopen in eenzelfde element in een bepaalde omgeving. In het geval van zuurstof kunnen we uit de verhouding van het gehalte van de twee isotopen ^{16}O en ^{18}O in de watermoleculen van het poolijs de temperatuur afleiden die er heerste in het verleden (paleotemperaturen), toen het ijs ontstond uit de verse sneeuw.

Kern: s.m. Glacio. of sedim. – Stalen die van ijs of zeesedimenten worden genomen met een cilinder van enkele centimeter diameter en meestal in schijven van 3 tot 5m. Uit dergelijke stalen kunnen we verschillende gegevens over paleoklimaten afleiden.

Koolstof-14-dateringsmethode: s.v. Kernfys. – Methode voor het dateren van een voorwerp op basis van het verval van het radioactieve element ^{14}C . De concentratie van dit element neemt geleidelijk af in de loop van de tijd

Paleoklimatologie: s.f. Klimato. – Domein van de klimatologie dat het klimaat uit het verleden bestudeert.

Periodiek systeem der elementen, de zgn. 'tabel van Mendeleev': Chem. – Tabel die alle chemische elementen bevat, gerangschikt in opklimmende volgorde van atoomnummer. Hierdoor worden de elementen in lijnen (perioden) en kolommen (groepen) geordend, die hun fysisch-chemische eigenschappen weerspiegelen.

p.p.m.v.: s.f. Chem. – Concentratiewaarde die overeenstemt met een deeltje per miljoen in volume (p.p.m.v.), wat gelijk is aan $1 \text{ cm}^3/\text{m}^3$.

Radioactiviteit: s.f. Kernfys. – Emissie van elektromagnetische stralen of deeltjes door het verval van bepaalde instabiele of radioactieve atomen, wanneer ze zich spontaan omzetten in andere chemische elementen, en waarbij er energie vrijkomt. Uranium en plutonium zijn twee voorbeelden van radioactieve elementen.

WEB:

Bekijk de animaties 'Klimaatarchieven' en 'Ijskappen of inlandsis', en het pedagogische dossier 'Poolwetenschappen' op EDUCAPOLES, de educatieve website van de International Polar Foundation (IPF): <http://www.educapoles.org/nl>

<http://www.antarctica.ac.uk/images/video/player.php?id=cf71156c>

<http://www.natuurinformatie.nl/ndb.mcp/natuurdatabase.nl/i000714.html>

http://www.phys.uu.nl/~wwwimau/key_topics/ijstijden/home.html