

GPS in Antarctica

*Voor een beter begrip van
het smelten van de poolkap
bij het Prinses Elisabethstation*

Nicolas Bergeot, Carine Bruyninx, Wim Aerts, Juliette Legrand, Ann Moyaert

Het Belgische onderzoeksstation 'Prinses Elisabeth' is de eerste 'Zero Emission' basis in Antarctica. Ze biedt een bevoorrechte plaats om de gevolgen van klimaatveranderingen op het milieu te bestuderen.

België op Antarctica

110 jaar na de overwintering van het team van de Belgica, zet België weer voet op het meest zuidelijke continent van onze planeet. Op initiatief van de Belgische federale overheid bouwde de International Polar Foundation (IPF) het Prinses Elisabeth-onderzoeksstation in Oost-Antarctica, Utsteinen ($71^{\circ} 56' 48.1''$ ZB, $23^{\circ} 20' 46.8''$ OL, hoogte: 1389.8m). De basis werd officieel ingehuldigd op 15 februari 2009. Dit 'Zero Emission' station is gewijd aan de wetenschap en heeft als voornaamste doel klimaatmechanismen beter te begrijpen. De bijhorende onderzoeksprogramma's worden gecoördineerd en beheerd door de Belgische overheidspartner van het IPF, het Federaal Wetenschapsbeleid.

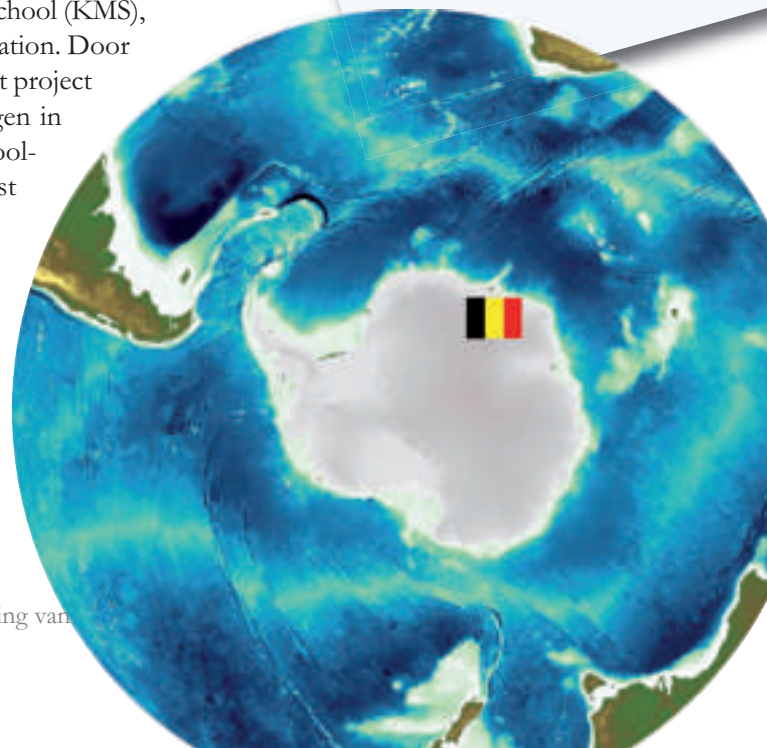
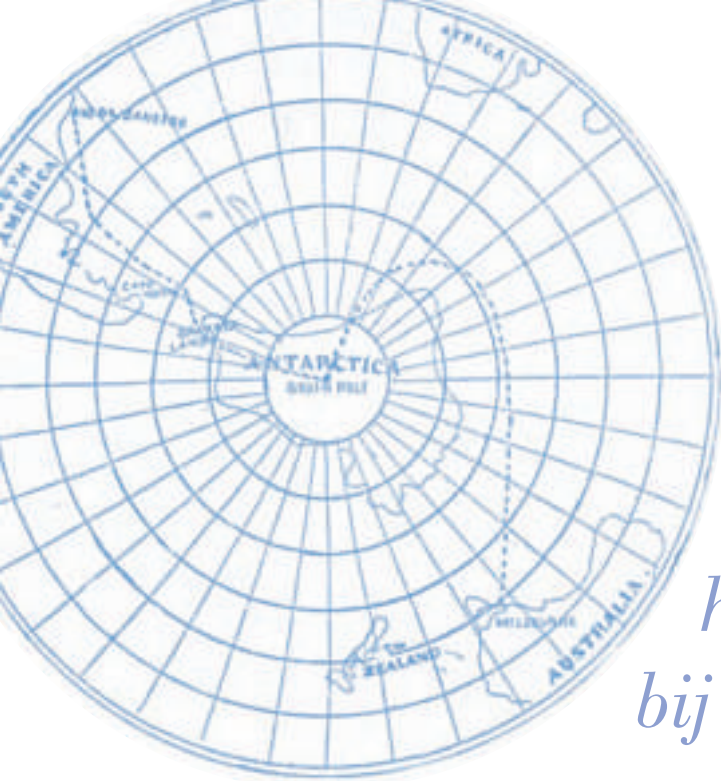
In februari 2009 lanceerde de Koninklijke Sterrenwacht van België, in samenwerking met de Universiteit van Luxemburg en de Koninklijke Militaire School (KMS), de eerste fase van haar onderzoeksproject op het Prinses Elisabethstation. Door het combineren van verschillende wetenschappelijke gegevens, zal het project 'Geodesie in Antarctica (GIANT)' de relatie tussen de veranderingen in de gigantische ijsmassa en vervormingen van de aardkorst in de poolgebieden verduidelijken. Deze gegevens zullen in de nabije toekomst onze kennis over veranderingen in de dikte van de ijskap nabij de Belgische poolbasis verbeteren en onze kennis over de verschillende klimatologische omstandigheden verder uitbreiden.

Tijdens de eerste wetenschappelijke expeditie, de Belgische Antarctic Research Expedition (BELARE) 2008-2009, hebben wetenschappers van de drie instituten hun vaardigheden verenigd om, in de nabijheid van de Belgische poolbasis, GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) apparatuur te installeren en te testen.

© ORB/KSB

Reliefkaart van de Zuidpool met aanduiding van het Prinses Elisabethstation.

© ORB/KSB



Wat is GNSS ?

Het best gekende GNSS-systeem, namelijk GPS (wat staat voor *Global Positioning System*), is een plaatsbepalingssysteem ontwikkeld door het ministerie van Defensie van de Verenigde Staten en waarvan de eerste satelliet gelanceerd werd in 1978. Momenteel bestaat de GPS-constellatie uit 32 satellieten die op een hoogte van 20 200 km in een baan om de aarde draaien. Andere plaatsbepalingssystemen zijn: (1) het Russische GLONASS (*GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*), gecreëerd in de jaren 1980 en beheerd door de Russische Federatie met momenteel 22 satellieten in baan om de aarde ; (2) het Europese Galileosysteem, volledig operationeel in 2014, met 30 geplande satellieten en waarvan de eerste twee testsatellieten GIOVE-A en GIOVE-B respectievelijk in 2005 en 2008 werden gelanceerd.

Deze GNSS-systemen leveren wereldwijde plaatsbepalingsdiensten onafhankelijk van waar men zich op aarde bevindt. De nauwkeurigheid van commerciële GPS-ontvangers kan variëren van enkele tientallen centimeters tot enkele honderden meters, afhankelijk van de omgeving rond de ontvanger. Het gebruik van meer geavanceerde ontvangers en wetenschappelijke analyseprogramma's, biedt echter de mogelijkheid om de positie van een punt op het aardoppervlak tot op een paar millimeter na te berekenen.

Wanneer men gedurende meerdere jaren de dagelijkse positie van een punt op het oppervlak van de aarde berekent, dan kan men de snelheid van het punt bepalen, m.a.w. zijn horizontale en verticale verplaatsing.

Waarom een GPS station in Antarctica?

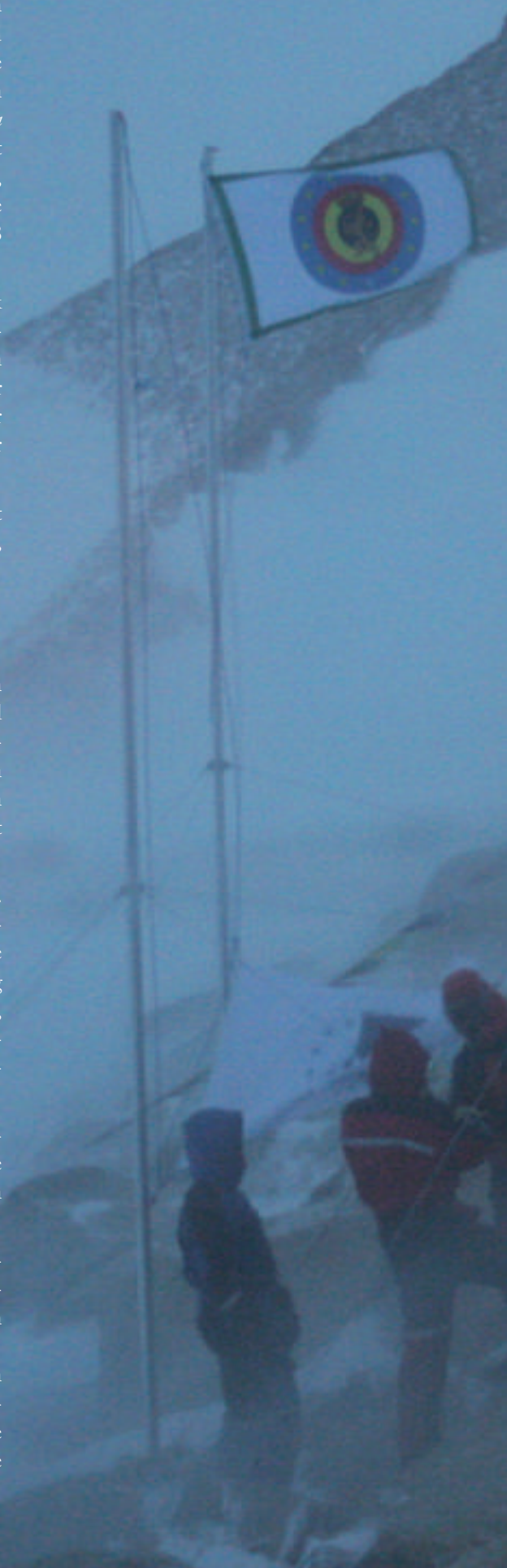
Tijdens de laatste *Würm-ijstijd* (110 000 tot 12 000 jaar geleden) bedekte een gigantische ijsmassa een groot deel van continentaal Eurazië, Groenland, een deel van Noord-Amerika, de Andes, Zuid-Nieuw-Zeeland en het Antarctische continent. Wanneer een grote ijsmassa een continent bedekt, spreekt men van een ijsskap. Onder het gewicht van deze enorme ijsskap, bezweek de aardkorst zowat en ontstond er een grote deuk met een maximale inzakking daar waar de ijsskap het dikste was.

Tijdens de huidige interglaciale periode is deze ijsmassa grotendeels gesmolten. De verminderde druk op de continenten heeft tot gevolg dat de aardkorst terugveert. Dit fenomeen is gekend als *postglaciale opheffing* en wordt veroorzaakt door de isostatische relaxatie van de aardmantel waarbij de aardkorst de neiging heeft terug te keren naar zijn oorspronkelijke toestand. Daar waar de ijsmassa het grootst was, zal nu de opheffing maximaal zijn. Wetenschappers kennen dit opheffingsfenomeen goed. Vandaag, 12 000 jaar na de laatste ijstijd, zijn er zo opheffingen van meer dan 1 centimeter per jaar in Noord-Amerika en Scandinavië.

In Antarctica veroorzaakt, naast de postglaciale opheffing, nog een ander fenomeen vervormingen van de aardkorst. Dit fenomeen wordt veroorzaakt door de veranderingen van de ijsmassa omwille van de huidige opwarming van de aarde en heeft vooral een effect op korte termijn.

Om de effecten van deze twee vervormingen van elkaar te scheiden, is het noodzakelijk horizontale en verticale grondverplaatsingen van het Antarctische continent, berekend aan de hand van GNSS, te combineren met metingen van veranderingen in de ijsmassa bepaald met een gravimeter.

Het verzekeren van een dagelijkse toegang vanuit België tot de meetapparatuur in de directe omgeving van het Prinses Elisabethstation is één van de grote uitdagingen van dit project. Dankzij een dagelijkse toegang is het mogelijk de gegevens elke dag te controleren en door te sturen naar België voor de berekening van de nauwkeurige positie van het meetstation.



Extreme weersomstandigheden

De installatie van een GNSS-meetstation in België en op onze breedtegraad wordt momenteel als een routineklus gezien. Het opstellen van hoognauwkeurige wetenschappelijke apparatuur in Antarctica is dat echter niet omwille van de extreme weersomstandigheden, gebrek aan internettoegang en het ontbreken van een technicus die tijdens de zuidelijke winter ter plaatse kan ingrijpen. Als de jaarlijks gemiddelde temperatuur in België 10°C bedraagt, kunnen in Utsteinen temperaturen tussen -60°C en -15°C opgemeten worden. Bovendien is de jaarlijks gemiddelde windsnelheid in onze regio slechts 20 km/u , terwijl in Antarctica het gemiddelde ligt rond de 50 km/u en met katabatische winden (gravitationele wind geproduceerd door het gewicht van koude luchtmassa's die langs het geografische terrein naar beneden glijden) kan oplopen tot 300 km/u . Met deze extreme omstandigheden werd rekening gehouden bij het ontwerp en de installatie van de GNSS-apparatuur in de Belgische poolbasis.

Installatie van ELIS

Het GNSS-meetstation van de Koninklijke Sterrenwacht van België is sinds februari 2009 geïnstalleerd 300 m ten noorden van het Prinses Elisabethstation. Het heeft de naam ELIS (ELISabeth) meegekregen en het bestaat uit een antenne, die de satellietsignalen ontvangt, en aangesloten is op een ontvanger die de signalen registreert.

De ELISantenne is specifiek ontworpen om te weerstaan aan de extreme Antarctische winden. Deze antenne is bevestigd op een paal die stevig verankerd is in de granieten bergkam van Utsteinen. Op die manier zal de gemeten beweging van de antenne identiek zijn aan de verplaatsing van de rotsachtige bovenste laag van de aardkorst.

De GNSS-ontvanger van de Belgische firma Septentrio bevindt zich in een wetenschappelijke shelter. Deze shelter kreeg de naam 'Emile Danco', als eerbetoon aan de Belgische ontdekkingsreiziger van de Belgica die in 1898 op Antarctica stierf tijdens de laatste Belgische poolexpeditie.

Omwille van de extreme temperatuursomstandigheden in Antarctica, wordt de temperatuur in de Emile Danco-shelter permanent bewaakt. Een te negatieve temperatuur zou namelijk de goede werking van de GNSS-apparatuur verhinderen. Om dit te vermijden wordt, indien nodig een warmtebron in de shelter geactiveerd.

De 300 m afstand tussen de shelter en de computers van de Prinses Elisabethbasis wordt overbrugd met een 300 m lange glasvezelkabel. Sinds maart 2010, overbrugt satellietcommunicatie de overblijvende 12 999,7 km, zodat de metingen dagelijks naar België gestuurd kunnen worden voor verdere analyse.

De windmolens die het station van stroom voorzien tijdens de poolwinter.



© ORB/KSB

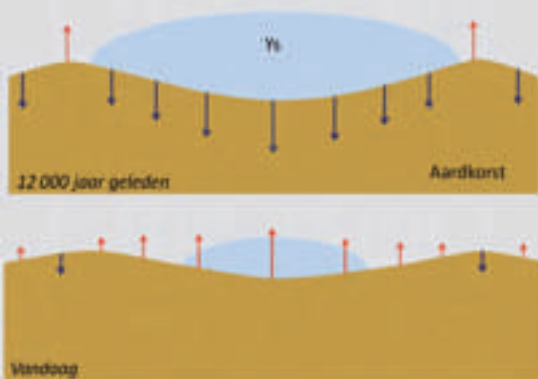


De ELIS-antenne verankerd in de rotskam van Utsteinen
© ORB/KSB

GNSS:

www.gnss.be
www.septentrio.com

Prinses Elisabethstation
www.antarcticstation.org
 Solar-Terrestrial Centre of Excellence
www.stce.be



Postglaciale relaxatie. De rode en blauwe pijlen stellen de opheffing en inzakking van de aardkorst voor.

Het werkt

De ELIS GNSS-apparatuur is nu volledig operationeel. De Emile Danco-shelter wordt van stroom voorzien door de zonnepanelen en de windturbines van het Prinses Elisabethstation. De GNSS-gegevens worden gedownload en dagelijks verwerkt op de Koninklijke Sterrenwacht van België. Per jaar verwachten we millimeter- tot centimeter-verplaatsingen, veroorzaakt door de klimaatverandering en zijn invloed op de ijsmassa's. De eerste veelbelovende resultaten tonen aan dat de dagelijkse positie met een precisie van 2 à 4 mm kan berekend worden. Dergelijke precisies zullen toelaten eind 2010 een eerste schatting te geven van de verplaatsingssnelheid van de aardkorst nabij het Prinses Elisabethstation.

Een andere belangrijke uitdaging, voor de komende jaren, wordt het vergroten van onze kennis van de atmosfeer boven de poolgebieden. Binnen het kader van het *Solar-Terrestrial Centre of Excellence* (STCE), een wetenschappelijk project dat de studie van de relatie tussen de zon en de aardatmosfeer centraal stelt, zullen de waarnemingen van ELIS gebruikt worden om de beperkte kennis van de atmosferische parameters in dit gebied van de aarde uit te breiden. □



De wetenschappelijke Emile Danco-shelter waar de GNSS-ontvanger van ELIS is opgesteld.

© ORB/KSB