

SCIENCE connection

60

mei-juni-juli 2019



www.scienceconnection.be
verschijnt vijfmaal per jaar
afgiftekantoor:
Brussel X /P409661
ISSN 1780-8448



onderzoek



ruimte



natuur



kunst



documentatie



belspo

.be

Het magazine van het FEDERAAL WETENSCHAPSBELEID



onderzoek



ruimte



natuur



kunst



documentatie

Naast de Algemene directie 'Onderzoek en Ruimtevaart' en de Ondersteunende diensten omvat het Federaal Wetenschapsbeleid Federale wetenschappelijke instellingen en Staatsdiensten met afzonderlijk beheer.

Federale wetenschappelijke instellingen



Algemeen Rijksarchief en Rijksarchief
in de Provinciën
www.arch.be



Koninklijke Bibliotheek van België
Bibliothèque royale de Belgique

Koninklijke Bibliotheek van België
www.kbr.be

CINEMATEK

Koninklijk Belgisch Filmarchief
www.cinematek.be



Koninklijke Musea voor Schone
Kunsten van België
www.fine-arts-museum.be

K&G

Koninklijke Musea voor Kunst en
Geschiedenis
www.kmkg.be



Koninklijk Instituut voor het
Kunstpatrimonium
www.kikirpa.be



Koninklijk Belgisch Instituut voor
Natuurwetenschappen/Museum voor
Natuurwetenschappen
www.natuurwetenschappen.be



Koninklijk Museum voor Midden-Afrika
www.africamuseum.be



www.belnet.be



Koninklijke Sterrenwacht van België
www.astro.oma.be



Koninklijk Meteorologisch Instituut van
België
www.meteo.be



Koninklijk Belgisch Instituut voor
Ruimte-Aeronomie
www.aeronomie.be



Planetarium van de Koninklijke
Sterrenwacht van België
www.planetarium.be

Partnerinstellingen



Von Karman Instituut
www.vki.ac.be



Universitaire Stichting
www.universitairstichting.be



Stichting Biermans-Lapôtre
www.fbl-paris.org



Academia Belgica
www.academiabelgica.it

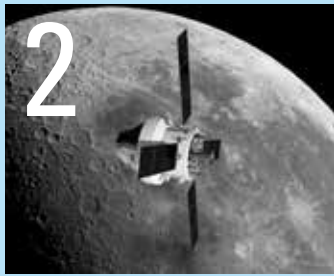


Koninklijke Academie voor
Overzeese Wetenschappen
www.kaowarsom.be



Koninklijke Vlaamse
Academie van België voor
Wetenschappen en Kunsten
www.kvab.be

Inhoud



2

De maan: tussen droom en realiteit

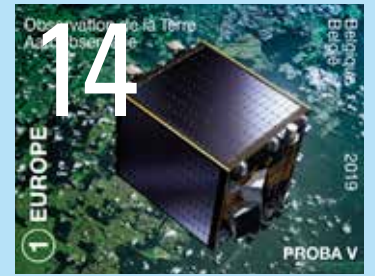
8

Het archeo-
magnetisme en het
cultureel erfgoed in
Noord-Afrika



12

In memoriam
Jacques Wautrequin



14

Nieuwe postzegels
België in de ruimte

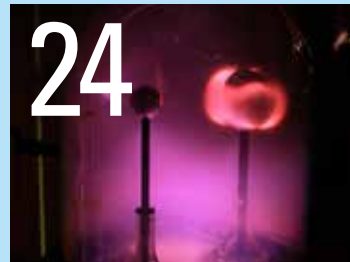
16

Als de Koninklijke
Sterrenwacht de
maat aangeeft



20

Procesdossiers als
topstukken



24

De Planeterrella

28

De ecologische
voetafdruk van de
eerste moderne
mensen



30

De kleine bomen
door het bos zien



35

IDEALiC



38

InSight verkent het
diepe binnenste van
Mars



42

Teddy & Beer



46

Demogen

De maan: tussen droom en realiteit

Vinciane Dehant Wetenschap en Cultuur op het
Koninklijk Paleis 2019

Fig. 1: Opname van de maan gemaakt net vóór de bedekking van Aldebaran (Alpha Tau) op 23 februari 2018. Opname gemaakt op de site van het wetenschappelijke station van Humain (prov. Luxemburg). Hiervoor werd een 18-cm f/7 refractor gebruikt samen met een Nikon D810a-camera, belichting van 1/50 sec met ISO 800. © Koninklijke Sterrenwacht van België / Paul Van Cauteren & Patricia Lampens

Van 23 juli tot 25 augustus opent het Koninklijk Paleis opnieuw zijn deuren voor het grote publiek en stelt het een nieuwe editie voor van *Wetenschap en Cultuur op het Paleis*. Georganiseerd door de federale Programmatorische Overheidsdienst Wetenschapsbeleid (Belspo), en met de steun van de Federale Overheidsdienst Kanselarij van de Eerste Minister, herdenkt de tentoonstelling *De maan: tussen droom en realiteit* de vijftigste verjaardag van een van de stoutste dromen van de mensheid: mensen op de maan!

De tien federale wetenschappelijke instellingen (FWI) en het Nationaal Geografisch Instituut nemen deel aan het gebeuren. Ze worden vervoegd door het Belgisch Stripmuseum dat dit jaar zijn dertigste verjaardag viert en doorheen de tentoonstelling een selectie presenteert van covers en platen van stripverhalen met de maan als onderwerp en geschreven en getekend door Belgische auteurs van de 'negende kunst'.

Met een tentoonstelling als *De maan: tussen droom en realiteit* vervult het Federaal Wetenschapsbeleid een van zijn voornaamste opdrachten: het Belgische en internationale publiek bewust maken van onderzoeksactiviteiten én de rijkdom laten ontdekken van het patrimonium dat in de federale wetenschappelijke instellingen wordt bewaard. Wetenschap en cultuur ontmoeten elkaar rond het thema van de maan, door middel van een originele en multidisciplinaire selectie van kunstwerken en wetenschappelijke instrumenten. Dé kans om een sluier te lichten van een hemellichaam dat nog niet al zijn geheimen heeft prijsgegeven...

Inleiding

Sinds de nacht der tijden zet de maan aan tot dromen en tot een denkbeeldige reis. Zijn lichtschijnsel, als een mysterieuze weerkaatsing van het zonlicht, wekt verwondering en twijfel op. Diegene die naar hem kijkt en hem observeert wordt niet onberoerd gelaten.

Als universeel archetype is de maan alomtegenwoordig in de grondleggingsmythen, de voorouderlijke legenden, de geloofsovertuigingen, de rituelen en de religies in talrijke beschavingen. De maan intrigeert en boeit, hij is de geheime muze van kunstenaars, dichters, schrijvers en filosofen. In het collectieve geheugen staat hij voor verschillende symbolen: vrouwelijkheid, vruchtbaarheid, de innerlijke wereld, geboorte en dood, helderheid en duisternis, de eeuwige terugkeer, de nachtelijke leefwereld, enz. Het mystieke dat hem omgeeft behoort tot de wereld van fantasmen en van de waanzin. Het hemellichaam is een essentieel onderdeel in traktaten over astrologie en alchemie. Het inspireert denkbeeldige reizen in grote literaire werken, van Cyrano de Bergerac tot Jules Verne.



Fig. 2: Tomioka Eisen (1864-1905)
Jonge vrouw kijkend naar de volle maan (een *kuchi-e*)
Houtsnede, inkt en kleuren op papier, ca. 1900
Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis, Inv. JP.6156 (legaat Ch. Lefébure, 1943)



Fig. 3: Spleettrommel van een waarzegger - Yaka
N'Koku Ngoombu
Hout en staal (1912)
AfricaMuseum, Inv. MO.0.0.3410, coll. KMMA Tervuren,
foto J. Van de Vyver, KMMA Tervuren

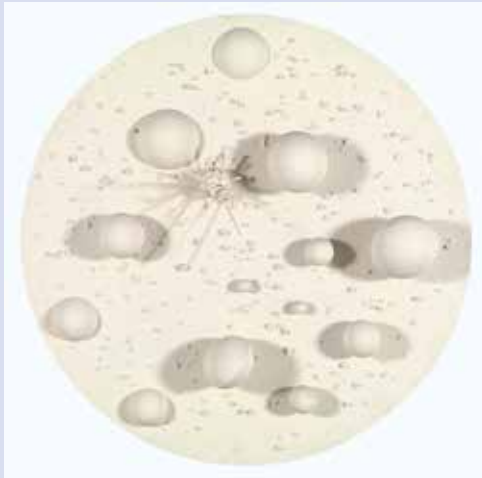


Fig. 4: Paul van Hoeydonck, *Planetscape II*
Rond reliëf. Elementen van plastic materiaal en metaal
op witbeschilderd houten paneel, 1963
Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België, Inv. 7054



Fig. 5: Koning Boudewijn vergezeld door Prins Albert en Prins Filip in het Museum voor Natuurwetenschappen. Ze bewonderen een stukje maansteen dat door de bemanning van Apollo 11 werd meegebracht (24 december 1970). Archief van het Koninklijk Paleis, Foto's BF, enveloppe A901

In een heel ander register prikkelt de maan de nieuwsgierigheid van wetenschappers. Opkomend of ondergaand, soms majestueus, dan weer discreet of zelfs bijna onzichtbaar, is de maan een baken in tijd en ruimte. Reeds in de 4de eeuw v.C. wees Aristoteles op de invloed van de maancycli en de maanbewegingen op de aarde... Van in het beginstadium van de sterrenkunde in de oudheid tot de ruimtevaartmissies in de 21ste eeuw werd de belangstelling voor onze buurplaneet steeds aangewakkerd. Vooral de uitvinding van de telescoop en de verbeteringen die Galileo Galileï eraan aanbracht in de 17de eeuw, droegen daar ruimschoots aan bij. Sindsdien zal de mens gefascineerd de elliptische rotatiebewegingen van de maan rond de aarde blijven observeren en het reliëf van het maanoppervlak met zijn kraters bestuderen. Hij zal ook de efemeriden blijven perfectioneren en zich in de hemelmechanica blijven verdiepen. Hij zal ruimtevaarttuigen blijven ontwikkelen om dichterbij de maan te kunnen komen om hem te observeren en te bestuderen.

De maanlanding en het fysieke contact met het maanoppervlak tijdens de Apollo 11-missie in 1969 veroorzaakten een omwenteling in de verovering van de ruimte en luidden een nieuw tijdperk in. De eerste stappen op de maan waren grensverleggend: het mysterie van de maan werd gedeeltelijk prijsgegeven en de zoektocht van de wetenschappers werd nieuw leven ingeblazen.

Sedert de 20ste eeuw vertellen en 'ver-beelden' striptekenaars de maan en de ruimteomgeving vanuit hun eigen visie. Veelkleurig, met een hu-

moristische toets, werkelijkheidsgetrouw of visionair, hun werken illustreren de verovering van de ruimte op een raakvlak waar verbeelding en wetenschappelijk realisme elkaar kruisen.

De zin om de maan 'in onze zak te steken' verleidt ons toch allemaal? Kinderen, kunstenaars, wetenschappers, wijsgeren..., we zijn toch allemaal zoekend en dromers van nature?

De tentoonstelling

Met de maan als thema krijgen de federale musea en wetenschappelijke instellingen de mooie gelegenheid om hun transversale multidisciplinariteit te illustreren. Elke discipline wordt vertegenwoordigd door enkele uitgelezen stukken: archiefphoto's of oude traktaten, kunstwerken, natuurlijke specimen, platen van stripverhalen, schaalmodellen van ruimtetuigen en hemellichamen, wetenschappelijke meetinstrumenten, enz. Waar men tussen de tentoongestelde stukken a priori misschien weinig gemeenschappelijke elementen zou kunnen ontwaren, ontdekt men dankzij de uitgekende scenografie en het vrije bezoekersparcours toch hun onderlinge verbanden. Deze artistieke en wetenschappelijke disciplines maken het de bezoeker mogelijk om tussen droom en realiteit te reizen en zich zowel door een droommaan als door een echte maan te laten fascineren.

In een open scenografie en voorgesteld per wetenschappelijke instelling worden de voorwerpen en video's vergezeld door grote reproducties van stripverhalen. Zij gaan met elkaar in dialoog en zoeken naar betekenis. Hierna volgt een overzicht van wat de bezoeker te wachten staat in de Grote Galerij van het Koninklijk Paleis.

Het Museum Kunst en Geschiedenis leende een Japanse prent uit waarop een vrouwenfiguur heel subtiel staat afgebeeld met de maan op de achtergrond. Alsof de tijd er is op blijven stilstaan, ademt deze inkttekening op papier het parfum van de oosterse maan. In het land van de rijzende zon is de verering van de volle maan diep geworteld in de traditie. Tijdens het *tsukimi*-feest aanschouwen de Japanners het hemellichaam en bedanken het voor alle weldaden. De maan wordt er geassocieerd met de oogst en de vruchtbaarheid. Alles straalt kalmte, bezinning en gemoedsrust uit (fig. 2).

Op duizenden kilometers daarvandaan neemt de maan een belangrijke plaats in in talrijke Afrikaanse rituelen. Hier spreken we van Séléne, genoemd naar de Griekse maangodin Selene, een zuster van de zonnegod Helios. Bij het Yaka- volk, in Kinshasa en in het noord-oosten van Congo, wordt de spleettrommel gebruikt om het ritme van gezangen aan te houden die een waarzegger zingt op de avonden met een volle maan (AfricaMuseum). Hij vraagt dat het licht van de maneschijn, een teken van vruchtbaarheid, de duisternis zou verdringen (fig. 3).

De Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België (KMSKB) stellen twee hedendaagse werken tentoon. Een ervan is *Planetscape II* (1963, fig. 4), een rond reliëf met elementen van plastic materiaal en metaal op een witbeschilderd houten paneel. Is dit een gedroomde voorstelling van het maanoppervlak? Het is de visie van de Antwerpse beeldhouwer Paul van Hoeydonck, een kunstenaar die geïnspireerd wordt door het kosmische en de utopie. Hij maakte *Fallen Astronaut*, een beeldje in aluminium dat werd meegenomen tijdens de Apollo 15-missie in 1971 en dat, tot vandaag, het enige kunstwerk is dat zich op de maan bevindt.

Meer werkelijkheidsgetrouw zijn de maansteentjes uit de verzamelingen van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

(KBIN). Zij worden slechts heel uitzonderlijk buiten hun vertrouwde omgeving tentoongesteld. Ze werden naar de aarde meegebracht door de astronauten tijdens de ruimtemissie Apollo 11. Het onderzoek van deze steentjes maakt het mogelijk de oorsprong van de maan, de aarde en het zonnestelsel in het algemeen beter te begrijpen. De Amerikaanse president Richard Nixon schonk de steentjes in 1969 aan ons land. Ze werden daarna toevertrouwd aan het KBIN door Koning Boudewijn van wie de belangstelling voor ruimtevaart alom bekend was.

Het Algemeen Rijksarchief (ARA) bewaart in de archieven van het Koninklijk Paleis talrijke originele foto's met een grote historische betekenis: op een van de foto's ziet men Koning Boudewijn, Prins Albert en Prins Filip die een maansteen bewonderen (fig. 5). Overige foto's tonen de bemanning van de Apollo 11-missie tijdens een receptie op het Koninklijk Paleis in Brussel in 1969: Neil Armstrong (1930-2012), Buzz Aldrin (1930), Michael Collins (1930) en hun echtgenotes worden er ontvangen door Koning Boudewijn en Koningin Fabiola (fig. 6).

En dan iets helemaal anders... De Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB) stelt een supergeleidende gravimeter tentoon. Gravimeters meten de aardse zwaartekracht of de variaties ervan. Op aarde varieert het magnetisch veld van een massa naargelang de plaats waar het zich bevindt. Deze variaties zijn het gevolg van getijdenkrachten die veroorzaakt worden door de maan en de zon en de bewegingen van de hemellichamen. Het onderzoek in de aardwetenschappen dat uitgevoerd wordt in



Fig. 6: De Apollo 11-astronauten en hun echtgenotes worden door Koning Boudewijn en Koningin Fabiola ontvangen op het Koninklijk Paleis te Brussel (9 oktober 1969). Archieven van het Koninklijk Paleis, Foto's BF



Fig. 7: De supergeleidende gravimeter GWR was operationeel in Ukkel van 1982 tot 2000. 1982, Koninklijke Sterrenwacht van België, Inv. 599

Het Belgisch Stripmuseum

Jean Auquier en Mélanie Andrieu

Gelegen in hartje Brussel in een majestueus art-nouveaubouw ontworpen door architect Victor Horta (1906), werd het Belgisch Stripmuseum op 3 oktober 1989 ingehuldigd door Koning Boudewijn en Koningin Fabiola. Volledig gewijd aan het beeldverhaal is het museum zowel een bewaarplaats als een plaats voor hedendaagse creatie van deze artistieke discipline die ook wel 'de negende kunst' wordt genoemd. Het museum brengt alles samen wat betrekking heeft op het Europese beeldverhaal, van zijn beginjaren tot de recentste ontwikkelingen.

Het Stripmuseum viert dit jaar zijn dertigste verjaardag en ontving reeds meer dan vijf miljoen bezoekers. Ze maken van het museum een levende, dynamische en aantrekkelijke plek die zowel aandacht heeft voor de talenten van gisteren als voor de jonge talenten van vandaag en dit zonder enige culturele of geografische beperking. Maar het is vooral een groot museum: door zijn werkzaamheden inzake conservatie, zijn pedagogische initiatieven, zijn steun aan de artistieke creatie, zijn documentatiecentrum en zijn bibliotheek groeide het uit tot een referentiecentrum in de wereld van het beeldverhaal.

Hoewel het Belgisch Stripmuseum cultureel ambassadeur is en door de openbare instanties ondersteund wordt, vloeien de financiële middelen van het museum vooral voort uit de toegangsgelden en uit eigen activiteiten. Na meer dan dertig jaar blijven de hoofddoelstellingen de conservatie en de promotie van het beeldverhaal, alsook de instandhouding van een opmerkelijk architecturaal patrimonium, twee parels van de Belgische cultuur.

www.stripmuseum.be



Fig. 8: De satelliet JUICE zal Ganymedes, Callisto en Europa bestuderen, drie manen van Jupiter. © Spacecraft: ESA/ATG Medialab; Jupiter: NASA/ESA/J. Nichols (University of Leicester); Ganymedes: NASA/JPL; Io: NASA/JPL/University of Arizona; Callisto and Europa: NASA/JPL/DLR

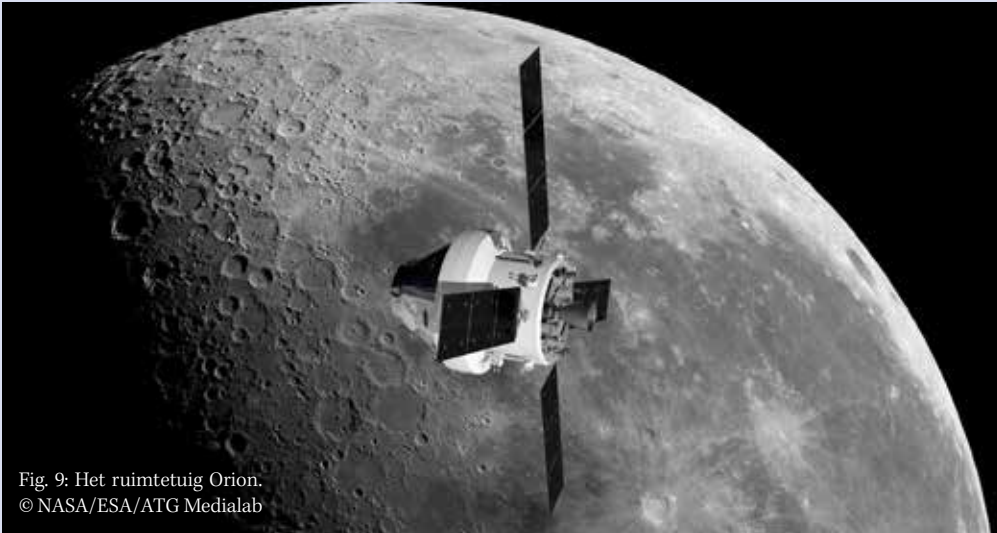


Fig. 9: Het ruimtetuig Orion.
© NASA/ESA/ATG Medialab

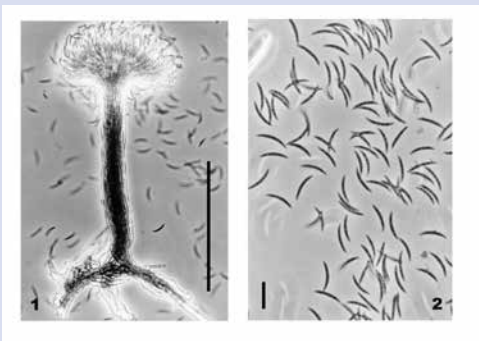


Fig. 10: Maan, zon en vliegende schotel, op microscopische schaal! Fungi en Micro-algen. © BCCM



Fig. 11: GPS-ontvanger Trimble Navigation 4000SL USA, 1988, Antenne (mod. 12333) en computer (mod. 12331)
Nationaal Geografisch Instituut, Inv. G 206

de KSB inspireerde ook striptekenaar Peyo die bevriend was met de voormalige KSB-directeur Paul Melchior (1925-2004). De tekenaar van de Smurfen illustreerde een reeks wenskaarten op basis van diens wetenschappelijke activiteiten (zie ook *Science Connection 58*).

Het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA) leidt ons naar andere manen zoals Ganymedes, Europa of Callisto, de drie grootste manen in een baan rond de planeet Jupiter op meer dan 600 miljoen kilometer van de aarde. De missie JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) die door de Europese Ruimtevaartorganisatie wordt gepland voor het jaar 2022, zal ze van naderbij onderzoeken. Het BIRA werkt mee aan de ontwikkeling van de hyperspectrale beeldspectrometer MAJIS (Moons and Jupiter Imaging Spectrometer), een instrument aan boord van de sonde JUICE die de eigenschappen van troposferische wolken en minderheidsbestanddelen zal bestuderen, alsook het ijs en de mineralen aan het oppervlak van de ijzige manen (fig. 8).

Het ruimtetuig Orion van NASA, met de Europese dienstenmodule European Service Module (ESM), zal vanaf 2022 de astronauten naar onverkende gebieden brengen, dus buiten een lage baan om de aarde. Orion heeft een ontsnappingsmogelijkheid in noodgevallen, ondersteunt de astronauten gedurende hun reis in de ruimte en voorziet een manier om veilig terug te keren naar de aarde. De Europese Ruimtevaartorganisatie ESA droeg meer bepaald bij aan het ontwerp van de European Service Module (ESM). De ESM zal in elektriciteit, water, zuurstof en stikstof voorzien en zal het ruimtetuig op de juiste temperatuur én op de juiste koers houden. Het Federaal Wetenschapsbeleid beheert de financiële bijdrage van België aan ESA (fig. 9).

Met de voorstelling van fungi en micro-algen in de vorm van de maan, de zon en vliegende schotels komen we in een andere zone terecht. Deze organismen leven in een microscopische omgeving - een soort parallel universum - dat ze beleven alsof het een reis in de ruimte was. Ze werden verzameld door onderzoekers die deel uitmaken van het BCCM-consortium (Belgian Co-ordinated Collections of Micro-organisms), het Belgische centrum voor microbiële genetische rijkdommen dat gefinancierd en gecoördineerd wordt door Belspo. De onderzoekers die bij dit consortium betrokken zijn doen onderzoek naar specifieke types van biologisch materiaal in het domein van de levenswetenschappen. Enkele specimen die hier bestudeerd worden dragen namen die aan de maan doen denken: *Idriella lunata*, *Synchaetomella lunatospora*, enz. (fig. 10).

Eeuwenlang waren plaats- en tijdsbepaling het resultaat van de waarneming van de maan en de zon. Met de komst van de satellieten op het einde van de 20ste eeuw kwam daar verandering in. De maat van de aarde wordt vanaf dat moment opgemeten vanuit de ruimte. Het Nationaal Geografisch Instituut (NGI) stelt op de tentoonstelling de *Trimble Navigation 4000SL* voor, een GPS-ontvanger (*Global Positioning System*) van de eerste generatie, die signalen ontvangt van satellieten in een baan om de aarde. Dergelijke toestellen worden gebruikt in de geodesie (de wetenschap die de aarde meet) en zijn onmisbaar voor het maken van kaarten. Ze dienen ook om de fouten te verbeteren die een gevolg zijn van de breking en van de weerkaatsing van de golven door de omgeving (fig. 11).

Kaarten komen ook aan bod in de bijdrage van de Koninklijke Bibliotheek van België, met name in twee originele traktaten uit het midden van de 17de eeuw. De *Atlas coelestis, seu armonia macrocosmica* van Andreas Cellarius (1660) en de *Selenographia* van Johannes Hevelius (1647). Ze tonen het belang aan dat toen door wetenschappers werd gehecht aan de observatie van de maan en van het zonnestelsel in het algemeen, en dit vooral door de uitvinding van de telescoop. Op deze maankaarten beeldt Hevelius minutieus het maanoppervlak af: zeeën, hooglanden, bergen, kraters, enz. Bij deze verbluffende voorstellingen van de maan voegt hij tevens citaten van auteurs uit de klassieke en christelijke oudheid. Deze heel kwetsbare werken worden met grote zorg bewaard (fig. 12).

Bewaring is ook de belangrijkste opdracht van het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (KIK). Het departement Conserva-



Fig. 12: Johannes Hevelius (Jan Höwelcke)
Selenographia sive Lunae descriptio (fig. R – volle maan/nieuwe maan)
 Kopergravure (1647)
 KBR, Oude en kostbare drukwerken, Inv. II 51.991 C



Fig. 14: Anoniem werk
 Brandraam ter ere van het Internationaal Geofysisch Jaar (1957)
 Koninklijk Meteorologisch Instituut, Inv. N/A



Fig. 13: Peyo, *De Ruimtesurf*
 © Peyo/IMPS

tie-Restauratie telt negen verschillende ateliers en dit op basis van de behandelde materialen. Een ervan is gespecialiseerd in de behandeling van papier. In de tentoonstelling worden de verschillende fases belicht van de preventieve conservatie aan de hand van een plaat uit de strip *De Ruimtesurf* van Peyo. Stripalbums zijn eveneens kwetsbare werken die doorheen de tijd kunnen aftakelen indien een aantal voorzorgsmaatregelen niet tijdig worden getroffen. De cel voor Preventieve conservatie van het KIK werkt momenteel aan een conservatieproject in samenwerking met het Belgisch Stripmuseum (fig. 13).

De klimatologen van het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) stellen een brandraam voor dat werd vervaardigd ter gelegenheid van het Internationaal Geofysisch Jaar 1957-1958 en dat geïnstalleerd werd op de eerste verdieping van het KMI-gebouw. Het brandraam stelt op een artistieke manier de aarde, de zon, de ruimte, de sterren en... de maan voor, ter illustratie van de geofysische wetenschappen die een geheel vormen. In het midden van het kleurrijke raam worden de hemellichamen voorgesteld waarbij de zon de maan met haar stralen verlicht.

Op een informele manier bieden alle tentoongestelde stukken ons een eigen blik op de maan, met een kunstzinnige of een wetenschappelijke dimensie of met een stripverhaal als inspiratiebron.

De partners

De tentoonstelling *De maan: tussen droom en realiteit* is het resultaat van de samenwerking tussen de tien federale wetenschappelijke instellingen: het Algemeen Rijksarchief (ARA), de Koninklijke Bibliotheek van België (KB), het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA), het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI), het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (KIK), het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN), het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (KMMA), de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis (KMG), de Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België (KMSKB) en de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB).

Dit jaar krijgen ze het gezelschap van het Belgisch Stripmuseum, het Nationaal Geografisch Instituut (NGI) en twee departementen van Belspo: de Directie Ruimteonderzoek en -toepassingen en de coördinatieceel van de Belgische gecoördineerde verzamelingen van micro-organismen (BCCM-consortium/MUCL). Samen zorgen ze voor een gediversifieerd parcours waar de verschillende disciplines samenkomen.



Meer

Tentoonstelling *De maan: tussen droom en realiteit* in het Koninklijk Paleis te Brussel van 23 juli tot 25 augustus 2019 van 10.30 tot 17.00 uur (laatste toegang om 15.45 uur). Gratis toegang.

www.royalbelspo.be



De archeologische site die UNESCO-bescherming geniet.

HET ARCHEOMAGNETISME ALS BEHOEDER VAN HET CULTUREEL ERFGOED IN NOORD-AFRIKA

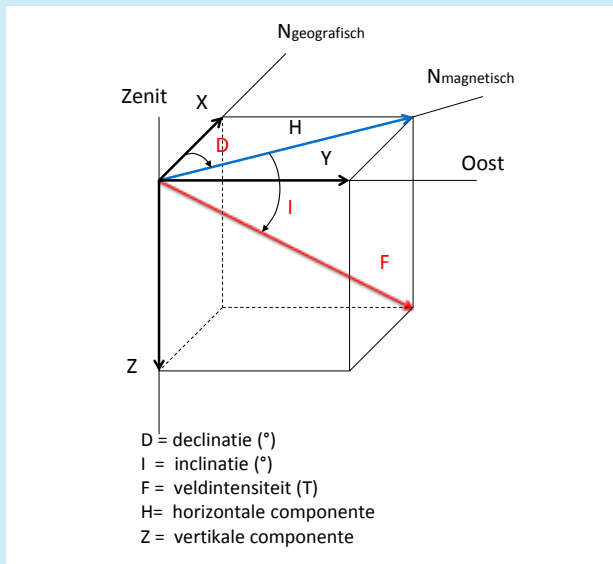
Souad Ech-chakrouni

De klimaat- en milieuomstandigheden in Noord-Afrika hebben sinds honderduizenden jaren de menselijke cultuur gunstig vormgegeven en een niet te betwisten cultureel erfgoed nagelaten. De huidige infrastructurele ontwikkelingen in Noord-Afrika ten gevolge van het toegenomen toerisme en megabouwprojecten, in hoofdzaak langsheen de kusten, tasten helaas grootse en rijke archeologische sites aan, met als onvermijdelijk gevolg het verlies aan cultureel erfgoed. Dat cultureel erfgoed is van ontzettend wetenschappelijk belang om een beter inzicht te krijgen in het magnetisch veld van de aarde in het verleden.

Het magnetisch veld van de aarde in het verleden

Het aardmagnetisch veld verandert zowel in de tijd als in de ruimte, zowel in richting (inclinatie en declinatie) als in

intensiteit (figuur 1). De variaties in de magnetische declinatie (D), de magnetische inclinatie (I) en de intensiteit van het aardmagnetisch veld (F) werden respectievelijk pas vanaf de 16de eeuw, de 17de eeuw en in 1832 voor het eerst rechtstreeks met instrumenten gemeten. Voor nog vroegere periodes kunnen die variaties worden gemeten dankzij de registratie van het magnetisch veld in verbrande structuren en gebakken klei. Tijdens opgravingen op archeologische sites zijn immers thermen, ovens en haarden aan de oppervlakte gekomen. Die bevatten magnetische mineralen zoals ijzeroxiden, waarmee na verhitting en afkoeling het omgevende magnetische veld kan worden geregistreerd, beter bekend onder thermoremanente magnetisatie. Door de richting van die magnetisatie te bepalen kan het gedrag van het aardmagnetisch veld in het verleden worden bestudeerd, wat archeomagnetisme wordt genoemd. Ook kan eventueel het tijdstip worden vastgelegd waarop een verbrande struc-



Figuur 1: de elementen van het aardmagnetische veld.



Figuur 2: de cryogene magnetometer van 2G Enterprises voor het meten van de remanente magnetisatie van gebakken klei.

tuur voor het laatst is afgekoeld, een methode bekend onder de naam archeomagnetische datering.

Archeomagnetische datering

Die methode is gebaseerd op onze kennis van de variaties in de richting en de intensiteit van het geomagnetisch veld in het verleden en op het feit dat voorwerpen van gebakken klei, na verhitting en afkoeling, een thermoremanente magnetisatie verkrijgen, in het gunstige geval parallel en evenredig met het omgevende magnetisch veld. In Europa werden het belang en de noodzakelijke toepassing van die methode erkend om de niet te vervangen geofysische informatie veilig te stellen die in archeologische sites wordt bewaard. De talrijke publicaties terzake zijn daar het levende bewijs van, net als de steun van de Europese Commissie voor het project AARCH (The European research training network Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage) in het kader van het vijfde kaderprogramma. Het netwerk bestond uit 12 Europese laboratoria en instellingen, waaronder het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI). Dat project heeft gezorgd voor samenwerking tussen onderzoekers uit de meeste landen van de Europese Unie en in het bijzonder uit België op het gebied van geofysica en archeologie, waardoor het cultureel erfgoed kon worden opgewaarderd. Archeologen maken bij gebrek aan andere dateringmethoden vaak gebruik van archeomagnetische datering.

Archeomagnetisme in Noord-Afrika

Vergeleken met het aantal Europese archeomagnetische gegevens in de mondiale database *GEOMAGIA V5*, beschikt Noord-Afrika slechts over een minimaal aantal gegevens (acht in totaal) die over Marokko en Tunesië zijn verspreid, ondanks het rijke Noord-Afrikaanse potentieel

aan archeologische sites die alle historische en archeologische periodes dekken. Dat is te wijten aan het gebrek aan kennis over archeomagnetisme en ook aan het feit dat voor archeomagnetische dateringen laboratoria met hoogtechnologisch en duur instrumentarium nodig zijn. De Noord-Afrikaanse landen beschikken daar niet over, wat hun onderzoekers ertoe verplicht naar het buitenland te gaan om archeomagnetisch onderzoek te verrichten.

De oproep tot voorstellen die Belpo in 2013 heeft gelanceerd in het kader van de internationale netwerking van de federale wetenschappelijke instellingen (FWI's) was voor de afdeling Omgevingsmagnetisme van het Geofysisch Centrum (GFC) van het KMI de gelegenheid bij uitstek om een netwerk tot stand te brengen voor informatie- en expertise-uitwisseling tussen België en Noord-Afrika op het gebied van het archeomagnetisme en de toepassing ervan voor de bewaring van het cultureel erfgoed. De afdeling Omgevingsmagnetisme van het Geofysisch Centrum (GFC), dat internationale faam geniet op het gebied van het archeomagnetisme, beschikt over hoogwaardige instrumenten zoals een cryogene magnetometer ontwikkeld door 2G Enterprises (figuur 2). Dat instrument meet de remanentie van een gebakken kleimonster van amper enkele millimeters groot. De voornoemde afdeling beschikt verder over een niet-magnetische oven MMTD80A om monsters thermisch te demagnetiseren en de paleointensiteit te bepalen van het aardmagnetisch veld en over een magnetometer MPMS3 van Quantum Design om de hysteresis van stalen te meten in een sterk magnetisch veld en bij lage temperaturen.

Het project is afgekort tot RAPSCA ('Réseau en Archéomagnétisme pour la Sauvegarde du Patrimoine Culturel en Afri-



Figuur 3: ligging van de archeologische sites in het noorden van Marokko met foto's van de sites.



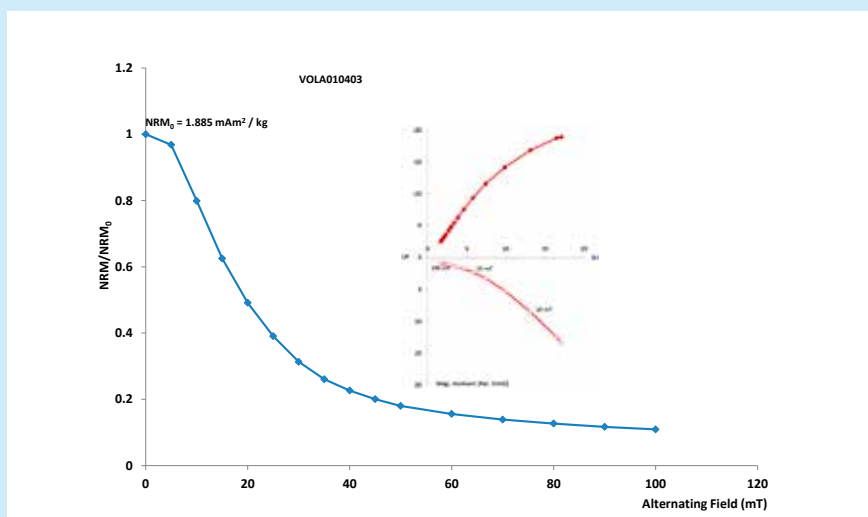
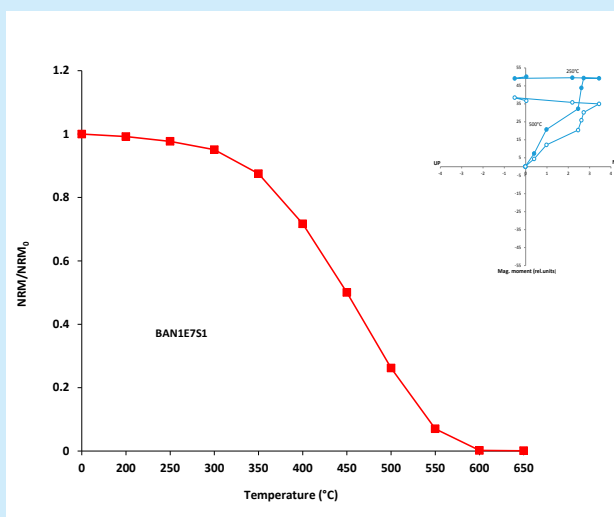
Figuur 4: archeomagnetische bemonstering in hypocaust in Volubilis.

que du Nord'). Marokko was het eerste land dat via zijn Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (INSAP) en het departement Fysica van de faculteit Wetenschappen van de Université Mohammed V-Agdal in Rabat heel wat interesse toonde voor dat project. In het kader van dat project hebben het KMI en de twee Marokkaanse partners in juli 2014 een samenwerkingsakkoord ondertekend. De doelstellingen en de verwachte resultaten van dat project zijn:

- de vrije uitwisseling van informatie en expertise tussen België en Marokko aanmoedigen. Daardoor kunnen gekwalificeerde werkrachten worden opgeleid om stalen te nemen en te meten afkomstig van archeologische sites, in het bijzonder die welke in de toekomst bedreigd worden of ontoegankelijk dreigen te worden ten gevolge van de economische ontwikkeling;
- onze expertise op het gebied van het archeomagnetisme ter beschikking stellen van jonge Marokkaanse onderzoekers en ze opleiden;
- optimaliseren van de uit archeologische sites verzamelde informatie en de snelheid waarmee die wordt verkregen, zonder de economische ontwikkeling af te remmen;
- een referentiedatabank oprichten voor archeomagnetische datering van de archeologische sites in Marokko en de buurlanden. Hiermee wordt archeomagnetische datering erkend als een methode waarmee archeologisch materiaal en gebeurtenissen in een ver verleden kunnen worden gedateerd, wat met andere methoden niet mogelijk is.

Door dat project kan voor het eerst een curve worden geschetst van de seculaire variatie van het magnetisch veld in Noord-Afrika.

Het archeologisch onderzoek op verschillende sites en in verschillende periodes van de geschiedenis in Marokko (Volubilis, Lixus, Banassa, Rhira, Sala, Zilil, Kouass, Sijilmassa en Igiliz, sites waar nog opgravingen worden gedaan) heeft onze kennis hernieuwd en verrijkt van de verschillende historische periodes van het land en een groots en rijk archeologisch en belangrijk cultureel erfgoed aan het licht gebracht (figuur 3).



Figuren 5 (a) thermische demagnetisatie en (b) wisselvelden demagnetisatie van twee stalen genomen in hypocausten in Thamusida en Volubilis. De grafieken geven de verhouding van de residuele magnetisatie tot de oorspronkelijke magnetisatie (NRM/NRM_0) voor elke demagnetisatiestap. Bovenaan rechts: Zijderveld-diagrammen die het gedrag van de richtingsverandering van de magnetisatie illustreren voor elke demagnetisatiestap. Elk punt stelt de orthogonale projectie voor van het noordeinde van de demagnetisatievector op een horizontaal vlak (volle cirkels) en op een verticaal vlak (holle cirkels) dat passeert door de O-W richting van de site. In zwakke velden en temperaturen passeert het traject van de punten niet door de oorsprong terwijl in intermediaire en sterke velden en temperaturen de punten een lineair segment vormen door de oorsprong. Dit wijst op de aanwezigheid van twee componenten: een weinig stabiele componente en een stabiele componente die men de karakteristieke remanente magnetisatie (ChRM) noemt, die afneemt naar de oorsprong.

In het kader van het project RAPSCA hebben België en Marokko, partners bij het project, samen opdrachten uitgevoerd, seminars georganiseerd en uiteenzettingen gedaan over archeomagnetisme, archeologie en toepassingen op archeologisch erfgoed. Over de prioritaire behandeling van archeologische sites en mogelijke monsternemingen in het kader van archeomagnetisch onderzoek werd breed gediscussieerd, want sommige sites staan op de UNESCO-Werelderfgoedlijst (waaronder de site van Volubilis). Studenten van het INSAP en van het departement Fysica van de hiervoor genoemde universiteit kregen een opleiding in situ om vertrouwd te raken met monsternemingen voor archeomagnetisch onderzoek van verbrande materialen. In totaal werden 55 stalen georiënteerd ten opzichte van het magnetische noorden en het horizontaal vlak in de ovensystemen (hypocaustum) in vijf belangrijke Romeinse sites in het noorden van Marokko, te weten Sala, Volubilis, Banassa, Thamusida en Rhira (figuur 4).

Archeomagnetisch onderzoek

Een groot deel van de 55 op die verschillende archeologische sites opgegraven monsters werd onderzocht. In de eerste plaats werd voor elk monster de natuurlijke remanente magnetisatie gemeten en nadien de magnetische stabiliteit getest. Bij archeomagnetisch onderzoek spelen die tests een hoofdrol, want ze bepalen het interval van de wisselvelden en temperaturen, waardoor de meest stabiele karakteristieke magnetisatie (ChRM) kan worden geïsoleerd die het aardmagnetisch veld registreerde. Dat gebeurt via demagnetisering, in toenemende wisselvelden met behulp van een demagnetiseertoestel, hetzij thermisch via geleidelijke verhoging van de temperatuur in een niet-magnetische oven. Bij elke fase in het demagnetiseren, wordt het residueel remanent magnetisme gemeten

(figuur 5a en 5b). De resultaten zullen getoetst worden aan de Iberische referentiecurven van de variaties in de declinatie en de inclinatie van het magnetisch veld. Die curven worden gecentraliseerd in Madrid en kunnen worden gebruikt binnen een straal van 1000 km tot in het noorden van Marokko, in afwachting van de vastlegging van een referentiecurve voor Noord-Afrika.

Besluit

De vooruitgang op het gebied van het archeomagnetisch onderzoek in de laatste decennia bevestigt het belang van archeomagnetische datering voor de chronologische reconstructie van opgegraven gebakken materialen in archeologische sites. De bijdrage van dat onderzoek aan de valorisatie van het cultureel erfgoed hebben nu heel wat aan belang ingewonnen. Dankzij het project RAPSCA werd een eerste netwerk voor archeomagnetisme uitgebouwd dat ongetwijfeld het cultureel erfgoed in Noord-Afrika mee zal beschermen.

Dankwoord

Wij bedanken Belspo voor zijn financiële steun aan dat project en mevr. Decadt voor haar bijdrage aan het succes van dat project. Onze welgemeende dank gaat naar dhr. Jozef Hus voor zijn hulp bij de totstandkoming van de Nederlandstalige versie van deze bijdrage.



In memoriam

Jacques Wautrequin (1933 – 2019)

ir. Eric Béka

‘Ooit komt de dag waarop de door de jaren heen bijeen-
gesprokkelde gedachten moeten worden beoordeeld’.
Met deze mooie zin begint Jacques Wautrequin zijn filo-
sofisch essay dat hij ongeveer tien jaar geleden schreef¹.
Daarin schetst hij op virtueuze wijze de maatschappelijke
en persoonlijke ontwikkelingen die zijn leven gekenmerkt
hebben, in het bijzonder die op het gebied van wetenschap
en technologie, waaraan hij zowat zijn volledige loopbaan
heeft besteed. Op 19 februari laatstleden verliet hij ons op
bijna 86-jarige leeftijd.

Na het behalen van de diploma’s van doctor in de rechten
en licentiaat in de handelswetenschappen aan de Univer-
sité Catholique de Louvain, werkt Jacques Wautrequin
enkele jaren als advocaat-stagiair bij de balie te Brussel
en daarna als financieel analist bij de studiedienst van de
Bank Lambert. In november 1960 gaat hij aan de slag bij
het in opbouw zijnde departement Wetenschapsbeleid,
eerst als attaché bij het secretariaat van de Nationale Raad
voor Wetenschapsbeleid, nadien als navorser in wat intus-
sen tot een volwaardige administratie is uitgegroeid.

Vijftien jaar lang leidt hij de dienst Technologie tot zijn be-
noeming in juni 1989 als secretaris-generaal van de *Dien-
sten voor Programmatie van het Wetenschapsbeleid* die, na
de uitbreiding ervan in aansluiting op de institutionele
hervormingen, worden omgedoopt tot de *Federale dien-
sten voor wetenschappelijke en technische aangelegenheden*.
Bijna tien jaar lang verricht hij zijn functie als secreta-
ris-generaal op meesterlijke en vooruitziende wijze.

Gedurende heel zijn loopbaan zet Jacques Wautrequin
zich constant en resoluut in voor de wetenschap en in het
bijzonder voor het onderzoek in de universiteiten, de ver-
schillende overheidsinstellingen en de bedrijven.

Samen met gelijkgezinden, zoals Gilberte Dehoux², bouwt
hij het wetenschapsbeleid uit tot een sterk concept, te we-
ten een ‘beleid voor en door de wetenschap’³, dat André

Molitor en Jacques Spaey enkele jaren voordien beiden als
secretaris-generaal theoretisch hadden onderbouwd.

In 1969 vraagt Jacques Spaey Jacques Wautrequin en enke-
le van zijn collega’s een essay te schrijven dat nu nog als re-
ferentie geldt voor de uitbouw van de publieke structuren
van het wetenschapsbeleid⁴. Hierin kan men onder andere
het volgende lezen: ‘Het wetenschapsbeleid bekleedt nu
eens een bescheiden en marginale, dan weer een essentiële
plaats in het door de regering uitgestippelde algemeen be-
leid. Maar het zal wel altijd een centrale rol spelen op het
raakvlak van drie belangrijke beleidsgebieden, nl. onder-
wijs, economie en buitenlands beleid’⁵.

Jacques Wautrequin heeft een doorslaggevende bijdrage
geleverd aan de totstandkoming van een modern weten-
schapsbeleid in België, ten dienste van de maatschappij. In
dit memoriam kan zijn bijdrage niet volledig worden gede-
tailleerd. Wel wil ik aanstippen:

- hoe hij telkens opnieuw vooruitliep op ingrijpende
maatschappelijke ontwikkelingen (zoals duurzame ont-
wikkeling, digitale kloof, sociale cohesie, enz.) en die
ontwikkelingen laat onderzoeken in het kader van meer-
jarige en, in de meeste gevallen, transversale mobilisa-
tieprogramma’s⁶;
- hoe hij aandachtig het verloop volgde van het program-
ma voor onderling overlegde onderzoeksacties tussen
de regering en de universitaire onderzoekscentra (vanaf
1970) en van de invoering van de interuniversitaire at-
tractiepolen (1987);
- dat hij ook actief betrokken was bij de totstandkoming
van BELNET in 1993, het netwerk dat de Belgische on-
derzoekswereld de mogelijkheid bood aan te sluiten op
de toen in volle evolutie zijnde ‘informatiesnelweg’;
- dat hij herhaaldelijk oog had voor de moeilijke even-
wichtsoefeningen van allerhande aard die ons land ken-
merken en
- dat hij zijn vaste wil toonde om het Belgische onderzoek
Europees en mondiaal te verankeren.

Een van de gebieden waar Jacques Wautrequin zich vol overgave op stortte is dat van de internationale wetenschappelijke samenwerking, in aansluiting op ervaring die hij opdeed bij de OESO (Directorate for Scientific Affairs, 1962-1963), in het Europacollege te Brugge als docent (1972-1974) en bij zijn detachering bij het Directoraat-Generaal Telecommunicatie en Informatie-Industrie van de Europese Commissie (1986-1988). Ook zijn opdracht als hoofd van de Belgische delegatie in de Raad van het Europees Ruimteagentschap (1989-1998), waarvan hij een van de vicevoorzitters is geworden, mag niet worden vergeten. Dat bewijst welke belangrijke rol onze Belgische wetenschappers en industriëlen in de internationale ruimtevaart spelen.

Bij zijn benoeming als secretaris-generaal van het departement Wetenschapsbeleid, schrijft hij: 'Ondanks onze beperkte onderzoeksmiddelen hebben wij ons imago op internationaal vlak in diverse omstandigheden gecompenseerd door de structuren die wij voor het wetenschapsbeleid hebben uitgewerkt'⁷.

Na zijn pensionering in mei 1998 blijft zijn aandacht voor wetenschapsaangelegenheden intact en stelt hij zijn expertise ter beschikking van verschillende nationale en internationale organen⁸.

Vanop afstand maakt hij zich ongerust over de ingrijpende reorganisatie van de federale administratie, beter bekend als de 'Copernicushervorming'. Naast zijn overtuiging dat sommige onderdelen van het overheidsapparaat wel aan modernisering toe zijn, waaraan hij trouwens zijn steentje bijdraagt, stelt hij eind 2000 in een soort voorspelling die voornoemde hervorming aan de kaak als een 'valse deugd' en 'buitensporig', waarvan hij de zwakke punten en de eraan gelinkte risico's blootlegt⁹.

Tot slot wil ik ook al diegenen die graag met hem hebben samengewerkt, eraan herinneren dat hij erop aandrong uiterste zorg te besteden aan alle nota's en ontwerpen van brieven aan de beleidsmakers, nauwelijks te vergelijken met de vaak snel en slordig opgestelde dossiers vandaag.

Zijn voortdurende inzet voor wetenschap en technologie, zijn internationaal geprezen uiteenzettingen, zijn rol als (pro)actieve verdediger van de administratie bij het beheer van publieke aangelegenheden en zijn relevante adviezen aan vele jonge ambtenaren, maken van Jacques Wautrequin een zeer groot 'staatsdienaar'.

In naam van al zijn oud-collega's en medewerkers en van het personeel van de huidige *Federale overheidsdienst Wetenschapsbeleid* en de federale wetenschappelijke instellingen wil ik hem onze dankbaarheid betuigen. Wij bieden zijn kinderen, kleinkinderen en zijn familie onze oprechte deelneming en blijken van erkentelijkheid en sympathie aan.



Jacques Wautrequin verwelkomt Koning Albert II voor een werkbezoek in de vroegere gebouwen van het Federaal Wetenschapsbeleid in de Wetenschapsstraat te Brussel in 1998.

De auteur

ir. Eric Béka is eresecretaris-generaal van de *Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden* en gewezen Hoge vertegenwoordiger van België voor het ruimtevaartbeleid.

Nota's

1. WAUTREQUIN Jacques, *60 ans de crises dans l'art, la science, l'éthique et l'existential*, Editions Le Bord de l'eau – Collection La Muette, Lormont (F), 2010.
2. Zie in de *Nouvelle Biographie Nationale*, deel 11, blz. 85-86, het voorwoord over Gilberte DEHOUX, opgesteld door Jacques WAUTREQUIN.
3. WAUTREQUIN Jacques *et alii*, *Politique scientifique. Evolutions et perspectives*, S.P.P.S., Brussel, maart 1994, blz. 2 : 'Uit het concept van een 'eenvoudige' ondersteuning van de wetenschap groeide stilaan een 'beleid voor en door de wetenschap' (citaat vertaald uit het Frans).
4. SPAEY Jacques, met de medewerking van Jacques DEFAY, Jean LADRIERE, Alain STENMANS en Jacques WAUTREQUIN, *Le développement par la science : essai sur l'apparition et l'organisation de la politique scientifique des Etats*, UNESCO, 1969.
5. *Ibid.*, blz. 103.
6. Waaronder de 'nationale' programma's met betrekking tot het milieu (met de ontwikkeling van het mathematisch model van de Noordzee en het Schelde-estuarium en de bijdrage van het oceanografisch schip *Belgica*), informatica, de inpassing van de sociale wetenschappen in de besluitvorming, niet-nucleaire energiebronnen, de verwerking van productie- en consumptieafval, micro-elektronica, fundamentele biologie, telecommunicatie, teledetectie via satelliet, artificiële intelligentie, de Belgische collectie van micro-organismen, informatietechnologieën, global change, de wetenschappelijke ondersteuning van de normalisatie, de juridische bescherming van de burger, transport en mobiliteit, aids, de zeewetenschappen en het Antarctica-onderzoek, alsook de deelname van België aan Europese programma's waaronder AIRBUS, ESPRIT, FAST, EUREKA enz.
7. *Perspectives nouvelles de la politique de recherche*, S.P.P.S., 1988, inleiding door Jacques WAUTREQUIN.
8. Waaronder de Koning Boudewijnstichting, het Von Karman Instituut voor Stromingsdynamica en het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek van de Europese Unie.
9. WAUTREQUIN Jacques, *Copernic, un remugle des thèses thatchériennes*, La Libre Belgique, 28 december 2000.

Nieuwe postzegels *België in de ruimte*

Het Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO) is erg trots dat het samen met bpost de nieuwe postzegelcollectie *België in de ruimte* kan aankondigen. Die is beschikbaar sinds 18 maart. De reeks werd ontwikkeld in samenwerking met de dienst 'Lucht- en Ruimtevaarttoepassingen' van BELSPO, en bevat vijf prachtige postzegels.

Van de exploratie van de Mars-atmosfeer met het NOMAD-instrument tot de continue observatie van de vegetatie op aarde met PROBA-V; deze postzegels brengen enkele van de grootste Belgische bijdragen aan de ruimtevaart voor het voetlicht. Wil je zelf graag de postzegels ontdekken en bestellen? Bezoek dan zeker de eShop van bpost (<https://eshop.bpost.be/nl>).



Twée nieuwe websites voor aardobservatie in België

Het team achter het STEREO-programma, het nationale onderzoeksprogramma in aardobservatie van het Federaal Wetenschapsbeleid, stelt met trots zijn nieuwe website voor. Of je nu onderzoeker, student of geïnteresseerd burger bent, deze site wil je de weg tonen in de wereld van remote sensing.

Hoe kan je gegevens opgenomen door instrumenten aan boord van satellieten die zich honderden kilometers boven het aardoppervlak

bevinden, omzetten in bruikbare informatie over onze planeet? Welke satellieten worden gebruikt? Welke studies worden door België betaald in dit domein? Waar kan je de beelden vinden voor jouw project?

Het antwoord op al deze vragen vind je door te surfen naar de website Belgian Earth Observation (<https://eo.belspo.be>) of door je in te schrijven voor onze nieuwsbrief via <https://eo.belspo.be/nl/newsletter>.



Daarnaast hebben we ook een tweede website voor satelliet-aardobservatie in een nieuw kleedje gestoken: het Belgian Pléiades Archive (BPA) wordt nu Pléiades for Belgium (P4B). Je kan er kennis maken met de tweelingconstellatie van Pléiades-satellieten en de beelden van zeer hoge resolutie die ze continu van de aarde maken. Download gratis het demobeeld of grasduin door alle beelden die door Belgische institutionele gebruikers zijn aangekocht.

Deze gebruikers kunnen bovendien, eens ingeschreven, alle beelden in het archief gratis downloaden, en andere Pléiades-beelden (archiefbeelden of nieuwe opnames) aankopen met een flinke korting. Werk je voor een universiteit, administratie of organisatie met publieke dienstverlening, en wil je deze satellietbeelden aan zeer hoge resolutie gebruiken in je projecten? Aarzel dan niet en bezoek <https://www.pleiades4belgium.be>



Het eiland Porquerolles voor de kust van het Franse departement Var opgenomen door de Pléiades 1A-satelliet.





Fig. 1: Synthesebeeld van de internationale standaard voor de meter van 1889 tot 1960. © NIST

Als de Koninklijke Sterrenwacht van België de maat aangeeft

Pascale Defraigne,
Michel Van Camp
en Bruno Bertrand

In mei 2019 traden de nieuwe definities van de eenheden van het Internationale Stelsel (SI) in werking. De Koninklijke Sterrenwacht van België werkt al van bij het begin mee aan het definiëren van bepaalde SI-eenheden. Haar rol wordt nu kracht bijgezet met de nieuwe definitie van de kilogram.

De SI-basiseenheden

Het Internationale Stelsel van Eenheden (SI) is een onmisbaar instrument voor de wetenschap, de industrie en in het dagelijkse leven. De zeven basiseenheden zijn de meter voor lengtes, de kilogram voor massa's, de seconde voor tijd, de kelvin voor temperatuur, de ampère voor elektrische stroom, de mol voor hoeveelheid stof en de candela voor lichtsterkte. Alle andere maateenheden, zoals pascal voor druk, volt voor elektrische spanning en joule voor energie, zijn daarvan afgeleid.

Geschiedenis van het SI

Het metrieke stelsel werd in Frankrijk ingevoerd na de revolutie van 1789. In die tijd waren er slechts drie eenheden. De seconde werd aangegeven met een slingerklok, terwijl de meter en de kilo hun eerste standaard kregen: een liniaal en een cilinder, beide gemaakt van platina (fig.2). Dit waren standaarden die specifiek in Frankrijk werden toegepast. Pas in 1875 begonnen verschillende landen hun eenheden

internationaal te standaardiseren door de oprichting van de Meterconventie, waaraan 17 landen deelnamen, waaronder België. Sindsdien houden de lidstaten regelmatig vergaderingen, onder meer de Algemene Conferentie voor Maten en Gewichten (CGPM). Tijdens de eerste CGPM in 1889 werd het MKS-eenhedenstelsel (Meter-Kilo-Seconde) in het leven geroepen, evenals nieuwe standaarden voor de meter en de kilogram, die deze keer een internationale uitwerking kregen (fig.1). De wetenschappelijke vooruitgang vereiste vervolgens de geleidelijke invoering van nieuwe eenheden, zoals de ampère, candela, kelvin en mol, ter vervollediging van de zeven SI-basiseenheden.

De steeds grotere nauwkeurigheid van metingen leidde echter tot een herdefinitie van sommige eenheden op basis van natuurkundige verschijnselen en constanten. Al in 1960 werd de platina liniaal standaard met pensioen gestuurd en vervangen door een nieuwe definitie van de meter. De kilogram is dan de enige eenheid waarvan de definitie nog berust op een materiële standaard. Het gebruik ervan stelt evenwel verschillende problemen: de stabiliteit kan niet op lange termijn gegarandeerd worden, de standaard kan beschadigd of vernietigd worden en is niet geschikt om zeer kleine hoeveelheden in de grootteorde van slechts enkele duizenden atomen te wegen. Naast de problemen met de kilogram waren sommige andere SI-eenhe-

den gebaseerd op metingen die in het laboratorium zeer moeilijk nauwkeurig uit te voeren waren. Om de eenheden gemakkelijker te kunnen bepalen, nauwkeuriger te maken en ze aan welbekende natuurkundige verschijnselen te kunnen koppelen, werd in november 2018 beslist om de definities van de SI-basiseenheden te herzien.

Basiseenheden en aardwetenschappen

Aanvankelijk werden de waarden van de seconde, de meter en de kilogram bepaald door de bewegingen en afmetingen van de aarde. Oude Egyptische, Chinese en Babylonische beschavingen gebruikten een zonnewijzer om de voortgang van de dag aan te geven (fig. 3).

De seconde

Sinds mensenheugenis wordt de tijd afgeleid van de relatieve bewegingen van de aarde, de maan en de zon. De seconde werd impliciet gedefinieerd als het 86400ste deel van de dag, waarbij een dag overeenkomt met de tijd die verstrijkt tussen twee opeenvolgende doorgangen van de zon op haar hoogste punt aan de hemel. In 1967 kreeg de seconde de definitie die hij nu nog steeds heeft, gebaseerd op een kwantumovergang van het cesiumatoom (fig. 4).

De meter

Vóór de Franse Revolutie werden lengtes gemeten in relatie tot de mens (duim, voet, vadem), maar dit systeem was niet meteen rechtvaardig en zorgde voor ongelijkheid. Om over een universele eenheid te kunnen beschikken, wordt de meter nu gedefinieerd als één tienniljoenste van de halfmeridiaan, die van de evenaar naar de noordpool loopt. De lengte van de meridiaan werd tussen 1792 en 1798 door Delambre en Méchain berekend door middel van triangulatie en astronomische metingen van Duinkerke tot Barcelona (fig. 5). De uiteindelijke meetfout bedroeg 10 m over 1000 km, wat opmerkelijk was. Om de meetnauwkeurigheid van de platina standaard te verbeteren, werd de definitie van de meter meermaals gewijzigd om in 1983 zijn huidige vorm aan te nemen: de meter is gelijk aan de afstand die het licht in $1/299.792.458$ ste van een seconde aflegt. De nieuwe seconde en de nieuwe meter werden uiteraard afgestemd met de vorige waarden en blijven daarom historisch verbonden met de rotatie en meting van de aarde.

De kilogram

In 1795 werd de kilogram gedefinieerd door de massa van één kubieke decimeter zuiver water van 4°C . Die definitie grijpt dus onrechtstreeks terug naar de meting van de aarde, aangezien die afhangt van de definitie van de meter.



Fig. 2: De Arago-kilogram die door Frankrijk aan de Verenigde Staten werd geleverd, gold in 1821 als standaardkilogram. © NIST



Fig. 3: In de oude (Egyptische, Chinese, Babylonische) beschavingen werden zonnewijzers gebruikt om het uur van de dag te kennen.



Fig. 4: Cesiumatoomklok in het tijdslaboratorium van de KSB. © KSB

Het nieuwe SI

Tijdens de Algemene Conferentie voor Maten en Gewichten in Versailles van 16 november 2018 werden nieuwe definities aangenomen voor de 7 SI-basiseenheden, die stuk voor stuk gebaseerd zijn op fundamentele natuurconstanten. Fundamentele constanten, zoals de snelheid van het licht, zijn parameters die volgens de huidige stand van onze kennis onveranderlijk blijven. Aanvankelijk werden hun waarden aangepast aan de experimentele waarnemingen in een vast eenhedensysteem. In het nieuwe SI wordt omgekeerd te werk gegaan: de waarde van bepaalde fundamentele constanten, uitgedrukt in de zeven basiseenheden, wordt vastgesteld en de waarde van de eenheden wordt hiervan afgeleid.

De meter, de kilogram, de seconde en alle afgeleide eenheden worden voortaan gedefinieerd door de bewegingen



Fig. 5: De halfmeridiaan van de aarde (in blauw) en de meting Duinkerke-Barcelona (in rood) maakten het mogelijk om de lengte te bepalen.

en de energie van atomen en deeltjes. Atomen kunnen zich immers in verschillende energieniveaus bevinden. De overgang tussen twee energieniveaus gaat gepaard met de absorptie of emissie van elektromagnetische straling, waarvan de frequentie (het aantal trillingen per seconde) wordt bepaald door het verschil in energie tussen de twee niveaus.

De eerste fundamentele constante van het nieuwe SI is de 'frequentie van de overgang tussen de twee hyperfijne energieniveaus van de grondtoestand van het cesium-133-atoom'. Die wordt uitgedrukt in hertz (of het omgekeerde van de seconde, d.w.z. 1/s) en door deze waarde vast te stellen, wordt ook de duur van de seconde bepaald: $f(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}} = 9\,192\,631\,770\,1/\text{s}$. Door de waarde van de lichtsnelheid in vacuüm vast te stellen, $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$, is het mogelijk om de waarde van de meter te kennen, aangezien een snelheid wordt uitgedrukt in meter per seconde en de seconde gekend is.

De kilogram wordt dan bepaald door de constante van Planck. Om hier meer inzicht in te krijgen, grijpen we opnieuw terug naar elektromagnetische golven, die worden gekenmerkt door hun frequentie en worden uitgezonden in energiepakketjes die fotonen heten. De constante van Planck h is een factor die het mogelijk maakt om het verband te leggen tussen de frequentie f en de energie E van fotonen, volgens de formule $E = hf$. Dus hoe hoger de frequentie van de golf, hoe meer energie die draagt. Daarom zijn ultravioletstralen veel gevaarlijker dan infraroodstralen. Anderzijds weten we ook dat elk massadeeltje m in rust een energie heeft die afhangt van zijn massa, $E = mc^2$, waarbij c staat voor de snelheid van het licht. Zo maakt de constante van Planck het mogelijk om de energie-uitwisseling tussen materie en straling uit te drukken. De waarde van de constante werd vastgesteld op $h = 6,626\,070\,15 \times 10^{-34}\text{ m}^2\text{ kg/s}$, waardoor een waarde wordt toegekend aan de kilogram, aangezien de meter m en de seconde s gekend zijn.

En zo wordt het SI geleidelijk verder opgebouwd door andere fundamentele natuurconstanten toe te voegen (fig. 6). De numerieke waarden van de constanten werden zodanig gekozen dat de continuïteit met het oude systeem wordt gewaarborgd. Deze eenheden blijven dus geworteld in de aardwetenschappen. Het nieuwe stelsel treedt in werking op 20 mei 2019, ter gelegenheid van de Werelddag voor metrologie, die de ondertekening van de Meterconventie op 20 mei 1875 herdenkt.

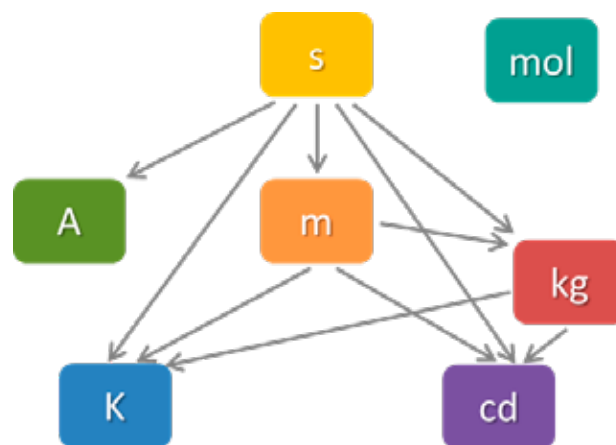


Fig. 6: Onderlinge afhankelijkheid van de eenheden in het nieuwe systeem.

Bijdrage van de Koninklijke Sterrenwacht van België

De seconde is de hoofdeenheid waarvan alle andere, behalve de mol, zijn afgeleid. Deze eenheid is meteen ook de eenheid die wordt gemeten met de laagste onzekerheid, 10^{-18} , wat betekent dat de op dit moment beste atoomklokken pas na minstens 10 miljard jaar een fout van één seconde zouden vertonen. In de praktijk wordt de seconde gekalibreerd met de gecoördineerde wereldtijd (UTC), die een gemiddelde is van ongeveer 500 atoomklokken verspreid over de hele wereld, waarvan er 4 bij de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB) staan.

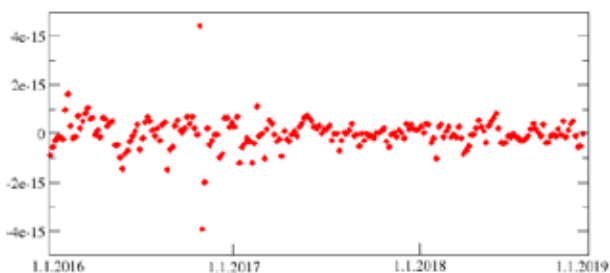


Fig. 7: Verschillen tussen de seconde van de KSB en de internationale seconde van de UTC. Het symbool e-15 verwijst naar een nauwkeurigheid tot op een miljoenste van een miljardste van een seconde.

De UTC-tijdschaal vereist echter de verzameling van klokmetingen en kan dus alleen achteraf worden berekend. Om een fysieke definitie van de seconde in real time aan gebruikers aan te bieden, houden tijdlaboratoria zoals dat van de KSB een atomaire tijdschaal bij die de UTC zo dicht mogelijk benadert. Het Internationale Bureau voor Maten en Gewichten informeert de tijdlaboratoria regelmatig over hun weergave van de seconde ten opzichte van de UTC. Bij wijze van voorbeeld toont fig. 7 de verschillen tussen de seconde weergegeven door de KSB en de internationale seconde van de UTC over de voorbije drie jaar.

Voor het definiëren van de kilogram bestaan er twee methoden. De eerste methode bestaat erin het aantal atomen in een sferisch siliciumkristal (^{28}Si) door middel van röntgenstralen te tellen, vermits $6,022\ 140\ 76\ 10^{23}$ siliciumatomen samen 28 gram wegen.

De tweede methode is de Kibblebalans, ook wel Wattbalans genoemd, waarbij het mechanische vermogen van een massa in het zwaartekrachtveld in evenwicht wordt gebracht met een elektrisch vermogen (fig. 8). Bij een gekende stroom, spanning, beweging van een spoel in een magnetisch veld en de lokale zwaartekracht wordt de massa bepaald als de hoeveelheid materie die nodig is om een bepaalde hoeveelheid elektrisch vermogen in evenwicht te brengen.

Om dit experimentele toestel te kunnen gebruiken, moet de zwaartekracht g gekend zijn, die tegenwoordig met behulp van absolute gravimeters tot op een miljardste nauwkeurig kan worden gemeten, waarbij de valtijd van een massa in een vacuüm wordt waargenomen: hoe groter de zwaartekracht, hoe sneller het voorwerp valt. Op het referentiepunt van de KSB schommelt g naargelang het seizoen tussen $9,811\ 116\ 660$ en $9,811\ 116\ 670\ \text{m/s}^2$. Deze nauwkeurighedsgraad is het resultaat van allerlei onderzoeken die al meer dan 50 jaar onder andere bij de KSB worden uitgevoerd (zie *Science Connection* 56 en 58). Er

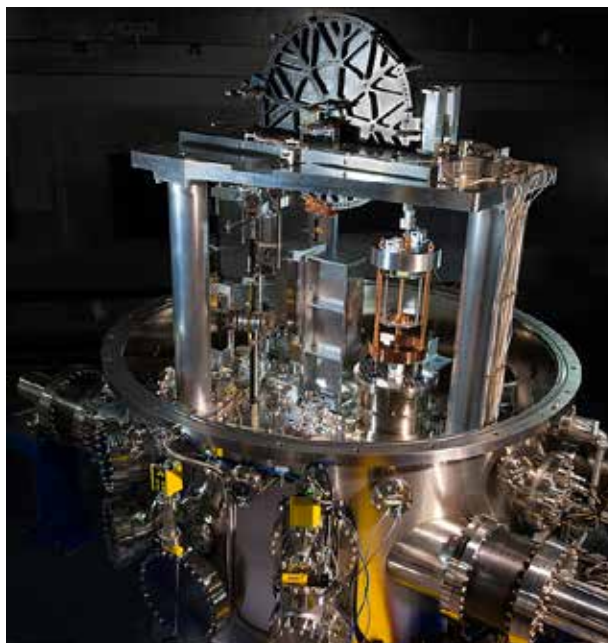


Fig. 8: Kibblebalans in het National Institute of Standards and Technology (NIST, USA). © NIST

worden regelmatige internationale vergelijkingscampagnes uitgevoerd voor die absolute gravimeters, waaronder die van de KSB, om hun coherentie en nauwkeurigheid na te gaan (fig. 9).

Vandaag worden mechanica en elektronica steeds kleiner, tot zelfs de grootte van een atoom, en vergt het gebruik van plaatsbepalingssystemen met behulp van satellieten (GPS, Galileo enz.) een nauwkeurigheid in de grootteorde van een miljardste van een seconde, terwijl de uitwisseling van goederen vereist dat in elke schakel van de keten de kilogram op dezelfde manier kan worden gereproduceerd. Het nieuwe SI komt op die manier tegemoet aan de vraag naar een grotere nauwkeurigheid en een praktische definitie van de eenheden.

Het nieuwe SI is bovendien een afspiegeling van de huidige stand van onze wetenschappelijke kennis. Zo berust het SI voortaan op een reeks fundamentele constanten. De meeste waren amper 150 jaar geleden niet gekend. Pas zeer recent werden ze met voldoende nauwkeurigheid gemeten, voordat ze nu werden vastgelegd. Het is dan ook zeer waarschijnlijk dat dit internationale maatstelsel mee zal evolueren met toekomstige belangrijke wetenschappelijke ontdekkingen en technologische ontwikkelingen. De Sterrenwacht wil hierin een rol opnemen.

Fig. 9: Vergelijking van absolute gravimeters aan de Universiteit van Luxemburg, november 2015. De pijl duidt de absolute gravimeter FG5#202 van de KSB aan. © KSB



Procesdossiers als topstukken

Laetizia Puccio

Het archief van het Rijkskamergerecht uit het Rijksarchief te Luik (1495-1806)

De dossiers van het Rijkskamergerecht behandelen duizenden processen, waarvan er meer dan 2000 worden bewaard in het Rijksarchief te Luik. Op 24 december 1944 werd deze vestiging van het Rijksarchief getroffen door een Duits bombardement dat het Luikse spoorwegnet wou vernielen. Wat blijft er vandaag nog over van de procesdossiers? Dankzij federale financiering, tussenkomst van het Fonds Baillet Latour en zes jaar opzoekingen kon een van onze origineelste en waardevolste archieven worden bewaard, gerestaureerd en gevrijwaard voor de toekomst, en dat is nu eenmaal een van de hoofdopdrachten van het Rijksarchief.

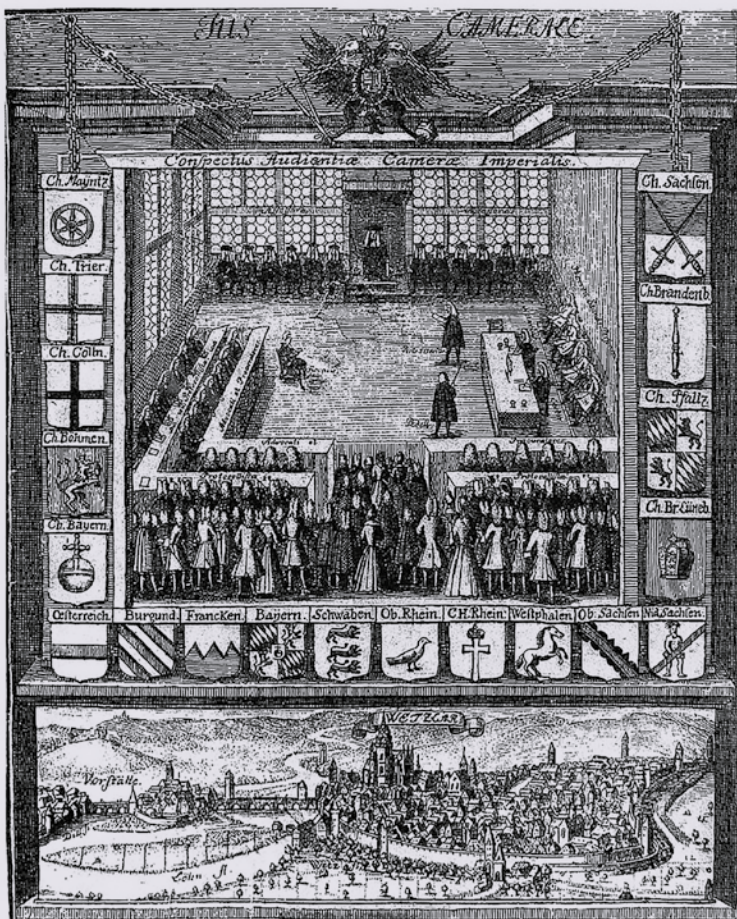
Op 1 november 1495 werd in Frankfort aan de Main het Rijkskamergerecht ingesteld. De oprichting van dit rechtscollege maakte deel uit van een globale hervorming van het Duitse Keizerrijk die datzelfde jaar tijdens de Rijksdag van Worms was ingezet door Maximiliaan van Oostenrijk (1459-1519), de latere Maximiliaan I, in samenwerking met de Rijksstanden. Het was hoofdzakelijk de bedoeling het bestuur van de keizerlijke rechtspraak te vereenvoudigen en het mogelijk te maken een belasting te heffen. Dit plan lukte toen de vorst de Eeuwige Landvrede afkondigde en een einde stelde aan de privéstrijd die de rechtspraak in het Heilig Roomse Rijk beheerste. De standen moesten voortaan hun geschillen beslechten voor een nieuw tribunaal dat voor burgerlijke zaken fungeerde als hooggerechtshof. Het Rijkskamergerecht werd afgeschaft in 1806, toen ook het Heilig Roomse Rijk der Duitse Natie verdween.

Sinds 1400 was het Duitse Keizerrijk, dat bestond uit een divers geheel aan vrijsteden en wereldlijke en kerkelijke vorstendommen, op weg om via de oprichting van *Kreitze* een federatie van soevereine heerlijkheden te worden. In 1500 gingen het prinsbisdom Luik en het abdijvorstendom Stavelot-Malmedy deel uitmaken van de Nederrijnse en Westfaalse Kreits. De banden met het Keizerrijk werden aangehaald en beide grondgebieden vielen overduidelijk onder de bevoegdheid van het Rijkskamergerecht. Vanuit politiek en juridisch oogpunt was in het prinsdom Luik het hooggerechtshof van de Luikse schepenen veruit de voornaamste rechtbank. De Luikse schepenen verzetten zich heftig tegen de nieuwe rechtbank die hun een van hun prerogatiieven zou afnemen. Voornamelijk in de 16de eeuw verleende de Keizer het privilege *de non appellando* (voorwaarden waaronder de beroepsmogelijkheden werden ingeperkt). Die restricties hebben echter niet kunnen verhinderen dat Luikenaars en andere inwoners uit onze contreien beroep hebben gedaan op het Rijkskamergerecht. Daarvan getuigen de meer dan 3000 gearchiveerde dossiers die in de 19de en 20ste eeuw werden overgebracht naar het Rijksarchief.

Het archief van het Rijkskamergerecht

De procesdossiers van het Rijkskamergerecht werden reeds initieel systematisch geïnventariseerd, waardoor we nu over een waardevol instrument beschikken om dit erfgoed te herontdekken. Bovendien is de gerechtelijke procedure doorheen de tijd vrij stabiel gebleven en beschikt de onderzoeker over het onschatbare voordeel dat ze volledig werd opgetekend.

Van zodra een zaak werd geopend, maakte de verslaggever een zeer gedetailleerd schriftelijk protocol waarin werd aangegeven waarover het



Zetelende rechtbank van het Rijkskamergerecht.
© Gesellschaft für Reichskammergerichtsforschung



Wetzlar-catalogus bewaard in het Rijksarchief te Luik. © Rijksarchief

proces ging en welke de bewijsstukken waren. Hij bracht juridische argumenten naar voren en stelde een beslissing voor waarover gestemd werd. De advocaten maakten hun pleidooien en de bewijzen in het voordeel van hun cliënt schriftelijk over. De rechtbank kon mondeling worden toegesproken om de procedure te versnellen, maar alles werd netjes opgetekend. Indien het om een beroepsprocedure ging, kon het Rijkskamergerecht van vorige hoven de akten van eerste aanleg opvragen die dan meestal in boekvorm werden opgestuurd. De vonnissen werden apart opgetekend en werden bewaard in het zogenaamde 'ondeelbare' archiefbestand van het Rijkskamergerecht, dat zich nu bij het *Bundesarchiv* in Berlijn bevindt.

Telkens de rechtbank verplaatst werd, verhuisde ook het archief van het Rijkskamergerecht. In de 18de eeuw was het verdeeld over Wetzlar, Frankfort en Aschaffenburg, tot het in 1806 werd bijeengebracht in Wetzlar. In die kleine Duitse stad werden op dat ogenblik 77.800 procesdossiers bewaard, waarvan archivariissen van het Rijkskamergerecht een algemeen repertorium begonnen aan te leggen: de 'Wetzlar-catalogus'. Dit register werd gebaseerd op de beknopte beschrijving in het protocol dat ieder dossier voorafgaat. Van 1847 tot 1852 heeft de *Reichskammergericht-Archivkommission* de dossiers geselecteerd op basis van deze eerste inventaris, die is gestructureerd per land van oorsprong van de pleiters. De catalogus en de procedures werden vervolgens overgemaakt aan de soevereine Staten, die de rechtsopvolgers waren van de grondgebieden van het Heilig Roomse Rijk. Ongeveer vijftig archiefdiensten in Duitsland en elders in Europa bezitten vandaag deze waardevolle documenten. Van de 19de eeuw tot een heropleving van de geschiedschrijving in de tweede helft van de 20ste eeuw werden deze bronnen slechts door een beperkt aantal onderzoekers bestudeerd.

De 'Luikse verwickelingen'

Om de geschiedenis te reconstrueren van de verwerving van de procesdossiers van het Rijkskamergerecht van Wetzlar die worden bewaard in het Rijksarchief moet worden gekeken naar de briefwisseling en de aanwervingsregisters van het Algemeen Rijksarchief en het Rijksarchief te Luik. Tien jaar na de onafhankelijkheid van België, op 20 juli 1840, vestigde de eerste algemeen rijksarchivaris, Louis-Prosper Gachard, de aandacht van de minister van Buitenlandse Zaken op het feit dat



Zeldzame foto van het Rijksarchief te Luik na het bombardement van 1944 (Rijksarchief te Luik, Centraal dossier). © Rijksarchief

de akten met de procedures moesten worden opgeëist. Op 29 mei 1865 stemde de Duitse Rijksdag in met hun overbrenging. De dossiers die naar België vertrokken werden geordend en geïnventariseerd in alfabetische volgorde, op naam van personen en instellingen. In totaal werden 2785 procesdossiers in vijftientig kisten overgebracht naar Keulen. Van daar brachten de Belgische spoorwegen ze op 13 oktober 1856 via Verviers naar Brussel. Op 17 augustus 1857 richtte Gachard zich opnieuw tot de minister om uit te leggen waarom het archief naar het Rijksarchief te Luik moest worden overgebracht, namelijk omdat de meeste processen gingen over het prinsdom Luik. Op 28 september 1857 werd archivaris Mathieu-Lambert Polain van deze beslissing op de hoogte gebracht. Twee dagen later kwam het archief aan in het Rijksarchief te Luik.

In 1856 maakte Malmedy krachtens het Verdrag van Wenen van 1815 nog steeds deel uit van het Pruisische rijk. De documenten over het grondgebied Malmedy van het abdijsvorstendom Stavelot reisden dus niet mee en werden niet opgenomen in het Belgische register. Pas in augustus 1948 werden 148 processen die gingen over de territoria die in 1919 bij België werden aangehecht overgebracht van het *Staatsarchiv Düsseldorf* naar het Rijksarchief te Luik. In 1983 en 1996 werden nog zeven andere dossiers overgemaakt, respectievelijk vanuit Düsseldorf en Stuttgart. Ook 74 onvolledige procesbundels die niet vermeld stonden in de Wetzlar-inventaris, hoewel ze gingen over 'Belgen', werden op dat ogenblik naar het Rijksarchief gebracht.



Maaskade te Luik in 1661 (Rijksarchief te Luik, Bestand Wetzlar, proces nr. 1553). © Rijksarchief



Verkoolde archiefbundel (Rijksarchief te Luik, Bestand Wetzlar, proces nr. 360). © Rijksarchief



Kaart van een procesdossier van de 18de eeuw dat dankzij steun van het Fonds Baillet Latour gerestaureerd werd (Rijksarchief te Luik, Fonds Wetzlar). © Rijksarchief

Het betrof in feite processen die aan het einde van de 18de eeuw nog lopende waren, op het ogenblik dat Frankrijk het prinsdom Luik binnenviel. Er was dus beroep gedaan op het Rijkskamergerecht, maar de zaak was nog niet beslecht. Tussen 1807 en 1812 blijken deze dossiers te zijn verstuurd naar het Keizerlijk Hof in Luik (dat was de naam die het Hof van Beroep had ten tijde van Napoleon), alvorens te worden overgebracht naar het Rijksarchief.

‘Virtueel’ bestond het Luikse archiefbestand van het Rijkskamergerecht uit 3051 procesdossiers, maar de tragische gebeurtenissen van kerstmis 1944 beslisten er anders over... Aan de vooravond van de bevrijding van Luik, op 24 december 1944, in volle von Rundstedt-offensief, werd het Luikse spoorwegnet door de Duitsers gebombardeerd en een van de magazijnen van het Rijksarchief werd daarbij getroffen. Bij de ancien régime-archieven die er werden bewaard, zaten ook de procesdossiers van Wetzlar. Door brand, bluswater en sneeuw van de strenge winter ging meer dan de helft van het bestand verloren. En dit is slechts een raming, want gezien de toestand waarin de documenten werden bewaard, had tot vóór het begin van de 21ste eeuw geen nauwkeurige inventarisering plaatsgehad. Voor de periode 1944-2012 geeft een bondige inventaris een lijst met de dossiernummers die gespaard gebleven zijn en die dus kunnen worden geraadpleegd: het gaat om ongeveer een derde van het archiefbestand. Omdat het echter niet mogelijk was de rechtszaken exhaustief te bestuderen, werden vele onderzoekers afgeschrikt. De dossiers werden de voorbije zeventig jaar dan ook slechts zelden in de leeszaal opgevraagd.

De inventariserings- en restauratieprojecten

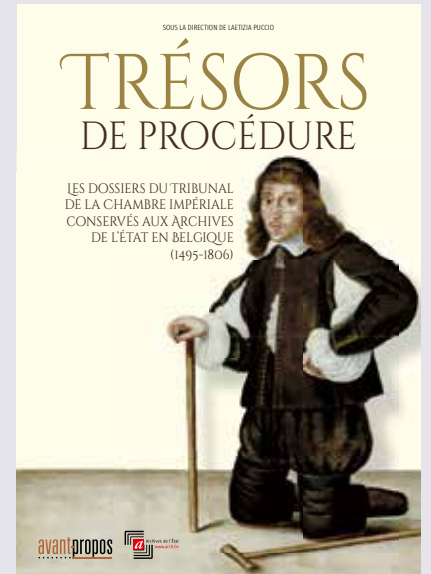
Meerdere stappen moesten worden gezet om het Luikse Rijkskamergerechtarchief weer tot leven te brengen. In 2012 ging een project van start dat werd gesteund door het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo). Er waren uiteindelijk drie jaar nodig om het gehele bestand te herordenen. Eerst werd de ‘Wetzlar-catalogus’, waarin de 2785 Luikse dossiers zijn samengevat, vertaald van het Latijn naar het Frans en ingevoerd in een databank. Dit biedt het dubbele voordeel dat de databank kan worden omgezet in een inventaris die beantwoordt aan de vormelijke vereisten en normen van het Rijksarchief en dat ze van onschatbare waarde is voor het identificeren van de verkoolde resten van archieven waarvan naam, oorsprong, datum, voorwerp van het geschil en dossiernummer stonden opgetekend in het repertorium dat nu vertaald is. Zonder deze waardevolle tool zou de laatste en belangrijkste fase van het project, namelijk de identificatie van de beschadigde documenten en processtukken, veel langer geduurd hebben of had ze zelfs niet gerealiseerd kunnen worden.



Tekening van het retabel van Sint-Remaclus van Stavelot, uit 1666 (Rijksarchief te Luik, Bestand Wetzlar, proces nr. 1148).
© Rijksarchief



Gevel van een huis te Vinave d'Île in 1660 (Rijksarchief te Luik, Bestand Wetzlar, proces nr. 2516).
© Rijksarchief



Cover van het boek *Trésors de procédure*.

Na drie jaar kon de inventaris nog niet gepubliceerd worden, want 10% van de dossiers was in zeer slechte staat, verkoold, niet identificeerbaar en nauwelijks hanteerbaar. Voor het Rijksarchief was de missie dus slechts ten dele geslaagd. Restauratie van documenten op papier of perkament, evenals van zegels, is immers een van de conserveringsplichten van het Rijksarchief. Het Rijksarchief grijpt in wanneer acties voor preventieve conservering het niet mogelijk maken het archief in een bevredigende materiële staat te houden of, zoals in het geval van het Luikse archiefbestand, het te beschermen bij meer rampzalige gebeurtenissen. De restaurateurs moeten een gedetailleerd technisch verslag voorleggen over hun tussenkomsten, zodat kan worden gegarandeerd dat de restauratie optimaal gebeurt, overeenkomstig drie criteria: dat het originele stuk geenszins gewijzigd wordt, dat de leesbaarheid wordt bevorderd en dat de restauratie steeds omkeerbaar blijft.

In 2015 diende het Rijksarchief een subsidieaanvraag in bij het Fonds Baillet Latour, dat sinds 2002 een actieprogramma financiert voor het redden en vrijwaren van belangrijke stukken uit het Belgisch roerend erfgoed. Ter ondersteuning van het dossier konden we waardevolle documentatie voorleggen: de procesdossiers zijn immers ware kunstschatten. De advocaten van het Rijkskamergerecht ondersteunden hun pleidooien met bewijsmateriaal waarvan de esthetiek en de iconografie niemand onberoerd laten. Met deze argumentatie en gezien de rijkdom, de ouderdom en de geschiedkundige waarde van deze bronnen bekwam het Rijksarchief te Luik een immens budget, waarmee van 2016 tot 2018 in twee fasen kon worden overgegaan tot de restauratie van een belangrijk deel van het archief. De restauratie spitte zich eerst toe op de eigenlijke dossiers. Deze fase werd volledig toevertrouwd aan Michel Fassin, die al meer dan dertig jaar boeken en papieren documenten restaureert. Hij werkte aan zowat 25.000 vellen uit het archief van het Rijkskamergerecht, waarvan 200 op perkament. Op basis van de nieuwe ordening waarmee in 2012 was begonnen, werd een lijst opgesteld van 50 'opmerkelijke stukken'. Een aantal hiervan waren reeds gekend, andere waren nog nooit vertoond, maar allemaal moesten ze worden gerestaureerd. Zowat 28 stukken kregen bijzondere zorg en werden toevertrouwd aan twee onafhankelijke restauratieateliers, het ene in Luik (Artbee) en het andere in Poperinge (Whyart). De stukken werden ook gedigitaliseerd en zullen kunnen worden geraadpleegd in de leeszalen van het Rijksar-

chief. Naast stambomen, boekjes bekleed met perkament, kaarten en plattegronden zitten in de procesdossiers ook zeer mooie tekeningen, waaronder het beroemde retabel van Stavelot.

Vandaag kan eindelijk de balans worden opgemaakt van de situatie zoals ze zich aan het einde van de oorlog aandiende. Van de 3051 dossiers waaruit het archief van het Rijkskamergerecht had moeten bestaan, is twee derde overgebleven en is een derde definitief verloren gegaan. In de loop van 2019 zal de inventaris van het archief van het Rijkskamergerecht, bewaard in het Rijksarchief te Luik, online raadpleegbaar worden. En in oktober 2019 zullen in Luik over dit onderwerp een studiedag en een tentoonstelling worden georganiseerd. In afwachting kan je het verhaal van dit archief, enkele spraakmakende processen en een paar zeer mooie 'topstukken' ontdekken in een boek dat met steun van het Fonds Baillet Latour werd uitgegeven bij Avant-Propos.

De auteur

Laetizia Puccio is doctor in de Geschiedenis en assistente bij het Rijksarchief. Ze werkte van 2012 tot 2015 op het project rond het archief van het Rijkskamergerecht, gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo).

Meer

Puccio Laetizia (o.l.v.), *Trésors de procédure. Les dossiers du Tribunal de la Chambre impériale conservés aux Archives de l'État en Belgique (1495-1806)*, Brussel, Éditions Avant-Propos.

Website van het Rijksarchief: www.arch.be



De Planeterrella

Aurora binnen handbereik

Karolien Lefever
en het STCE-team

Weinig natuurfenomenen spreken zo tot de verbeelding als de aurora borealis. Het noorderlicht met eigen ogen zien staat ongetwijfeld op de *bucket list* van heel wat reizigers en het is dan ook iets dat je nooit zal vergeten. Al duizenden jaren doen tal van volksverhalen en legendes over poollicht de ronde. Het onbegrip over het ontstaan van het fenomeen boezemde mensen angst in en werd door de noordelijke volkeren vaak gelinkt aan de dood. Pas iets meer dan een eeuw geleden is de mensheid er voor het eerst in geslaagd het mechanisme achter dit mysterieuze lichtspel bloot te leggen. De Noorse wetenschapper Kristian Birkeland ontwierp een experiment dat de basis zou leggen voor onze kennis over het ontstaan van poollicht, lang voordat we de werking van de zon en haar interacties met onze aarde, diens atmosfeer en magnetisch veld onder de knie hadden. Een eeuw later herontdekte een andere wetenschapper, de Fransman Jean Lilensten, dit historisch experiment. Hij moderniseerde het om het aan het grote publiek te kunnen voorstellen. Het experiment in kwestie is de *planeterrella*, waarvan het Solar-Terrestrial Centre of Excellence (STCE) in Ukkel intussen twee exemplaren ontwikkelde.

Kristian Birkeland

Het poollicht werd pas vanaf de 17de eeuw vanuit een wetenschappelijk perspectief bestudeerd. De Franse astronoom Pierre Gassendi (1592-1655) en de Engelsman Edmund Halley (1656-1742) waren voorlopers, maar men moest uiteindelijk wachten op de Noorse Kristian Birkeland om de basis van het ontstaan van het poollicht te begrijpen.

Olaf Kristian Bernhard Birkeland werd op 13 december 1867 geboren in Oslo, Noorwegen. Van kindsbeen af aangetrokken door de wetenschap studeerde hij fysica en werd op 31-jarige leeftijd door Koning Oscar II benoemd tot professor in de fysica aan de Universiteit van Oslo. Ondanks het feit dat het noorderlicht regelmatig aanwezig was in zijn omgeving ontwikkelde Birkeland pas vanaf 1895 een wetenschappelijke interesse in het fenomeen. Hij leidde drie expedities naar het noorden van Noorwegen om het te bestuderen en stichtte het eerste permanente observatorium op de Haddle-berg, een bevoorrechte locatie op bijna 1000 meter hoogte en op 70° breedte, boven de poolcirkel, waar de kans om poollicht te zien het grootst is. Naast het noorderlicht bestudeerde Birkeland ook komeetstaarten, de ringen van Saturnus, en het zodiakaal licht.

Birkelands terrella

In 1901 begon Birkeland te werken aan de *terrella*. Hij legde de link tussen de activiteit van zonnevlekken en het verschijnen van noorderlicht. De Noorse fysicus voelde intuïtief aan dat er een vorm van interactie bestond tussen de zon en het magnetisme dat door de kern van de aarde werd gegenereerd. Zijn specialisatie in elektriciteit en magnetisme leidde tot de realisatie van een miniatuur-aarde die hij de *terrella* ('kleine aarde' in het Latijn) doopte.

De *terrella* is in werkelijkheid een elektrisch geleidende metalen sfeer waarin zich een kleine staaftmagneet bevindt, met een noord- en zuidpool, geplaatst in een vacuümkamer die Birkeland als het ruimtevacuüm beschouwde. Binnen deze lege ruimte stuurde hij een sterke stroom elektronen (men sprak toen van kathodestrallen). Natuurlijk is in deze 'lege' ruimte de leegte echter niet absoluut, er is nog steeds een kleine hoeveelheid lucht. Door een gelukkig toeval reproduceerde Birkeland de bovenste laag van de aardse atmosfeer (ongeveer 70 km boven de zeespiegel) met precies de juiste atmosferische druk; net iets meer of minder en het experiment zou geen enkel relevant resultaat opleveren hebben.

Zodra het experiment zich in absolute duisternis bevond, observeerden Birkeland en zijn assistent de gloed rondom de *terrella*. De wetenschappers merkten op dat de noord- en zuidpool van hun model gespaard bleef en dat het poollicht enkel in een ring daarrond voorkwam. Ze constateerden dat de gloed die in de vacuümkamer verscheen het pad aanduidde dat gevolgd werd door de elektrische deeltjes langsheen de magnetische veldlijnen, maar ze waren niet in staat – met de wetenschappelijke middelen van die tijd – om te begrijpen en te verklaren wat er zich voor hun ogen voltrok.

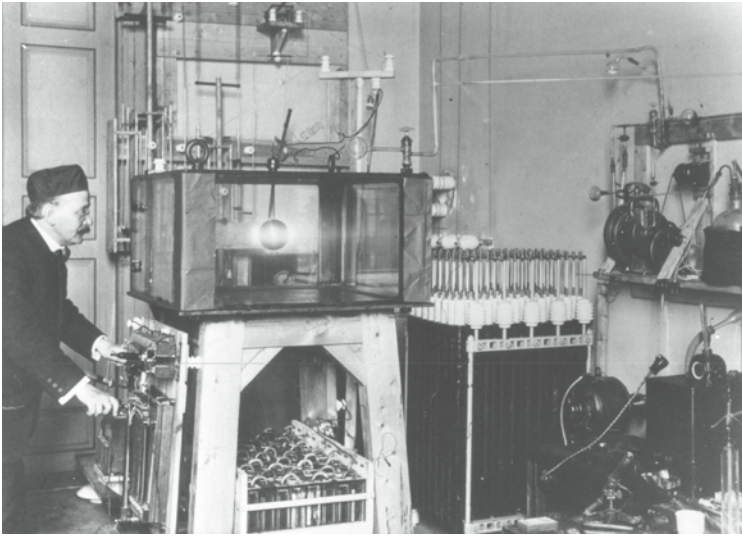


Birkeland in zijn laboratorium rond 1900

Natuurlijk geeft de *terrella* slechts een glimp weer van de invloeden tussen de zon en het magnetisme van de planeet aarde, maar het toont in elk geval de fameuze ovale zones waarin het poollicht waargenomen kan worden. Het duurde ongeveer een eeuw voordat de eerste satellietbeelden van de polen van de aarde de waarnemingen van Birkeland bevestigden.

Het mechanisme achter het poollicht

Het ontstaansmechanisme van het poollicht is zeer complex. Het wordt veroorzaakt door de wisselwerking van de zonnwind met het magnetisch schild rond de aarde, de magnetosfeer. Die wisselwerking geeft aanleiding tot veranderingen in de elektrische en magnetische velden rondom de aarde. Daardoor worden er elektronen uit de magnetosfeer naar de aarde toe versneld. Die elektronen botsen met de atomen in de bovenste lagen van de atmosfeer. Hierdoor krijgen ze extra energie, die ze zo snel mogelijk terug kwijt willen. Het atoom geeft deze energie af in de vorm van licht: het poollicht dat je 's nachts kan waarnemen. Hoe sterker de zonneactiviteit, hoe variabelere zonnwind, en hoe meer het poollichtverschijnsel – dat in feite permanent is – dynamische opflakeringen



De *terrella* in werking in het laboratorium van Birkeland.



Poollicht boven Skibotn, Noorwegen. Foto genomen door BIRA-wetenschapper Gaël Cessateur op 7 maart 2019 (Canon 6D, 14 mm, F / 2.8, belichtingstijd 15s).



Jean Liliensten en zijn *planetterrella*.



Het logo van het *planetterrella*-project

vertoont en ook op lagere breedtegraden zichtbaar wordt. De energie van de elektronen die de atmosfeer bombarderen bepaalt op welke hoogte het meeste licht wordt uitgezonden. Omdat de samenstelling van de atmosfeer verandert met de hoogte, betekent dit dat de kleur van het poollicht eveneens wijzigt. Zo betekenen groen en rood licht – de meest voorkomende kleuren bij het poollicht – dat er atomair zuurstof aanwezig is tussen 100 en 250 kilometer hoogte. Het paars (of roze) is een symptoom van de aanwezigheid van moleculair stikstof tussen 70 en 100 kilometer hoogte.

De planetterrella

Birkeland bouwde zijn *terrella*'s in Noorwegen. Andere *terrella*'s zagen een beetje overal in Europa het daglicht. Allen raakten in vergetelheid, zelfs die van Birkeland... Tot op het moment dat Jean Liliensten, onderzoeksdirecteur aan het Centre national de la recherche scientifique (CNRS), het een eeuw later een moderne make-over gaf. Jean Liliensten werkt aan het Instituut voor Planetologie en Astrofysica van Grenoble (IPAG) en is één van de pioniers van ruimteweer in Europa, waardoor hij in het kader van zijn functie vaak de regio's rond de poolcirkel bezocht om er het noorderlicht te bestuderen. Tijdens een van die zendingen hoorde hij spreken over de restauratie van, naar men vermoedt, de laatste door Birkeland ontwikkelde *terrella* door een lokale ingenieur en specialist in de geschiedenis der wetenschappen, Terje Brundtland. Na het bijwonen van een demonstratie van deze historische *terrella*, droomde hij ervan een vergelijkbaar toestel te ontwikkelen. Aan de hand van gerecupereerde onderdelen start hij met de realisatie van de eerste moderne *terrella*. Al snel verbeterde hij het originele experiment, voegt een tweede bol toe en vindt heel wat andere configuraties uit. Zo is het mogelijk om het poollicht van Uranus en Neptunus te simuleren, of de invloed van Ganymedes – de grootste maan van Jupiter – op de planeet Jupiter, of algemener alle interacties tussen sterren en hun planeten die in het bezit zijn van een magnetisch veld, en dus ook het poollicht op aarde. Het experiment werd uiteindelijk *planetterrella* gedoopt, als eerbetoon aan Kristian Birkeland.

Gaandeweg betreft hij ook enkele vrienden en collega's in het experiment, waaronder ook Cyril Simon die de opstelling tijdens zijn verblijf als wetenschapper aan het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA) naar het Plateau van Ukkel brengt. Dit eerste experiment, dat tot op de dag van vandaag gebruikt wordt voor wetenschappelijke doeleinden, was zo'n succes dat er al gauw een tweede versie volgde, ontwikkeld voor puur educatieve doeleinden. Deze kan vanaf heden bewonderd worden in het Planetarium van Brussel.

Bewonder het noorderlicht live in Brussel

De *planetterrella* in het Planetarium werd gebouwd door het STCE op basis van de plannen van Jean Liliensten, en in het bijzonder door de intussen gepensioneerde Eddy Equeter van het BIRA. Wetenschappers van het BIRA zijn actief in verschillende domeinen van het poollichtonderzoek, en zij waren daarom bijzonder geïnteresseerd in de *planetterrella*. Het STCE verenigt de expertise van wetenschappers van de drie federale wetenschappelijke instituten in Ukkel (het BIRA, de Koninklijke Sterrenwacht van België en het Koninklijk Meteorologisch Instituut) op vlak van de interacties tussen de ruimte, de zon en de aarde.

De *planetterrella* bestaat uit een glazen koepel, waar we met een vacuümpomp (bijna) alle lucht uitzuigen: er blijft een heel ijl neutraal gas over. Onder deze glazen koepel bevinden zich twee sferen (een grote en een kleine) en een staafje. Deze drie metalen objecten kunnen fungeren als elektroden. Om de *planetterrella* te laten werken heeft men

een positief geladen kathode en een negatief geladen anode nodig. Als anode kiest men de sfeer die de aarde moet nabootsen; als kathode kiest men hetzij het metalen staafje, hetzij de tweede sfeer. In beide sferen zit een staafmagneet met een duidelijke noord- en zuidpool.

Door een hoogspanning van 500 à 1000 Volt op deze elektroden aan te sluiten ontstaat een elektrisch spanningsverschil. Het spanningsverschil zorgt ervoor dat negatief geladen elektronen van de negatieve elektrode loskomen en naar de positieve elektrode bewegen. Terwijl ze naar de positieve elektrode bewegen krijgen ze extra energie – tot 500 à 1000 Volt – waardoor ze sneller vliegen en botsen met de enkele lucht-moleculen die nog in de planeterrella aanwezig zijn. Deze moleculen springen hierdoor naar een hogere energietoestand. Bij het terugvallen naar hun normale energietoestand geven ze licht. Elke soort molecule heeft zijn eigen specifieke kleuren. In de planeterrella zit meestal gewone lucht (moleculair stikstof en zuurstof) en dat leidt tot een paarse kleur. Simulaties van atmosferen met een andere chemische samenstelling zijn echter ook mogelijk en die kunnen andere kleuren tevoorschijn toveren.

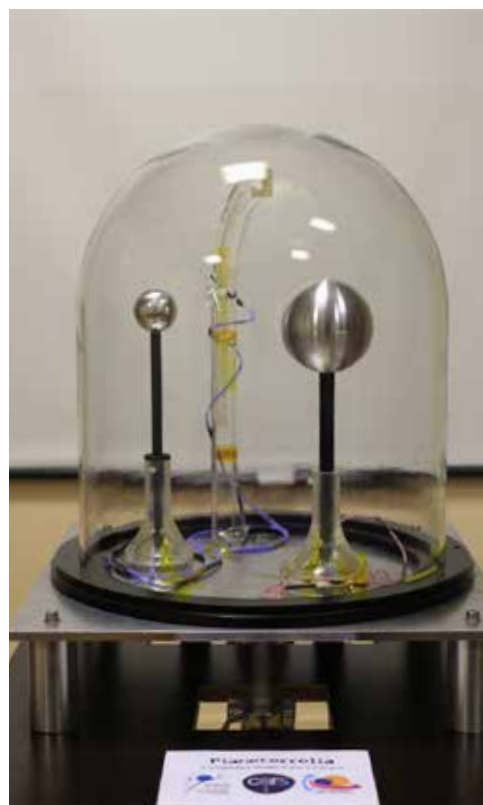
Nu is er in de planeterrella nog iets bijkomend aan het werk. In de elektroden van de planeterrella zit er een magneet. De versnellende elektronen volgen de magnetische veldlijnen, en daardoor wordt het lichtschijnsel geconcentreerd. En dat is precies wat er in het magneetveld rond de aarde gebeurt. De bron van elektronen in de aardse magnetosfeer bevindt zich doorgaans in de magnetostaart, te vergelijken met een komeetstaart die zich achter de aarde bevindt en van de zon weg wijst. Deze bron is extra sterk tijdens geomagnetische stormen. Door de dipool-vorm van het aardmagnetisch veld komen deze elektronen terecht in twee ringvormige gebieden rond de aardmagnetische polen, de zogenaamde poollicht-ovalen, ééntje voor het noorderlicht, ééntje voor het zuiderlicht.

Al deze effecten maken deel uit van het ruimteweer: de zon beïnvloedt de omgeving van de aarde, soms met nefaste gevolgen voor ruimte-tuigen en astronauten, soms ook met negatieve gevolgen op het aardoppervlak, maar tegelijk met prachtige verschijnselen zoals het poollicht.

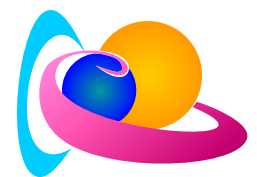
De *planeterrella* is niet alleen relevant op wetenschappelijk vlak, maar is ook spectaculair om te zien... en kleurrijk! Rond de magnetische sferen vormt zich een gloed met paarse en rode tinten, wat het geheel een esthetisch, zelfs artistiek aspect geeft. Kom zeker eens langs op het Planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht aan de Heizel om het live te bewonderen! Poollicht in Brussel, dat zie je niet elke dag!



De Planeterrella tijdens zijn installatie in Courrières (2017).



De Planeterrella van het Solar-Terrestrial Centre of Excellence in Ukkel, nu te bewonderen in het Planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht van België aan de Heizel.



Het logo van het STCE

Bronnen

Met dank aan Simon Lericque (GAAC). Naar aanleiding van onze samenwerking in het kader van de Astronomiques de Courrières schreef hij een artikel over de Planeterrella in 'La porte des étoiles n°37' (<http://astrogaac.fr/index.php?id=22>), op basis waarvan dit artikel geschreven werd.

Website van de planeterrella:

<http://planeterrella.osug.fr>

Website van het Planetarium:

<http://planetarium.be>

Website van het STCE:

<http://www.stce.be>

De auteur

Karolien Lefever is diensthoofd communicatie van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie.

Het STCE is bij uitstek het Belgische Zon-Ruimte-Aarde centrum. Wetenschappers proberen de zon te begrijpen en te voorspellen hoe zonneuitbarstingen door de ruimte reizen en de aarde beïnvloeden. De onderzoekers gebruiken hiervoor een schare satellieten en telescopen, die ze zelfs mee helpen ontwikkelen. Het STCE staat echter niet alleen, het werkt samen met bedrijven uit binnen- en buitenland, met universiteiten en andere wetenschappelijke instellingen.



Botten van neanderthalers gevonden in de grot van Spy © KBIN

Eerste moderne mensen in Europa hadden grotere ecologische voetafdruk dan neanderthalers

De eerste moderne mensen in Europa brachten zo'n 40.000 jaar geleden al ecosystemen aan het wankelen. Vooral de mammoetpopulaties kalfden drastisch af sinds onze komst. Dat blijkt uit een nieuwe studie op botten van neanderthalers, moderne mensen en dieren uit de Belgische grotten van Spy en Goyet. Ook de laatste neanderthalers aten vooral mammoet, maar de populaties van de ijstijdreus bleven stabiel.

Hoe komt het dat neanderthalers zo'n 40.000 jaar geleden verdwenen en wij, moderne mensen, daarna alleenheerser werden? Wetenschappers zoeken al decennia naar verklaringen, onder meer in een verschillend eetpatroon en

in verschillen in mobiliteit. Een nieuwe studie in *Scientific Reports*⁽¹⁾ laat alvast zien dat beide mensensoorten hetzelfde aten, vooral mammoet en rendier, maar dat de moderne mens veel intensiever joeg. En dat hij minder 'rond de kerktoren' bleef.

Twee Belgische grotten, in de buurt van Namen, zijn cruciaal om het einde van de neanderthaler te begrijpen: Spy en Goyet. Daar zijn fossielen van enkele van de laatste neanderthalers gevonden, tussen 40.000 en 45.000 jaar oud. De grot van Goyet is zelfs uniek in de wereld, omdat ze ook resten van vroege moderne mensen opleverde. Samen met botten van vroege *Homo sapiens* uit twee Duitse

Mammoeten © KBIN



vindplaatsen had een internationaal onderzoeksteam, met onder meer wetenschappers van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, mooi vergelijkingsmateriaal in handen.

Zelfde menu

De wetenschappers analyseerden de koolstof- en stikstofisotopen in het botcollageen om te achterhalen wat mens en dier aten. Wat blijkt: neanderthalers hadden hetzelfde voedingspatroon als moderne mensen. Ze aten hoofdzakelijk mammoet en rendier. Daarnaast stond bij beide groepen ook wel wolharige neushoorn op het menu, af en toe een paard of bizon en een zeldzame keer een holenbeer. 'We zien weinig verschillen in het eetpatroon van de neanderthalers en de eerste moderne mensen in onze streken', zegt paleontoloog Mietje Germonpré (KBIN), die voor deze studie de megafauna onder de loep nam. 'Dus de neanderthalers zijn wellicht niet verdwenen door een minder uitgebreid voedingspatroon, zoals vaak wordt gedacht.'

Grotere ecologische voetafdruk

De onderzoekers zagen aan de isotopensamenstelling van de grazers dat de mammoetpopulatie nog op peil was ten tijde van de neanderthalers. 'Maar dat veranderde drastisch met de komst van de moderne mens naar Europa', zegt Germonpré. '*Homo sapiens* joegen veel intensiever op mammoeten. We zien dat de menselijke invloed op het ecosysteem groter werd zodra de moderne mens zich in Europa gevestigd had. De mammoetpopulaties begonnen te lijden onder de bejagingsdruk en de paarden namen de ecologische niche van de mammoeten in.'

Mobielere mens

Het stabiele isotoop van zwavel in het botcollageen vertelt ons hoe de plaatselijke ondergrond was samengesteld en werkt als een 'tracker': wetenschappers kunnen eruit afleiden of mens en dier lokaal waren of van elders kwamen. De neanderthalers van Spy bleven ter plaatse en joegen in

de directe omgeving van de vindplaats. Maar de neanderthalers van Goyet haalden hun prooien van buiten het lokale ecosysteem, of anders gezegd: ze kwamen van een andere regio. Hier speelt misschien een opmerkelijk scenario mee: de botten van de neanderthalers van Goyet vertonen sporen van kannibalisme, zoals uit een studie in 2016⁽²⁾ bleek. Insnijdingen, inkepingen en inslagen wijzen erop dat de menselijke resten gevuld zijn en de botten gekraakt werden voor het voedzame beenmerg. Veel vragen over deze zaak blijven open, maar het valt de onderzoekers op dat juist de niet-lokale neanderthalers slachtoffer werden van kannibalisme.

De neanderthalers van Spy en die van Goyet bleken op basis van de waarden van de zwavelisotopen homogene groepen te vormen. Er waren weinig individuele verschillen. De moderne mensen van Goyet laten onderling wél verschillen optekenen in hun verplaatsingsgeschiedenis. De onderzoekers vermoeden dat de moderne mens een gevarieerder en sterker regionaal netwerk had. Het lijkt erop dat individuen zich bij andere groepen aansloten en zo meer ideeën konden uitwisselen. Misschien was dat wel het belangrijkste wat moderne mensen voor hadden op neanderthalers.

Melktand van een mammoetkalf uit de grot van Goyet © KBIN



Mietje Germonpré met een melktand van een mammoetkalf © KBIN



Referenties

- (1) www.nature.com/articles/s41598-019-41033-3
- (2) www.naturalsciences.be/nl/news/item/5986

De kleine bomen door het bos zien

Wannes Hubau, Tom De Mil,
Bhély Angoboy Ilondea,
Hans Beeckman en Eline Sciôt

Kleine bomen behoren tot de oudste van het Congolese regenwoud en zijn cruciaal voor koolstofopslag op lange termijn

Woudreuzen werden lange tijd beschouwd als de oudste bomen van het Congolese regenwoud. Wetenschappers van het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (KMMA), het Congolese Instituut voor Landbouwonderzoek en een internationaal consortium van onderzoeksinstituten ontdekten echter dat kleine bomen gemiddeld langer leven dan de grote kanjers. Dat betekent dat ze langduriger koolstof vasthouden en dat heeft belangrijke gevolgen voor het bosbeleid.

Archieven in de jungle

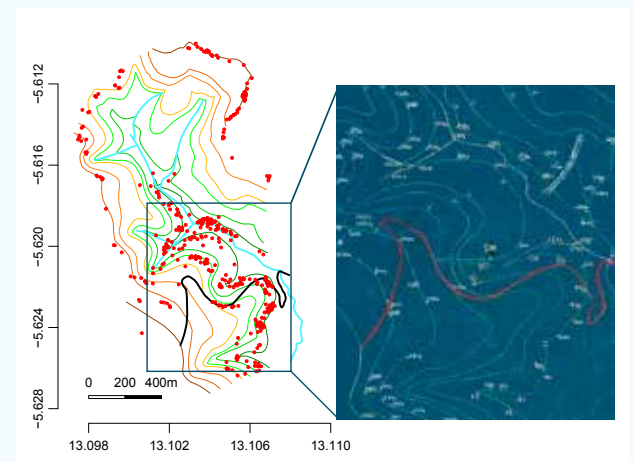
Het vergeten archief van het Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomique (INERA), diep in de jungle van het Luki-reservaat in het zuidwesten van de Democratische Republiek Congo, lag aan de basis van dit onderzoek. Een bonte verzameling rapporten, artikels, tabellen en kaarten onder een dikke laag stof bleek een schat aan botanische waarnemingen te bevatten van tijdens de koloniale periode. Zo kwamen boscologen van het KMMA het 'Nkula-park' op het spoor: een vergeten onderzoeksgebied van 174 hectare in het stroombed van de Nkula-rivier in het hart van het reservaat. In dit park, aangelegd onder leiding van botanicus Léon Toussaint in 1947, werd het groei-ritme van zo'n 6315 bomen nauwkeurig opgevolgd. Via 29,2 km aangelegde observatiepaden waren de met een metalen identificatieplaatje genummerde bomen vlot bereikbaar.

Van 1948 tot 1957 voerde men jaarlijkse diametermetingen uit op alle gemerkte bomen. Het meetpunt op een hoogte van 1,3 m werd met loodhoudende verf gemarkeerd. De wetenschappers legden ook de boomsterfte nauwkeurig vast, en voerden wekelijks zogenaamde 'fenologische' waarnemingen uit. Men noteerde voor alle 6315 bomen het moment van knopvorming, uitbotten, bloei, vruchtvorming, zaadverspreiding en bladval, om het groei-ritme beter te kunnen begrijpen. Dit soort van grootschalige, geïntegreerde en precieze datasets zijn zelfs op de dag van vandaag een zeldzaamheid in tropisch Afrika. Het Nkula-park werd in 1957 verlaten, maar de datasheets werden bewaard in de bibliotheek van het INERA-station in Luki. Dat werd echter doorheen de tijd door de oprukkende jungle van de bewoonde wereld afgesneden.

Bomen opsporen met schatkaart en metaaldetector

De Congolese botanicus Papa Mbambi en Fils Mbungu Phaka zezen het team houtbiologie van het KMMA op het bestaan van deze rijke archieven. De wetenschappers begonnen de oude gegevens opnieuw te bestuderen. Dat leidde tot een bijzondere vondst: een kaart van het Nkula-park uit het jaar 1948, die heel precies de observatiepaden en zelfs een aantal opmerkelijke onderzoeksbomen aanduidde (Figuur 1). Tijdens een eerste prospectieve veldcampagne in augustus 2014 werd die kaart gedigitaliseerd met een GPS en een GIS-programma. Zo kon de (geschatte) locatie bepaald worden van maar liefst 1521 bomen die tijdens de laatste observaties in 1957 als levend waren geboekstaafd.

De kaart bleek gedetailleerd genoeg om de bomen daadwerkelijk terug te vinden tijdens een tweede terreinonderzoek in 2014. Meer dan 60 jaar na het vertrek van de koloniale wetenschappers waren de identificatieplaatjes en verfmarteringen op veel bomen nog aanwezig. In andere gevallen wezen littekens op de stam op de aanwezigheid van een overgroeide nagel. Met een metaaldetector vonden de onderzoekers nagels die soms tot 20 cm diep in het hout gegroeid waren, of ze vonden afgeworpen nummer-



Figuur 1: Een 'schat' kaart uit de koloniale periode (rechts) bracht de onderzoekers op het spoor van de genummerde bomen (witte stippen) in het Nkula-park. 450 bomen werden levend teruggevonden (links, rode stippen). © Tom De Mil



Figuur 2: De diameter van deze emergente *Entandrophragma utile* (foto links) werd in 1948 geschat op 2,5 meter en in 2014 (foto midden) mat de diameter op dezelfde plaats 3,2 meter. De groeisnelheid over een tijdsbestek van 66 jaar was dus gemiddeld 1 cm per jaar. Uitgaande van een constante groeisnelheid over zijn volledige levensspanne, zou deze boom zo'n 300 jaar oud zijn. Het kleine *Cola*-boompje (foto rechts) had in 2014 een diameter van 64 cm en bleek op 66 jaar tijd slechts twee millimeter gegroeid te zijn. Het is dus iets ouder dan 300 jaar. © Camille Donis en Tom De Mil

plaatjes tussen de wortels of onder de humuslaag naast de boom. 450 bomen werden levend teruggevonden, 16 werden dood aangetroffen. De resterende 1057 konden niet worden gelokaliseerd. Veel van deze bomen zijn waarschijnlijk gestorven en weggerot. Opvallend was dat vooral de grootste bomen tot deze groep behoorden, terwijl de kleine boompjes nog vitaal waren – al waren die nauwelijks gegroeid, alsof ze in de tijd hadden stilgestaan.

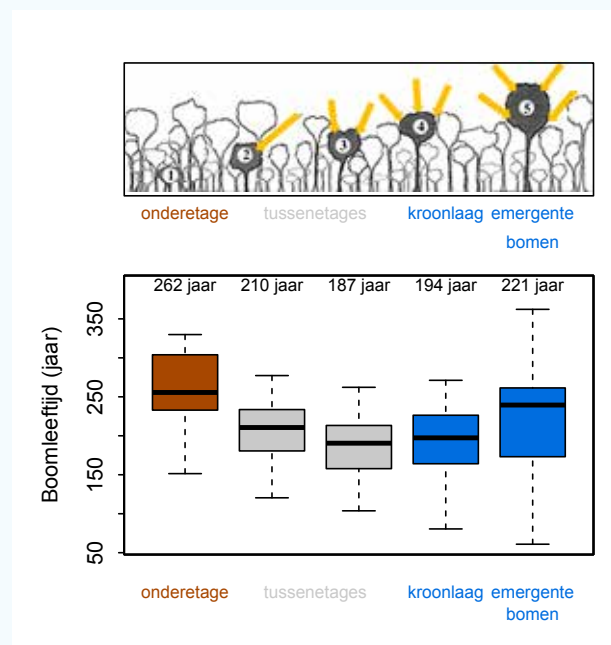
Op 95% van de herontdekte bomen was de verfstreep van het meetpunt nog steeds zichtbaar: een zeldzame kans om de groeisnelheid over zeer lange termijn (meer dan 60 jaar) te kunnen opmeten via een eenvoudige diametermeting op exact hetzelfde punt (Figuur 2). Uniek aan het Nkula-park is echter dat de littekens die de nagels van de nummerplaatjes in het hout nalieten, een heel precies referentiepunt in het groeiringspatroon van de bomen vormen, waarmee de variaties in groeiritmes met grote nauwkeurigheid onderzocht konden worden.

Een kleine boom blijkt niet altijd een jonge boom!

Een vijftigtal bomen uit elke etage van het bos werd hiervoor geselecteerd. Bomen werden geklasseerd per etage op basis van de hoeveelheid licht die rechtstreeks op de kroon invalt (Figuur 3). Dit systeem onderscheidt bomen uit de *onderetage* die in volledige schaduw leven, bomen uit de *tussenetage* die half verlicht zijn, en bomen uit de *kroonlaag* die veel licht vangen. Bomen in de onderetage zijn gespecialiseerd in het overleven als kleine, traag groeiende boompjes in een donkere omgeving, terwijl bomen uit de kroonlaag met elkaar wedijveren om licht door zo snel mogelijk te groeien en grote dimensies aan te nemen. In tropische regenwouden is er nog een extra etage van *emergente* bomen: dit zijn de woudreuzen die boven de kroonlaag

uittorenen. Vaak zijn de bomen in de onderetage andere soorten dan in de bovenetage.

Van deze vijftig bomen maten de wetenschappers de breedtes van de groeiringen. Daarvoor namen ze houtstalen van schors naar merg met een 40 centimeter lange holle boor. De potloodvormige boorkernen van 5 millimeter doorsnede werden enkele centimeters boven en onder de nagel genomen, om sporen van de reacties tussen hout en



Figuur 3: Spreiding en gemiddelde van de boomleeftijden per etage in Nkula-park en de 23 permanente onderzoeksplots (onderste figuur). De bovenste figuur illustreert de verschillende etages en de invalshoeken van het zonlicht (gele pijlen). © Wannas Hubau

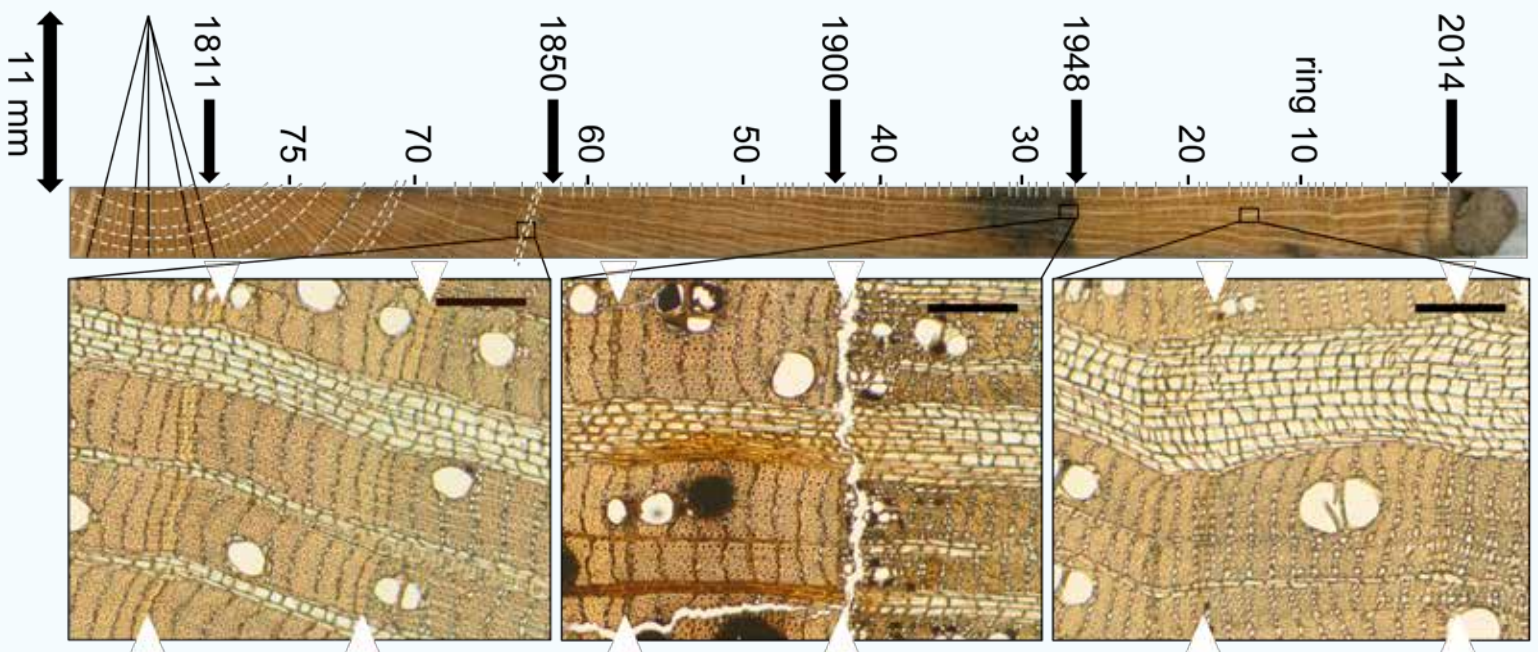


Figuur 4: Het nemen van een boorkern met een holle boor. © Tom De Mil

metaal te kunnen detecteren (Figuur 4). Om die reacties nog meer in detail te kunnen bestuderen, werden ook vijf bomen gekapt, waaruit een stamschijf ter hoogte van de nagel werd gezaagd.

Met behulp van geavanceerde beeldvormingstechnieken werden de boorkernen geanalyseerd. Een X-stralenscanner die door de Universiteit Gent specifiek voor houtonderzoek is gebouwd, leverde gedetailleerde beelden waarop de groeiringen opgemeten konden worden. Bij elke boom was de groeiring van het jaar 1948 heel precies aan te duiden. Toen de nagel dat jaar in de boom werd geklopt om het nummerplaatje te bevestigen, werden er houtvaten doorboord en kwamen ijzerdeeltjes in de sapstroom terecht. Chemische reacties tussen ijzer en stoffen in het water verkleurden de vezels van de beschadigde houtvaten. Deze verkleuring duidt dus de zones aan van het hout dat al gevormd was vóór 1948. Ook het wondweefsel dat zich rond de nagel vormde, markeert de groeiring van 1948. Dit wondweefsel is namelijk alleen aanwezig in hout dat gevormd is ná het ontstaan van de ‘wonde’ (Figuur 5).

Door de groeiringen te tellen, met de ring gevormd in 1948 als referentiepunt, kwamen de onderzoekers de precieze leeftijd te weten van elke boom. Die varieerde tussen de 129 en 452 jaar. Dat leidde tot de verrassende vaststelling dat er geen lineair verband is tussen de leeftijd van een boom en zijn omtrek: een kleine boom blijkt niet altijd een jonge boom, en de dikste boom is niet per se de oudste – in tegenstelling tot wat men spontaan zou denken. De leeftijd van de kleine bomen in de onderetage bleek zelfs gemiddeld hoger dan die van de bomen in de tussenetages, en verschilt bovendien nauwelijks van de leeftijd van de hele grote bomen in de bovenste kroonlaag. Ondanks hun kleine afmetingen kunnen kleine boompjes dus opmerkelijk oud zijn. Zo bleek een boompje met een diameter van nauwelijks 10 cm 329 jaar oud, terwijl een nabije boom met een diameter van 60 cm 126 jaar jonger was (slechts 203 jaar oud) (Figuur 6).



Figuur 5: Boorkern (*Greenwayodendron suaveolens*) met het nagelspoor van 1948. De volledige kern bovenaan, met groeiringgrenzen (witte lijnen), groeiringen (geteld van schors tot merg), en jaartallen (zwarte pijlen). De schors rechts geeft het jaar van bemonstering aan (2014). De donkere verkleuring in groeiringen 26 tot 35 werd veroorzaakt door oxidaten van de ijzeren nagel die op en neer werden getransporteerd in beschadigde vaten en vezels. De rechthoek van de verkleuring markeert nauwkeurig het begin van het jaar 1948. De 25 ringen tussen de schors en dit punt suggereren dat deze boom gemiddeld 2,6 jaar nodig had om een ring te vormen. Dit toont aan dat deze boom niet constant groeide, maar regelmatig ‘stilstond in de tijd’. Op basis van het groeiringspatroon werd de leeftijd van deze boom geschat op 224 jaar (1790-2014). De drie close-ups aan de onderkant illustreren hout-anatomische details van groeiringgrenzen (witte driehoekjes). Zwarte staafjes geven de schaal van 0,2 mm aan. © Tom De Mil

Vergelijken met tienduizenden bomen

Deze unieke gegevens uit het Congolese regenwoud werden naast groeigegevens van bomen uit andere Afrikaanse tropische bossen gelegd. Het African Tropical Rainforest Observation Network (www.afritrn.org) volgt sinds 1970 de groei van tienduizenden bomen in 11 Centraal-Afrikaanse landen op via 'klassieke' diametermetingen. 23 onderzoekspercelen uit dezelfde biogeografische regio als het Nkula-park (Kameroen, Gabon, Congo Brazzaville en Democratische Republiek Congo) werden geselecteerd ter vergelijking. In zo'n onderzoeksperceel – een afgebakende rechthoek van 1 hectare – krijgt elke boom een nummerplaatje. De boomdiameter werd ten minste twee maal opgemeten sinds 1980 (Figuur 7). Op basis daarvan werd de *groeisnelheid* van elke afzonderlijke boom ingeschat. De *leeftijd* van de bomen werd geschat door de uiteindelijke diameter (mm) te delen door de groeisnelheid (mm per jaar), uitgaande van een constante groeisnelheid gedurende de levensduur van een boom.

De gemiddelde boomleeftijd over alle 23 percelen was 229 jaar (Figuur 3). Een boom in de onderetage werd gemiddeld 262 jaar oud geschat. Dat is significant ouder dan het algemeen gemiddelde, maar ook veel ouder dan de gemiddelde boom in de tussenetage (187 jaar), in de kroonlaag (194 jaar), en zelfs ouder dan de emergente bomen die boven de kroonlaag uitsteken (221 jaar). Deze resultaten bevestigen de vaststelling dat kleine bomen opmerkelijk oud kunnen zijn, net zoals werd ontdekt in het Nkula-park.

Wie heeft de grootste koolstofopslagcapaciteit?

Het klimaat op aarde wordt in grote mate bepaald door de concentratie CO₂ in de atmosfeer. Door te veel CO₂ kan warmte minder snel ontsnappen van het aardoppervlak en vergroot dus het 'broeikas'-effect van de atmosfeer. Planten zijn essentieel om het klimaat te regelen door de overtollige CO₂ uit de atmosfeer op te slaan. Ze halen de koolstof (C) uit de CO₂ om daarmee hun weefsels op te bouwen, en geven zuurstof (O₂) terug af aan de atmosfeer. Bossen zijn in dit proces de absolute kampioenen. Ze bevatten de helft van de plantaardige koolstof op aarde en kunnen koolstofvoorraden gedurende lange tijd opslaan, voornamelijk in het hout van de stammen.

Investeren in koolstofopslag in bossen is dus een belangrijke strategie om klimaatverandering een halt toe te roepen. Om koolstofvoorraden in bossen met succes te behouden en de koolstofopname te vergroten, moeten we koolstofrijke bossen behouden en het beboste landoppervlak uitbreiden. Maar beleidsmakers en beheerders moeten ook de langetermijndynamiek van koolstof binnen bossen goed begrijpen. Cruciale vragen zijn: (1) hoe lang blijft koolstof opgeslagen in het boscysteem (de 'koolstofverblijftijd'), en (2) in welke bomen blijft koolstof het langst opgeslagen?

De 'koolstofverblijftijd' staat in direct verband met de levensduur van bomen: hoe langer een boom leeft, hoe langer er koolstof in opgeslagen blijft. Zo komen de oudste bomen in het vizier als de belangrijkste spelers. Hoe oud de oudste bomen in tropische bossen precies zijn, is echter



Figuur 6: Schijn bedriegt: het kleine boompje is ruim 100 jaar ouder dan de grote boom. De kleine schijf behoorde tot de stam van een Afrikaans boompje met een diameter van slechts 7 cm, maar met een leeftijd van maar liefst 329 jaar. De nagel en het nummerplaatje werden in 1948 aangebracht; de donkere verkleuring komt alleen voor in houtweefsel dat gevormd werd vóór 1948. De grote schijf is afkomstig van een boom in de kroonlaag, die een leeftijd van (slechts) 203 jaar bereikte. © KMMA, foto Jo Van de Vijver.

het onderwerp van verhitte discussies onder wetenschappers: sommigen spreken over loofbomen van 1000 jaar of ouder, terwijl anderen de maximale leeftijd op niet meer dan 600 jaar schatten. Het onderzoek is relatief schaars en vaak controversieel. Uit gemak nam men vaak aan dat de grootste bomen ook de oudste zijn. Verder geldt de simpele vuistregel dat grotere bomen meer koolstof bevatten. Er werd dus verondersteld dat het meeste én het oudste koolstof zich in de grootste bomen bevindt.

Het onderzoek van het KMMA toont echter aan dat de natuur niet zo eenvoudig in elkaar zit. Woudreuzen bevatten inderdaad het leeuwendeel van de biomassa van een bos, maar net zoals bij andere biologische organismen is er ook bij bomen een typische 'trade-off' tussen groei en levensduur. Grote boomsoorten maken sneller veel biomassa aan, maar ze sterven ook sneller, wat de 'koolstofverblijftijd' inkort. Wanneer een afgestorven boom wegrot, komt het meeste koolstof terug in de atmosfeer terecht. Het afsterven van een enkele woudreus heeft dramatische gevolgen voor de volledige koolstofvoorraad van een bos. Kleine boomsoorten zijn daarentegen goed uitgerust om lang te (over)leven met een minimum aan licht en water. Kleine bomen in de onderetage vertegenwoordigen dus het oudste koolstof in het boscysteem. Bovendien zijn de kleine bomen erg talrijk, waardoor het afsterven van één individu geen grote impact heeft op de volledige koolstofvoorraad.



Figuur 7: Opmeten van bomen in permanente onderzoeksplots in Salonga National Park, D.R.Congo (links), en in Banyang-Mbo Protected Area, Kameroen (rechts). © Wannès Hubau

Conclusie: ook de kleine bomen door het bos zien

Dit onderzoek toont aan dat de leeftijdsverdeling, de verdeling van de koolstofvoorraad en de koolstofverblijftijd van tropische bomen in gemengde regenwouden complex is. Kleine boompjes bevatten weinig koolstof, maar ze leven lang én ze zijn zeer talrijk. Grote bomen zijn zeldzamer en hebben een snellere levenscyclus, terwijl een enkeling een enorme hoeveelheid koolstof kan bevatten. Daarbij komt dat onderzoek heeft aangetoond dat woudreuzen sneller sterven tijdens extreme droogteperiodes. De minder gevoelige onderetage in tropische bossen zal in de toekomst dus de langdurige stabiliteit van de koolstofopslag wellicht in toenemende mate garanderen.

Een onderbouwd en toekomstgericht beheer van tropische bossen in functie van koolstofopslag moet dus de rol van de verschillende etages van een bos erkennen. Men heeft de neiging om alleen de grote bomen in het bos te zien, maar schijn bedriegt. We moedigen wetenschappers en bosbeheerders aan om de focus niet alleen op grootte maar ook op levensspanne te leggen. Zowel grote als kleine bomen zijn belangrijk om koolstofopslag op lange termijn te verzeke-

ren. Bovendien moeten we bossen als één geheel beschouwen, waarbij alle etages specifieke én belangrijke diensten te bieden hebben die intact moeten blijven. Dat is zeker van belang in Centraal-Afrika, waar de vraag naar brandhout en houtskool een bedreiging kan vormen voor de onderetage.

Referentie

Dit onderzoek publiceerden wetenschappers van het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika, het Congolese Instituut voor Landbouwonderzoek en een internationaal consortium van onderzoeksinstituten in het februarinummer van *Nature Plants*. De foto van Jo Van de Vijver (fotograaf KMMA) werd geselecteerd als coverfoto.

The persistence of carbon in the African forest understory, *Nature Plants*, Volume 5, Issue 2 (published online January 21st 2019)

DOI: 10.1038/s41477-018-0316-5

www.nature.com/articles/s41477-018-0316-5

www.africamuseum.be/en/research/discover

KMMA-onderzoek in de Luki en Yangambi biosfeerreservaten in Congo

Het 'Man & Biosphere'-programma van UNESCO, gericht op de relatie tussen mens en natuur, bestaat uit een wereldwijd netwerk van biosfeerreservaten die projecten van natuurbehoud verzoenen met economische ontwikkeling. Een typisch biosfeerreervaat bestaat uit een kernzone die integraal beschermd dient te worden, een bufferzone waar experimenten en training mogelijk zijn, en een overgangszone voor allerlei projecten rond duurzame ontwikkeling. Biosfeerreservaten worden meer en meer aanzien als laboratoria voor onderzoek over de impact van klimaatveranderingen en duurzame ontwikkeling. In de regenwouden van de Democratische Republiek Congo liggen twee biosfeerreservaten: Luki in het Mayombe-woud in het westen en Yangambi in het laaglandregenwoud in het noordoosten op 100 km van Kisangani. Het zijn ideale sites voor interdisciplinair onderzoek. Het KMMA is er sinds 2004 actief met onderzoek over onder meer koolstofopslag en boomgroei. De onderzoeksprojecten zijn meestal door Belspo gefinancierd, en verlopen in samenwerking met de Plantentuin Meise en met de Universiteiten van Gent en Luik (Gembloux Agro-Bio Tech).

Met de medewerking van:

Centre for X-ray Computed Tomography (UGCT), Universiteit Gent (www.ugct.ugent.be)

African Tropical Rainforest Observation Network (AfriTRON), Leeds University (www.afritron.org)

De auteurs

Wannes Hubau, boscoloog KMMA

Tom De Mil, boscoloog KMMA en UGent

Bhély Angoboy Ilondea, boscoloog KMMA en INERA

Hans Beeckman, boscoloog en hoofd dienst Houtbiologie KMMA

Eline Sciot, wetenschapscommunicator KMMA



IDEALiC

Digitale inclusie door het versterken van autonomie en empowerment doorheen de levensloop

CC-flickingerbrad-2.0

Het IDEALiC-project bestudeert de impact van de toenemende digitalisering van dagelijkse diensten en activiteiten op de autonomie, het welzijn en het welbevinden van burgers. Digitale technologieën zijn ondertussen ingebed in alle levensdomeinen en alle mogelijke maatschappelijke sectoren. Publieke en private diensten die louter nog digitaal beschikbaar zijn, worden een onvermijdelijke realiteit. Deze visie op digitaal als absolute en enige maatschappelijke norm vertrekt te sterk vanuit het emancipatorische aspect van digitale media en gaat uit van een automatische versterking van de autonomie en daadkracht van gebruikers. Onderzoek naar digitale uitsluiting wijst echter op het toenemende gevaar dat met deze overgang naar het digitale gepaard gaat, en het stijgend risico voor alle burgers om vroeg of laat digitaal te worden uitgesloten. Digitale uitsluiting overstijgt sociaal kwetsbare doelgroepen en wordt bepaald door de manier waarop bepaalde socio-economische persoonskenmerken interageren met digitale karakteristieken (Brotcorne, 2010; Schurmans & Marien, 2013; Hargittai 2013; Van Deursen et al, 2016).

Hoewel er de voorbije jaren reeds heel wat onderzoek naar digitale uit- en insluiting werd gerealiseerd in Vlaanderen en Wallonië, blijft vooral de impact van gedigitaliseerde diensten – positief en negatief – op de autonomie en maatschappelijke participatie van mensen onduidelijk.

Het IDEALiC-onderzoek heeft daarom als doel na te gaan wat de expliciete gevolgen zijn van deze 'digital turn' op de autonomie van individuen in de verschillende levensdomeinen, om vanuit deze bevindingen beleidsaanbevelingen voor een beter digitale inclusiebeleid op lokaal, regionaal en federaal niveau te formuleren. IDEALiC is een vierjarig project dat wordt gefinancierd in het kader van het onderzoeksprogramma BRAIN-be van het Federaal Wetenschapsbeleid (2015-2019). Het wordt geleid door de Vrije Universiteit Brussel (VUB) in samenwerking met de Université Catholique de Louvain (UCL) en de Fondation Travail-Université (FTU). Het project is gebaseerd op een interdisciplinaire aanpak waarbij diepte-interviews via kwalitatief onderzoek, een secundaire kwantitatieve analyse van bestaande data en beleidsonderzoek worden gecombineerd. Het pleit voor een meervoudige benadering van de betrokken problematiek en is gestoeld op de actieve samenwerking met

burgers, de ontwikkelaars van digitale diensten, publieke instellingen, middenveldorganisaties en beleidsactoren op lokaal en regionaal niveau.

Een gebruikersgericht perspectief

Het IDEALiC-project berust in de eerste plaats bewust op het direct bevragen en betrekken van burgers. Dit werd gerealiseerd via twee kwalitatieve studies gebaseerd op de levensloop van gebruikers, verdeeld over drie levensfasen, met name van 18 tot 30 jaar, van 31 tot 50 jaar, en van 51 tot 70 jaar. Deze aanpak heeft geleid tot een grondig begrip van de percepties van individuen, hun gebruik van digitale technologieën, hun ervaringen met digitale publieke en private diensten en de ontwikkeling van hun digitale vaardigheden en hun autonomie in de digitale wereld doorheen de verschillende levensfasen. Er werden 85 semi-gestructureerde interviews gerealiseerd met mensen tussen de 18 en 70 jaar oud, verdeeld over Vlaanderen en Wallonië, met een evenredige verdeling wat betreft gender, opleidingsniveau en kennis van digitale technologieën.

De eerste kwalitatieve studie analyseerde de ervaringen van mensen in dezelfde leeftijdsgroep. De resultaten reflecteren voornamelijk de plaats die digitale technologieën innemen in het dagelijks leven, en de directe persoonlijke behoeften die daaruit voortvloeien. Mensen die tot dezelfde generatie behoren, delen grotendeels dezelfde activiteiten, zoals het vinden van werk, het krijgen van kinderen of het op pensioen gaan; en grotendeels dezelfde pauzes in het leven, zoals ziekte, ontslag, een scheiding of overlijden. In elk van deze fasen ervaren mensen hoe digitale technologieën steeds essentiëler worden om te kunnen functioneren en trachten mensen hun keuzes in het al dan niet gebruiken van digitale media steeds bewuster te maken. De resultaten maken een spanningsveld duidelijk tussen de positieve en de negatieve effecten die mensen ervaren bij het gebruik van digitale technologieën. Enerzijds worden bepaalde digitale diensten en tools als een absolute meerwaarde ervaren. Anderzijds brengt de analyse van digitale praktijken in de context van school, werk, gezondheid, enz. verschillende drempels en belemmeringen naar voor die de deelname van mensen hierin in het gedrang brengt. Ongeacht de leeftijdsgroep, de levensloop en het niveau van digitale vaardigheden ontstaan situaties met een hoog, gemiddeld en laag risico op digitale uitsluiting.

De tweede kwalitatieve studie overstijgt de drie levensfasen en kijkt naar de individuele drempels en context die maken dat individuen al dan niet een meerwaarde kunnen halen uit hun gebruik van digitale technologieën. In de eerste plaats is het duidelijk dat verkrijgen van toegang tot diensten primordiaal is voor de gebruiker, ongeacht het platform of de tool waarop deze dienst wordt aangeboden. Mensen willen een dienst kunnen gebruiken, en of deze wordt aangeboden via internet, op tablet, op de laptop, via een kiosk of via een mobiele applicatie is van ondergeschikt belang. In de tweede plaats is duidelijk dat digitale fluiditeit en datagelet-

terheid dé sleutelcompetenties van de toekomst worden om mee te blijven in de digitale wereld. Digitale fluiditeit verwijst naar het vlot kunnen schakelen tussen verschillende digitale platformen, onder andere nodig voor het gebruiken van diensten die hoe langer hoe meer op verschillende platformen worden aangeboden. Datafication van de levenswereld van mensen, zoals het aanbieden van gepersonaliseerde content op basis van verzamelde persoonsdata of het sturen van keuzeopties op basis van algoritmen die datagestuurd zijn, is geen nieuwigheid meer. Datageletterd zijn, of wie je data verzamelt, wie deze gebruikt en waarvoor, wie je data doorverkoopt en met welk doel, is cruciaal om te weten hoe je eigen online gedrag vanuit deze data wordt gestuurd.

Case studies in drie publieke organisaties

In de tweede plaats gaat het IDEALiC-onderzoek uit van een institutioneel perspectief met als doel na te gaan in hoeverre het perspectief van gebruikers en reflecties omtrent digitale inclusie geïntegreerd zijn in het design en development proces van digitale publieke diensten. Er werden drie case studies uitgevoerd in publieke instellingen actief op het gebied van mobiliteit, gezondheid en administratie. Per case study werden een tiental interviews afgenomen met actoren betrokken bij het ontwerpproces van deze digitale diensten.

Over het algemeen onderstrepen de resultaten de onzekerheid die heerst bij de publieke instellingen over de impact van de digitalisering van diensten voor de eindgebruiker. Het inzetten van digitale middelen wordt als zeer vanzelfsprekend gezien, zonder een expliciete invraagstelling van bestaande mechanismen van digitale uitsluiting of zonder deel uit te maken van een duidelijk gedefinieerde, gecoördineerde en weloverwogen strategie met betrekking tot digitale uit- of insluiting.

Er is evenwel een consensus over het belang van een inclusieve dienstverlening, maar tegelijkertijd heerst er een grote onduidelijkheid over wat digitale inclusie inhoudt en hoe dit gerealiseerd kan worden bij het digitaliseren van publieke diensten. Iedere publieke entiteit hanteert hierbij een andere logica en biedt andere oplossingen aan voor het digitaal inclusief maken van hun digitale diensten, bijvoorbeeld voice-call in plaats van videoconferentie, een online chat in plaats van chatbot, de gedeeltelijke toepassing van toegankelijkheidsnormen op een kaart, de keuze voor een minder mooi ontwerp maar een meer ergonomische lay-out, enz.

De methoden die vandaag gebruikt worden om het gezichtspunt van de gebruiker te integreren, onthullen vooral de moeilijkheid om een balans te vinden tussen de logica van de opdrachtgever en tegelijkertijd een inclusief en gebruikersgericht perspectief te waarborgen. Over het algemeen lijkt het serviceontwerp van digitale diensten gebruikersgericht, maar in iedere case study wordt de eindgebruiker eerder gezien als een consument dan als een echte stakeholder en actor in een co-creatieproces.



CC-MiikaS-SA-2.0

De gebruikte methoden houden onvoldoende rekening met de diversiteit in gebruikers, zeker als het meer kritische of moeilijkere gebruikers betreft zoals analfabeten, niet-digitaal vaardigen, enz. Het beeld dat van kwetsbare gebruikers wordt gehanteerd tijdens de ontwikkeling van diensten is ongeraffineerd, wat leidt tot een onderschatting van het aantal kwetsbare gebruikers en tot onvoldoende inzicht in de problematische situaties die gepaard gaan met de digitalisering van publieke diensten.

Publieke diensten moeten voor iedereen, zonder enige vorm van discriminatie, toegankelijk zijn. Het is daarom van essentieel belang dat er methoden worden geïmplementeerd waarbij met alle gebruikers wordt rekening gehouden, inclusief de niet-gebruikers of de laaggeletterden, of de kwetsbare gebruikersprofielen zoals mensen in armoede, analfabeten en dergelijke meer.

Indien dit niet gebeurt, ontstaat een publieke dienstverlening op twee snelheden: één die snel makkelijk, gepersonaliseerd, mobiel en gebruiksvriendelijk is voor de sterk digitaal vaardigen enerzijds versus een dienstverlening met minimale service, ongemakkelijk en ontoegankelijk voor minder digitaal vaardige gebruikers anderzijds.

Een beleidsperspectief

In de derde plaats gaat het IDEALiC-project dieper in op het perspectief van het middenveld en de beleidsactoren. Aan de hand van een documentanalyse, een beknopte survey en participatieve workshops in Vlaanderen en Wallonië werd onderzocht hoe digitale inclusie vandaag wordt ingevuld, welke acties er in de praktijk georganiseerd worden en welke drempels middenveldorganisaties ervaren bij het implementeren van acties met betrekking tot digitale inclusie. De resultaten geven aan dat er, zeker in Vlaanderen, een belangrijke verschuiving heeft plaatsgevonden van een brede focus op digitale inclusie naar meer afgebakende acties die ingaan op het verbeteren van mediawijsheid, leren coderen en leren programmeren. Ook blijkt dat het Vlaamse middenveld, en in het bijzonder ook de Vlaamse steden

en gemeenten, zich steeds meer en beter organiseren en samenwerken, onder andere omwille van de nadrukkelijke betrokkenheid van Mediawijs, het Vlaams Kenniscentrum voor Mediawijsheid, en de expertencel e-inclusie onder leiding van oa. de Vlaamse Vereniging voor Steden en Gemeenten (VVSg). Daarnaast is er een toenemende aandacht voor digitale inclusie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, maar blijft het vooral voor organisaties in Brussel en Wallonië moeilijk om hun werking op een duurzame manier te implementeren omwille van een gebrek aan structurele financiering.

Het multidisciplinaire kaderprogramma BRAIN-be (Belgian Research Action through Interdisciplinary Network) is een netwerk voor onderzoek dat door BELSPO werd opgezet in 2012. Het bestaat uit 6 thematische assen en pioniersprojecten betreffende de levenswetenschappen, de geosystemen (heerl en klimaat), strategisch onderzoek ter ondersteuning van de bevoegdheden van de federale overheid, het culturele, historische en wetenschappelijke erfgoed, en collectiebeheer. Tot op heden werden meer dan 140 onderzoeksprojecten gefinancierd. Lees meer op www.belspo.be/brain-be

Het onderzoeksteam

Promotors: Ilse Mariën (VUB-SMIT), Patricia Vendramin (UCL-CIRTES)

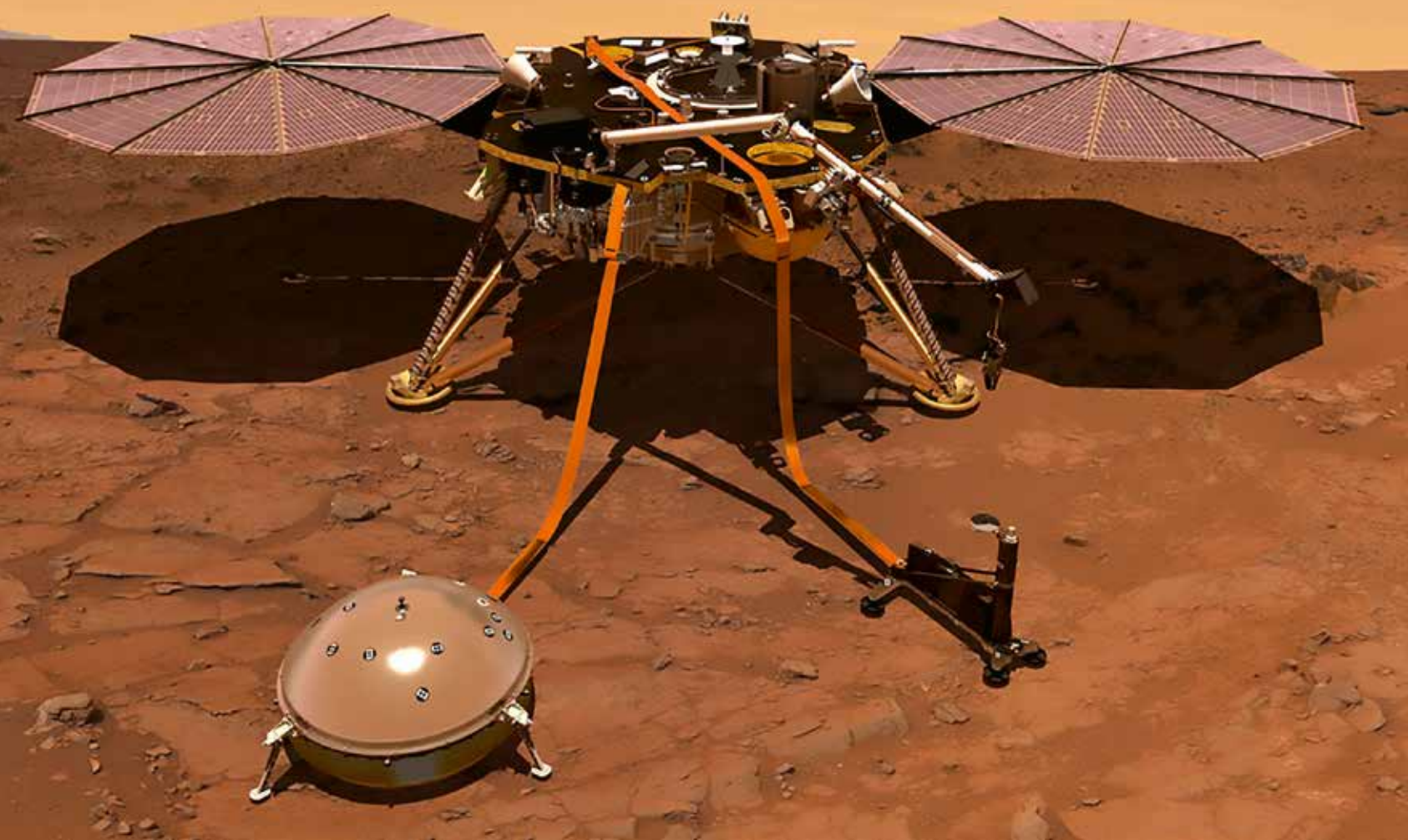
Onderzoeksteam:

- VUB-SMIT: Axelle Asmar, Willemien Laenens, Chantal Wauters

- UCL-CIRTES: Carole Bonnetier, Péline Brotcorne en Dana Schurmans

- FTU: Laura Faure

Contact: info@idealic.be



Illustratie van de InSight-sonde en de twee instrumenten die op het oppervlak van Mars worden opgesteld. © NASA/JPL-Caltech

De InSight-missie: een lander die het diepe binnenste van Mars gaat verkennen

Marie Yseboodt,
Tim Van Hoolst,
Sébastien Le Maistre
en Véronique Dehant

De InSight-lander, die tot doel heeft de details van het binnenste van de rode planeet te achterhalen, heeft op het oppervlak van Mars een ultraprecieze seismometer geïnstalleerd die bevingen van Mars zal registreren. Naast dit spijstechnologisch toestel beschikt de missie over twee andere toestellen: een warmtesonde die een diepte van 5 meter kan bereiken, en een radiotransponder om de rotatie van Mars te meten.

26 november 2018, Elysium Planitia: terwijl NASA-ingenieurs alert zijn en wetenschappers duimen voor een goede afloop, begint de InSight-sonde een gevaarlijke afdaling in de atmosfeer van Mars. Zeven angstaanjagende minuten waarin ze zich in volledige autonomie en ver van menselijke waarneming door de atmosfeer van de Rode Planeet stort met een duizelingwekkende snelheid van ongeveer 5 km per seconde. U-3 minuten: parachute-opening, U-2,7 minuten: loslaten van het thermische beveili-

gingsschild, U-1 minuut: ontsteking van de retro-raketten... Hetzelfde landingsscenario zoals gebruikt in 2007 voor de Phoenix-lander wordt herhaald voor InSight. Twintig minuten later bereiken de eerste beelden ons op aarde... Marslanding succesvol! Het ruimteschip landde zachtjes op de Elysiumvlakte, vlakbij de evenaar van Mars.

De InSight-missie, een acroniem voor 'Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport', werd in 2012 geselecteerd als onderdeel van het Discovery-programma van het ruimtevaartagentschap NASA. Discovery is een programma voor ruimtevaartprojecten met een korte ontwikkelingscyclus en een matige kostprijs. De lancering van InSight, oorspronkelijk gepland voor 2016, werd uitgesteld naar het volgende lanceervenster na de ontdekking van een lek in de seismometer, enkele maanden voor het vertrek. De lancering vond uiteindelijk plaats op 26 mei 2018 vanaf de Amerikaanse militaire basis in Vandenberg, Californië. Het was de eerste keer dat een interplanetaire sonde werd gelanceerd vanaf de westkust van de Verenigde Staten.

De instrumenten aan boord

Sinds het einde van de vorige eeuw ontvangt Mars regelmatig landers, maar InSight is anders dan de vorige robots: geen wielen, geen instrumenten die naar water of leven zoeken, geen spectrometer, ... InSight is een vaste lander met als doel de fysica van Mars en meer in het bijzonder het diepe binnenste van de planeet te bestuderen. Het vlaggenschip van de missie is de zeer nauwkeurige Franse seismometer SEIS, ontworpen om voor het eerst 'aard'bevingen van Mars te meten.

Het tweede instrument is de Duitse warmtesonde HP³ (Heat Flow and Physical Properties Probe). Het meet de warmteflux die uit het oppervlak van Mars ontsnapt. Het derde wetenschappelijke instrument, geleverd door NASA, is een radiotransponder genaamd RISE (Rotation and Interior Structure Experiment). Het reflecteert de radiogolven die het vanop de aarde ontvangt terug naar radiotelescopieën op aarde, zoals een elektromagnetische spiegel. Ook andere hulpinstrumenten werden op het platform geplaatst: meteorologische instrumenten om temperatuur, atmosferische druk en windsnelheid te meten, een magnetometer en twee camera's. De camera's zijn niet bedoeld om ons elke dag een prachtig Marspanorama in kleur te sturen, maar wel om SEIS en HP³ zo goed mogelijk te installeren op de bodem van Mars. Dankzij de camera's heeft het team een vlak gebied kunnen selecteren dat geschikt is voor de metingen ten zuiden van het landingsgestel, waar temperatuurschommelingen als gevolg van de schaduw van het platform kunnen voorkomen worden. Op 19 december 2018 tilde de grijper op de robotarm de seismometer op en plaatste deze op de grond, op 1,6 meter van het platform. Een zonnwijzer boven op de seismometer maakte het mogelijk om de oriëntatie van de seismometer met grote precisie te bepalen. Dit mag een verrassend systeem lijken voor ons, gewend als we zijn aan de technologie van de 21ste eeuw, maar aangezien Mars geen globaal magnetisch veld heeft en geen GPS-netwerk



Foto van de instrumenten SEIS en HP³ op het platform, vóór hun installatie op het Marsoppervlak, tegen een achtergrond van het landschap van Mars.
© NASA/JPL-Caltech

van satellieten, is het niet eenvoudig om precies te weten waar het geografische noorden zich bevindt. Aangezien het SEIS-instrument bestaat uit 3 slingers die elk langs een as bewegen, is het noodzakelijk om de oriëntatie van elk van deze bevoorrechte richtingen nauwkeurig te kennen om toekomstige seismische metingen correct te kunnen interpreteren en de oorsprong van de bevingen te kunnen lokaliseren.

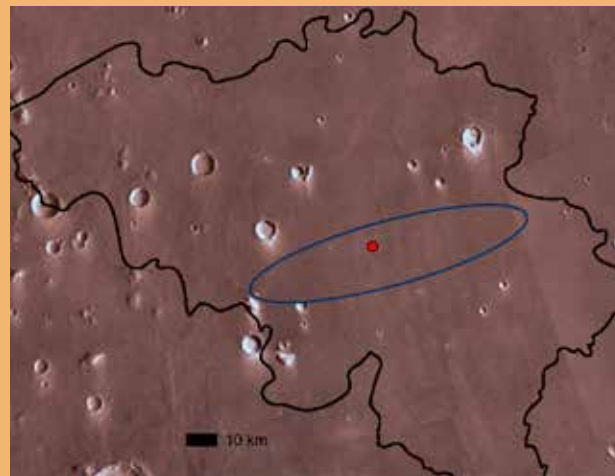
Vervolgens is het platte lint dat elektriciteit naar het instrument stuurt en de gegevens naar de lander terugstuurt, zorgvuldig gepositioneerd om trillingen van het platform naar de seismometer te voorkomen. Het instrument werd waterpas gesteld en de SEIS-sensoren werden geheroriënteerd. Tot slot werd een wind- en thermisch beschermingsschild over de seismometer geplaatst om windverstoringen en temperatuurschommelingen te beperken. Zonder is het onmogelijk om nauwkeurig te luisteren naar de trillingen van de ondergrond.

Wetenschappers zullen de 'Mars-bevingen' analyseren die vooral veroorzaakt worden door meteorietinslagen en de tektonische activiteit van de planeet Mars. Alhoewel Mars geen tektonische platen heeft, ondergaat ze wel tektonische vervormingen die voornamelijk te maken hebben met de afkoeling van de planeet en met het bestaan van grote gebergtes zoals Tharsis. Verder zullen wetenschappers ook de getijden bestuderen veroorzaakt door Phobos, de dichtstbijzijnde van de twee kleine manen van Mars. Het uiteindelijke doel is een beter beeld te krijgen van het binnenste van Mars.

De 'mol'

Nadat de seismometer eenmaal in gebruik was genomen, hebben de ingenieurs zich gericht op de installatie van de HP³-sonde op het oppervlak van Mars. Op het programma voor de warmtesonde: graaf tot een diepte van 5 meter en

Installatie van het beschermingsschild, dat de seismometer beschermt tegen windverstoringen en temperatuurschommelingen.
© NASA/JPL-Caltech



Onzekerheidsellips van de landingszone (blauw) in Elysium Planitia, een gebied bij de evenaar. De rode stip geeft de locatie van InSight weer. Om een idee van de schaal geven, is België aangeduid met een zwarte lijn. © NASA/KSB

meet de warmtestroom en zijn variaties. Het instrument zal de temperatuur en thermische eigenschappen van de bodem meten op meerdere diepten.

De manoeuvres om de instrumenten te installeren duurden ongeveer drie maanden. Dit lijkt lang, maar de missie-ingenieurs controleerden of elke stap volgens plan verliep met foto's en metingen vooraleer verder te gaan met de volgende stap. Een communicatiesignaal is ongeveer tien minuten onderweg tussen de aarde en de InSight-lander. Bovendien is een continue controle van de sonde niet mogelijk door beperkingen aan de zichtbaarheid en aan het elektrisch vermogen aan boord van het landingsgestel. Daarom zijn alle procedures zorgvuldig uitgedacht en zijn ze vele malen van tevoren getest op een experimentele module in het Californische centrum van de NASA, het Jet Propulsion Laboratory (JPL). InSight communiceert ongeveer een uur per dag met de aarde.

Mars-rotatiemeting

Met de RISE-radiotransponder kan niet alleen met de aarde gecommuniceerd worden, maar kunnen ook kleine schommelbewegingen van Mars nauwkeurig gemeten worden. Radiosignalen worden rechtstreeks, zonder gebruik te maken van relaisatellieten, vanaf de aarde naar de InSight-lander verzonden via gigantische antennes met een diameter van ongeveer 70 meter, die ook worden gebruikt om te luisteren naar het signaal dat door RISE wordt teruggestuurd. Deze antennes zijn verspreid over drie verschillende continenten om het 'volgen' van ruimtesondes op elk moment mogelijk te maken. De oscillaties van de rotatieas van Mars in de ruimte, de zogenaamde nutaties, verstoren dit radiosignaal op een manier die afhangt van de fysische toestand (vloeibaar of vast) en de grootte van de kern van Mars. Aan de hand van de RISE-metingen zullen wetenschappers de kern van Mars beter kunnen karakteriseren. Het RISE-instrument is Amerikaans, maar wetenschappers van het onderzoeksteam in de planetologie van de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB) hebben een

uitgebreide expertise in radiowetenschappen en de rotatie en interne structuur van planeten en zijn sterk betrokken bij de analyse en interpretatie van de RISE-gegevens. Ze worden ondersteund door het Belgische PRODEX-programma (PROgramme for the Development of scientific EXperiments) dat beheerd wordt door het Europees Ruimteagentschap (ESA) in samenwerking met het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo).

Aangezien de rotatieveranderingen zich afspelen over een Marsjaar, dat 687 aardse dagen telt, zullen gegevens over meerdere maanden verzameld moeten worden vooraleer informatie over de diepe structuur van Mars kan worden bekomen.

Waar is InSight geland?

Het landingsgebied in Elysium Planitia werd voornamelijk gekozen op basis van het vlakke reliëf en de lage hoogte ervan (-2500 meter onder het gemiddelde niveau van Mars). Beide elementen dragen bij aan een veilige landing. Door de ijle atmosfeer (de gemiddelde druk op Mars is ongeveer 170 keer lager dan op aarde) hebben parachutes voldoende afstand door de atmosfeer nodig om het landingstoestel te vertragen.

Door onzekerheid over de toestand van de atmosfeer tijdens de landing, zoals de dichtheid en de sterkte en de richting van de wind, kan niet op voorhand exact bepaald worden waar een ruimtetuig zal landen op Mars, en berekent men een gebied, met de vorm van een ellips, waarin geland kan worden. Dit gebied is meer dan 2000 vierkante kilometer groot en is een droge, vlakke en saaie woestijn, oninteressant voor wetenschappers die op zoek zijn naar sporen van water aan het oppervlak van Mars, maar perfect voor geofysische waarnemingen!

Met behulp van de RISE-metingen die vlak na de landing zijn verkregen, hebben wetenschappers van de KSB en NASA de positie van de lander berekend, waardoor de onzekerheid

van ongeveer 60 kilometer van de ellips werd teruggebracht tot slechts een paar honderd meter. Dankzij deze precisie kon de camera met zeer hoge resolutie van de Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) satelliet, die enkele dagen later over het gebied vloog, de eerste foto maken van InSight.

Op zoek naar het binnenste van Mars

Het hoofddoel van de InSight-missie is het beter in kaart brengen van de interne structuur van Mars. Een betere kennis van de huidige toestand van het binnenste van Mars helpt ook om de evolutie van Mars beter te begrijpen en om modellen over andere aardse planeten van het zonnestelsel te verbeteren. Seismologie is de beste methode voor de studie van het planeetinterieur, en de belangrijkste methode waarop onze kennis van de aarde is gebouwd, omdat golven zich kunnen voortplanten doorheen alle planeetlagen en eigenschappen ervan met zich meedragen. Door aankomsttijden van seismische golven te meten, bekomen we informatie over de lagen waardoor de golven zich voortplanten. Breking en weerkaatsing van golven aan raakvlakken tussen verschillende lagen geven ook informatie over de opbouw van de planeet. De twee andere instrumenten geven aanvullende informatie over onder andere het warmtetransport door de planeet en over de fysische toestand (vloeibaar of vast), de dichtheid en de afmetingen van de kern van Mars.

Laten we hopen dat deze geofysische ontdekkingsreiziger veel bevingen van Mars zal meten en lange tijd zal overleven op het oppervlak van Mars!

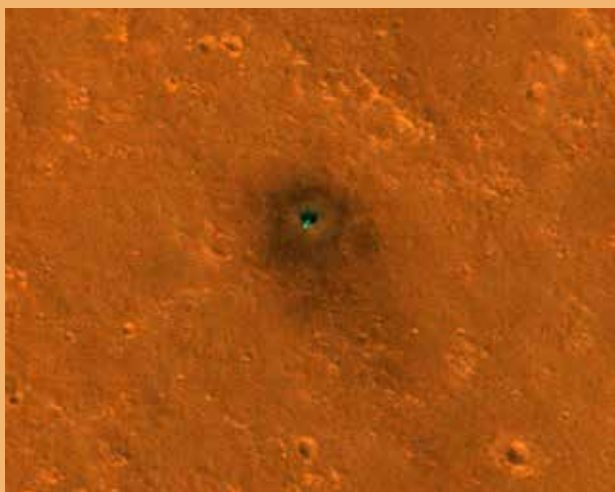
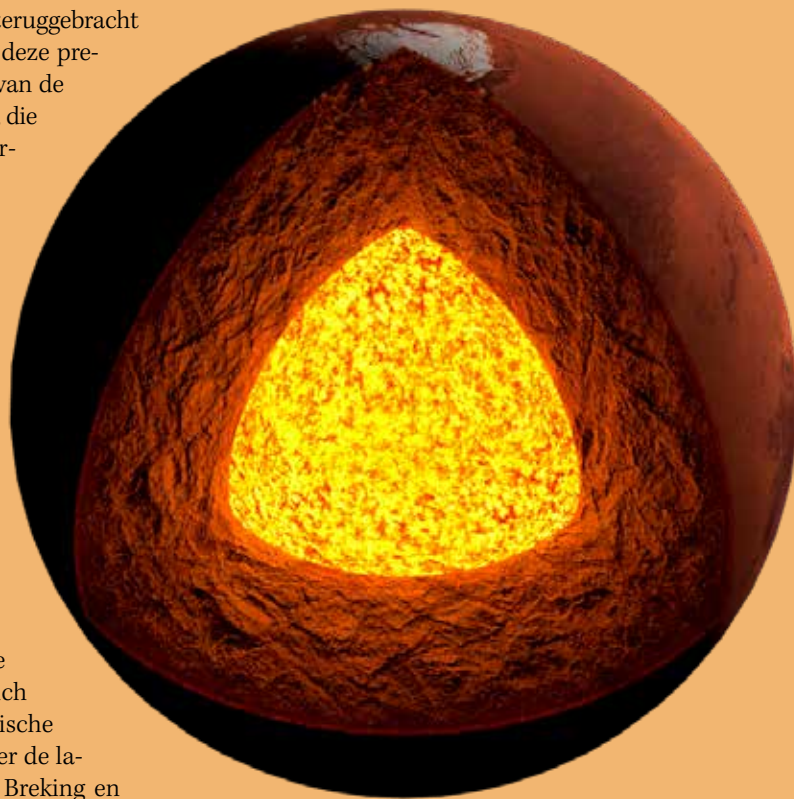


Foto van de landingszone van InSight gezien vanaf een satelliet in een baan rond Mars op een hoogte van enkele honderden kilometers. Het lichtpuntje is het thermische beschermingsschild dat de seismometer bedekt. Op aarde is het vrij zeldzaam om een seismometer te kunnen fotograferen vanaf een satelliet, omdat deze meetapparatuur zich meestal goed beschermd in een kelder of grot bevindt. Bij de landing werd een laag fijn stof door de retro-raketten opgeblazen, waardoor er een donkere zone rond het landingsgestel ontstond. © NASA/JPL-Caltech/Universiteit van Arizona.



Interne structuur van Mars met de ijzeren kern, de rotsmantel en de korst. © KSB

De toekomst

België bouwt LaRa (Lander Radioscience), een radio-instrument vergelijkbaar met RISE dat zal vertrekken met de ExoMars 2020-missie.

Enkele cijfers

De elektriciteit die nodig is om de InSight-sonde te bedienen, komt van twee grote, ronde zonnepanelen met een diameter van ongeveer twee meter. Samen kunnen ze 4,5 kWh per dag produceren, wat een record is voor een Marslander. De massa van het ruimtevaartuig, dat met opengeplooide zonnepanelen zo groot is als een auto, was bijna 700 kg bij lancering en 360 kg aan het oppervlak van Mars. De seismometer heeft een massa van bijna 30 kg.

Meer

mars.nasa.gov/insight
www.seis-insight.eu
<http://marsatschool.ethz.ch>
twitter.com/LaraExoMars

De auteurs

Marie Yseboodt, Tim Van Hoolst, Sébastien Le Maistre en Véronique Dehant werken in de onderzoeksgroep in de planetologie van de Koninklijke Sterrenwacht van België en zijn betrokken bij de missie InSight.



Bruine beer
© KBIN - Thierry Hubin

Teddy & Beer

De tentoonstelling *Teddy & Beer* in het Museum voor Natuurwetenschappen laat kinderen van 4 tot 104 kennismaken met de wilde dieren die model staan voor de knuffels en personages in boeken of tekenfilms uit onze kindertijd. Wie zijn de beren? Wanneer zagen ze voor het eerst het levenslicht? Leefden er ooit beren in België? Eten ze alleen honing? Waar en hoe leven ze? Zijn ze met uitsterven bedreigd? Is de yeti ook een beer? In de tentoonstelling *Teddy & Beer* komen bezoekers dichterbij de wilde dieren, ontdekken ze de waarheid achter de fantasie en maken ze kennis met de acht berensoorten die vandaag op onze aardbol leven.

Wat zijn hun biologische eigenschappen, hoe ziet de natuurlijke habitat van elk van hen eruit en hoe zijn ze geëvolueerd? Wat is hun band met de mens en welke mythes of legendes worden er over hen verteld? We kunnen uiteraard ook niet om de bedreigingen heen waar de beren voor staan, en de uitdagingen voor hun bescherming.

Om een antwoord te bieden op al die vragen, brengt deze tentoonstelling objecten uit verschillende collecties samen. Zo zijn 23 opgezette beren te bewonderen (16 uit de collecties van het Muséum national d'Histoire naturelle in Parijs, 3 uit het Muséum de Toulouse en 4 uit onze eigen collecties), naast een dozijn osteologische stukken (osteologie is het wetenschappelijk vakgebied dat de botten en de opbouw van het skelet bestudeert). Ook in

verscheidene Belgische grotten werden resten van hollen-beren ontdekt. De tentoonstelling *Teddy & Beer* stelt twee skeletten van Belgische beren voor: een volwassen mannetje en een welp.

Een ongeziene rijkdom aan opgezette specimina en fossielen, multimedia-elementen, video's, interactieve installaties, 3D-reconstructies en maar liefst 650 knuffelberen, waaronder een honderd jaar oud exemplaar en replica's van de twee oudste teddyberen, dompelen je onder in de fascinerende wereld van deze plantigraden (zoolgangers).

5 zones, 5 thema's

ZONE 1 - Een groots idee op twee continenten

Al omstreeks 1900 hing het idee van een pluchen beer in de lucht. Duitsland was wereldleider in de speelgoedsector. Mevrouw Steiff vervaardigde pluchen dieren, waaronder ook beren. Haar man vond zelfs een manier uit om de pootjes te laten bewegen. In dezelfde periode liet Amerikaans president Theodore Roosevelt zich opmerken: toen hij met lege handen terugkeerde van een berenjacht in 1902, werd hem een berenwelp aangeboden om te doden en zo geen gezichtsverlies te lijden. Roosevelt weigerde en de pers smulde gretig van het verhaal over de beer van Theodore (bijgenaamd 'Teddy'): Teddy's bear was geboren. De New Yorkse handelaar Michtom maakte handig gebruik van het



Vegetariër
© KBIN - Thierry Hubin

Belgische hollenbeer
© KBIN - Thierry Hubin



nieuwsfeit en bracht pluchen 'Teddy-bears' op de markt. Concurrent Borgfeldt plaatste een bestelling voor 3.000 pluchen beren bij Steiff... En de rest is geschiedenis!

ZONE 2 - Er was eens... de eerste beer

Deze zone biedt een antwoord op talloze vragen over het fascinerende paleontologische verleden en de evolutie van de beren. Wie zijn de voorouders van de beren die we vandaag kennen? Wanneer zagen ze voor het eerst het levenslicht? Hoe zijn ze erin geslaagd zo veel uiteenlopende gebieden te bevolken? Reconstructies, fossielen, skeletten en fylogenetische stambomen geven samen een antwoord op die vragen, aangevuld met multimediaposten en animatiefilms die de geschiedenis van de berenfamilie vertellen.

De oudste gekende beren leefden zo'n 35 miljoen jaar geleden. Ze zijn verwant met de honden, maar ook met dassen, wasberen en zeehonden. Rond die tijd gingen hun tanden anders groeien dan die van andere carnivoren: ze werden groter en minder scherp, aangepast aan een omnivoor dieet. Die eerste beren leefden in Azië en verspreidden zich vrij snel over Europa en Noord-Amerika.

De eerste ontmoetingen

In Europa komen mensen en beren al bijna 400.000 jaar samen voor. De neanderthaler en de Homo sapiens leefden in dezelfde periode als de hollenbeer en de bruine beer. Over hun relatie is echter weinig gekend. Er zijn amper aanwijzingen!

Wie was de hollenbeer nu echt?

De hollenbeer als wilde, vraatzuchtige voorouder van de bruine beer... een beeld dat in het collectieve geheugen gegrift staat. Alleen neemt dat beeld een loopje met de werkelijkheid. Ondanks zijn sterke gelijkenissen met de imposante hollenbeer (die rechtopstaand maar liefst 3 meter groot kon zijn en bijna 500 kg woog) is de bruine beer eerder een neef van de hollenbeer. Beiden stammen af van de Etruskische beer. De hollenbeer kwam zo'n 150.000 jaar geleden naar Europa en had maalkiezen, wat typisch was voor plantenetters. De beer leefde erg verspreid over het Europese continent, van Noord-Spanje tot het Russische Oeralgebergte. Zo'n 25.000 jaar geleden stierf deze berensoort uit als gevolg van klimaatveranderingen. Dankzij drie tentoongestelde skeletten – waarvan twee Belgische specimina (Goyet) uit onze collecties, een volwassen mannetje en een welp – krijgen de bezoekers een beter beeld van de echte hollenbeer, los van de populaire cultuur.

De Belgische hollenberen

In heel wat Belgische grotten zijn overblijfselen van hollenberen (*Ursus spelaeus*) gevonden. De tentoonstelling *Teddy & Beer* toont twee skeletten van deze Belgische beren: een volwassen mannetje en een jong. Edouard Dupont groef ze in 1868 in de grot van Goyet (Ardennen) op, samen met de resten van meer dan 130 andere hollenberen. Het Instituut bewaart dit materiaal al 150 jaar lang in zijn collecties.

Hollenberen, die vooral plantaardig voedsel aten, waren inheems in Europa en West-Siberië. Ze zochten bergachtige streken op met veel grotten en spelonken, die ze gebruikten als onderkomen tijdens de winter. Tijdens de winterrust stierven veel van die beren, vooral de jonge, zieke en zeer oude dieren. Ze vielen vaak ten prooi aan de hollenleeuw en ook de prehistorische mens joeg op de hollenbeer. In de loop van de laatste ijstijd verminderde het aantal hollenberen geleidelijk, waarschijnlijk door een combinatie van menselijke bejaging en een afkoeling van het klimaat.

Hoewel de hollenberen ongeveer 25.000 jaar geleden uitstierven, 'leeft' een deel van hun genen nog voort. Recent onderzoek wees uit dat het DNA van de bruine beer vandaag nog één tot drie procent DNA van de uitgestorven hollenbeer bevat. Tijdens een vroegere ijstijd is er een kruising geweest tussen deze twee soorten.



Reuzenpanda
© KBIN - Thierry Hubin



Wie eet wat?
© KBIN - Thierry Hubin



The bear family
© KBIN - Thierry Hubin

Er werd zelden gejaagd op beren, hoewel de mens wel eens berenvlees at, hun bont gebruikte en sieraden of werktuigen vervaardigde met hun tanden of – in zeldzame gevallen – beenderen. Welke plaats was er voor beren weggelegd in de prehistorische samenlevingen? Het bestaan van een heuse cultus rond de hollenberen wordt betwist. De status van de hollenbeer blijft dus onzeker.

ZONE 3 - De beren vandaag

De ijsbeer en de bruine beer zijn goed gekend, maar de berenfamilie telt nog zes andere soorten. De sterren in het gezelschap zijn de vier Aziatische beren, met name de reuzenpanda, de Aziatische zwarte beer, de Maleise beer en de lippenbeer. De twee Amerikaanse beren zijn de Amerikaanse zwarte beer en de brilbeer. De twee intercontinentale berensoorten zijn de bruine beer en de ijsbeer. Als knipoog zijn naast de acht hedendaagse soorten nog vier onmisbare en erg geliefde vrienden te zien: Winnie, Baloe, Paddington en Kung Fu Panda!

Ze zijn overal... of toch bijna

Met uitzondering van het Afrikaanse continent leven de acht berensoorten verspreid over de hele wereld, voornamelijk op het noordelijk halfrond. De brilbeer en de Maleise beer wagen zich ook ten zuiden van de evenaar. De bezoeker leert over de brede waaier aan leefgebieden voor de beren: van pakijs tot tropisch regenwoud en van bergwanden tot laagvlaktes... de meest uiteenlopende omgevingen voor acht soorten, die ondanks alles toch erg veel biologische eigenschappen gemeen hebben.

Wat eten ze? Hoe verplaatsen ze zich? En hoe zit het met de kleintjes?

Wat hebben de acht berensoorten met elkaar gemeen? Hun eetgewoonten. Het zijn in de eerste plaats allemaal 'opportunistische omnivoren', die in staat zijn wortels, insecten, vruchten, kleine of grote zoogdieren, vissen enz. te eten. Toch wijken sommige beren van dat eetpatroon af en beperken ze zich tot één bepaald voedsel (bamboe, zeehond).

Verder zijn alle beren, net als de mens, plantigraden (zoolgangers). Dat betekent dat de volledige oppervlakte van hun poot de grond raakt. Die morfologische eigenschap schenkt hen een indrukwekkend gestalte. Zo kunnen ze immers zowel op vier poten lopen als rechtop staan. Daarnaast geeft het hen een stabiele houding en kunnen ze zich snel voortbewegen! Tot slot delen de berenwelpjes verschillende eigenschappen in hun ontwikkeling. Zo worden ze allemaal blind en zonder vacht geboren.

Overwinteren in een hol

De winterrust blijft fascineren! Dit wonder van de natuur zorgt ervoor dat beren de processen in hun lichaam 's winters kunnen vertragen. Diep in hun hol gaan ze slapen en verlagen ze hun lichaamstemperatuur een beetje, hoewel hun hersenen alert blijven voor gevaren of een korte dooi-periode. Ze eten en drinken niets en hoeven hun behoeften niet te doen. Zo sparen ze aanzienlijk veel energie en komen ze de winter zonder problemen door. Sommige berensoorten blijven echter de hele winter actief...

ZONE 4 - Over beren en mensen

Om de complexe relaties tussen beren en mensen vandaag te belichten, schetst de tentoonstelling vier verschillende situaties om het leven van de beren in de vrije natuur, hun verleden onder het overwicht van de mens, maar ook het respect en de bewondering die ze afdwingen, ver- eeuwigd in verhalen en volksfeesten, beter te begrijpen.

In dit deel wordt ook een algemene stand van zaken opgemaakt over de beren in de Pyreneeën, in Europa en in de wereld. Welke soorten zijn met uitsterven bedreigd? Welke soorten doen het goed? Wat zijn de voor-

naamste bedreigingen? Vandaag, aan het begin van de 21ste eeuw, tekenen we grote verschillen op tussen de verschillende berenpopulaties. Bepaalde soorten worden ernstig met uitsterven bedreigd, zoals de reuzenpanda (1.800 dieren). Andere soorten nemen gestaag in aantal toe, zoals de brilbeer en de Maleise beer (10.000 dieren van elke soort), maar ook de lippenbeer (20.000 dieren), de ijsbeer (25.000 dieren) en de Aziatische zwarte beer (40.000 dieren). De populatie bruine beren blijft ondanks een negatieve trend vrij stabiel (200.000 dieren), terwijl de Amerikaanse zwarte beer het van alle soorten het beste doet, met 900.000 dieren. Voor zes van de acht berensoorten is de situatie dus zorgwekkend.

Daar zijn verschillende oorzaken voor, maar de grootste bedreiging blijft de aanhoudende verwoesting en versnippering van hun leefgebieden door de uitbreiding van de landbouw, de ontbossing en de verstedelijking. Ook hun jacht- en voortplantingsgebieden worden zo almaar kleiner. Andere bedreigingen zijn stropers – die het op vrijwel alle soorten hebben gemunt –, de opwarming van de aarde – waar de ijsbeer vrijwel symbool voor staat –, en de commerciële uitbuiting. Een van de voorbeelden is het totale bestand van de Aziatische zwarte beer, dat in 30 jaar tijd met ongeveer 40 % afnam. De diersoort wordt ernstig bedreigd door de verwoesting van zijn leefgebied en door de jacht. Bovendien schrijft de Aziatische geneeskunde een heilzame werking toe aan berengal. Het gebruik ervan in geneesmiddelen leidt tot de gevangenneming van beren met het oog op hun kweek in schrijnende omstandigheden. Die omstandigheden worden echter steeds meer met de vinger gewezen.

Van roem tot spot: de beer onder de knoet

In de oudheid boezemde de beer angst in en dwong het dier respect en bewondering af. Hij werd in verband gebracht met strijders en machtige figuren. In de middeleeuwen veranderde dat echter. Met de verspreiding van het christendom werden symbolen uit de heidense verering in een slecht daglicht geplaatst, als belichaming van het kwade. De beer werd als slecht en gevaarlijk bestempeld, een bedreiging voor mensen in de bossen en bergen. Het dier werd als de duivel afgeschilderd en uitgeroeid. De beer eindigde als kermisattractie of circusdier en voorwerp van spot. Ook in Brussel belandde de beer in de dierentuin. Op de tentoonstelling zijn twee berenschedels te zien van dieren die in de voormalige Brusselse zoo leefden (1851-1880). Er ontstaat een heuse klopjacht op de beer. Alle middelen zijn goed om het dier te doden: slagen, gif, valstrikken... De 'beschaving' moest de beer niet! Hier staat een interactieve multimedia-toepassing: berenfeest, uitdrukkingen, verhalen, rituelen en folklore.

ZONE 5 - Hoe ziet de toekomst van de beren eruit?

Zullen we morgen alleen nog de pluchen beer kennen? Wie echt van de beren in de vrije natuur houdt, draagt bij tot hun toekomst. Aan het eind van de tentoonstelling kunnen bezoekers zich uitleven in een 'knuffelhoek' vol teddyberen, in de meest uiteenlopende stijlen en groottes. Daarna kan het publiek kennismaken met het beschermingsproject voor beren in de Karpaten dat opgezet werd door het WWF.

Teddy & Beer is een aangepaste versie van tentoonstellingen die werden ontwikkeld door de twee Franse partners van het Museum voor Natuurwetenschappen.

Het *Muséum d'Histoire naturelle* de Toulouse is een openbare erfgoedinstelling die de wetenschappelijke cultuur moet helpen ontwikkelen en verspreiden. Het museum wil de denkpistes rond kwesties als de mens en zijn omgeving voor burgers, klein en groot, aantrekkelijk en toegankelijk maken. De vele museografische middelen van de oorspronkelijke tentoonstelling in Toulouse die in Brussel te zien zijn, net als de uitzonderlijke uitlening van Cannelle, de laatste vrouwtjesbeer uit de Pyreneeën, getuigen van de vak kennis en de kwaliteit van de in situ- en extra muros-producties van het Muséum de Toulouse.

Het *Muséum national d'Histoire naturelle* (Parijs) behoort tot de grootste musea ter wereld en kan bogen op een breed actiedomein, waar onderzoek naar het verleden een licht werpt op de toekomst, op het raakvlak tussen natuur- en menswetenschappen. Zijn activiteiten – van fundamenteel en toegepast onderzoek tot het beheer en de ontwikkeling van collecties of de verspreiding van kennis – maken van het museum al bijna 400 jaar een toonaangevende instelling. Het wil de kennis over de natuur toegankelijk maken voor iedereen en zo veel mogelijk mensen sensibiliseren voor de bescherming van onze planeet. De experts van de tentoonstellings- en bemiddelingsdiensten zetten hun schouders onder die doelstelling en hebben de oorspronkelijke tentoonstelling uit Toulouse een eerste keer aangepast en aangevuld met stukken uit de uitzonderlijke collectie. Bezoekers krijgen een 15-tal specimens uit het Museum te zien, waaronder twee panda's en een zeldzame beer 'in slaaphouding'.

KOM MET JE TEDDYBEER NAAR DE EXPO

Met hun teddybeer in de hand en gewapend met een speciale badge kunnen de allerkleinsten een interactief tentoonstellingsparcours op maat volgen. Ze kunnen kijken, nabootsen, vergelijken en verbanden leggen, en spelenderwijs de wereld van de beren ontdekken! De badge activeert een twintigtal multimediale posts, projecties en opdrachtjes die speciaal werden ontwikkeld voor kinderen vanaf 4 jaar. Zo ontdekken ouders en kinderen samen de tentoonstelling... elk op hun niveau!



MEER

Tentoonstelling *Teddy & Beer* nog tot 1 september 2019 in het Museum voor Natuurwetenschappen.
www.natuurwetenschappen.be

Uittreksel van een register van de burgerlijke stand van Heverlee, bewaard in het Rijksarchief te Leuven.
© Rijksarchief



DEMOGEN

Crowdsourcing, genealogie en historisch-demografisch onderzoek in het Rijksarchief

Koen Matthijs,
Eddy Put en
Patrick Trio

Het vrijwilligersproject DEMOGEN in het Rijksarchief vormt een mooie illustratie van de grote maatschappelijke meerwaarde die crowdsourcing kan genereren. Niet alleen voor de familiegeschiedenis, maar ook voor de historische demografie levert het belangrijke en betrouwbare big data op.

Steeds vaker doen archieven een beroep op het brede publiek. De voorbije decennia is er wat dat betreft een lange weg afgelegd. Veel burgers, vooral senioren, werken als vrijwilliger mee aan het verzamelen, het klasseren en het valoriseren van historisch erfgoed in het algemeen en genealogisch materiaal in het bijzonder. Vaak starten ze bij een zoektocht naar hun eigen voorouders, maar na verloop van tijd voelen velen zich geroepen om mee te werken aan een veel breder, collectief project: het verzamelen en verwerken van grote hoeveelheden historische en genealogische informatie. Dat daarvoor gebruiksvriendelijke software ter beschikking kwam, heeft een en ander veel gemakkelijker gemaakt en heeft velen over de streep getrokken. Ook de grootschalige digitalisering van parochieregisters, burgerlijke stand en andere belangrijke archiefreeksen heeft drempelverlagend gewerkt, zeker toen deze documenten online ter beschikking kwamen.

In een recent artikel in *Archival Science* stelde de Canadese archieftheoreticus Terry Cook dat

de inzet van vrijwilligers zo ingrijpend is dat het heeft geleid tot het ontstaan van zogenaamde participatieve archieven. Aanvankelijk bestond er in de archiefwereld nogal wat koudwatervrees hiervoor. Betekende de inzet van vrijwilligers immers niet dat men de eigen vakbekwaamheid in vraag stelde? En wat met de kwaliteitscontrole? Krijgen de resultaten van de vrijwilligerswerking op de website van de archiefdienst hetzelfde statuut als het werk van de reguliere medewerkers? Ondertussen is het besef gegroeid dat de expertise van archivariissen en de inbreng van burgers elkaar perfect aanvullen. Vrijwilligers houden zich vooral bezig met de digitalisering en de nadere ontsluiting van archief. Archivariissen zijn nog steeds verantwoordelijk voor de basisinventarisatie en nemen hoe langer hoe meer een coachende rol op.

DEMOGEN: achtergrond en context

In 2007 werd het vrijwilligersproject DEMOGEN (de samenvoeging van 'demografie' en 'genealogie') opgestart door het Rijksarchief te Leuven (www.arch.be) en de onderzoeksgroep *Family and Population Studies* (www.fapos.be) van de KU Leuven. Opzet was de ontsluiting van alle 19de-eeuwse en begin 20ste-eeuwse huwelijksakten van de provincie Vlaams-Brabant en het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest. Meer dan 150 vrijwilligers hebben hieraan meegewerkt. Begin 2019 waren er meer dan vijf miljoen persoonsvermeldingen, afkomstig van ongeveer 600.000 huwelijksakten en akten van echtscheiding ingevoerd. De databank is voor iedereen online beschikbaar en doorzoekbaar. Belangstellenden zijn niet alleen genealogen, maar ook wetenschappers, geïnteresseerd in de analyse, de reconstructie en de duiding van historisch-demografische en culturele langetermijnprocessen. De verwachting is dat het project, indien het huidige tempo (ca. 65.000 akten per jaar) wordt aangehouden, binnen een jaar zal afgerond zijn voor de periode 1800-1910.

DEMOGEN is, qua aanpak en qua doelstelling, geïnspireerd door een gelijkaardig initiatief dat sinds 1999 loopt in het Rijksarchief te Brugge. Dat startte, eerder bescheiden, met het ontsluiten van de 19de-eeuw-

se West-Vlaamse huwelijksakten, maar mettertijd werden de ambities verbreed, en werden ook geboorte- en overlijdensregisters verwerkt. In een volgende fase is ook informatie van de parochieregisters uit de vroegmoderne periode opgenomen. De West-Vlaamse databank bevat anno 2019 gegevens uit 4,5 miljoen akten, die betrekking hebben op ongeveer 12,5 miljoen namen. Maar liefst 200 vrijwilligers werkten daar de voorbije decennia aan mee.

In een eerste fase was het Leuvense DEMOGEN-project beperkt tot de huwelijksakten van de periode 1800-1910. De keuze om eerst de huwelijksakten (en niet de geboorte- of overlijdensakten) te ontsluiten, heeft te maken met het feit dat deze documenten niet alleen meer, maar ook relevantere informatie bevatten. Maar op termijn is het zeker de bedoeling om de dataverzameling te verruimen naar de geboorte- en overlijdensakten. Ook de uitbreiding naar recentere periodes behoort tot de ambitie, zeker nu de wet van 21 december 2018 (Belgisch Staatsblad, 31 december 2018) de openbaarheidsregeling voor huwelijksakten versoepelt van 100 naar 75 jaar. Dat betekent dat ook de boeiende periode van het interbellum en van WO II (1918-1944) voor registratie en analyse in aanmerking komt.

Om snel en efficiënt te werken, is het belangrijk dat de invoer van de gegevens gebeurt via een vast schema (zie hiernaast). De verzamelde data worden ter beschikking gesteld via de zoekrobot 'zoeken naar personen' van het Rijksarchief (zie: <https://search.arch.be/nl/zoeken-naar-personen>). Deze databank is zeer populair bij iedereen die zijn familiegeschiedenis snel en efficiënt wil reconstrueren.

Bij het opbouwen van een databank worden onvermijdelijk fouten gemaakt. Het gaat om oude, handgeschreven, en niet altijd goed leesbare teksten. Soms is de inkt vervaagd, soms zijn de registers te kort ingebonden. Ook de scans zijn niet altijd van optimale kwaliteit. Dat bemoeilijkt de leesbaarheid, wat leidt tot fouten. Om die zoveel mogelijk te vermijden, werd een strak systeem van kwaliteitscontrole uitgewerkt. Dat is zo ontworpen dat ook fouten van de registrerende ambtenaar van de Burgerlijke Stand – zoals bijvoorbeeld een bruid die ouder is dan haar vader – worden gedetecteerd.

DEMOGEN en historische demografie

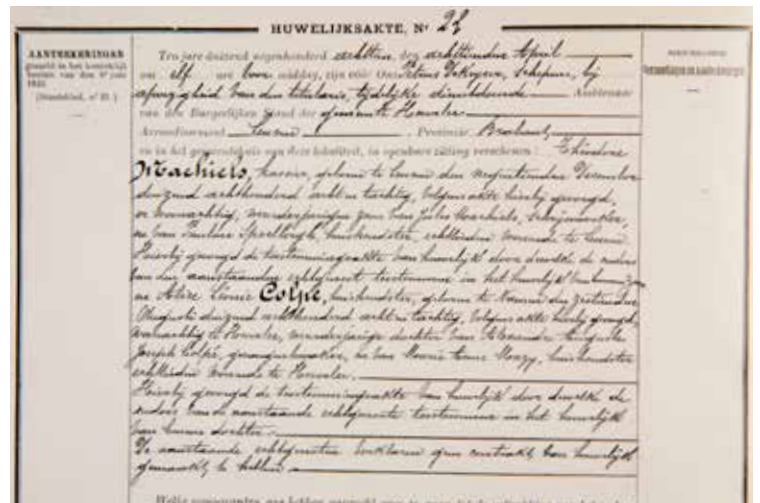
Voor wetenschappelijk onderzoek in het algemeen en (historische) demografie in het bijzonder, opent DEMOGEN veel mogelijkheden. Het voorbije decennium publiceerde de onderzoeksgroep *Family and Population Studies* van de KU Leuven heel wat artikels en rapporten waarin gebruik wordt gemaakt van de data van de West-Vlaamse en Vlaams-Brabantse vrijwilligersprojecten.

Op zich hebben de afzonderlijke genealogische data een relatief beperkte waarde: de namen van bruid, bruidegom en hun ouders, de datum van het huwelijk, enz., hebben vooral een emotionele betekenis voor de nakomelingen. Maar opgeteld en cumulatief, en geanalyseerd in een breed kader, leren deze gegevens veel over maatschappelijke structuren, culturele processen, politieke verhoudingen en economische ontwikkelingen. De demografische context (geboorte, sterfte, migratie, gezinsvorming en -ontbinding) bepaalt immers de manier waarop de samenleving zich ontwikkelt.

Het werk van genealogen levert miljoenen kleine waarnemingseenheden op. Een volgende stap is 'connecting the dots': de informatie uit de individuele historische akten levert de bouwstenen van een groot-schalige databank. Die maakt het mogelijk om levenslopen te reconstrueren, wat vervolgens toelaat om demografische, economische en

The image shows a digital form titled 'Huwelijksakte' (Marriage Record) with multiple columns for data entry. The columns are labeled 'ALPHABET', 'BRUIDEGOM', 'BRUID', 'VADER BRUIDEGOM', and 'VADER BRUID'. Each column contains fields for 'Voornaam (trageleg)', 'Familienaam', 'Geboortedatum', 'Geboorteplaats', 'Beruf of handhaving', and 'Waarplaats of adres'. There are also sections for 'Huwelijkscontract' and 'Proformis attestatie'. At the bottom, there is a table with columns for 'Voornaam', 'Familiennaam', 'Beruf', and 'Status', containing names like 'Charles', 'M. De La Vallée Poussin', 'M. Moisson', 'M. Poullet', and 'M. Enxet'.

Vrijwilligers hebben een software ontwikkeld om de invoer van de gegevens te vergemakkelijken zoals blijkt uit dit ingevuld formulier. © Rijksarchief

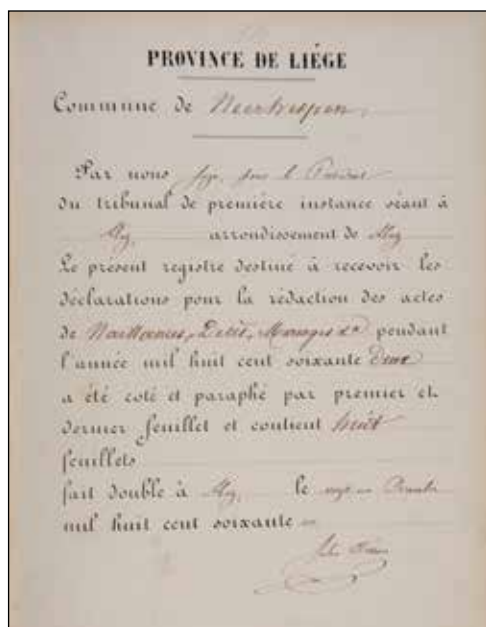


Uittreksel van een register van de burgerlijke stand van Heverlee, bewaard in het Rijksarchief te Leuven. © Rijksarchief

culturele langetermijnprocessen te duiden. Dat meten en tellen, dat sorteren en stapelen van informatie, komt uiteindelijk neer op het schrijven van nieuwe geschiedenis.

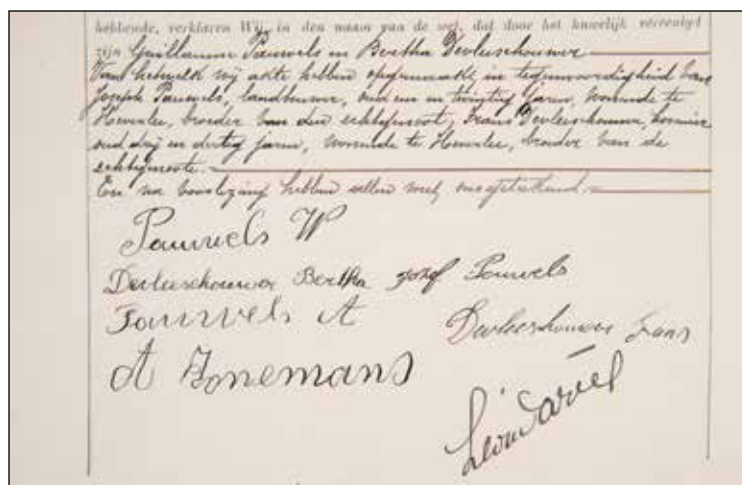
Een voorbeeld is de langetermijnevolutie van de eerste huwelijkskans en -leeftijd. Huwelijksluiting is een demografisch scharnier: het starten van een nieuw gezin, vaak ook het begin van het krijgen van kinderen. Het maakt voor een samenleving een groot verschil uit of vrouwen gemiddeld op hun 18de dan wel op hun 28ste huwen. Dat betekent immers dat hun vruchtbare periode met tien jaar beperkt of verruimd wordt. Vroeger of later huwen is een sluis die zich kan openen en sluiten, naargelang van de (economische) noden. Ook het verschil in huwelijksleeftijd van bruid en bruidegom is betekenisvol, onder meer voor de evolutie van gendermacht. Wie wanneer met wie huwt, leert veel over de sociale afstand tussen de partners. Een voorbeeld: huwen hogergeplaatsten meer of minder met partners die lager op de maatschappelijke ladder staan? Hoe evolueerde dat in de tijd en naar regio? In de historisch-demografische literatuur is er ook veel aandacht voor de evolutie van de geografische afstand tussen bruiden en bruidegoms. Die zegt veel over mobiliteit, wat op zijn beurt te maken heeft met maatschappelijke ontwikkelingen zoals vervoer (wegen, treinen) en communicatie (postkantoren, telefonie). De huwelijksakten geven ook informatie over de getuigen van de huwe-

Uittreksel van een register van de burgerlijke stand van Neerhespen, bewaard in het Rijksarchief te Leuven. © Rijksarchief



lijkssluiting, en dat leert ons iets over familie-verhoudingen en sociale netwerken. Waren de getuigen familieleden of vreemden? Waren het mannen of vrouwen? Tot slot: ook de vaststelling dat bijna één op drie huwelijksluitingen in de 19de eeuw een tweede of derde huwelijk was, leidt tot boeiende onderzoeksvragen, bijvoorbeeld over de (veranderende) duur tussen verweduwing en hertrouw.

Een tweede voorbeeld is het onderzoek naar geboortes. De leeftijd van de moeder bij de geboorte van haar eerste kind (wanneer start de vruchtbare periode?) en van de latere kinderen (hoeveel tijd is er tussen de bevallingen en speelt het geven van borstvoeding daarin een rol?), levert cruciale sociaal-demografische informatie. En wanneer stopt men met het krijgen van kinderen? Hoe veranderde dat doorheen dat tijd? Eerst bij arbeiders of eerst bij bedienden? Kennis hierover is meer dan een historische bijkomstigheid. In de loop van de tweede helft van de 19de en de eerste helft van de 20ste eeuw vond er in Europa een evolutie plaats van hoge naar lage geboorte- en sterftcijfers. Dat had een vast patroon: eerst daalde de sterfte en bleef de vruchtbaarheid nog vrij hoog, met forse bevolkingsgroei als resultaat. In een volgende fase daalde ook het geboortecijfer. Dat is de zogenaamde demografische transitie, één van de meest fascinerende sociale ontwikkelingen van de voorbije twee eeuwen. Informatie uit de akten van de Burgerlijke Stand levert cruciaal materiaal om die evolutie wetenschappelijk te duiden. Vandaag zijn we getuige van de mondiale ontvouwing van dat proces. Zonder inzicht daarin kan men de hedendaagse problematiek van internationale migratiestromen niet



Uittreksel van een register van de burgerlijke stand van Neerhespen, bewaard in het Rijksarchief te Leuven. © Rijksarchief

begrijpen. De langetermijnevolutie van de vruchtbaarheid verschilt ook tussen groepen met hoge en lage sociale status, en heeft bijgevolg een sociale gradiënt. Inzicht daarin is nodig om de motoren van sociale verandering en culturele dynamiek te begrijpen. Voor sterfte geldt precies hetzelfde. Er wordt wel eens gezegd dat iedereen gelijk is voor de dood, maar dat klopt niet. Er kan tot tien jaar verschil zijn in de levensverwachting van hoog- en laagopgeleiden. Zo is er ook een grote variatie in de evolutie van de zuigelingen- en kindersterfte, naargelang van regio en van religieuze denominatie. En ook dat kan geanalyseerd worden met informatie uit de akten van de Burgerlijke Stand.

Deze beperkte greep van voorbeelden van klassieke demografische vragen geeft een goed idee van wat genealogische informatie en gereconstrueerde familiegeschiedenis kunnen betekenen voor wetenschappelijk onderzoek. Genealogische vrijwilligersprojecten leveren in dat verband prachtig materiaal. Sinds een tweetal decennia is er ook toenemende interesse vanuit genetische hoek. Dat is een veelbelovend en innovatief perspectief waar veel van wordt verwacht. Met DNA-onderzoek worden familieverbanden opgespoord. Dat laat toe de migratiegeschiedenis te reconstrueren (genografie). Dat onderzoek combineren met klassiek genealogisch werk, zoals DEMOGEN doet, is de basis van uitdagende wetenschappelijke ontwikkelingen, de zogenaamde genealogische genetica. Het geduldige zoek- en registratiewerk van honderden vrijwilligers, gefaciliteerd door het Rijksarchief, legt de onmisbare basis voor deze vorm van *citizen science*.

De auteurs

Koen Matthijs, gewoon hoogleraar, Centrum voor Sociologisch Onderzoek, KU Leuven.
Eddy Put, waarnemend departementshoofd Vlaamse Rijksarchieven.
Patrick Trio, coördinator Demogen.

Meer

Website van het Rijksarchief:
www.arch.be
Website van de Fapos
<https://soc.kuleuven.be/ceso/fapos>

SCIENCE CONNECTION

is het gratis magazine van het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo)

Verantwoordelijke uitgever:

Pierre Bruyere
WTC III
Simon Bolivarlaan, 30
1000 Brussel

Coördinatie:

Patrick Ribouville
scienceconnection@belspo.be
www.scienceconnection.be

Werken mee aan dit nummer:

Bhély Angoboy Ilondea (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika/INERA), Hans Beeckman (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Eric Béka, Bruno Bertrand (Koninklijke Sterrenwacht van België), Joëlle Bertrand (Federaal Wetenschapsbeleid), Laurence Burnotte (Federaal Wetenschapsbeleid), Pascale Defraigne (Koninklijke Sterrenwacht van België), Véronique Dehant (Koninklijke Sterrenwacht van België), Vinciane Dehant (Federaal Wetenschapsbeleid), Tom De Mil (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika/UGent), Stéphanie Deschamps (Algemeen Rijksarchief), Souad Ech-chakrouni (Koninklijk Meteorologisch Instituut), Wannes Hubau (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Karolien Lefever (Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie), Sébastien Le Maistre (Koninklijke Sterrenwacht van België), Jacques Lust (Federaal Wetenschapsbeleid), Koen Matthijs (KU Leuven-Centrum voor Sociologisch Onderzoek), Lê Binh San Pham (Koninklijke Sterrenwacht van België), Laetizia Puccio (Algemeen Rijksarchief), Eddy Put (Algemeen Rijksarchief), Patrick Ribouville (Federaal Wetenschapsbeleid), Pieter Rottiers (Federaal Wetenschapsbeleid), Eline Sciot (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Martine Stélandre (Federaal Wetenschapsbeleid), Patrick Trio (Algemeen Rijksarchief), Michel Van Camp (Koninklijke Sterrenwacht van België), Tim Van Hoolst (Koninklijke Sterrenwacht van België) en Marie Yseboodt (Koninklijke Sterrenwacht van België).

De auteurs zijn verantwoordelijk voor de inhoud van hun bijdragen.

Foto voorpagina: Opname van de totale maansverduistering gemaakt op 21 januari 2019 op de site van het wetenschappelijke station van Humain (provincie Luxemburg). Hiervoor werd een 18-cm f/7 refractor gebruikt samen met een Nikon D810a camera, belichting van 1/5 sec met ISO 3200. © Koninklijke Sterrenwacht van België / Paul Van Cauteren & Patricia Lampens

Oplage: 13.000 exemplaren in het Nederlands en in het Frans

Abonnement: www.scienceconnection.be

Science Connection staat in pdf-formaat op www.belspo.be

Fout in uw naam? Onvolledig adres? Verkeerde postcode? Meld het ons per e-mail of stuur het omslagetiket verbeterd terug.

Lay-out en druk:

Bredero Graphics
www.drukbredero.be

Gedrukt met plantaardige inkt op een papier geproduceerd met respect voor het milieu.

Het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo) heeft als opdracht het wetenschappelijk en cultureel potentieel van België maximaal te benutten ten behoeve van de beleidsmakers, de industrie en de burgers: 'een beleid voor en door de wetenschap'. Het reproduceren van uittreksels uit deze publicatie is toegestaan voor zover daar geen commerciële bedoelingen mee gepaard gaan en voor zover het past in de opdrachten van het Federaal Wetenschapsbeleid. De Belgische Staat kan niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die voortvloeit uit het gebruik van gegevens die in deze publicatie zijn opgenomen.

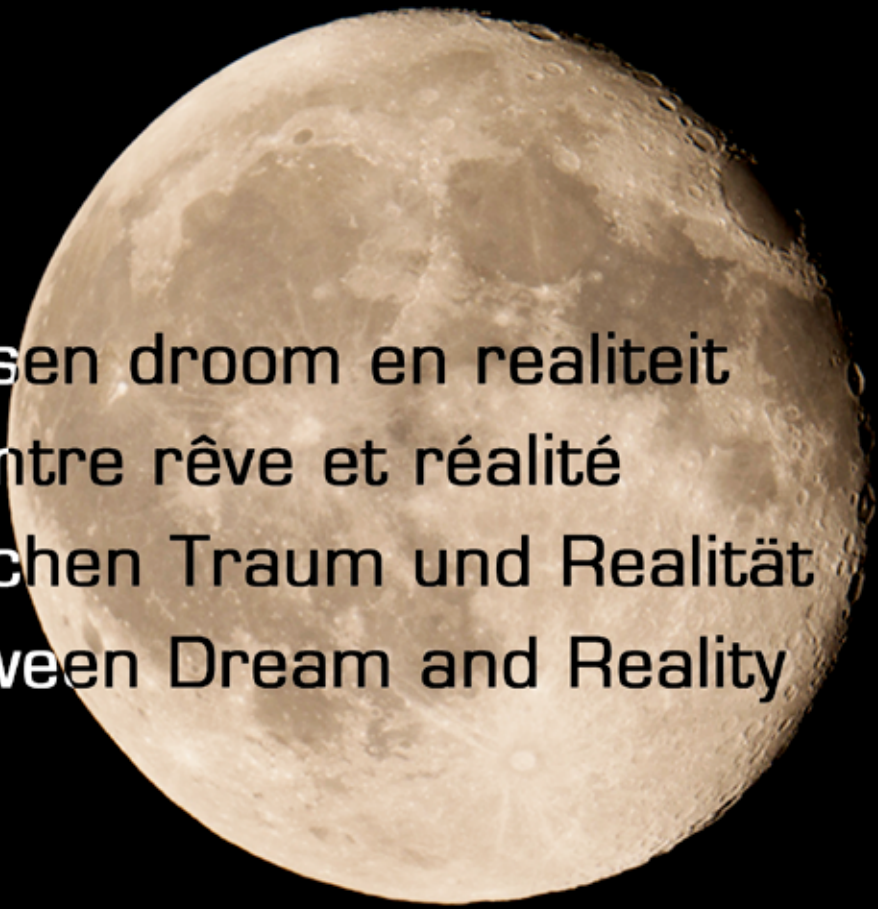
Het Federaal Wetenschapsbeleid noch enige andere persoon die in zijn naam optreedt is verantwoordelijk voor het gebruik dat zou kunnen worden gemaakt van de informatie in deze publicatie of voor eventuele fouten die er, ondanks de uiterste zorg bij de voorbereiding van de teksten, nog in zouden staan.

Het Federaal Wetenschapsbeleid heeft alle nodige moeite gedaan om te voldoen aan de wettelijke voorschriften inzake auteursrechten en om contact op te nemen met de rechthebbenden. Elke persoon die benadeeld meent te zijn en zijn rechten wil laten gelden wordt verzocht zich bekend te maken.

© Federaal Wetenschapsbeleid 2019

Reproductie is toegelaten mits bronvermelding.

Mag niet worden verkocht.



DE MAAN: tussen droom en realiteit
LA LUNE: entre rêve et réalité
DER MOND: zwischen Traum und Realität
THE MOON: between Dream and Reality

TENTOONSTELLING - EXPOSITION
23.07.2019 > 25.08.2019
10:30 - 17:00

Wetenschap en Cultuur op het Koninklijk Paleis te Brussel
Science et Culture au Palais Royal de Bruxelles

KONINKLIJK PALEIS - PALAIS ROYAL
 Paleizenplein, Brussel - Place des Palais, Bruxelles
 (laatste ingang 15u45 - dernières entrées à 15h45)
 Gesloten op maandag - Fermé le lundi
 Gratis toegang - Entrée gratuite

Photo © KBR/OJB | Paul Van Cauderen - Patricia Lampens

www.monarchie.be - www.belspo.be - www.chancellerie.belgium.be



www.royalbelspo.be

