

SCIENCE

49

december 2015 - januari 2016

connection



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



onderzoek



ruimte



natuur



kunst



documentatie

Het magazine van het FEDERAAL WETENSCHAPSBELEID

Federaal Wetenschapsbeleid



belspo .be



belspo

www.belspo.be



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

KBR

Koninklijke Bibliotheek van België
www.kbr.be



Studie- en Documentatiecentrum Oorlog
en Hedendaagse Maatschappij
www.cegesoma.be

CINEMATEK

Koninklijk Belgisch Filmarchief
www.cinematek.be



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



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



Koninklijke Sterrenwacht van België
www.astro.oma.be



Koninklijk Meteorologisch Instituut van
België
www.meteo.be



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.academibelgica.it



Koninklijke Academie voor
Overzeese Wetenschappen
www.kaowarsom.be



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

Inhoud

2

Editoriaal

4



Paaseiland en de Belgische archeologische missie

8



Happy BEarthday STEREO!

12

2050 - Een korte geschiedenis van de toekomst

18



In het spoor van de karavanen...

22

DEMOCRITOS - Stromingsdynamica in het Von Karman Instituut

26

Taxidermie, een beroep in beweging

28



237 aardbevingen in 1,5 jaar tijd

32

Op ontdekking door meer dan 600 jaar cartografie

36



Cartesius - Vier federale instellingen laten hun kaarten zien

40

De zon van dichterbij dan ooit

45

Sarcophagi - Onder de sterren van Noet

Editoriaal

ICONOCLASME

In mei 2015 veroverde de terreurgroep IS de Syrische woestijnstad Palmyra. De eerste weken na de verovering bleven de ruïnes van 'de Stad der Duizend Zuilen' overeind staan. Er was toen nog de hoop dat IS de Romeinse opgravingen – met recht en reden opgenomen op de werelderfgoedlijst van de UNESCO – ongemoeid zou laten. In augustus werden echter achtereenvolgens de tempels van Baal-Shamin en Bel met de grond gelijkgemaakt.

Meer dan het fysiek uitschakelen van de tegenstander, is het vernietigen van artefacten en kunst een poging om een beschavingsvorm radicaal uit te roeien. Beschaving is het kennismaken met het andere, kennismaken met de anderen. Beschaving is daarenboven empathie en tolerantie ontwikkelen voor het andere, voor het afwijkende. Beschaving is het andere, de andere niet als een bedreiging ervaren. Kunst en cultuur zijn bij uitstek de wijze waarop beschavingen zich uiten en herkend worden.

Kunst en cultuur vernietigen – helaas een eeuwenoud fenomeen – dient daarom bekeken te worden als een bij uitstek gewelddadige vorm van intolerantie. Een kunstvijandige samenleving is een samenleving die niet langer naar zichzelf wenst te kijken, die niet meer in staat is over haar eigen horizon te zien en enkel nog eenduidigheid nastreeft.

Een samenleving mag zich daarom nooit neerleggen bij uitingen van iconoclasme. Integendeel, een samenleving die zichzelf respecteert, hecht grote waarde aan de instandhouding en het doorgeven van het cultureel erfgoed van de vorige generaties aan de volgende generaties. Dat draagt immers ontgensprekelijk bij aan de levenskwaliteit van de samenleving, die een weerspiegeling is van verschillende ideologische, filosofische en levensbeschouwelijke opvattingen.

In België spelen de Federale Wetenschappelijke Instellingen een belangrijke rol in de overdracht van het erfgoed aan de huidige en toekomstige generaties. Zij doen dat onder andere met hoogwaardige permanente of tijdelijke tentoonstellingen. Zo mocht ik zelf dit jaar bijvoorbeeld in het KBIN de permanente tentoonstelling van de Galerij van de Mens openen, die de evolutie van de mens in beeld brengt, alsook de tijdelijke tentoonstelling *Sarcophagi* in de KMKG.

De kwaliteitsvolle presentatie van deze tentoonstellingen en bij uitbreiding van het voltallige patrimonium van onze musea gaat hand in hand met de kwaliteit van het wetenschappelijk onderzoek dat in onze FWI's wordt gevoerd. Ik blijf dan ook ijveren om de culturele competentie in het wetenschapsveld, een even essentieel als onmisbaar onderdeel in de werking van de FWI's, te blijven ondersteunen.



Elke Sleurs

Staatssecretaris voor Wetenschapsbeleid

GEHEUGENBEWAARDERS

Alle Federale Wetenschappelijke Instellingen spelen een sleutelrol als geheugenbewaarder voor toekomstige generaties, zowel voor het grote publiek via tijdelijke tentoonstellingen en publicaties als voor de zeer gespecialiseerde wetenschappelijke wereld. Ze beheren niet alleen belangrijke en zeer waardevolle verzamelingen zoals archieven, publicaties, boeken, schilderijen, beeldhouwwerken, archeologische - , etnografische - en sierkunstvoorwerpen, natuurlijke en zoölogische specimens e.a., maar beheren en verwerken ook gegevens van ruimtevaartmissies, wetenschappelijke opdrachten, expedities en opgravingen. De Federale Wetenschappelijke Instellingen behoren tot de oudste instellingen van België. Zij hebben een uniek en rijk artistiek, cultureel en wetenschappelijk erfgoed verworven, geïnventariseerd en ontsloten. Daarnaast wakkeren zij ook de interesse van het grote publiek aan en dragen zij kennis over.

In *Science Connection* ziet u het topje van de erfgoed-ijsberg, voornamelijk de resultaten van lopende onderzoeksacties en unieke cultuurgoederen. Tevens mag niet vergeten worden dat het beheer een complexe zaak is waarvan conservatie, restauratie, beveiliging en ontsluiting essentiële onderdelen zijn. Hun verzamelingen, hun wetenschappelijk onderzoek alsook hun collectie- en databeheer worden nationaal en internationaal sterk gewaardeerd. Bewijs hiervan zijn de talrijke nationale en internationale samenwerkingsverbanden die zij hebben uitgebouwd.

Nu de informatie- en communicatietechnologie immense ontwikkelingen doormaakt wordt het grote publiek alsmat veeleisender. Ook al zijn het budgettaire moeilijke tijden, spelen de Federale Wetenschappelijke Instellingen en Belspo daarop in: digitaliseringsprojecten, *Open Access*, het online ter beschikking stellen van gegevens en cultuurgoederen. Ook dit tijdschrift *Science Connection* zal de komende maanden deze technologische evolutie moeten volgen, uiteraard met behoud van zijn redactionele kwaliteiten.

Het is in deze bijzonder moeilijke context dat ik de algemeen directeuren, alle wetenschappers, conservatoren en medewerkers van de Federale Wetenschappelijke Instellingen en de personeelsleden van Belspo wil bedanken voor het opmerkelijke werk dat ze leveren. Ondanks de bestuurlijke overgangperiode waarin we ons nu bevinden, blijven zij zich inzetten om hun rol als geheugenbewaarders te vervullen.

René Delcourt

Voorzitter a.i. van het Directiecomité van het Federaal Wetenschapsbeleid



Op de hellingen van de vulkaan Rano Raraku, die als steengroeve diende, staan de beelden voor twee derde verankerd in de bodem, waardoor alleen hun hoofd en borst zichtbaar is. Sommigen gaan ervanuit dat ze klaar stonden voor een transport, dat vervolgens door rampzalige omstandigheden verhinderd zou zijn.

PAASEILAND

BELGISCHE ARCHEOLOGISCHE MISSIE WERPT NIEUW LICHT OP EEN BIJZONDER MONUMENT

Nicolas Cauwe

Rampenarcheologie

Complexe archeologische fenomenen worden van oudsher gemakshalve uitgelegd aan de hand van catastrofale gebeurtenissen. Zo zouden de dinosaurïers verdwenen zijn door de inslag van een meteoriet en de neanderthaler uitgestorven omdat hij zich niet kon aanpassen aan de harde leefomstandigheden van de laatste ijstijd. Het wegdeemsteren van verschillende beschavingen wordt op eenzelfde manier verklaard, meer bepaald vanuit de hedendaagse invalshoek van de klimaatveranderingen. Vikingen, Maya's, Sumeriërs... worden verondersteld massaal omgekomen te zijn tijdens rampzalige aardbevingen, vloedgolven en periodes van extreme droogte. Ook de theorieën over Paaseiland (Rapa Nui) ontsnapten niet aan deze trend: de

bewoners van het eiland zouden alle bomen geveld hebben met een dramatische transformatie van het landschap tot gevolg die hongersnood en vervolgens ook oorlogen en vernieling met zich meebracht.

Zulke hypothesen over de ondergang van oude beschavingen zetten aan tot nadenken en roepen vragen op. De bedoeling is echter niet om hier hun pertinentie te onderzoeken, maar eerder om de gevolgen na te gaan van dit soort - aannemelijke maar zelden bewezen - redeneringen voor de interpretatie van de overblijfselen van de culturen in kwestie. De hypothesen lopen vaak spaak, gekneld als ze zitten in het strakke keurslijf van plotse rampen, van natuurlijke of menselijke aard. Het vijftigtal kolossale beelden



Paaseiland is vandaag een grote steppe, maar was dat niet altijd. De vraag naar de rol van de eilandbewoners in de ontbossing van hun eiland is pertinent.



Zowat overal in het landschap zijn geïsoleerde beelden terug te vinden. Ondertussen weten we dat ze langs de oude wegen liggen die inmiddels door begroeiing aan het oog zijn onttrokken. Ook wordt algemeen aangenomen dat deze beelden zouden zijn achtergelaten tijdens een transport.



Rano Raraku is de vulkaan die als tufsteengroeve gebruikt werd en bezaaid is met onafgewerkte beelden. Veelal wordt ervan uitgegaan dat de beeldhouwers op een dag hun werk en ateliers hals over kop in de steek lieten.



De meeste beelden langs de wegen liggen op hun buik, een ongunstige positie voor transport, aangezien zo hun neus, buik en handen beschadigd zouden geraken.

(*moai*) terug te vinden langs de oude wegen op Rapa Nui zijn zo lange tijd uitsluitend geïnterpreteerd geweest vanuit de overtuiging dat ze hals over kop achtergelaten zouden zijn tijdens een transport. Verderop bevindt zich de vulkaankrater Raraku, waar de tufsteen ontgonnen werd waaruit de *moai* gemaakt zijn. De beelden die daar nog staan, worden sinds lang beschouwd als achtergebleven in de steenkappersateliers bij een rampenscenario waarin 'redden wie zich redden kan' gold.

Processiewegen

Deze beelden, langs de wegen en in de ateliers, die zogenaamd achtergelaten zouden zijn ten gevolge van een culturele neergang, vormen het voorwerp van onderzoek van de Belgische missie op Paaseiland de laatste jaren. Het onderzoek van de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis en de Universiteit van Gent tracht ze te bestuderen zonder a priori uitgangspunten te hanteren. Wat de beelden langs de wegen betreft: als ze effectief zouden zijn achtergelaten tijdens een transport, is het eigenaardig dat twee op de drie beelden met het aangezicht naar de grond gekeerd liggen. Versleepte men de *moai* dan op hun buik, met het reële risico hun ronde buik af te schuren en hun fragiel getekende handen en uitstekende neuzen te beschadigen? In ieder geval liggen sommige beelden andersom, alsof ze dus op hun rug vervoerd werden. Zouden de Rapanui echt hun *moai* nu eens op de ene manier, dan weer op een andere getransporteerd hebben, quasi willekeurig en zonder methode? Dit heikle punt wordt vaak omzeild door de veronderstelling dat de beelden rechtop vervoerd werden. Als er iets fout liep konden ze zodus twee richtingen uitvallen, vooruit of achteruit. Klinkt plausibel, maar uitgaande van een val is het onwaarschijnlijk dat het merendeel van de *moai* ongeschonden is! Is het mogelijk dat deze reusachtige beelden gehouwen uit zachte tufsteen vallen zonder de minste schade op te lopen? Dubieus... De verschillende theorieën over de transportwijze van de beelden zijn al bij al wetenschappelijk te verantwoorden. Moeilijker is het feit

dat geen enkele van de hypothesen de staat van de *moai* verklaart, noch hun positie langs de wegen. Het is duidelijk dat het in ieder geval niet gaat over een plots onderbroken verplaatsing.

Tufsteen is een conglomeraat van vulkanische assen en is gevoelig voor regenwater. Mettertijd vormen zich dan ook kleine geultjes in het stenen lichaam van de *moai*. De richting van deze cannelures wordt bepaald door twee elementen: de natuurlijke splijting van de tufsteen en de positie van het beeld. Op die manier is het dus mogelijk op basis van het verloop van de groeven in de steen te reconstrueren hoe de positie van een beeld evolueerde in de loop van de geschiedenis. Zo kan vastgesteld worden dat alle beelden langs de wegen lange tijd rechtop stonden vooraleer ze neerlagen, wat een wijziging met zich meebracht van de oriëntatie van de kleine groeven waarlangs het regenwater zijn weg zocht. Deze vaststelling lijkt aan te tonen dat de beelden in verticale positie werden getransporteerd. Niets is echter minder zeker, aangezien er twee details zijn die niet stroken met deze hypothese. Ten eerste zijn de *moai* die langs de wegen liggen intact: ze zijn dus niet gevallen maar lijken met grote zorg op de grond te zijn neergelegd. Het tweede afwijkende punt is dat bij de meeste beelden de door het water uitgeholde groeven enkele centimeters boven de basis eindigen. Dit is slechts mogelijk indien de basis beschermd was tegen de weersomstandigheden. De andere *moai*, die volledig overdekt zijn met kanaaltjes, hebben een verbrede basis. We besluiten hieruit dat de *moai* met smalle basis gedeeltelijk waren ingegraven in kuilen om ze rechtop te houden, en dat de andere een voldoende brede basis hadden om op de bodem rechtop te blijven staan zonder bijkomende hulp.

Al deze beelden stonden dus opgesteld langs de wegen. De Via Appia bij Rome met haar aaneenschakeling van grafmonumenten of de met sfinxen afgeboorde toegangsweg in het tempelcomplex van Karnak in Boven-Egypte



De beelden langs de wegen zijn grotendeels intact, hoewel ze in zachte tufsteen gemaakt zijn. Het toont aan dat ze niet per ongeluk of door vandalisme gevallen zijn, maar neergelegd werden in de positie waarin ze vandaag aangetroffen worden.



Het regenwater slijt gestaag groefjes uit in de beelden van zachte tufsteen. Een studie van de richting van de cannelures laat zo toe de verschillende posities van een beeld doorheen de tijd te reconstrueren.

zijn wellicht goede vergelijkingen. De processiewegen op Paaseiland roepen echter twee vragen op: waarheen leiden deze wegen en waarom werden ze op een bepaald moment afgesloten door de *moai* die hen opluisterden zorgvuldig neer te leggen?

Een vulkaan als altaar

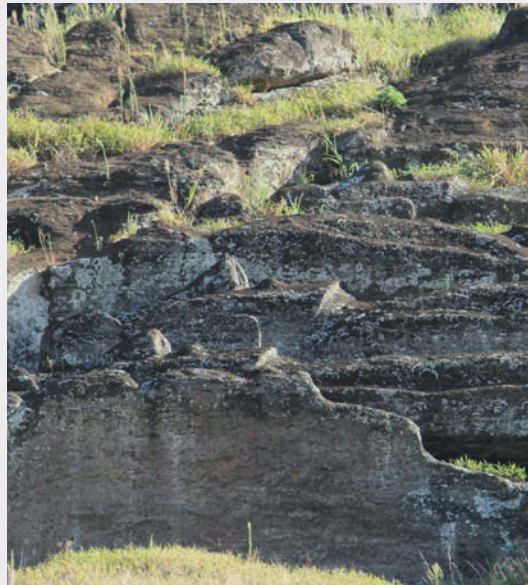
Zoals bij ons 'alle wegen naar Rome leiden', zo leiden ze op Rapa Nui systematisch naar de Rano Raraku, de vulkaan die verscheidene eeuwen diende als groeve waaruit tufsteen werd ontgonnen. We moeten deze plek bijgevolg vanuit een ander oogpunt bestuderen. Sommige van de *moai* die er bewaard bleven, zijn volledig afgewerkt: bij andere was men nauwelijks van start gegaan en nog andere lijken enkel nog te moeten worden losgehouden uit de rots. Illustreer ze werkelijk de onvoltooide arbeid van de steenkappers en waren processiewegen nodig om een doodgewone productieplaats te bereiken? Uiteraard is alles mogelijk. Zoals het schilderen van iconen voor Andrej Roeblov al een sacrale handeling op zich was, zo genoten de Rapanui-beeldhouwers misschien wel een vergelijkbare status. Maar toch zijn er een aantal gegevens die niet kloppen. De afgewerkte beelden, zogezegd klaar voor transport, zitten voor de helft of voor twee derde onder de grond. Sommigen beweerden dat ze mettertijd bedolven werden door erosie van de vulkaan. Maar dan wordt de natuur overschat: dit zou millennia duren en de ophoping van sedimenten aan de rugzijde zou zoveel druk teweeggebracht hebben dat de reuzen omvielen. Maar dat is niet het geval. Daarnaast is tijdens opgravingen die vanaf het begin van de 20ste eeuw gevoerd werden, gebleken dat de *moai* in kwestie op funderingen rustten of verankerd waren in kuilen die uit de tufsteen waren gekapt. Soms bevindt er zich zelfs een stutsteen tegen de rug of langs de armen. Ten slotte zijn

alle beelden opgericht op de hellingen en niet aan de voet van de vulkaan. Het uiterlijk vertoon van deze opstelling is bijna absurd. Als het de bedoeling was geweest de beelden weg te halen, waarom zijn ze dan rechtop gezet op de flanken van de vulkaan en niet aan de voet ervan en waarom zijn ze dan zo stevig vastgezet in de bodem (met funderingen en met sedimenten die hen omsluiten). Dat men ze op de steile hellingen rechtop staande wilde houden is hier een objectieve verklaring voor. De beelden werden op de Rano Raraku opgesteld om er voorgoed te blijven!

Dit verandert onze kijk op de dingen: de wegen die met *moai* zijn opgeluisterd, komen samen bij een vulkaan waarvan de flanken een scenografie van diezelfde reuzegrote beelden vertonen. Eens voorbij de kloof die toegang geeft tot de binnenkant van de krater, herhaalt het spektakel zich met een nieuwe reeks beelden. Ook hier zijn het enkel de imposante bustes die oprijzen boven de steile wanden. Een wanordelijke indruk wordt veroorzaakt door de ruw geschetste beelden die zich verdringen in de steenkappersateliers. Vaak wordt beweerd dat het gaat om ontwerpen die men niet tijdig heeft kunnen afwerken. Maar dit is opnieuw een overhaaste hypothese, omdat het merendeel van deze beelden simpelweg niet kán afgewerkt worden. Nu eens werd een hoofd tot in de details gebeeldhouwd maar loopt de rots niet ver genoeg door om ook een bijhorend lichaam uit te houwen, dan weer werd een lichaam in profiel geschetst maar was het niet de bedoeling om het driedimensionaal af te werken. Even verderop treft men bijna afgewerkte beelden aan die echter zo dicht op elkaar zijn gepakt dat men ze niet uit de rots zou kunnen loskappen zonder de andere te beschadigen... Is dit alles te wijten aan toeval of aan onhandigheid? Of gaat het veeleer om een opmerkelijke vorm van rotskunst die als doel had de steengroeves te voorzien



Ook op de hellingen in de vulkaankrater Rano Raraku zijn beelden terug te vinden die voor twee derde vastzitten in de bodem.



De vermeend onafgewerkte beelden in de ateliers van de vulkaankrater zijn eigenlijk onmogelijk af te werken. In dit geval bijvoorbeeld zijn de beelden tragsgewijs uitgehouwen. Het volledig uitkappen van een beeld - vrijmaken van de basis en losmaken van de rots - zou een beschadiging van het volgende beeld in rij betekenen.



Overal op Paaseiland wekken de liggende beelden een indruk van vernieling op. In werkelijkheid zijn ze echter zorgvuldig neergelegd, zoals hier, met hun aangezicht naar de grond. Beide zijn intact. Ze liggen evenwijdig aan elkaar en zijn loodrecht georiënteerd ten opzichte van hun voormalige platform. Deze omstandigheden kunnen noch door een ongeluk noch door geweld veroorzaakt zijn.

van blijvende afbeeldingen?

Een nieuwe samenhang tekent zich af: de processiewegen leiden naar een soort cultusplaats waar duizenden gezichten de bezoeker aankijken. De gezichten behoren toe aan kolossen die afgewerkt en in de bodem verankerd zijn of die op de wanden van de oude ateliers geschetst zijn. Wat men voorheen beschouwde als een steengroeve, is nu een grandioos monument dat het middelpunt vormt van een netwerk van ceremoniële wegen. Dit scenario staat lijnrecht tegenover dat van de ateliers en de *moai* die in een haastige vlucht werden achtergelaten door de steenkappers en de transporteurs. Volgens deze rampenhypothese vertrekken de wegen bij de Rano Raraku om de beelden vandaaruit naar overal op het eiland te kunnen transporteren. Misschien was dit gedurende een bepaalde periode het geval, maar tot nog toe werd dit niet bewezen. Toen er voor de *moai* weliswaar geen cultusplatformen meer werden opgericht (volgens de meest recente archeologische opgravingen is dat vanaf het einde van de 17de eeuw), liepen de wegen juist in tegengestelde zin, naar de befaamde vulkaan toe, die nu het epicentrum van een nieuwe cultus vormde.

Het omkantelen van de beelden

In 1774 deed William Wales, een luitenant van James Cook, een zeer interessante waarneming: hij trof her en der op het eiland altaren


aan met beelden waarvan sommige rechtop stonden en andere neerlagen. Verder naar het oosten van het eiland, in de omgeving van de Rano Raraku, die hij niet bezocht en waarvan hij de rijkdom niet vermoedde, merkte hij zeer grote *moai* op. Hij vermeldde dat enkele ervan rechtstreeks op de bodem waren opgesteld, zonder architecturale hulpmiddelen, en dat andere kolossen neerlagen. Het lijkt er dus op dat de Rapanui hun beelden in de loop van de 18de eeuw begonnen om te kantelen. Het ging allermist om een gewelddadige beeldenstorm aangezien recent onderzoek aantoonde dat het omkantelen met de grootste zorg gebeurde, zonder de *moai* schade toe te brengen. Dit proces verliep langzaam. In 1838 werden immers nog de laatste rechtopstaande beelden, buiten de reuzen die opgericht waren op de Rano Raraku, waargenomen door de Franse admiraal Abel-Aubert Dupetit-Thouars. Een periode van bijna een eeuw waarin beelden zorgvuldig neergelegd werden, wijst niet op een oorlog maar op een transformatie van het monumentale landschap. Waarom werd er van cultusplatformen met beelden (*ahu-moai*) eerst overgegaan naar een gigantisch monument (Rano Raraku) waar met beelden versierde wegen heen voerden, en vervolgens naar het georganiseerd omkantelen van een groot deel van deze stenen reuzen? Dit wijst op een veranderende samenleving, zonder dat we er voorlopig de oorzaken van kennen: een economische ontwikkeling, demografi-

sche groei, de aanpassing aan landschappelijke veranderingen, religieuze onrusten of een combinatie van verschillende van deze hypothesen... Het zal nog heel wat onderzoek vergen om nader inzicht te krijgen in de redenen van dit alles. Hoe dan ook weten we nu dat zich op Paaseiland een van de grootste monumenten bevindt die ooit in Polynesië tot stand kwamen: een vulkaan-steengroeve die subtiel getransformeerd werd in een tempel met een natuurlijke architectuur, die men bereikte langs processiewegen die zich over bijna 100 km² uitstrekten!

De auteur

Nicolas Cauwe behaalde zijn doctoraat in de Kunstgeschiedenis en de Archeologie aan de universiteit van Luik. Momenteel is hij conservator van de verzamelingen Prehistorie en Oceanië in het Jubelparkmuseum (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis) en gastdocent aan de Université catholique de Louvain. Tevens is hij vast lid van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen. Sinds 1999 leidde Nicolas Cauwe een vijftiental archeologische missies op Paaseiland.

Vertaling: Nele Strobbe



Satellietbeelden van delta's zijn vaak wondermooi, zoals dit beeld van de Lena-delta door Proba-V in juli 2014. De Lena ontspringt in het Baikalgebergte, doorkruist 4400 km lang Siberië en mondt uit in de Laptevzee, die overgaat in de Noordelijke IJszee. Hoewel de delta boven de poolcirkel ligt, huisvest hij een uitzonderlijk rijke fauna en flora. Een deel ervan wordt bovendien beschermd door het Lena-natuurreservaat. Bron <http://proba-v.vgt.vito.be/content/proba-v-gallery>

Happy BEarthday STEREO!

Het Belgische onderzoeksprogramma voor aardobservatie viert zijn 30ste verjaardag

Martine Stélandre en
Pieter Rottiers

Teledetectie, een Belgische specialiteit

Vanuit de hemel ziet de aarde er spectaculair uit! Vandaag de dag kunnen we met enkele muisklikken prachtige satellietbeelden bewonderen, die ons de schatten van onze planeet vanuit een originele invalshoek tonen.

Satellietbeelden zijn vaak erg mooi, maar ze zijn bovenal een onuitputtelijke bron van informatie. De sensoren aan boord van satellieten registreren zonlicht dat gereflecteerd werd door voorwerpen op het aardoppervlak. Deze gegevens worden naar grondstations gestuurd, verwerkt en verdeeld. Wetenschappers ontlede ze om een beter inzicht te verwerven in fenomenen te land, ter zee en in de lucht. Dit proces van informatie-extractie heet teledetectie en is al 30 jaar lang een Belgische specialiteit.

Al van eind jaren 70 zag België het belang in van satellietdetectie. Ons land is een van de stichtende lidstaten van het Europese Ruimtevaartagentschap (ESA), opgericht in 1975, en ging samen met Frankrijk en Zweden het SPOT-avontuur aan. In 1985 werd het eerste Belgische aardobservatieprogramma gelanceerd onder de naam TELSAT (Wetenschappelijk onderzoeksprogramma voor Teledetectie via satellieten).

Een handvol Belgische wetenschappers gingen aan de slag met beschikbare satellietbeelden, en vooral die afkomstig van de eerste satelliet van de SPOT-familie. Deze pioniers vergeleken de beelden met waarnemingen op het terrein en slaagden erin rudimentaire kaarten te maken van landbouw-, bos- en stedelijke gebieden.

Door de wolken

Maar veel studiegebieden, zoals België en de tropen, hebben een groot nadeel: de bewolking is er zo prominent aanwezig dat de beelden geen enkele bruikbare informatie verschaffen.

In 1991 bood de lancering van de ERS-1-satelliet door ESA een oplossing. ERS-1 had namelijk een radar, een nieuw soort sensor, aan boord. Optische (ofwel passieve) sensoren doen niets anders dan gereflecteerd zonlicht registreren. Radarsensoren daarentegen (ook wel actieve sensoren genaamd) zenden zelf radarsignalen uit die door wolken heen kunnen dringen, en vangen de echo's op die worden weerkaatst door de oceanen, het land en de atmosfeer.

De interpretatie van deze nieuwe beelden is echter niet eenvoudig en vraagt om andere vaardigheden. Teams met

deze competenties stapten in het programma en specialiseerden zich beetje bij beetje in de interpretaties van radarbeelden. Dit opende het onderzoeksveld: vanaf dan was het mogelijk om overstromde gebieden in kaart te brengen, de temperatuur van het zeeoppervlak op te meten, geologische structuren te bestuderen, de geringste bodemvervorming te detecteren en de beweging van gletsjers te volgen.

Meer beelden, meer toepassingen

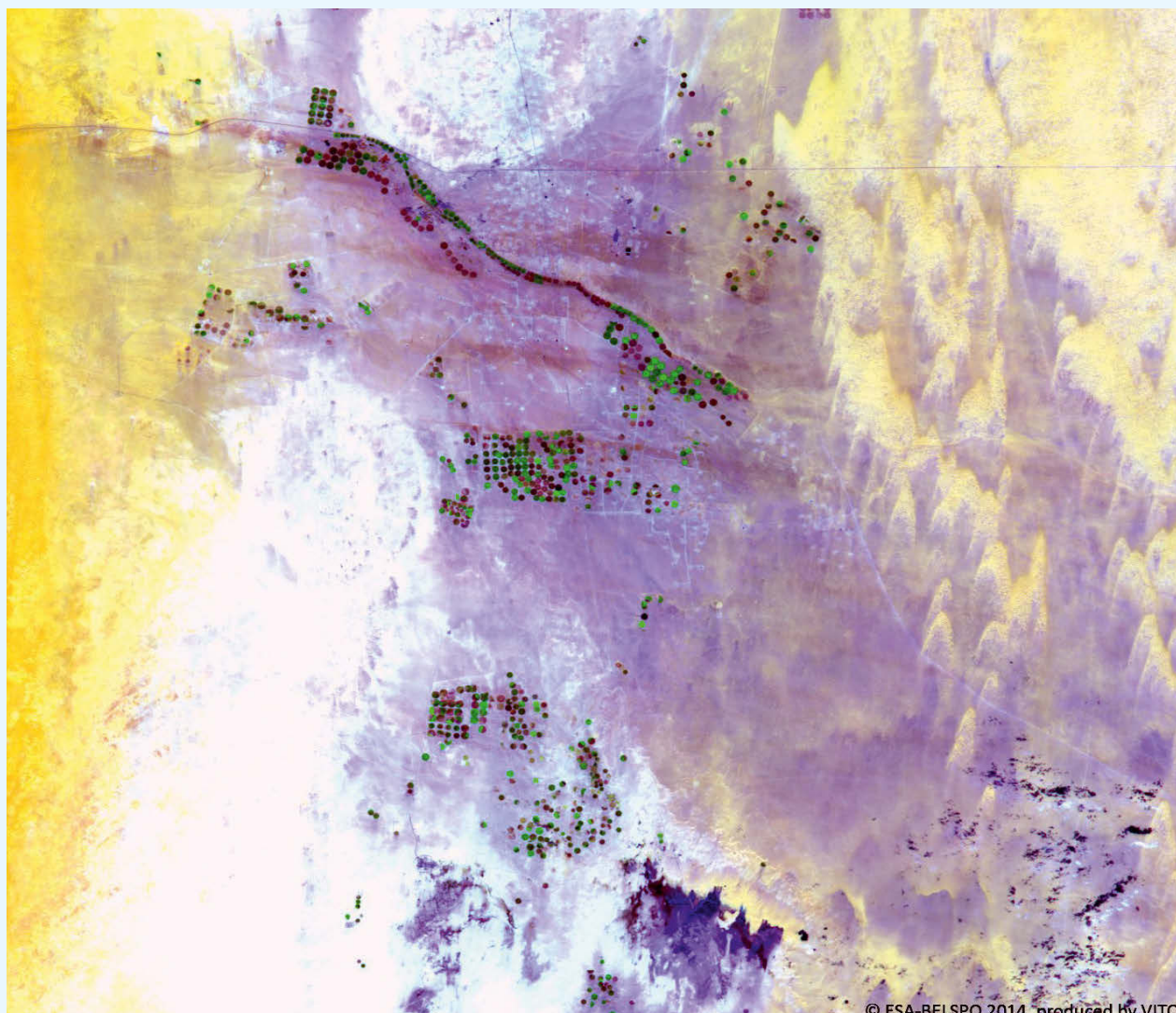
Tijdens de jaren 90 nam het aantal aardobservatiesatellieten fors toe. De beschikbare beelden werden alsmaar gevarieerder, frequenter en nauwkeuriger. Dankzij deze overvloed aan data vond teledetectie geleidelijk aan ingang in alle domeinen van de samenleving.

Wetenschappers begonnen samen te werken met administraties, ngo's, vertegenwoordigers van de industrie en van internationale organisaties zoals JRC, UNESCO, FAO, enz. Om de specifieke vragen van deze nieuwe partners te beantwoorden, exploreerden ze onderwerpen zoals de agro-industrie, wegkartering, transport van zeesediment,

humanitaire hulp, beheer van nationale parken, enz.

Ook al werd teledetectie in een toenemend aantal domeinen gebruikt, toch bleef het een weinig bekende discipline. Het programma begon daarom werk te maken van initiatieven om niet alleen de wetenschappelijke gemeenschap, maar ook scholieren en het grote publiek beter vertrouwd te maken met de mogelijkheden van satellietbeelden. De beelden werden ook gebruikt om het grote publiek te sensibiliseren voor milieuproblemen (<http://eo.belspo.be> en <http://eoeu.belspo.be>).

Het jaar 1998 vormde een belangrijke mijlpaal voor België. De SPOT-4-satelliet bracht de VEGETATION-sensor in een baan om de aarde. Met een beeldbreedte van 2200 km en een resolutie van 1 km werd het plots mogelijk op één dag tijd nagenoeg de hele aarde in beeld te brengen. Bovendien maakte VEGETATION opnames in 4 spectrale banden. De rode en nabij-infrarode banden hiervan zijn geschikt om de fotosyntheseactiviteit van vegetatie te observeren, en de midden-infrarode band kan worden gebruikt voor bodemvochtigheidsmetingen.



© ESA-BELSPO 2014. produced by VITO

Ook woestijnen zorgen soms voor prachtige plaatjes. Dit valsekleurenbeeld van Proba-V werd opgenomen in november 2014 en toont landbouwgebieden in het hart van de Saoedi-Arabisch woestijn. Fossiel water wordt opgepompt van een diepte van 1 km en verdeeld via een cirkelirrigatiesysteem. Bron <http://proba-v.vgt.vito.be/content/proba-v-gallery>

VEGETATION was het eerste Europese instrument dat dagelijks de globale veranderingen van onze planeet kon opvolgen. De oprichting in ons land van het Centrum voor beeldverwerking van VEGETATION (CTIV) bij VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) maakte van België voor het eerst een zelfstandige producent en distributeur van satellietbeelden. De VEGETATION-beelden werden en worden ter beschikking gesteld van duizen-

den gebruikers wereldwijd en stonden aan de basis van de ontwikkeling van een reeks operationele diensten (voedselzekerheid, sprinkhaancontrole, bosbewaking, enz.).

Een nieuwe naam voor het programma: STEREO

De jaren 2000 brachten een breed scala aan innovaties. TELSAT werd STEREO (*Support to the Exploitation and Research in Earth Observation*). Luxemburg trad toe als een bevoorrechte partner in het programma maar ook andere internationale teams konden nu deelnemen aan projecten. Onderzoekers organiseerden zich in netwerken en profiteerden aldus van de combinatie van complementaire vaardigheden in domeinen zoals stads-cartografie, waterkwaliteit, epidemiologie en rampenbeheer.

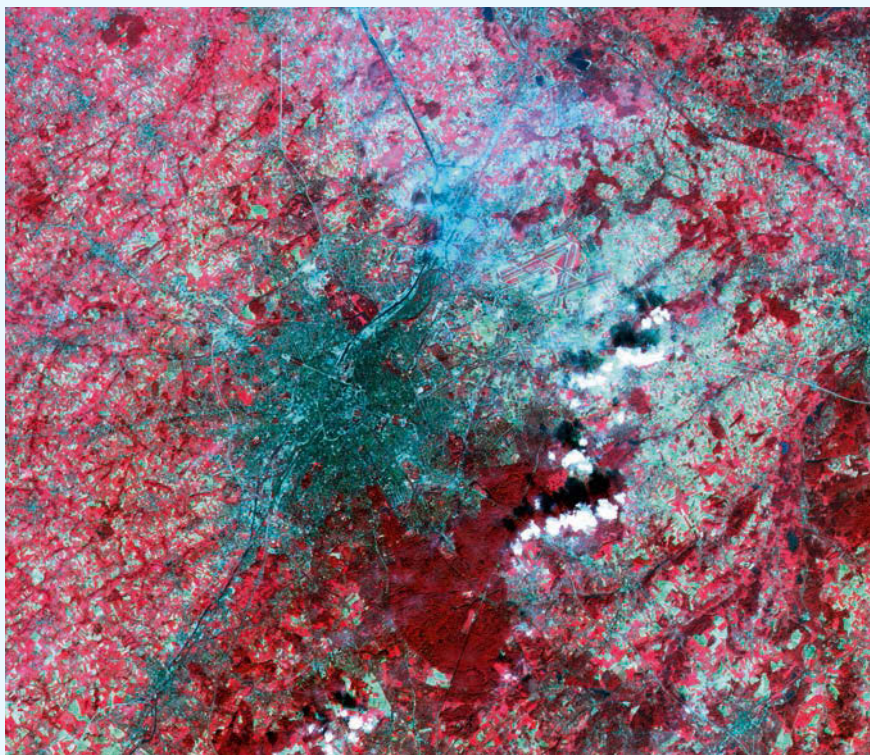
Een nieuwe technologie maakte zijn opwachting: hyperspectrale beeldvorming. De hiervoor gebruikte sensoren zijn optische instrumenten, aanvankelijk ingebouwd in vliegtuigen. Ze capteren de weerkaatste straling van objecten in een zeer hoog aantal banden (vaak meer dan 200), die veel smaller zijn (enkele nanometers) dan die van traditionele sensoren (die vaak slechts 3 tot 8 banden hebben van elk een honderdtal nanometers breed). De aangeleverde informatie is dus veel omvangrijker en maakt het mogelijk het aardoppervlak veel preciezer te analyseren. Hierdoor is het bijvoorbeeld mogelijk om het verschil te zien tussen verschillende soorten planten, koralen en mineralen, en dit vanuit de lucht.

Belgische wetenschappers ontwikkelden een internationaal erkende deskundigheid in het domein van hyperspectrale toepassingen. Ze gebruikten deze nieuwe gegevens voor onderwerpen als preciselandbouw en de monitoring van kustgebieden, natuurlijke habitats, vervuiling en bodems.

Beelden voor Belgische wetenschappers: van gedetailleerd tot globaal

Sinds 2011 kunnen Belgische onderzoekers gebruik maken van de beelden met zeer hoge resolutie van de Pléiades 1A-satelliet. Net als zijn tweelingbroer 1B, die een jaar later werd gelanceerd, is deze satelliet uitgerust met een optisch instrument dat opnamen maakt met een resolutie van 50 cm! België neemt deel aan het Pléiadesprogramma en verzorgt de eenvoudige toegang tot deze data voor Belgische instellingen (<http://pleiades.belspo.be>).

In 2013 consolideerde België zijn expertise in het domein van globale aardobservatie met de lancering van de Proba-V-satelliet (V voor VEGETATION). Deze satelliet, niet groter dan een wasmachine, is de opvolger van de VEGETATION-missie aan boord van SPOT-4 en SPOT-5. Hij verzekert de continuïteit in wereldwijde vegetatiemonitoring. Het Centrum voor beeldverwerking van VITO (CVB - <http://proba-v.vgt.vito.be>) wordt exclusief verdeler van de gegevens, die voortaan beschikbaar zijn in resoluties van 1 km, 300 en 100 m. De 1 km-beelden zijn gratis beschikbaar voor alle gebruikers zonder onderscheid. De 300 m- en 100 m-gegevens worden pas gratis een maand na opname.



Extract (2000 pixels breed) van een valsekleurenbeeld van Brussel genomen door de SPOT-1-satelliet in september 1986 (20 m resolutie). © CNES 1986, Distribution Airbus DS



Extract (2000 pixels breed) van een beeld van Brussel genomen door de Pléiades 1A-satelliet in september 2012 (resolutie 50 cm). © CNES 2012, Distribution Airbus DS



In september organiseerde de STEREO-ploeg het evenement *Happy BEarthday*. Meer dan 160 mensen kwamen samen in het hart van het Terkamerenbos in Brussel om de 30ste verjaardag van het aardobservatieprogramma te vieren: oude en jonge onderzoekers, vertegenwoordigers van de privésector, administraties, internationale organisaties. De presentaties van de gastsprekers kan je ontdekken op de website <http://www.happybeearthday-belspo.be>

Europese onderzoekers hebben eveneens gratis toegang tot 'near real-time' 300 m- en 100 m-beelden via het portaal Copernicus Space Component Data Access (CSCDA - <https://copernicusdata.esa.int>).

STEREO III op weg naar de toekomst

De competenties die België de afgelopen 30 jaar heeft verworven, hebben van ons klein landje een grote natie gemaakt in aardobservatie. De opgebouwde expertise biedt daarenboven volop kansen voor de jonge onderzoekers van het STEREO-programma.

Het programma zit intussen in zijn derde fase. STEREO III is eind 2013 van start gegaan voor een periode van acht jaar. Dit garandeert niet enkel de continuïteit van de onderzoeksfinanciering maar helpt ook om de vergaarde expertise te consolideren en verder te ontwikkelen. De programmabeheerders stellen alles in het werk om het programma continu bij te stellen in het licht van de constante evolutie van technologieën in het aardobservatiedomein en de groeiende behoefte aan geografische informatie. STEREO III legt meer dan ooit de nadruk op kennisoverdracht en de ontwikkeling van nieuwe toepassingen.

In de toekomst zullen we waarschijnlijk geconfronteerd worden met een toename van het aantal platformen, kortere innovatiecycli, een groeiende vraag naar operationele producten en een exponentiële toename aan beschikbare gegevens, vooral dankzij de Sentinelmissies van het Europese Copernicusprogramma. Heel wat uitdagingen! Maar de onderzoekers en programmabeheerders staan samen klaar om ze aan te gaan.



Een animatiefilmpje van de STEREO-ploeg vat de lange geschiedenis van het Belgische onderzoeksprogramma inzake aardobservatie samen in minder dan 5 minuten. Ga naar <https://vimeo.com/belspo/stereo30nl> om het te bekijken.

Meer

Belgian Earth Observation Platform: <http://eo.belspo.be>
 EOedu - Een kijk op onze planeet: <http://eoedu.belspo.be>
 Belgisch Pleiadesportaal: <http://pleiades.belspo.be>
 Proba VEGETATION: <http://proba-v.vgt.vito.be>
 Copernicus Space Component Data Access: <https://copernicusdata.esa.int>

HeHe, *Fleur de Lys*, 2009. Installation, aluminium plinth, aquarium, pumps, tubes, tank, electronics, model of a nuclear power station, water and fluorescent dye, 285 x 95 x 85 cm. Courtesy AEROPLASTICS contemporary, Brussels © HeHe, courtesy AEROPLASTICS contemporary, Brussels

2050 Een korte geschiedenis van de toekomst





Hiroshi Sugimoto, *World Trade Center*, 1997. Gelatin silver print, 149,2 x 111,9 cm. Courtesy of Koyanagi Gallery
© Hiroshi Sugimoto. Courtesy of Gallery Koyanagi

Op 11 september 2015 opende de tentoonstelling 2050. *Een korte geschiedenis van de toekomst* in de Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België (KMSKB). Dit bijzondere tentoonstellingsconcept dat in samenwerking met het Louvre is uitgewerkt, blikt vooruit naar onze toekomst tussen nu en 2050. Schilderijen, beeldhouwwerken, foto's, video's, installaties en digitale kunst: meer dan 70 hedendaagse kunstwerken verruimen onze kijk op de maatschappelijke thema's van vandaag en morgen.

De tentoonstelling van de KMSKB snijdt – aan de hand van hedendaagse kunstwerken – grote maatschappelijke thema's aan zoals overconsumptie, mondiale conflicten, de uitputting van natuurlijke hulpbronnen, sociale en economische verschillen en de mutatie van de mens. Deze complexe thema's fungeren als voedingsbodem voor positieve en constructieve visies, soms gekruid met een zweem van humor. Belgische en internationale kunstenaars zoals Hiroshi Sugimoto, Alighiero Boetti, Bodys Isek Kingelez,

Andy Warhol, David LaChapelle, Andreas Gursky, Hans Op de Beeck, Edward Burtynsky, Yang Yongliang, Gavin Turk, Francis Alÿs, Mona Hatoum enz. nodigen ons uit om (anders) over de toekomst na te denken.

De complementaire tentoonstelling die tot 4 januari 2016 in het Louvre-museum loopt, kijkt ook naar de toekomst maar vertrekt hiervoor van een subjectieve interpretatie van het verleden aan de hand van artistieke creaties uit de voorbije eeuwen. Deze worden in contrast gezet met vijftien kunstwerken van hedendaagse kunstenaars uit de hele wereld. De openingsdatum van de tentoonstelling in Brussel op 11 september verwijst naar de gebeurtenissen in het World Trade Center die het nieuwe millennium grim inluiden en de wereldorde overhoop haalden. Deze symboliek is belangrijk voor het verhaal dat door de tentoonstelling loopt en dat vooral tot uiting komt in de werken van Wolfgang Staehle en Hiroshi Sugimoto, die het verval van het Amerikaanse rijk illustreren.

Van de tentoonstelling over de toekomst naar de toekomst van tentoonstellingen

Jennifer Beauloye

De fascinatie van de mens voor de toekomst is van alle tijden, ongeacht of hij droomt van een betere toekomst of verandering als een bedreiging ziet. Al die tijd is er niets veranderd, hoewel verandering in heel wat gevallen een noodzakelijkheid is geworden.

Via deze dialoog tussen kunstwerken en een essay, groeit het besef dat we dringend iets moeten doen, dat we onze verantwoordelijkheid moeten nemen. De toekomst die ons wordt voorgespiegeld, lijkt beangstigend, maar tegelijk wil deze tentoonstelling ons een alternatief laten zien. Een andere mogelijke toekomst.

Hoe gaan we die andere toekomst tegemoet in een wereld die almaar verontrustender wordt? Een wereld waarin de geschiedenis zich tussen de opeenvolgende rampen, drama's en ellende alleen maar lijkt te herhalen? Volgens Jacques Attali kan kunst een rol spelen. 'Meer dan welke andere actie ook, helpt kunst ons te overtuigen van de urgentie. Dat is haar grootsheid en verantwoordelijkheid omdat zij de toon zet wat durf betreft.'¹

De maatschappelijke thema's die de huidige debatten beheersen, baren ook hedendaagse kunstenaars zorgen. Hun werken zijn niet louter een kritische waarneming, maar kunnen ook het uitgangspunt vormen voor een nieuw maatschappelijk project. Het zijn op die nieuwe utopieën die over de verschillende zalen verspreid zijn, dat de nadruk moet gelegd worden.

Deze tentoonstelling vormt met andere woorden een voorwendsel om (opnieuw) over onze toekomst na te denken. Ze confronteert soms tegengestelde, maar vaak alarmerende visies met elkaar. Het westen staat echter niet langer alleen centraal en gelukkig komt ook hoop aan bod. Tegelijk is dit echter ook dé gelegenheid om het museum als instituut anders te bekijken. Het museum is immers meer dan om het even welke andere locatie dé plek bij uitstek waar wetenschap en kennis worden doorgegeven, maar ook waar een patrimonium voor de toekomstige generaties wordt bewaard. Dat is de kerntaak van een museum. Hoe evolueert dit instituut, dat in de 18de eeuw als een bewaarplaats ontstond, vandaag? Welke rol en functie zal het in de toekomst vervullen?

Het Venusbeeldje van Stratzing (*Venus van Galgenberg*). Van de prehistorie naar 3D-printen

De *Venus van Galgenberg* uit het Naturhistorisches Museum in Wenen en *Fragile Goddess* (2002) van Louise Bourgeois (Parijs, 1911 – New York, 2010) openen de tentoonstelling met een tijdsellips, zowel in het verhaal van Jacques Attali als in dat van de kunstgeschiedenis. Het beeldje van slangenhout met als bijnaam Fanny (een verwijzing naar Fanny Elssler, een beroemde 19de-eeuwse Oostenrijkse danseres) werd in 1988 ontdekt en is meer dan 30.000 jaar oud. Het werd lange tijd beschouwd als de oudste bekende afbeelding van een vrouwelijke godheid – tot in 2008 de Venus van Hohle Fels werd ontdekt (die dateert van 35.000 à 40.000 jaar v.Chr.). Heel wat later verwijst Louise Bourgeois naar diezelfde heidense goden in *Fragile Goddess*, die zowel vrouwelijke als mannelijke kenmerken combineert.

Op een boeiende, beknopte manier illustreren het Venusbeeldje van Stratzing (*Venus van Galgenberg*) en *Fragile Goddess* van Louise Bourgeois de voorstelling van het menselijke lichaam in de kunst, van in de oertijd tot vandaag. Ze geven echter ook gestalte aan een zekere zoektocht naar onsterfelijkheid. Die lijn wordt doorgetrokken in de kunstwerken die zijn tentoongesteld in het deel van de expo met als titel *Tijd, een zeldzaamheid*. Door de vooruitgang die de geneeskunde boekt, worden de grenzen van het menselijke lichaam voortdurend verlegd. Ook 3D-printen biedt dankzij recente technologische ontwikkelingen heel wat nieuwe mogelijkheden, zelfs voor kunstenaars en musea. *Anke*, de sculptuur van de Belgische kunstenaar Hans Op de Beeck, is hiervan een mooi voorbeeld: de sculptuur is volledig met deze techniek uitgevoerd.



AES+F, *The Feast of Trimalchio, Still #2-1-01*, 2009–2010. HD video installation: single channel version. Presented by Multimedia Art Museum, Moscow, with the support of the Triumph Gallery (Moscow). © AES+F. Courtesy Multimedia Art Museum, Moscow & Triumph Gallery, Moscow



3D-print en origineel Venusbeeldje van Stratzing (Venus van Galgenberg), Naturhistorisches Museum in Wenen. © L. Van de Cappelle



Pieter Bruegel de Oude, *De val van de opstandige engelen*, 1562, olie op paneel. KMSKB, Brussel, inv. 584, © KMSKB, foto : Grafisch Buro Lefevre, Heule

Deze reproductietechnieken maken het echter ook mogelijk om verbluffende kopieën van kunstwerken te maken. De kopieën zijn zo goed, dat een nietsvermoedende bezoeker ze met het blote oog niet van het origineel kan onderscheiden. Dit roept dan weer vragen op over het statuut van de kopie. Welke plaats en functie krijgen dergelijke objecten in het museum van de toekomst – of in het 'hypermuseum' om het met de woorden van Jacques Attali te zeggen? Zal het publiek ze aanvaarden? Door één van de oudste gekende vrouwensculpturen ter wereld naast haar 3D-replica (Sandstone) te plaatsen, hopen we de bezoeker tot denken aan te zetten en de discussie op gang te brengen over de evolutie van musea in het digitale tijdperk.²

De Bruegel Box in de marge van de tentoonstelling 2050: naar een nieuwe band met werken en musea

Naast de fysieke en materiële reproductie van kunstwerken is er ook de digitale reproductie. In het 'hypermuseum' neemt het digitale een steeds grotere plaats in, nu steeds meer verzamelingen worden gedigitaliseerd en online toegankelijk zijn. Dit kan in de vorm van digitale tentoonstellingen, mobiele apps, toegevoegde realiteit enz. Een groot probleem voor musea vandaag zijn immers de tijdelijke tentoonstellingen. Die tentoonstellingen maken het voor heel wat musea mogelijk om te overleven, maar door het almaar hogere tempo waarin ze worden georganiseerd, wordt de kans dat de kunstwerken zelf schade oplopen, evenredig groter.

Welke alternatieven bieden de musea de mogelijkheid om hun erfgoed te blijven verspreiden, zonder de kostbare kunstwerken die ze onder hun hoede hebben, in gevaar te brengen? Kan de technologie voor een afdoend, relevant en aangepast antwoord zorgen? Die vragen leidden tot een project dat we in het najaar van 2015 voorstellen. De Bruegel Box nodigt de bezoeker uit om zich letterlijk te verdiepen in *De val van de opstandige engelen* (1562) van Pieter Bruegel de Oude.

De KMSKB huisvesten de op één na grootste collectie werken van Pieter Bruegel de Oude ter wereld (na Wenen). Toch kunnen we geen retrospectieve van deze kunstenaar organiseren omdat de verzekeringskosten te hoog zijn en de werken te broos, zodat ze bij de minste verandering in temperatuur en vochtigheidsgraad schade kunnen oplopen. Dit geldt jammer genoeg niet alleen voor Bruegel, maar voor quasi alle oude meesters en voor een aantal moderne werken die de tand des tijds maar moeilijk kunnen doorstaan.

Met die wetenschap in het achterhoofd vroegen we ons af of de technologie met al haar recente ontwikkelingen een *aanvaardbaar* alternatief voor de verspreiding van dit erfgoed kan bieden. Bij de KMSKB hebben we gekozen voor het experiment en de immersie. Door op die twee aspecten te focussen, kwamen we op het idee van de Bruegel Box. In één van de museumzalen projecteren we volgens een scenario dat uitgaat van recent wetenschappelijk onderzoek, muurhoge beelden met een zeer hoge resolutie. Dankzij deze onuitgegeven, vernieuwende installatie stapt de bezoeker echt binnen in het fantasmagorische werk van Bruegel, met zijn Bosch-achtige accenten, en heeft hij tegelijk toegang tot de recentste bevindingen van het onderzoek. Dit experiment – dat u deze winter absoluut moet komen beleven – werpt een heel nieuw licht op de band met het werk en het museum. Tegelijk roept het ook heel wat vragen op en opent het nieuwe deuren voor verder onderzoek.

De auteur

Jennifer Beauloye is doctor in de kunstgeschiedenis en postdoctoraal onderzoeker in museologie en nieuwe technologieën.

¹ J. Attali, *Une brève histoire de l'avenir*, Parijs, Fayard, 2013, p. 188.

² Dit project is mogelijk gemaakt dankzij het bruikleen en de toestemming van het Naturhistorisches Museum in Wenen en dankzij onze partnerfirma's Trideus en Alph Studios.



David LaChapelle, *Gas Shell*, 2012. C-print on dibond, 137 x 222 x 6,5 cm. Courtesy Jablonka Maruani Mercier Gallery.
© David LaChapelle Studio, courtesy Jablonka Maruani Mercier Gallery



Yang Yongliang, *Heavenly City n°8*, 2008. Impression, 164 x 150 cm. Yang Yongliang / courtesy of Galerie Paris-Beijing
© Yang Yongliang / courtesy Galerie Paris-Beijing

Digitale cultuur: een uitdaging en een kans voor kunstmusea

Pierre-Yves Desaiwe

De tentoonstelling *2050. Een korte geschiedenis van de toekomst* opent met een evocatie van Los Angeles, het 'negen-de hart' uit de theorie van Jacques Attali, en de uitvinding van de microprocessor, de recentste technologische revolutie in de geschiedenis van de mensheid, die de 21ste eeuw mee vorm geeft. De alomtegenwoordigheid van de computer heeft zich vandaag in alle domeinen doorgezet, ook in die van de artistieke creatie. In de tentoonstelling zijn werken te zien die met digitale middelen zijn gemaakt en sommige ervan worden ook online getoond.¹ Deze curatorische keuze sluit aan bij mijn onderzoek over de museologie van hedendaagse kunst en over de manier waarop de digitale cultuur deze sector – die merkwaardig genoeg door behoudende trekjes wordt gekenmerkt – vroeg of laat ingrijpend zal veranderen.

De terughoudendheid van musea om digitale kunst in hun collecties te integreren, heeft te maken met onvoldoende kennis van een sector die – in tegenstelling tot de media waarop die berust – nochtans steeds minder en minder 'nieuw' is. De Brit Heath Bunting, een van de stichters van de beweging *net art* – werken gemaakt voor en via het internet – maakt halfweg de jaren 1990 zijn eerste projecten op het net. Zijn werk kunnen we het beste als *hacktivisme* (iets tussen *hacking* en *activisme*) omschrijven, wat vandaag heel bijzonder klinkt in het licht van de onthullingen van Edward Snowden over de verregaande internetspionage door de Verenigde Staten en een aantal van zijn bondgenoten. De Tate Gallery had het helemaal bij het rechte eind toen ze in 2002 een onlinewerk van Bunting voor haar collectie 'Intermedia Art' aankocht. Het werk in kwestie, *BorderXing Guide*, dat het thema van de clandestiene mensensmokkel in Europa aankaart, is vandaag brandend actueel.

Toekomstige kunsthistorici zullen zich wellicht afvragen waarom musea niet meer belangstelling aan de dag leggen voor werken die vertellen over de ingrijpende veranderingen die onze samenleving onder invloed van digitale netwerken ondergaat. Vaak wordt het bewaarargument naar voren geschoven: op lange termijn is het moeilijk en misschien wel onmogelijk om werken te verzamelen die voor digitale media zijn bestemd. Naast het feit dat er heel wat tegenvoorbeelden zijn², moet in dat geval ook de vraag worden gesteld over de bestanden die diezelfde musea produceren bij het digitaliseren van hun collecties. De problemen bij het bewaren van digitale kunst die onderzoekers zoals Howard Besser in het begin van de jaren 2000 onderzochten³, zijn in feite quasi dezelfde als diegene waarmee beheerders van onlinefotoarchieven worden geconfronteerd. Ik heb al de gelegenheid gehad om te benadrukken dat musea de bestanden van hun gedigitaliseerde werken als volwaardige collecties moeten beschouwen.⁴ In het kader van het project *Digitizing Contemporary Art* (2011-2013) waarbij mijn team fungeerde als *Work Package Leader* voor het luik *Digitization*⁵, hebben we echter vastgesteld dat heel wat kleine en middelgrote musea niet over de nodige materiële of menselijke middelen beschikken om een langetermijnbeleid voor deze digitale collecties uit te stippelen.

De afdeling Digitaal Museum van de KMSKB, die in 2008 is opgericht, stelt een totaaloplossing voor deze verschillende problemen voor. Het team dat bestaat uit kunsthistorici met een grondige informaticakennis, treedt op als interface tussen de wereld van de conservator en de digitale wereld. Naast het beheer van de onlinecollecties heeft het Digitaal Museum de supervisie over steeds meer projecten die bestemd zijn voor het publiek (internetsite, websites voor tijdelijke tentoon-



Bodys Isek Kingelez, *Kimbembele Ihunga(detail)*, 1994. Paper, cardboard and other found materials, 130 x 330 x 210 cm. CAAC - The Pigozzi Collection, Geneva / photos: Marc Halevi © CAAC - The Pigozzi Collection, Geneva



Hans Op de Beeck, *Anke*, 2007. Sculpture, mixed media (polyamide), height 159 (sculpture and pedestal) x 23 (diameter) cm. Studio Hans Op de Beeck © Studio Hans Op de Beeck

stellingen, Google Art Project enz.) of die gericht zijn op onderzoek (multispectrale digitalisering, 3D-digitalisering, medewerking aan multidisciplinaire projecten enz.). In het kader van de tentoonstelling 2050. *Een korte geschiedenis van de toekomst* heeft het Digitaal Museum een app ontwikkeld om de bezoeker te gidsen, een website gebouwd en het project in goede banen geleid om de onschatbare *Venus van Galgenberg*, die door het Naturhistorisches Museum in Wenen werd uitgeleend te digitaliseren.

De digitalisering van collecties vergroot de kennis van oude werken, maar in dit post-internetijdperk is het Digitaal Museum – soms via een omweg – ook heel nauw betrokken bij de hedendaagse creatie. Een voorbeeld hiervan is de sculptuur *Anke* (2007), die Hans Op de Beeck met een 3D-printer voor de tentoonstelling 2050. *Een korte geschiedenis van de toekomst* heeft gemaakt. Het bestand dat aan de basis ligt van het werk, is in dit geval belangrijker dan het object zelf: als een museum het werk koopt, moet dit bestand dan geen deel uitmaken van de transactie en moet de bewaring ervan niet aan een geschikte afdeling worden toevertrouwd die voeling heeft met het digitale?’

Kunstmusea moeten vandaag op een globale manier tegen de digitale cultuur aankijken. Ze mogen gedigitaliseerde werken niet beschouwen als doodgewone kopieën van artefacten, maar wel als essentiële elementen van de onlinecollecties die specifieke bewaar- en valorisatieprocedures vragen. Ze moeten openstaan voor digitale creaties om hun taak als laboratoria voor de bewaring van het patrimonium uit te breiden. Ze moeten tot slot strategieën ontwikkelen voor een veeleisend publiek dat internet steeds inniger omarmt. Dit door bijvoorbeeld in de tentoonstellingszalen via mobiel internet toegang te bieden tot gevarieerde multimediacontent om zo de bezoekerervaring aan het museum te verrijken.

De auteur

Pierre-Yves Desaive is kunsthistoricus en master in informatica toegepast op menswetenschappen. Als hoogleraar aan ENSAV-La Cambre (actualiteit van de hedendaagse kunst) is hij ook lid van de Commissie voor digitale kunst van de Franse Gemeenschap.

Meer

De tentoonstelling 2050. *Een korte geschiedenis van de toekomst* in de Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België tot en met 24 januari 2016. www.expo-2050.be

¹ Werken van Mark Napier (collectie van het Guggenheimmuseum, New York), Heath Bunting, en het collectief Futurefarmers.

² Christiane Paul, drijvende kracht achter het Artport-project in het Whitney Museum of American Art heeft onlangs een artikel geschreven over de problematiek van het verzamelen van net art: *Collectible After All*. Gesprek met Marisa Olson, Rhizome, 10/08/2015 (<http://rhizome.org/editorial/2015/aug/10/artport-interview-christiane-paul/>)

³ Besser, Howard (UCLA School of Education & Information Studies): *Longevity of Electronic Art*, ingediend n.a.v. de International Cultural Heritage Informatics Meeting, 2001, geschreven in februari 2001.

⁴ Rotterdam, Museum Boijmans van Beuningen, 06/01/10: 'Virtual Museums Need Real Conservators', in het kader van het Codart-symposium: 'Digitization: blessing or burden?'. Parijs, Centre Pompidou, 04/01/08: 'Musées (virtuels) cherchent conservateurs (réels)', in het kader van het symposium 'Le Musée 2.0.'

⁵ <http://www.digitisingcontemporaryart.eu/>



IN HET SPOOR VAN DE KARAVANEN...

DE KONINKLIJKE MUSEA VOOR KUNST EN GESCHIEDENIS IN ARABIË

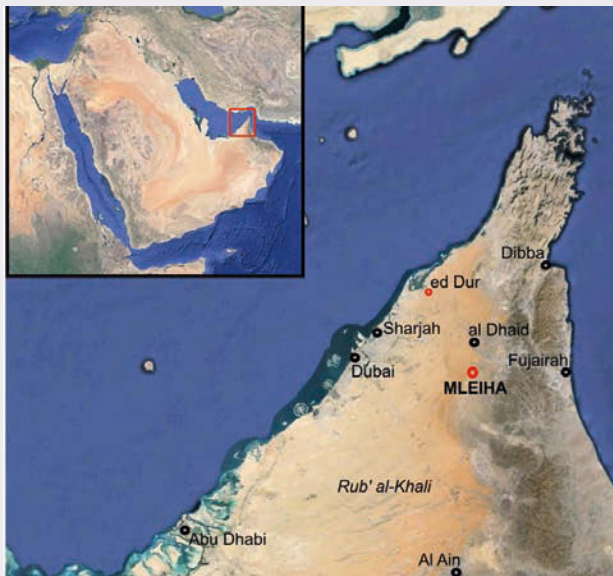
Dr. Bruno Overlaet

De Verenigde Arabische Emiraten, bij het grote publiek vooral geassocieerd met oliebronnen en steden zoals Dubai en Abu Dhabi, zijn doorgaans minder bekend omwille van hun plaats in de wereldgeschiedenis. Deze regio langs de Perzische Golf, aan de rand van de Arabische *Rub' al Khali*-woestijn, het 'lege kwartier', speelde nochtans een belangrijke rol in de ontwikkeling van de oude culturen die aan de basis van onze beschaving liggen. Spijkerschriftteksten uit het 3de millennium v. Chr. uit Mesopotamië, het huidige Irak, vermelden de rijkdom aan koper en harde steensoorten van Magan, het zuidoostelijke deel van het Arabische schiereiland. Schepen uit Magan meerden aan te Akkad op de Eufraat, de hoofdstad van het Akkadische rijk (ca. 2350-2170 v. Chr.). Koning Manishtusu van Akkad zou een expeditie naar Magan hebben geleid, er een 30-tal koningen onderworpen hebben en er

het dioriet hebben gehaald waaruit kostbare beelden werden vervaardigd.

Vanaf de jaren 50 van de vorige eeuw werd het archeologische en culturele erfgoed van deze regio bedreigd door olieontginningen, de daaruit volgende immigratie en de snelle stedelijke ontwikkeling. Zich daarvan bewust, voerden de Emiraten al snel een actief onderzoeks- en beschermingsbeleid. Sinds 2009 is een Belgisch archeologisch team hierbij betrokken in het Emiraat Sharjah waar het nauw samenwerkt met het *Directorate of Antiquities*. Het onderzoek spitst zich toe op de karavaanstad Mleiha (al Maleha), een van de belangrijkste archeologische sites van Zuidoost-Arabië. De oude karavaanstad ligt ongeveer halweg op de route tussen de kuststeden aan de Perzische Golf en de Golf van Oman en op de route die de oases Dhaid en al-Ain verbindt.

Mleiha ligt in een alluviale grindvlakte aan de voet van het gebergte van Oman en is afgeschermd van de zandwoestijn door de Jebel Fayah bergketen. Deze geologische situatie ver-



ZO-Arabië met de ligging van Mleiha.



Zicht op de wadi met de opgravingen van de KMKG. De Jebel Fayah op de achtergrond beschermt Mleiha tegen de zandwoestijn.



Gerestaureerde *Umm an-Nar* graftoren te Mleiha (ca. 2600-2000 v. Chr.).



Opgraving van een grafmonument: rondom de basis van de leemtegel toren liggen de kalktegels van de bekroning.



Opgraving van twee graftorens.

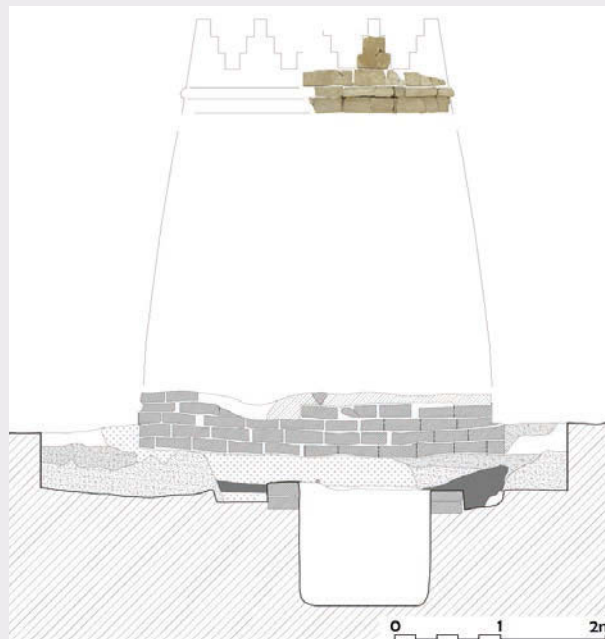
klaart de hoge watertafel waardoor de vlakte geschikt was voor menselijke bewoning. De intensiteit van de menselijke aanwezigheid fluctueerde echter sterk en volgt duidelijk de klimaatschommelingen waarvoor dit gebied aan de rand van de woestijn zeer gevoelig is. In het 7de/6de millennium v. Chr. treft men er een neolithische nomadische bevolking aan maar een eerste echte bloeiperiode situeert zich pas in het 3de millennium v. Chr. De grafgraven in de monumentale torenvormige graven van de sedentaire *Umm an-Nar*-cultuur tonen aan dat de regio in contact stond met Mesopotamië, Zuid-Iran en de Indusdalculturen. De omvangrijkste bewoning te Mleiha dateert echter uit de laat pre-islamitische periode. Van de 3de eeuw v. Chr. tot de 3de-4de eeuw n. Chr. was Mleiha het economische en politieke centrum van Zuidoost-Arabië met een eigen munt waarop de lokale heersersdynastie, de Abi'el, in hellenistische stijl was afgebeeld.

De plotse economische bloei van de Mleiha-oase in de 3de eeuw v. Chr. staat in rechtstreeks verband met de opkomst van de internationale handel tussen oost en west. Mleiha speelde een rol als tussenhandelaar en bevoorradener van kameelkaravanen op de route tussen Noordoost-Arabië en de kust van Oman. Luxegoederen zoals Grieks vaatwerk, Zuid-Arabische albaste cosmeticavaasjes en Indische ivoeren bereikten zo de regio. Het oudste fragment van een wijnamfoor is afkomstig uit Rhodos en dateert van 270-250 v. Chr. Het werd er door de Belgische archeologen in 2009 ontdekt. Mleiha bestond uit enkele grote forten met rondom kleinere wooncomplexen, ambachtscentra en eenvoudige *barasti*-hutten uit palmbladeren, dit alles te midden van dadelpalmplantages die door een uitgebreid netwerk van kanaaltjes van water werden voorzien. In de 3de of vroege 4de eeuw kwam er een plots einde aan de macht van Mleiha. De forten werden belegerd en platgebrand en de oase werd verlaten. De handelsroutes verschoven en grote delen van de antieke stad bleven onverstoor tot de jaren 80 van vorige eeuw toen het gebied terug in gebruik werd genomen voor dadelpalmplantages. Het emiraat voert nu echter een actief beschermingsbeleid, plantages worden opgekocht en als archeologische zone beschermd, de lokale bevolking wordt gesensibiliseerd en een toeristische infrastructuur wordt ontwikkeld. Het onderzoek en het in kaart brengen van de archeologische resten is daarbij essentieel.

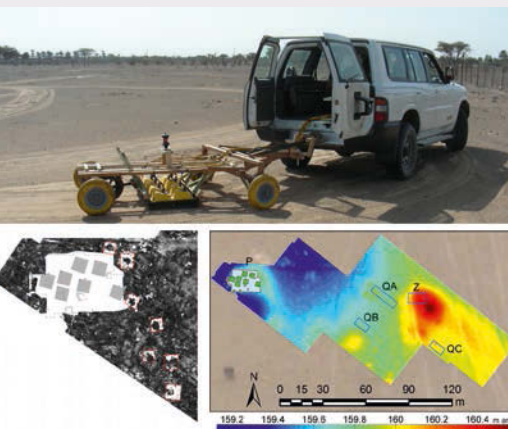
De plotse groei van Mleiha in het begin van de 3de eeuw deed vragen rijzen over de economische en sociopolitieke achter-

gronden en over de identiteit van de bewoners. Ging het om een lokale ontwikkeling of was het eerder toe te schrijven aan de inwijking van nieuwkomers in de regio? Deze laatste theorie was onder meer gebaseerd op de necropool te Mleiha, een uitgestrekt grafveld met ondergrondse grafkamers waarop massieve blokvormige monumenten met kantelen stonden. Vergelijkbare monumenten uit het Nabatiese Petra in Jordanië en uit Saudi-Arabië deed een sterke Noord-Arabische invloed vermoeden. Om hierover meer duidelijkheid te verschaffen startte het KMKG-team een onderzoek op het oudste deel van de necropool.

Lage heuvels verspreid over de wadi verbergen er de resten van de leemtegel 'torens' die bovenop de graven stonden. Tussen en rondom de torens zijn er bescheidener graven aanwezig. Hoewel alle tot nog toe ontdekte graven werden geplunderd, tonen de resterende vondsten waaronder gouden kraaltjes, albaste en bronzen vaatwerk en aardewerk uit de Mediterrane wereld, India en Iran, aan dat Mleiha reeds in de 3de-2de eeuw v. Chr. een belangrijke rol speelde in de internationale langeafstandshandel.



Doorsnede van een graf met reconstructie van de graftoren.



Afbeeldingen van links naar rechts:
Ground Penetrating Radar survey van het grafveld.
Rechtsonder: reliëfplan van de survey zone. Linksonder: detail met aanduiding van de graftorens (rood omlijnd) naast de opgegraven zone.

Albasten vaasje uit een monumentaal graf te Mleiha.

Gouden kraaltjes (boven: diam. met reconstructie ca. 1 cm; onder L. 1,2 cm).

Fragmenten van een wijnamfoor uit Rhodos met stempel van de ambtenaar *Agemachos* (181-179 v. Chr.) en vermelding van de Rhodische maand *Dalios*.

De grafkamers zijn eenvoudige putten waarin de overledenen samen met de grafgiften werden ondergebracht. Ze werden afgedekt met houten balken, rietmatten en een plaasterlaag, een constructietechniek die tot voor kort nog in de traditionele woningbouw van de regio werd gebruikt. Bovenop dit graf werd een massief blokvormig monument opgetrokken uit leemtegels, soms in combinatie met kalktegels, een zogenaamd 'djinn blok'. In de Arabische tradities herbergt die de *djinn*, de geest van de overledene. Enkel de basis van deze torens is bewaard en de details van de bovenbouw bleven onzeker tot de uitzonderlijke ontdekking in 2009 van twee torens met decoratieve lijsten en kantelen in kalktegels. Dankzij de analyse van de ligging rondom de torens en de details van de individuele blokken kon een betrouwbare reconstructie worden gemaakt. De wanden waren licht hellend en bovenaan waren er horizontale lijsten en kantelen. We veronderstellen dat alle funeraire torens dergelijke kantelen hadden maar dan vervaardigd uit leemtegels. In tegenstelling tot de hardere kalktegels laat dit echter geen sporen na. Het gebruik van hellende wanden sluit aan bij lokale bouwtradities. We vinden dit kenmerk reeds bij de graftorens van Umm an-Nar uit het derde millennium v. Chr. en ook de woon- en wachttorens in forten uit de 19de en 20ste eeuw hebben nog hellende wanden en kantelen. Het is een opvallend verschil met de Noord-Arabische en Nabatiese graftorens en duidt op de verankering van de funeraire praktijken in lokale tradities.

De concentraties van 'torengraven' weerspiegelen mogelijk familie- of stamverbanden, variaties in grootte en decoratie wijzen wellicht op onderlinge statusverschillen. Om meer duidelijkheid te krijgen omtrent de samenhang van de graven en de evolutie van het grafveld doorheen de tijd werd een groot-schalig *Ground Penetrating Radar* (GPR) onderzoek gedaan. De ligging van de torengraven is duidelijk herkenbaar op de GPR-beelden. Zelfs de tunnels waarlangs grafrovers het graf zijn binnengedrongen, zijn te zien als vlekken in het vierkante grondvlak van de torens. Deze beelden maken gerichte opgravingen mogelijk zodat de verschillende zones van het grafveld onderling kunnen worden vergeleken.

Grafrovers hadden enkel interesse in kostbaarheden. Gebroken vaatwerk en eenvoudige ijzeren voorwerpen zoals zwaarden en pijlpunten werden in of naast het graf achtergelaten.

Ook alle menselijke resten zijn echter uit het graf verdwenen. De vondsten van kraaltjes rondom de graven suggereren dat dit was om de juwelen van de overledene te kunnen recupereren.

Belangrijk voor de datering van de graven zijn de wijnamforen uit Rhodos die met kameelkaravanen vanuit Noord-Arabië werden aangevoerd. Tussen de talrijke fragmenten die in en rond de torengraven werden ontdekt, zitten een dertigtal handvatten met stempels van Rhodische producenten en ambtenaren waardoor ze nauwkeurig gedateerd kunnen worden. Hoewel dit de productiedatum van de amforen aangeeft en de graven dus jonger zijn, is het een belangrijke indicatie. Het is immers onwaarschijnlijk dat ze pas vele decennia later in de graven zouden zijn geplaatst. Het overige aardewerk is ofwel van lokale oorsprong of is ingevoerd uit Zuid-Mesopotamië, Zuid-Iran of India en geeft zodoende een inzicht in het verloop en de aard van de handelscontacten.

Het onderzoek heeft de lokale component in de architectuur aangetoond en spitst zich nu verder toe op het ontstaan en de vroege evolutie van Mleiha als handelscentrum. Sinds 2009 wordt er door de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis elk najaar archeologisch veldwerk te Mleiha verricht.

De auteur

Dr. Bruno Overlaet, directeur van de expeditie, is curator van de collecties Nabije Oosten, Iran en Islam in de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis en hoofdredacteur van het vaktijdschrift *Arabian Archaeology and Epigraphy*.

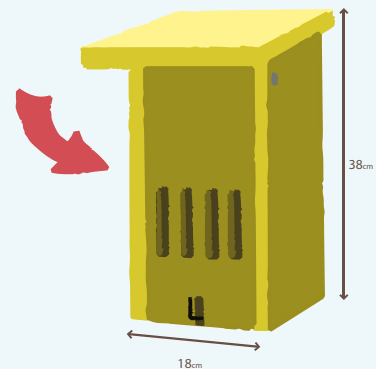
De KMKG werken nauw samen met Dr. S. Jasim, directeur van het *Directorate of Antiquities* van het Emiraat Sharjah. De expeditie ontving steun van FWO-Vlaanderen en de Universiteit Gent (2009-2013) en werkt thans binnen het Belspo-kaderprogramma IAP VII, *Greater Mesopotamia: Reconstruction of its Environment and History*. In 2015 bestaat het team archeologen uit Bruno Overlaet, Ernie Haerincx, Bart De Prez, Possum Pincé, Laurence Van Goethem en Martine Coppejans.

1001 IDEEËN RED DE BIODIVERSITEIT!

Heb je originele ideeën
om met respect
voor de planeet te gaan leven?
Stuur ze ons tot 10 april 2016!

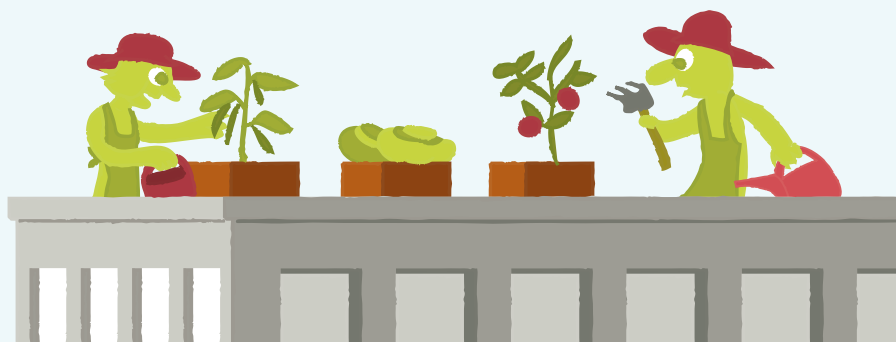


Voeg een **duidelijke uitleg** toe over hoe je idee de biodiversiteit helpt, en, waarom niet, een leuke voorstelling ervan (tekening, stripverhaal, filmpje, foto, kunstwerk ...).



Er zijn **superprijzen*** te winnen.
De beste ideeën worden bovendien gepubliceerd met – uiteraard! – vermelding van de auteur(s).

Zowel inzendingen door individuen als door groepen zijn welkom, zonder leeftijdslimiet.
De jury zorgt ervoor dat iedereen kans maakt op een prijs!



www.ikgeeflevenaanmijnplaneet.be

Deze wedstrijd wordt georganiseerd door de dienst biodiversiteit van het Museum voor Natuurwetenschappen, met de steun van de Belgische regionale en federale administraties voor leefmilieu.

Contact: biodiversiteit@natuurwetenschappen.be

* De lijst van te winnen prijzen is beschikbaar op de webpagina van de wedstrijd.

museum



DEMOCRITOS

De expertise in stromingsdynamica van het von Karman instituut ten dienste van het MYRRHA-project

Philippe Planquart

Drie testinstallaties en de unieke kennis op het vlak van numerieke simulatie en optimalisatietechnieken leveren een cruciale bijdrage aan het MYRRHA-project.

MYRRHA is de nucleaire onderzoeksreactor die het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) te Mol aan het ontwikkelen is. MYRRHA staat voor *Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications* en verwijst naar een multifunctionele en hybride onderzoeksreactor voor innovatieve toepassingen. Het gaat om het allereerste prototype van een kernreactor die wordt aangedreven door een deeltjesversneller. In vergelijking met bestaande reactoren, heeft MYRRHA een aantal vernieuwende eigenschappen: hij functioneert met snelle neutronen aangedreven door een versneller, is vrij eenvoudig te controleren en uit te schakelen en koeling van de kern van de reactor gebeurt aan de hand van een vloeibaar metaal (een legering van lood en bismut; LBE - Lead Bismuth Eutectic). Het gebruik van deze nieuwe vloeistof in het primair circuit noodzaakt een aantal specifieke studies, waarvoor op het von Karman instituut (VKI) beroep werd gedaan.

Het onderzoek van het VKI levert een bijdrage aan het ontwerp van de reactor en verhoogt de veiligheid ervan. Beide federale onderzoeksinstituten ondertekenden in januari 2011 in aanwezigheid van de Eerste Minister en de voogdijministers een samenwerkingsakkoord voor vier jaar dat de naam DEMOCRITOS (*DE*mstration of *Myrrha* Operation and *CRIT*ical Objects for Safety) kreeg.

Het onderzoeksprogramma DEMOCRITOS, gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo), bestrijkt vijf onderzoeksthema's rond stromingsdynamica. Een eerste type onderzoek betreft de thermohydraulische kenmerken van het primaire circuit van de reactor. Hiervoor werd een schaalmodel van de toekomstige reactor ontworpen en werden driedimensionale numerieke en tijdsgebonden simulaties uitgevoerd. Daarnaast worden de vorm en de afmetingen van de twee hoofdpompen van het primaire circuit voor de circulatie van het lood/bismut bestudeerd. De snelle lokalisatie en identificatie van de brandbare elementen in het vloeibaar metaal is een derde onderzoeksthema. Het VKI ontwikkelde een nieuwe beeldtechniek om aan de

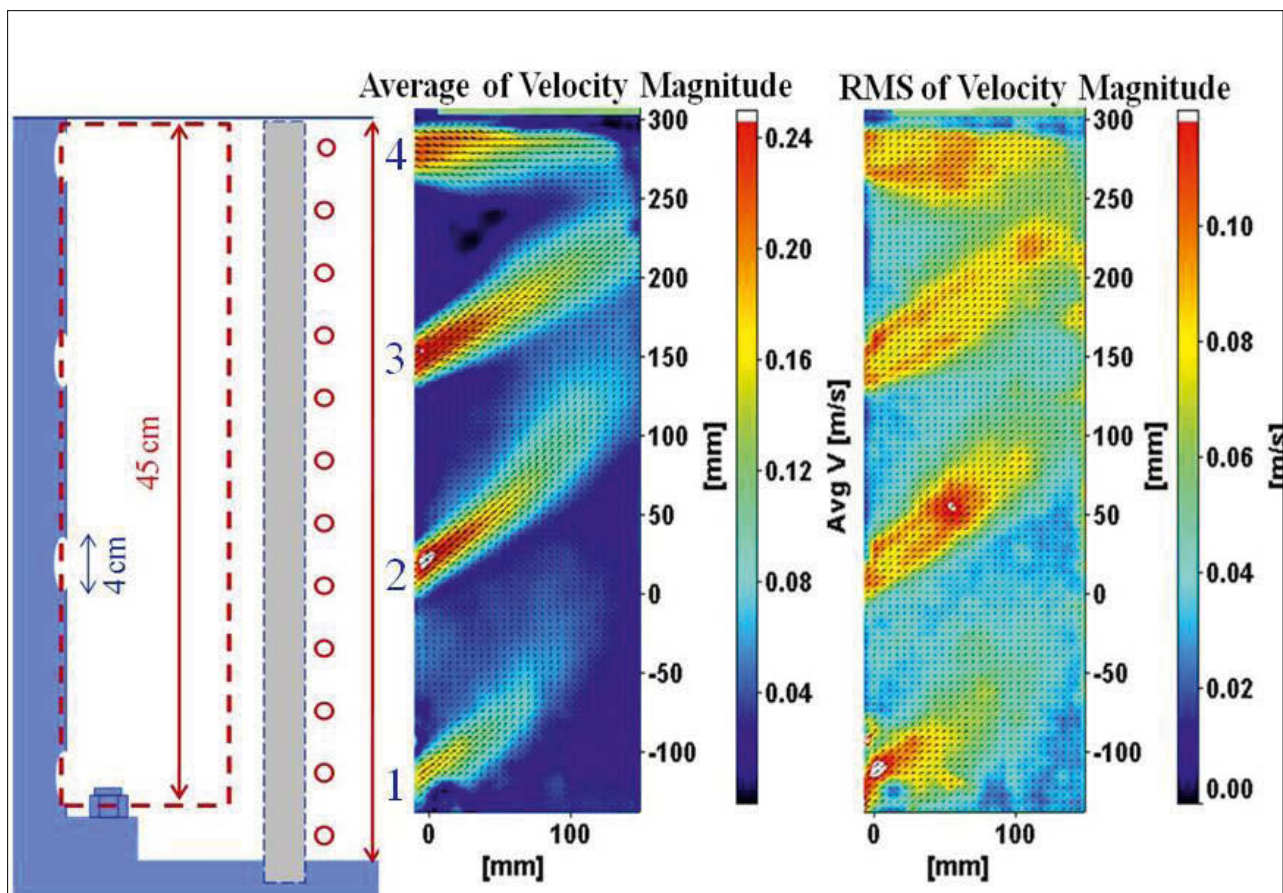
hand van ultrasonische geluidsgolven waarnemingen te kunnen doen in het ondoorzichtig, vloeibaar metaal. Ook werden de nodige numerieke meettechnieken ontwikkeld om de reactor in zowel nominale als abnormale configuratie te kunnen bestuderen. Tot slot werd het heen en weer slingeren van het vloeibaar metaal ten gevolge van een aardbeving en de impact daarvan op de structuur van de reactor onderzocht.

Drie unieke testinstallaties werden in het kader van DEMOCRITOS ontwikkeld en gebouwd door het VKI. Die testinfrastructuur leverde de ingenieurs van het SCK•CEN een schat aan informatie op. De installaties en de uitgevoerde onderzoeksproeven worden hierna beschreven.

De lood/bismut-legering die in het primaire circuit van MYRRHA wordt gebruikt is ondoorzichtig. De stroming van de vloeistof kan bijgevolg niet worden waargenomen. Daarom werd een watermodel op schaal van het primaire circuit van de toekomstige reactor ontwikkeld dat de naam MYRRHABELLE kreeg, de afkorting voor *MYRRHA Basic sEt-up for Liquid fLow Experiments*. Dit schaalmodel op 1:5 respecteert de similitude parameters en de adimensionale Richardson en Euler waarden. De installatie is gemaakt van plexiglas. De kuip heeft een diameter van 1,5 m

en is gevuld met 4000 liter water. Figuur 1 toont het bovenste deel van MYRRHABELLE verlicht door een laserstraal. Vooraan is één van de vier warmtewisselaars te zien die de warmte vanuit de kern van de reactor – in het watermodel opgewekt door een bundel van opwarmende weerstanden – naar de buitenkant leiden.

De doorzichtigheid van het model laat toe om de stromingen te bestuderen en niet-intrusieve meettechnieken te gebruiken om het koelcircuit van de primaire reactor in kaart te brengen. PIV (Particle Image Velocimetry) is een voorbeeld van een niet-intrusieve techniek voor het bepalen van de gemiddelde snelheid en de turbulentie. Een typisch PIV-resultaat wordt getoond op Figuur 2. De stralen aan de uitgang van de structuur bovenaan de reactorkern zijn duidelijk zicht- en meetbaar. De warmte wordt gemeten door een aantal temperatuursensoren en aan de hand van een laser die een fluorescerende schijn opwekt. De kenmerken van het warmtecircuit werden bestudeerd in zowel nominale als abnormale toestand. Dit liet toe de doeltreffende werking van het primaire circuit bij het uitvallen van de twee hoofdpompen te valideren; de hitte uit de kern van de reactor werd louter door natuurlijke convectie doeltreffend geëvacueerd door de warmtewisselaars.



Figuur 2 – Beeld van versnellingen en schommelingen



Figuur 3 – triltafel SHAKESPEARE



Figuur 4 – model op schaal 1/25 van MYRRHA

De tweede testinstallatie, die de naam SHAKESPEARE (*SH*aking *A*pparatus for *K*inetic *E*xperiments of *S*loshing *P*roject with *E*arthquake *R*eproduction) kreeg, laat toe om een aardbeving te simuleren. Aan de hand van deze triltafel wordt de impact van een aardbeving op de bewegingen van de koelvloeistof in de reactor ('sloshing') bestudeerd. Figuur 3 toont een foto van SHAKESPEARE. De installatie bestaat uit drie los van elkaar bewegende plateaus. Hydraulische actuatoren, aangedreven door een computer, zorgen voor de trillingen. Een databank levert de nodige gegevens om een bepaalde seismische activiteit te simuleren (aardbevingen die reeds in België gebeurden of waarvan de kans bestaat dat ze zich hier voordoen).

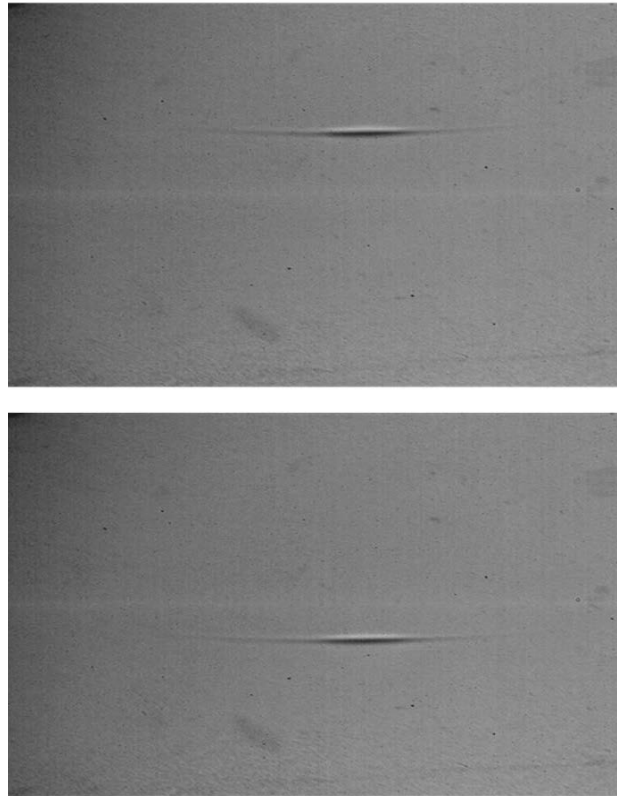
Het testmodel wordt op het bovenste plateau geplaatst dat een gewicht tot 500 kg kan dragen. De maximale inputfrequentie bedraagt 10Hz en de maximale amplitude van elke zuiger is 50 mm. Opnieuw werd eerst een aantal vergelijkende studies gedaan om de similitude tussen water en vloeibaar metaal te analyseren. Zo kon zekerheid

worden verkregen dat de bewegingen van de koelvloeistof met behulp van water konden worden bestudeerd en geen gebruik hoefde te worden gemaakt van het (dure) mengsel lood/bismut.

Een vereenvoudigd model van de reactor op schaal 1:25 werd in plexiglas gebouwd (zie figuur 4). De seismische signalen hielden rekening met het schaaffect. De experimenten hebben aangetoond dat het geheel van aanwezige structuren in het bovenste deel van de reactor (ondergedompelde delen) de frequentie van de beweging van de koelvloeistof wijzigt. Dit resultaat is uitermate belangrijk voor het ontwerp van de reactor. Het toont immers aan dat de impact van een aardbeving op de koelvloeistof geminimaliseerd wordt. Deze onderzoeksresultaten zullen nu als input dienen voor een aantal numerieke simulaties. Aan de hand van CFD (Computational Fluid Dynamics) zullen de onderzoeksresultaten verder worden verfijnd en zal de complexe geometrie van de finale MYRRHA-reactor verder worden bestudeerd.



Figuur 5 - installatie TAUPE



Figuur 6 – optisch beeld van de verspreiding van een ultrasone golf in water

Ultrasone beeldtechnologie wordt reeds veelvuldig gebruikt in diverse domeinen (sonar, medische beeldvorming, diagnostisch, ...). In het kader van MYRRHA zal ultrasone beeldtechnologie worden gebruikt om de brandstofelementen en de interne onderdelen te inspecteren teneinde de goede werking van de reactor te garanderen. In het bijzonder gaat het om de snelle lokalisatie en identificatie van de brandbare elementen. Het gebruik van ultrasone golven in een lood/bismut-omgeving vereist de ontwikkeling van specifieke zenders/ontvangers alsook de studie van de wijze waarop de golven zich verspreiden. De testinstallatie TAUPE – te zien op figuur 5 – is de derde installatie die het VKI heeft gebouwd in het kader van het DEMOCRITOS-programma. TAUPE laat toe de verspreiding van ultrasone golven te bestuderen rekening houdend met de stromingssnelheid en de temperatuurschommelingen zoals die in het onderste gedeelte van MYRRHA zullen voorkomen. De installatie heeft een hoogte van 2 meter en kan ultrasone golven bestuderen over een afstand van 4 meter. De installatie bestaat uit een optisch onderdeel dat toelaat om aan de hand van strioscopie (optische visualisatiemethode) de verspreiding van een ultrasone golf die door een object wordt weerkaatst te bestuderen. Figuur 6 illustreert de verspreiding van een ultrasone golf van boven naar onder. Aan de hand van een rekencode, ontwikkeld door het VKI en gebaseerd op de verplaatsing van stralen (ray tracing), kan de test worden gesimuleerd. Ook hier hebben numerieke simulaties tot dezelfde resultaten geleid als de experimenten met water. De simulatiecode kon dus worden gebruikt om in een lood/bismut-omgeving de

invloed van stromingssnelheid en temperatuurschommelingen op de ultrasone golven te analyseren.

De drie testinstallaties MYRRHABELLE, SHAKESPEARE en TAUPE ontwikkeld in het kader van DEMOCRITOS hebben ontegensprekelijk bijgedragen aan het FEED (Front End Engineering Design) van MYRRHA. De bekomen onderzoeksresultaten zijn een fundamentele basis voor de validatie van numerieke instrumenten die op de reactor MYRRHA kunnen worden toegepast. Het onderzoeksprogramma DEMOCRITOS liet ook toe het ontwerp van de circulatiepompen van het primaire circuit te definiëren en te optimaliseren aan de hand van optimalisatietechnieken ontwikkeld door het VKI. Het voorgestelde ontwerp maakt momenteel het voorwerp uit van een octrooiaanvraag. Parallel met de experimentele activiteiten werd een belangrijke expertise opgebouwd inzake numerieke simulaties van stromingen in een lood/bismut-omgeving. Deze numerieke activiteit opent de weg naar een groot gamma van onderzoekssimulaties voor verschillende toepassingen.

Het VKI levert aldus een unieke en primordiale bijdrage aan het MYRRHA-project. Het onderzoek zal voortgezet worden in functie van de evolutie van het ontwerp van MYRRHA. De testinstallaties kunnen uiteraard ook gebruikt worden voor andere types van onderzoek. De triltafel werd reeds gebruikt voor studies van bewegingen van cryogene vloeistoffen, een probleem dat vaak voorkomt bij de voortstuwing van satellieten.

TAXIDERMIE, EEN BEROEP IN BEWEGING

Yannick Siebens

Een goede taxidermist verenigt vaardigheden van anatonen, naturalisten en kunstenaars. Het is een opmerkelijk en zeldzaam beroep, maar de laatste jaren hip en jong. Taxidermie was lange tijd beladen met negatieve connotaties. Een taxidermist zet immers dode dieren of 'kadavers' op. Vandaag oefenen in België maar een twintigtal mensen het beroep uit. De wetgeving in België is vrij streng en de reglementeringen verschillen voor Vlaanderen, Brussel en Wallonië. Maar met CITES, de internationale overeenkomst over de handel in dieren en planten die verschillende dieren beschermt, moet iedereen rekening houden.

Taxidermisten zijn sleutelfiguren in elk natuurhistorisch museum. Ze prepareren nieuwe collectiestukken (gedeeltelijk of volledig) of restaureren oude specimens voor nieuwe tentoonstellingen. Onze eigen taxidermist Christophe Demey werkt meestal voor de wetenschappelijke collecties. Hij prepareert dan zoveel mogelijk dieren van zoveel

mogelijk soorten. De afgewerkte specimens gaan naar de bewaarplaatsen, waar ze vele decennia later nog door wetenschappers kunnen worden onderzocht, voor morfologische analyses of DNA-onderzoek.

Voor de tentoonstellingen moeten de specimens 'levensecht' zijn: zorgvuldig opgezet, met veel aandacht voor de positie en de afwerking. Daarvoor wordt het stoffelijk overschot van een dier soms volledig vanaf nul geprepareerd. Zo zijn voor de expo *Babydieren* in 2014 nog enkele nieuwe vogels opgezet. Maar vaker restaureert de taxidermist opgezette dieren uit onze bewaarplaatsen en daar zitten soms nog exemplaren uit de 19de eeuw tussen.

Er wacht Christophe een grote uitdaging: tegen de heropening van het KMMA (het Afrikamuseum van Tervuren) mag hij 131 collectiestukken restaureren (waaronder de legendarische giraf, olifant en zebra's en nog veel meer specimens). 'Het is een omvangrijke opdracht die niet te onderschatten valt, maar het is ook een eer dat wij hiervoor in aanmerking komen.'

Nieuw leven

Elke week belanden nieuwe kadavers op het Instituut. Het zijn dieren die zijn omgekomen in het verkeer, overleden in dierentuinen of revalidatiecentra. Eerst worden alle dieren die binnenkomen ingevroren. Dieren die niet in aanmerking komen om op te zetten, gaan naar de osteoloog van het Instituut, die de skeletten prepareert voor bewaring.

Om het dier 'nieuw leven in te blazen', moet de taxidermist het eerst stropen met scalpel en schaar, waarbij hij het dier binnenstebuiten keert. Hij snijdt zoveel mogelijk vlees weg om rotting te voorkomen. Zelfs de dunne, langgerekte vleugelspiertjes moeten eruit. Vervolgens gaan de specimens in een looibad en worden ze gewassen. Daarna waken de dieren nog even in verdunde alcohol, en gaan ze de droogtrommel in, met daarin houtschilfers die het droog-

Christophe De Mey prepareert een buizerd.





Michèle Monsieurs maakt het vlees en de huid van een buizerd los.



Spaanse taxidermist Antonio Perez tijdens de montage van 'zijn' expo.

proces versnellen. Bij vogels wordt de schedel behouden omdat de bek eraan vastzit, bij zoogdieren gaat de schedel eruit, wordt hij ontvleesd en teruggeplaatst, of vervangen door een kunstschedel.

En dan komt de bioloog en kunstenaar in de taxidermist naar boven: hij maakt op basis van de afmetingen van het vlees en naargelang de gewenste houding een kunstbody – vaak van polyurethaan hardschuim – waar dan de huid over wordt geplaatst. Nu is die *body* nog handgemaakt, maar intussen zijn er proeven aan de gang met 3D-printers. Het oeroude beroep is volop in beweging. Christophe verkiest natuurlijke houdingen en uitdrukkingen. 'Het in positie brengen van de ogen van uilen en roofvogels of die van andere vogels zijn zeer verschillend. Als je de oogkas van uilen kan behouden is het vaak mooier en oogt het natuurlijker dan als je er een kunstooft in plaatst. Ik zou in de toekomst ook graag houdingen uit de natuur weergeven, bijv. roofdieren die een prooi vangen of parende vogels en zoogdieren.'

Taxidermie is 'in'

Er zijn heel wat jonge mensen die taxidermist willen worden. In België is het beroep sinds 2014 officieel erkend, maar voorlopig bestaat er nog geen gecertificeerde opleiding taxidermie, wel in Nederland en Groot-Brittannië. Sinds kort heeft Christophe stagiairs - meestal geneeskundestudenten of biologen - die hij de kneepjes van het vak leert. Zoals hij zelf jaren geleden werd opgeleid door de taxidermist van het Instituut. 'Ik kreeg de smaak te pakken en kreeg de kans haar op te volgen. Het is een delicaat proces, waarbij je nauwkeurig te werk moet gaan en alternatieven moet zoeken voor producten die nu niet meer gebruikt mogen worden.'

Christophe restaureert dus niet alleen, hij ontwikkelt ook nieuwe methodes. Eén van de problemen bij opgezette dieren is dat kunstlicht het donkere pigment mettertijd doet verbleken, terwijl licht pigment verdonkert. Het is aan de taxidermist om te experimenteren met verschillende producten om een langdurig en kwalitatief resultaat te krijgen.

Michèle Monsieurs helpt Christophe tijdens haar stage. Ze is bezig aan een jan-van-gent. 'Ik was altijd al in de natuur geïnteresseerd en ik werk graag met mijn handen. Ik vind taxidermie kunst, het is precisiewerk en je moet kunstzinnig zijn in de afwerking en het schilderen van snavel en

poten. Ja, ik heb mijn roeping gevonden. Ik studeerde secretariaat-talen en vond het jammer dat ik niet naar het kunstonderwijs mocht, maar nu heb ik na een aantal jaren kantoorjobs toch gevonden wat ik zocht. Ik ga nu proberen van deze hobby mijn beroep te maken.' Taxidermie is zeker aan een opmars bezig en de opvolging is verzekerd!

De expo *WoW: 'taxidermie in beweging'* van Antonio Perez

Eind september waren de Spaanse taxidermist en zijn zoon enkele dagen in het Museum om vijftig opgezette dieren in tien adembenemende scènes te monteren. Die stonden recent nog in het Parque de las Ciencias in Granada. Antonio Perez noemt zijn composities 'taxidermie in beweging'. Bepaalde groepen – de wegspringende steenbokken bijvoorbeeld – steunen maar op één punt. Een huzarenstuk dat de wetten van de zwaartekracht tart.

'Ik bereken eerst het gewicht van één dier. Dan kijk ik – volgens de wetten van de zwaartekracht – hoeveel tegengewicht ik nodig heb om het dier in evenwicht te houden. Dan maak ik de *body* in koolstofvezel waarover ik het vel span. Dit is de belangrijkste fase, want het vel mag niet te slap of te strak opgespannen staan. Als de *body* klaar is, wordt hij met de nodige gewichten verzwaard, en op een metalen structuur gezet die amper zichtbaar is in het geheel.'

Meer

De tentoonstelling *WoW - Wonders of Wildlife* loopt nog tot 28 augustus 2016 in het Museum voor Natuurwetenschappen in Brussel.

www.natuurwetenschappen.be

In een filmpje van 8 minuten legt Christophe De Mey de eerste stappen uit in de taxidermie van een buizerd. Bekijk het op youtube.com/naturalsciences.

Met dank aan het Federaal Wetenschapsbeleid voor de opnames en de montage.

De aardbevingszwerm tussen 2008 en 2010 te Court-Saint-Etienne

237 AARDBEVINGEN IN 1,5 JAAR TIJD

De aardbevingen vonden plaats nabij Faux, 3,5 km ten zuiden van Court-Saint-Etienne, diep onder de vallei van de Thyle. Geofysische metingen op het terrein konden echter niet bevestigen of de geactiveerde breuk tot aan de oppervlakte reikt.

Koen Van Noten,
Thomas Lecocq
en Thierry Camelbeeck

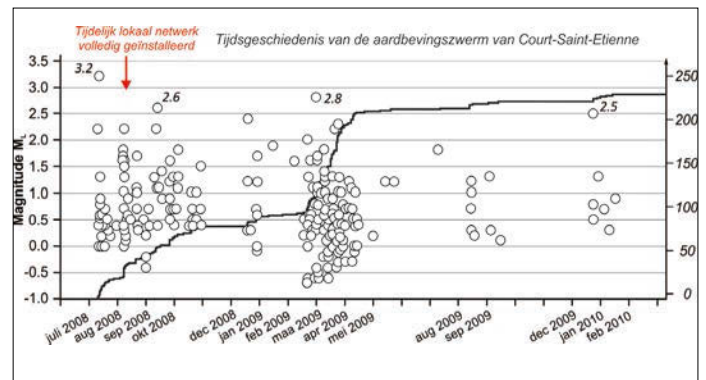
Kijk de krantenkoppen er maar op na, tussen 12 juli 2008 en 18 januari 2010 kon je er niet naast kijken: de aarde beefde te Court-Saint-Etienne in Waals-Brabant. Niet één of twee keer maar wel 237 keer! Seismologen van de Koninklijke Sterrenwacht van België verwijzen naar deze verhoogde aardbevingsactiviteit als de 'aardbevingszwerm van Court-Saint-Etienne'. In een multidisciplinair onderzoek gingen zij op zoek naar de bron en het mechanisme van deze aardbevingen.

Een aardbevingszwerm?

De grootte van een aardbeving wordt steeds uitgedrukt in een magnitudeschaal die logaritmisches oploopt. De 'lokale magnitudo' (aangeduid als M_L) van een aardbeving wordt berekend aan de hand van de maximale verplaatsingsamplitude op een seismogram. Seismogrammen worden geregistreerd door een seismometer, zoals diegene geplaatst in de vaste stations van het netwerk van de Sterrenwacht dat dient ter observatie van de aardbevingsactiviteit in en rond België.

Enkele krantenkoppen

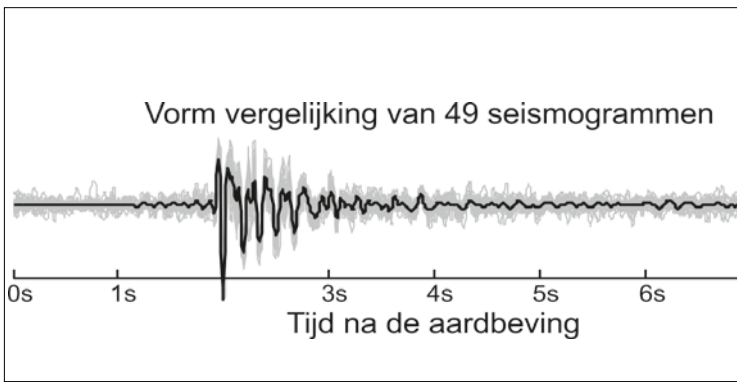
'Aarde blijft maar beven in Wallonië'
Gazet van Antwerpen 14 juli 2008
'Al 100 aardbevingen in Waals-Brabant sinds zomer 2008'
Het Laatste Nieuws 25 februari 2009
'Opnieuw lichte aardbeving in Waals-Brabant'
De Redactie 3 maart 2009
'Tremblement de Terre à Court-Saint-Etienne'
RTBF Belgique 28 december 2009
'La terre a encore tremblé à Court-Saint-Etienne'
Le Soir 31 december 2009



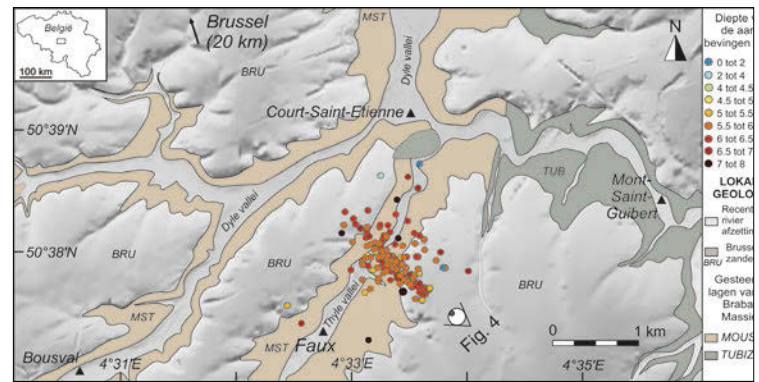
Figuur 1: De evolutie van de aardbevingszwerm van Court-Saint-Etienne. Typisch voor aardbevingszwermen is de afwezigheid van een duidelijke relatie tussen magnitudo en de tijd.

Aardbevingszwermen zijn series van kleine aardbevingen die in een korte tijdsperiode en in een klein gebied optreden. In tegenstelling tot grote aardbevingen, die voorafgegaan worden door eventuele voorschokken en gevolgd worden door vele naschokken waarvan de frequentie en magnitudo afnemen in de tijd, kennen aardbevingszwermen een eerder willekeurig verloop. Ook in de zwerm van Court-Saint-Etienne vertoont de magnitudo geen enkele relatie met de tijd (Figuur 1). De eerste aardbeving in de zwerm vond plaats op 12 juli 2008 en had een lokale magnitudo van M_L 2,2. Onmiddellijk de dag erna, op 13 juli 2008, vond de sterkste aardbeving van de zwerm plaats met een magnitudo van M_L 3,2.

Naar aanleiding van deze twee eerste aardbevingen installeerden wetenschappers van de afdeling Seismologie-Gravimetrie van de Koninklijke Sterrenwacht van België in de zomer van 2008 zeven lokale seismische stations die gedurende 1,5 jaar de seismische activiteit rondom Court-Saint-Etienne en Ottignies maten. Dit lokaal netwerk liet



Figuur 2: Vormvergelijking van 49 aardbevingen die in de lente van 2009 werden opgemeten in het lokale seismische station OTT te Ottignies. Doordat aardbevingen dicht bij elkaar (enkele tientallen tot honderden meters) plaatsvonden, zijn alle seismogrammen bijna identiek. Subtiële vormveranderingen zijn enkel gerelateerd aan kleine afstandsverschillen tussen de aardbevingen.



Figuur 3: De oplotting van de aardbevingen van de seismische zwerm nabij Court-Saint-Etienne duidt op een noordwest-zuidoostelijk georiënteerde breuk op een diepte tussen 5 en 7 km. De kleuren geven de geologische lagen weer die aan de oppervlakte op de geologische kaart voorkomen. Een zijaanzicht (let op het oogje) op de zwerm is in Figuur 4 weergegeven.

toe om ook zeer kleine aardbevingen te meten die niet met het Belgisch netwerk gemeten konden worden omdat de meeste vaste stations zich op een te grote epicentrale afstand bevonden. Dankzij dit lokaal netwerk werden tussen 12 juli 2008 en 18 januari 2010 welgeteld 237 aardbevingen gemeten waarvan de magnitude varieerde tussen $M_L -0,7$ (aangezien de magnitudeschaal logaritmisch is, kunnen zeer kleine aardbevingen een negatieve magnitude hebben, wat eenvoudig betekent dat ze kleiner zijn dan een referentie-aardbeving) en $M_L 3,2$. Het valt op dat de zwerm het actiefst was in de zomer van 2008 en in de lente van 2009, met soms wel 10 aardbevingen per dag.

Diepte en locatie van de zwerm

Omdat vele aardbevingen in de zwerm dicht bij elkaar plaatsvonden, zien de seismogrammen van verschillende aardbevingen gemeten in één seismisch station er zeer gelijkaardig uit (Figuur 2). Subtiële veranderingen zijn enkel gerelateerd aan kleine afstandsverschillen tussen de aardbevingen onderling. Door de vorm van de seismogrammen van alle aardbevingen in de zwerm met elkaar te vergelijken, kon hun diepte en locatie nauwkeurig bepaald worden. Het resultaat toont dat de aardbevingen in de zwerm duidelijk opgelijnd zijn in een noordwest-zuidoostelijke richting en dat ze zich voordeden onder het gehucht Faux in de vallei van de Thyle ten zuiden van Court-Saint-Etienne. De seismische gegevens tonen bovendien aan dat de zwerm zich voordeed op één breuk die gesitueerd is op een diepte tussen 5 en 7 kilometer, ongeveer 1,5 km lang is (Figuur 3) en in een hoek van 87° steil naar het noordoosten duikt (Figuur 4).

Heb jij het gevoeld?

De relatief ondiepe aardbevingslocatie en het feit dat veel woningen in Waals-Brabant bijna direct op het harde gesteente gebouwd zijn van het Massief van Brabant, een

belangrijke geologische structuur, verklaart waarom deze seismische sequentie bijzonder goed waarneembaar was voor de lokale populatie. De aardbeving van $M_L 3,2$ op 13 juli 2008 werd gevoeld tot in Luik, ruim 75 km ten oosten van het epicentrum, en tot net voorbij de noordrand van Brussel, ruim 45 km ver (Figuur 5).

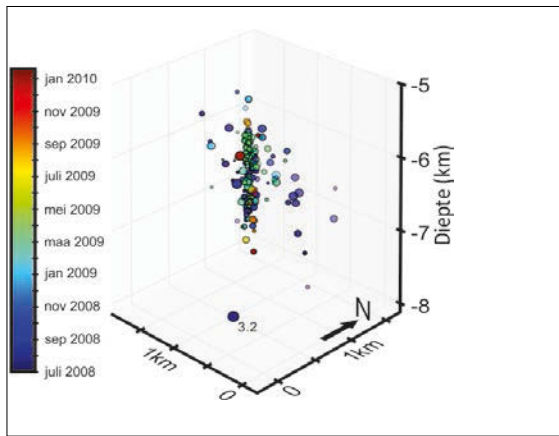
In totaal werden 60 van de 237 aardbevingen lokaal gevoeld of soms zelfs enkel 'gehoord'. In de online-enquête die naar aanleiding van een aardbeving steeds geopend wordt op de website seismologie.be, werd door de lokale populatie dikwijls een luide 'knal' gerapporteerd bij kleinere aardbevingen, of een laag geroffel zoals 'een vrachtwagen die door de straat reed' of 'het geluid van de donder op verre afstand' bij aardbevingen met een grotere magnitude.

Hoe heeft de breuk bewogen?

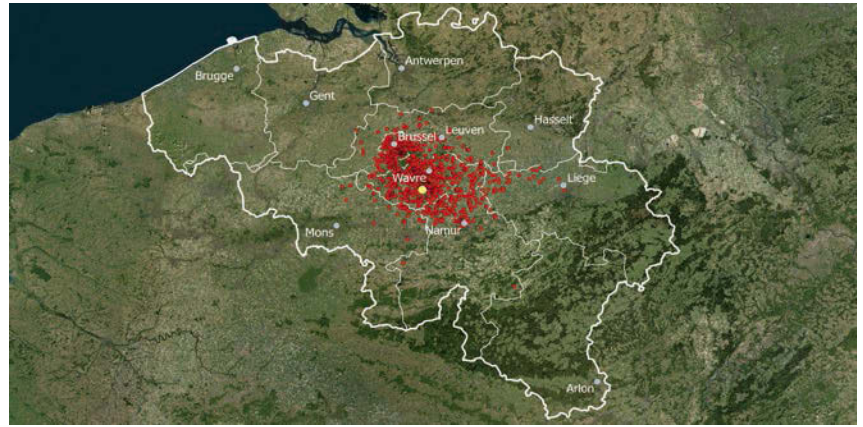
Aardbevingen vinden plaats wanneer twee gesteenteblokken langs elkaar schuren in de aardkorst. De energie die bij dergelijke beweging vrijkomt, plant zich door het gesteente voort als trillingen die aan de oppervlakte als een aardbeving worden ervaren en schade kunnen opleveren als de



© Kroll, Le Soir, 4 maart 2009



Figuur 4: Het zijaanzicht van de seismische zwerm toont de verticaliteit van de breuk tussen 5 en 7 km aan. De locatie van de M_L 3,2 aardbeving is aangeduid op een diepte van 7,7 km.



Figuur 5: Resultaten van de online macroseismische enquête 'Heb jij het gevoeld?' naar aanleiding van de aardbeving van M_L 3,2 op 13 juli 2008. De gele bol geeft het epicentrum weer en de 1500 rode punten de individuele locaties waar deze aardbeving werd gevoeld.

aardbeving groot genoeg is. De magnitude van een aardbeving staat in directe relatie met de grootte van het deel van een breukvlak dat bewogen heeft. Het feit dat er zich enkel kleine aardbevingen voordeden impliceert dat er tijdens elk van de 237 aardbevingen enkel een kleine verplaatsing langsheen het breukvlak heeft plaatsgevonden.

De totale verplaatsing veroorzaakt door de 237 aardbevingen in de seismische zwerm bedraagt slechts enkele centimeters. De M_L 3,2 aardbeving droeg bij tot de grootste verplaatsing die plaatsvond langsheen een breukoppervlak ter grootte van anderhalf voetbalveld (~ 1 ha). Aardbevingen kleiner dan M_L 2 veroorzaakten slechts millimetrische verplaatsingen langs oppervlaktes ter grootte van enkele tot enkele tientallen vierkante meters. Als we deze kleine verplaatsingen vergelijken met deze die optrad tijdens de magnitude 7,8 aardbeving in Nepal op 25 april 2015, zijnde 6 meter verplaatsing over een breukoppervlakte van ongeveer 600 km², dan wordt al snel duidelijk waarom de aardbevingen tijdens de seismische zwerm enkel gevoeld werden en geen schade opleverden te Court-Saint-Etienne.

Kunnen we de breuk 'zien'?

Hoewel een 3D-visualisatie (Figuur 4) werd gemaakt van de breuk met behulp van de locaties van de verschillende aardbevingen, laat deze figuur niet toe de relatie tussen de breuk en de lokale geologie in de diepte te begrijpen. In een bijkomend onderzoek werd er beroep gedaan op een geofysische studie die toelaat variaties in de magnetische eigenschappen van de verschillende gesteenteformaties rondom de breukzone in de ondergrond in beeld te brengen. In het Massief van Brabant komt de Formatie van Tubize overal voor (Figuur 6). Deze formatie is sterk aangerijkt aan magnetische mineralen, wat toelaat het verloop van deze formatie in het Massief van Brabant te achterhalen, ook waar ze niet aan de oppervlakte komt. In onze studie hebben we gebruikt gemaakt van een aeromagnetische studie die in 1994 door de Belgische Geologische Dienst (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen) werd uitgevoerd en waarin de magnetische variatie over heel België werd gemeten vanuit de lucht (Figuur 7).

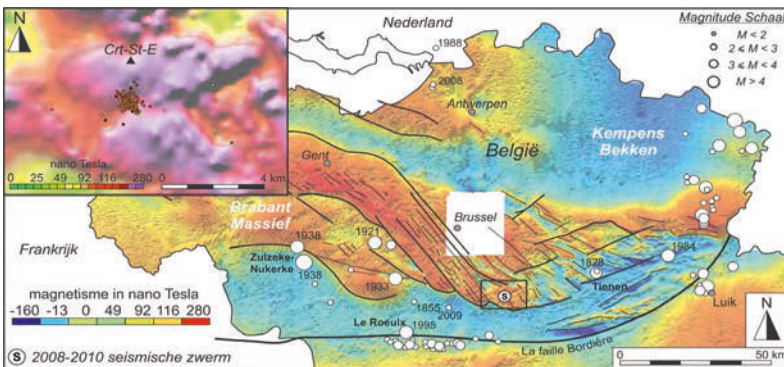
In samenwerking met geofysicus Anjana K. Shah van de Amerikaanse Geologische Dienst (USGS) werden de magnetische gegevens van Waals-Brabant gefilterd met als doel enkel het magnetisch signaal te bestuderen van de gesteenten die zich tussen 5 en 7 km diepte bevinden. Het resultaat van deze methode toont aan dat de aardbevingszwerm plaatvond langsheen een breuk die zich situeert in een laag-magnetische gesteenteformatie die langs beide zijden begrensd is door hoog-magnetische gesteentelichamen van de Formatie van Tubize (zie detail in Figuur 7). Deze ontdekking wijst erop dat de breuk geassocieerd met de zwerm eerder beperkt is in lengte. Aangezien breuklengte in direct verband staat met magnitude, verklaart dit waarom er zich geen grotere aardbevingen hebben voorgedaan op deze structuur in Waals-Brabant.

Tussen 1953 en 1957 gebeurde er een gelijkaardige zwerm op exact dezelfde plaats als de recente zwerm. De grootste aardbeving van deze zwerm vond plaats op 6 januari 1953 en had een magnitude van M_L 4,0. Dergelijke magnitude komt overeen met verplaatsing over een breukoppervlakte van 1,4 km², wat aantoont dat onze ontdekking van een gelimiteerde actieve breuk steek houdt.

Dit sluit echter niet uit dat elders in het Massief van Brabant geen grotere aardbevingen kunnen voorkomen in de toekomst. De grootste aardbeving die we tot nog toe hebben waargenomen in het Massief van Brabant was de M_L 5,6 aardbeving op 11 juni 1938 te Zulzeke-Nukerke (nabij Oudenaarde), een seismische gebeurtenis waarvan het mechanisme nog steeds niet begrepen is. De methodologie ontwikkeld in deze studie, namelijk het verband aantonen tussen seismische activiteit en lokale geologie met behulp van magnetische gegevens, biedt seismologen en geologen enkele interessante nieuwe pistes om de oorzaak van intraplaat-aardbevingen, zowel in onze regio als elders in de wereld, beter te begrijpen.



Figuur 6: Verticale gesteentelagen van de Formatie van Tubize ontsloten onder de kerk van Mont-Saint-Guibert. Hamer (rechts) als schaal.
Foto © Alain Herbosch



Figuur 7: De warme kleuren op de aeromagnetische kaart wijzen op plaatsen waar een hoger magnetische signaal is gemeten. Dergelijk hoog magnetisme komt in het Massief van Brabant meestal overeen met de verspreiding van de magnetische Formatie van Tubize. De donkere lijnen op de kaart worden geïnterpreteerd als breuken die het Massief van Brabant doorsnijden. De seismische zwerm (S) vond plaats op één van de kleinere breuken. De detailfiguur toont hoe de breuk tussen twee hoog-magnetische gesteentelichamen (zie paarse gedeelten) in zit en dus beperkt is in lengte.

Meer

Dit artikel werd geschreven naar aanleiding van de wetenschappelijke publicatie over de aardbevingszwerm van Court-Saint-Etienne in het geologische vakblad *Tectonophysics* waarvan het onderzoek gefinancierd werd door het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo) en FNRS.

Koen Van Noten, Thomas Lecocq, Anjana K. Shah & Thierry Camelbeeck. 2015. *The seismotectonic significance of the 2008-2010 seismic swarm in the Brabant Massif (Belgium)*, in: *Tectonophysics* 656, 20-38.

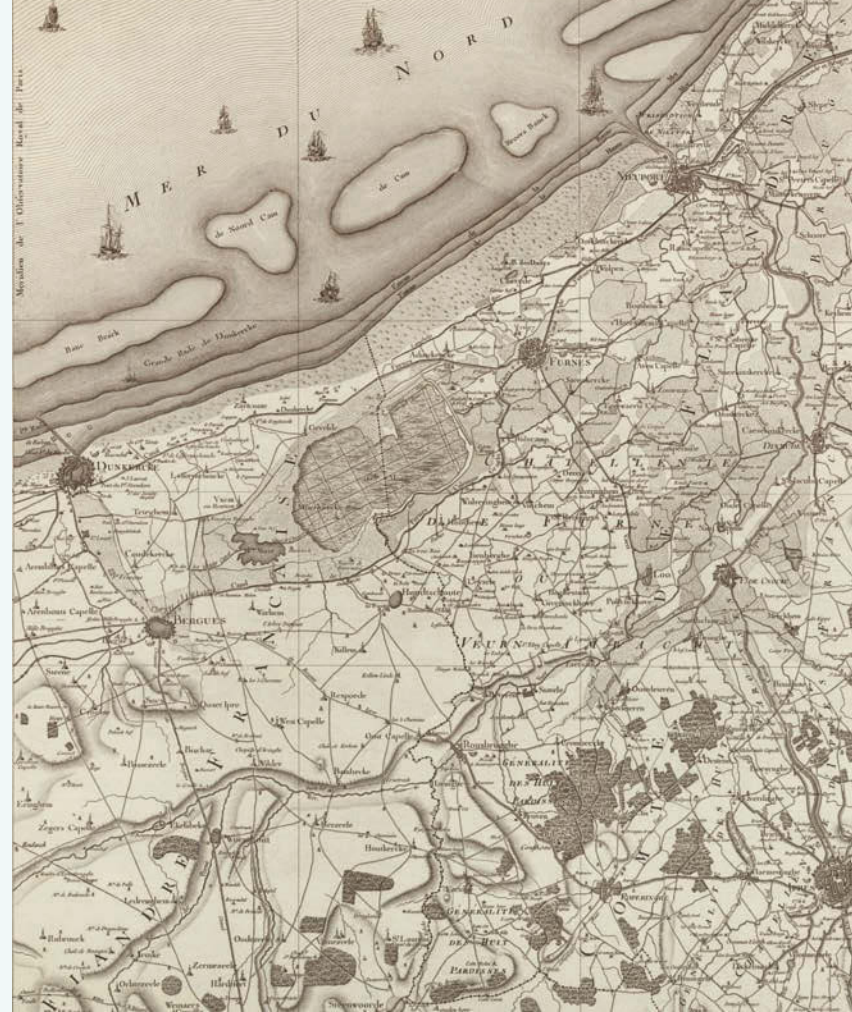
Ga naar <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2015.05.026>

De auteurs

Koen Van Noten is structureel geoloog en FNRS-postdoctoraal onderzoeker aan de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB). Zijn onderzoek richt zich voornamelijk op het verband tussen aardbevingen en geologie en ook op de vraag waarom mensen in België aardbevingen verschillend waarnemen afhankelijk van de lokale geologische ondergrond waarop ze wonen.

Thomas Lecocq is geoloog/seismoloog aan de KSB gespecialiseerd in (vulkaan)seismologie en bestudeert voornamelijk hoe de erupties van actieve vulkanen over heel de wereld met seismologische monitoring beter begrepen kunnen worden.

Seismoloog Thierry Camelbeeck was tussen 2004 en 2015 hoofd van de afdeling Seismologie-Gravimetrie van de KSB. Zijn onderzoek richt zich op het achterhalen van de oorzaken van de seismische activiteit in 'stabiele' continentale regio's.



De eerste gedrukte kaarten komen voor in het derde kwart van de 15de eeuw. Deze houtsnede is volgens de cartouche in 1557 te Utrecht uitgegeven. Hendrick van Borculo, zoon van drukker en uitgever Herman, gebruikte het unieke kaartblad in 1586 om op de achterkant ervan het laatste blad van *Dese Corte Cronikel* af te drukken. Cornelis van Hoorn, *Dese Corte Cronikel*, 1557.
© Koninklijke Bibliotheek van België

De Carte Marchande blijft meer dan vijftig jaar lang de betrouwbaarste kaart van onze gebieden. Joseph de Ferraris, *Carte Marchande*, ca. 1777. © Koninklijke Bibliotheek van België

Op ontdekking door meer dan 600 jaar cartografie

De Koninklijke Bibliotheek duikt in haar collectie voor het boek *Vlaanderen in 100 kaarten*

Kaarten vertellen verhalen. Ze vertellen waarom, wanneer, voor wie en hoe ze zijn gemaakt. Elke kaart onthult iets over de periode waarin ze is gemaakt en het wereldbeeld van wie toen leefde. Aan de hand van honderd zorgvuldig geselecteerde kaarten komt u meer te weten over de plaatselijke geschiedenis.

Voor de meesten onder ons dienen kaarten in de eerste plaats om de weg van plaats A naar plaats B te vin-

den. Het liefst van al hebben we ze zelfs niet meer in onze handen, maar op de gps. Ooit was dat wel anders: oude kaarten zijn prachtige kunstvoorwerpen en om ze te maken waren bloed, zweet en tranen nodig. En vooral heel veel tijd. Toch zijn de verhalen achter oude en nieuwe kaarten even fascinerend. Wouter Bracke, coördinator onderzoeksprogramma's bij de Koninklijke Bibliotheek van België, stelde daarom een boek samen dat Vlaanderen door de eeuwen heen in kaart brengt. Letterlijk en figuurlijk.

Van schijnbaar banaal tot uitzonderlijk

De geschiedenis van de cartografie begint in het boek met de late 15de eeuw, in Vlaanderen de late middeleeuwen of het begin van de renaissance. Uit de middeleeuwen zijn immers maar weinig kaarten bekend. De oudste kaart in de selectie is een abstract aandoende schets van het polderlandschap in Zeeuws-Vlaanderen uit de 13de eeuw. Naast bekende kaarten zoals de Ferrariskaart (ca. 1778), waarvan de Koninklijke Bibliotheek een van de drie bestaande handgetekende exemplaren bezit, komen in dit boek ook heel wat minder gekende kaarten aan bod. Want achter elke kaart, hoe schijnbaar banaal ook, schuilt een verhaal, een anekdote, een weetje. Zo is er een kaart die de taalgrens toont, eentje die de stand van zaken in Wereldoorlog I uitbeeldt en nog een andere die het percentage actieve kerkgangers op zondag in kaart brengt. En wist u bijvoorbeeld dat de 'Leo Belgicus' in 1617 op de kaart verschijnt? Of dat er toponymische kaarten bestaan die alle plaatsen in het land aanduiden die eindigen op -ham, -muyde en -schot?

Grootste collectie van het land

De Koninklijke Bibliotheek van België kan prat gaan op de grootste en rijkste collectie kaarten, kaartboeken en atlassen van het hele land. Omdat het aanbod ongelooflijk groot en divers is, werd er gekozen om het boek te beperken tot honderd betekenisvolle kaarten, die chronologisch zijn opgenomen. De kaarten die besproken worden, komen op enkele uitzonderingen na allemaal uit de collecties van de Koninklijke Bibliotheek. Ondanks de rijkdom van haar verzameling bezit de Koninklijke Bibliotheek natuurlijk niet alle kaarten waarop het Vlaamse grondgebied is afgebeeld. Vandaar dat in enkele gevallen exemplaren uit andere collecties zijn opgenomen, zoals de kaart van Vlaanderen van Gerard Mercator.

De kaarten van de Koninklijke Bibliotheek van België zitten verspreid over verschillende verzamelingen: de meeste handgetekende kaarten worden in de verzameling Handschriften bewaard, de kostbare atlassen vindt men in de collectie Oude en kostbare drukwerken en voor recente kaarten kan men vaak terecht in de leeszaal van de Hedendaagse drukwerken 19de–21ste eeuw. Maar de grootste verzameling kaarten bevindt zich vandaag in de afdeling Kaarten en plannen, vlak bij het Prentenkabinet.

Een geografische prent

Dat beide afdelingen naast elkaar liggen, is geen toeval. Voor de studie van de cartografie tot de 19de eeuw is dit ongetwijfeld een pluspunt, omdat het een globale benadering van de kaart als geografische prent bevordert. De individuele geografische prent kent immers lange tijd dezelfde geschiedenis als om het even welke andere prent: dezelfde auteurs, dezelfde productietechnieken, dezelfde verspreidingskanalen, dezelfde afzetmarkt.

De esthetische dimensie van de kaartproductie was lang een belangrijke factor. De prachtig versierde kaarten uit de collecties zijn daar het bewijs van. Anderzijds is een kaart toch ook een praktisch product, dat vooral vanaf de 19de eeuw gebruikt wordt voor allerlei praktische doeleinden die niet onmiddellijk of in de eerste plaats met geografie te maken hebben. Het utilitaire karakter van de kaart primeert dan boven het esthetische of historische. Zo verliest de kaart haar band met de wereld van de prent.

Hollandse Vlamingen

De kaarten die in *Vlaanderen in 100 kaarten* zijn opgenomen, hebben één ding gemeen: ze hebben alle met Vlaanderen te maken. Dat grondgebied 'Vlaanderen' is een recente creatie, dat we onder die naam niet terugvinden op oudere kaarten. Daarom werd er gezocht naar kaarten van België, de Nederlanden, het koninkrijk Nederland, Frankrijk, Duitsland en van landen waarvan het grondgebied Vlaanderen in het verleden deel heeft uitgemaakt.

In de late middeleeuwen verwijst het woord 'Vlaanderen' trouwens naar het oude graafschap dat zich uitstrekt van Grevelingen (Gravelines) in het zuidwesten tot Antwerpen in het noordoosten en dat loopt tot Dowaii (Douai). De term 'Vlaams' of 'Vlaming' heeft dus een heel andere betekenis dan vandaag: een Vlaming kan evengoed uit Atrecht komen, of uit Brabant, Namen, Holland of Luxemburg; hij spreekt Vlaams, Nederduits, Frans of Waals. Het huidige grondgebied wordt dus geprojecteerd in het verleden.



Deze kaart is emblematisch voor de Nederlandse cartografie. De mooi ingekleurde *Kaart van de Nederlanden* uit 1604 is een van Blaeu's eerste producten. Onderaan in de linker cartouche staat een eerste vorm van onze moderne kaartlegende: we vinden er uitleg bij het gebruik van conventionele tekens voor steden, dorpen, kastelen en kloosters. Willem Jansz. Blaeu, *Kaart van de Nederlanden*, 1604. © Koninklijke Bibliotheek van België



Deze kaart verhaalt de oorlogstoestand van juli 1915. Ze heeft de vorm van een brief die Duitse soldaten aan het front naar hun familie konden zenden. Julius Hans Forkel, *So steht der Krieg!*, 1915 © Koninklijke Bibliotheek van België

Maar wat maakt Vlaanderen op kaartgebied nu zo interessant? Vanaf de renaissance stijgt de productie van cartografisch materiaal in het algemeen enorm, maar het Vlaamse grondgebied is door de eeuwen heen een bevoorrecht onderwerp gebleken van cartografen. Door de ligging en de rijkdom is het gebied eeuwenlang het theater geweest van vele oorlogen die talrijke mogelijkheden voerden. En oorlog wakkert de productie van kaarten aan.

Ongekende bloei

Eind 18de begin 19de eeuw worden de dan Oostenrijkse Nederlanden opnieuw belangrijk in de geschiedenis van de cartografie, eerst onder graaf Joseph de Ferraris, dan met Philippe Vandermaelen. In die periode kent de thematische cartografie een ongemeen interessante ontwikkeling. Kaarten worden niet alleen gebruikt om allerhande informatie te visualiseren, maar ook en vooral om die informatie te structureren. Ze zijn het GIS (Geographical Information System) van vandaag.

Bestemming digitaal

In de collectie van de Koninklijke Bibliotheek zijn de laatste decennia de administratieve kaarten prominent aanwezig. Daarnaast vinden we er vooral wegenkaarten en kaarten voor toerisme. Maar om andere informatie visueel voor te stellen blijken gedrukte kaarten minder interessant dan vroeger. Die taak is intussen overgenomen door de computer en de gps.

Ook de Koninklijke Bibliotheek surft mee op de golf richting digitale kaarten. Sinds augustus 2015 kunt u op de website www.cartesius.be immers duizenden kaarten en plannen uit de collectie van de Koninklijke Bibliotheek van België online bekijken én doorzoeken. Tussen al die documenten vindt u ook heel wat kaarten terug die in dit boek aan bod komen. Zo kunt u ze zelf tot in de kleinste details bekijken. En zo komen oud en nieuw elkaar opnieuw tegen.



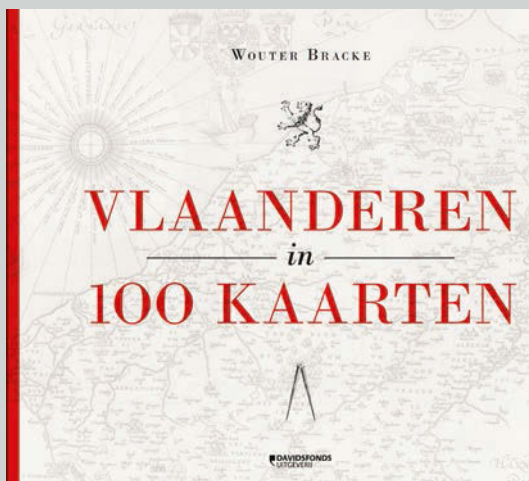
Petrus Kaerius, *Germania inferior*, 1617
 © Koninklijke Bibliotheek van België

Vlaanderen in 100 kaarten: een voorproefje

De leeuw van ... België?

Deze *Leo Belgicus* is de bekendste van alle. In 1617 is er nog steeds een wapenstilstand van kracht tijdens de Tachtigjarige Oorlog. Alles is dan ook peis en vrede op deze kaart. Onderaan staan drie koppels in de klederdracht van de Friezen, de 'Belgen' en de Noord-Hollanders. Uit de afbeelding van deze leeuw blijkt duidelijk dat cartografen het in die tijd niet te nauw namen met het auteursrecht. Deze leeuw is de tweelingbroer van de leeuw van de Oostenrijkse diplomaat Michael von Aitzing uit 1588, de 'oerversie' van deze traditie. Bovendien heeft Pieter van den Keer (Petrus Kaerius, 1571–ca. 1646), de Gentenaar die deze kaart in 1617 uitgeeft in Amsterdam, waar hij zich in 1593 heeft gevestigd als uitgever, doodgewoon de koperplaat van zijn voorganger, Hendrick van Langren, 'aangepast'. Hij heeft de naam van zijn collega uitgewist en vervangen door die van hem. Op de achterzijde van de kaart heeft hij wel vermeld dat von Aitzing de eerste was om de figuur van de leeuw te gebruiken.

Het woord *Belgicus* komt vaak voor op 16de- en 17de-eeuwse kaarten van de Nederlanden, die ook *Germania inferior* worden genoemd. Beide Latijnse benamingen voor de Zeventien Provinciën (de Habsburgse Nederlanden, 1543-1585) zijn ontleend aan de Romeinen, die de term *Gallia Belgica* gebruiken voor de provincie die een groot deel van de huidige Benelux omvat. Later worden de provincies *Germania inferior* en *superior* (de gebieden in het noorden en het oosten) ervan afgescheiden. In de renaissance grijpen de humanisten graag terug naar deze antieke benamingen. Wanneer ze het over *Belgium* hebben, dan voegen ze daar na de feitelijke en later officiële scheiding van de Nederlanden vaak *regium* of *foederatum* aan toe. Met het eerste bedoelen ze het 'Koninklijke België', de Zuidelijke Nederlanden die onder het gezag van de Spaanse koning gebleven zijn. Met *foederatum* (gefedereerd) verwijzen ze naar het Noorden, waar na de afscheiding van Spanje de Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden is opgericht. Het mag dan ook geen verwondering wekken dat bijvoorbeeld de vroegste kaarten van New York, gesticht door uitwijkelingen uit de Nederlanden, ook nog de titel *Belgium Novum*, het Nieuwe België, dragen.



Vlaanderen in 100 kaarten van Wouter Bracke, hardcover, 320 pagina's, Davidsfonds Uitgeverij, prijs: 49,99 euro. Te koop in de shop van de Koninklijke Bibliotheek en in verschillende boekhandels.

CARTESIUS

VIER FEDERALE INSTELLINGEN LATEN HUN KAARTEN ZIEN

Marc Carnier en

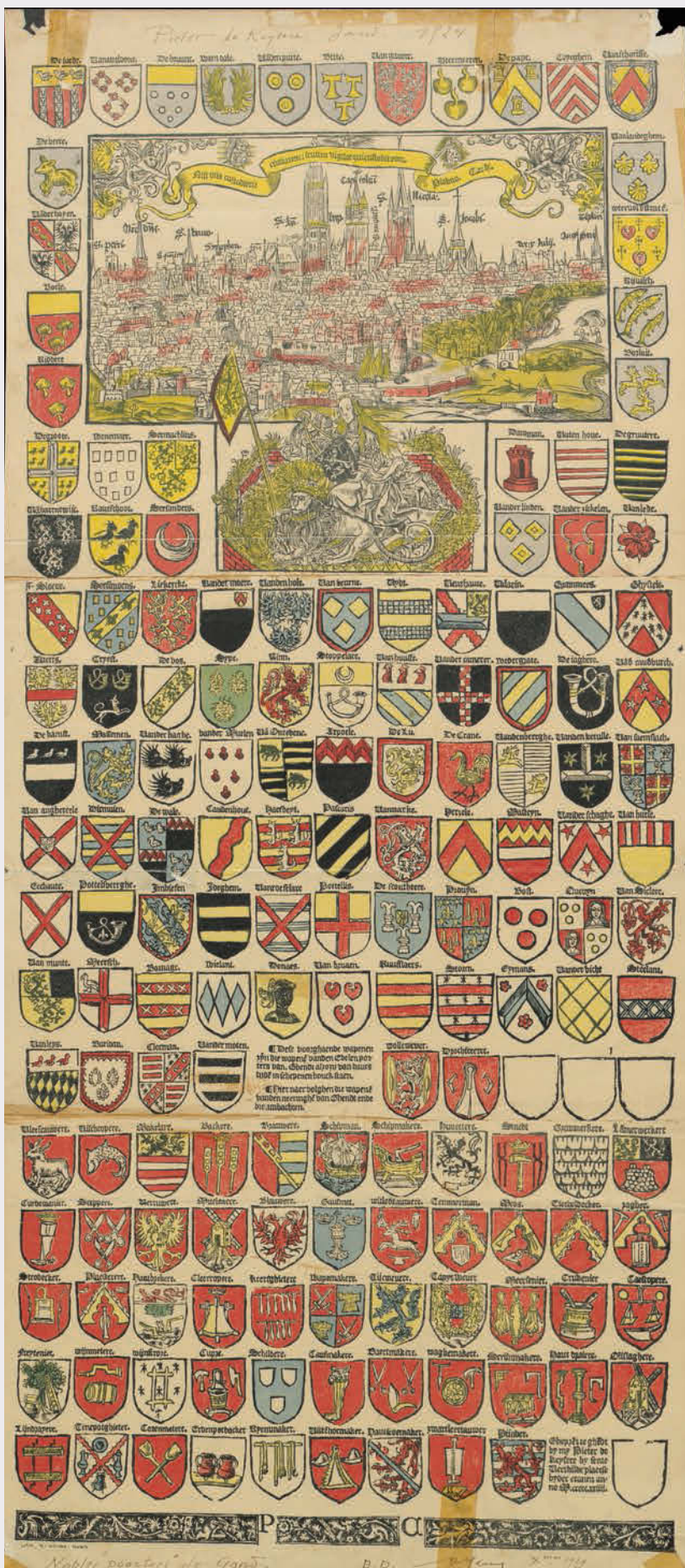
Rink Kruk

Op 27 augustus 2015 werd in het Rijksarchief in het bijzijn van minister van Defensie Steven Vandeput en Staatssecretaris voor Wetenschapsbeleid Elke Sleurs Cartesius voorgesteld. Via deze portaal zijn vele duizenden cartografische stukken van het Rijksarchief, de Koninklijke Bibliotheek, het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika en het Nationaal Geografisch Instituut online te doorzoeken.

De vraag naar oude en jongere kaarten, stadsgezichten en luchtfoto's is bijzonder populair zowel bij het grote publiek als bij de professionele gebruiker. Deze unieke stukken, vaak van hoge esthetische kwaliteit, waren tot voor kort moeilijk te raadplegen. Om ze te zien moest je naar diverse leeszalen met specifieke openingsuren gaan. Het verkrijgen van reproducties verliep moeilijk: ofwel gebeurde dit via dure foto's, ofwel via microfilms van - in onze ogen - inferieure kwaliteit. Het gevolg is dat heel wat cartografische parels weliswaar goed bewaard waren, maar amper gekend waren en bijna niet geconsulteerd werden.

Daarom besloten vier federale instellingen in 2008 om hun kennis en faciliteiten in verband met hun cartografische collecties met elkaar te delen en gezamenlijk te ontsluiten via het internet. Drie federale wetenschappelijke instellingen, het Rijksarchief, de Koninklijke Bibliotheek en het Koninklijk Museum van Midden-Afrika, en het Nationaal Geografisch Instituut, een parastatale afdeling van Defensie, beschikken alle vier over fantastische cartografische collecties die bovendien zeer complementair zijn.

Samen bezitten ze een zeer grote collectie, voornamelijk over België en Centraal-Afrika. Het Rijksarchief bezit vooral kaarten afkomstig uit centrale, provinciale en lokale administraties, uit rechtbankarchieven en privé-instanties zoals adellijke families (Arenberg, Ursel, de Merode) en kloosters en abdijen. Veel kaarten zijn handgeschreven en werden opgesteld in het kader van een bepaalde zaak (rechtspraak, openbare werken, goederen- en landbeheer...). De oudste kaart uit de collectie dateert van 1358. De Koninklijke Bibliotheek bezit onder andere kaarten, atlassen van Mercator en Blaeu, een exemplaar van de bekende kabinetskaart van Ferraris (1771-1778), kaarten van Frick en Vandermaelen en de door lokale onderzoekers veel geraadpleegde Popp-kadasterkaarten. Het NGI bezit alle reeksen topografische kaarten van België die het instituut en zijn rechtsvoorgangers vervaardigden, massa's luchtfoto's, en de



Panorama van Gent met wapenschilden van de voornaamste families en ambachten, opgemaakt door Pierre De Keyser, uitgegeven door de Koninklijke Commissie voor Monumenten van Gent. 1910 (kopie van een kaart van 1524) (Kaartenverzameling van het Rijksarchief te Gent, nr 2067). © ARA

gereduceerde kadasterkaarten van omstreeks 1850 die het gebruikte om de eerste topografische kaarten van België op te stellen. Het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika bezit dan weer unieke historische, topografische en geologische kaarten van Congo, Rwanda en Burundi, waarvan sommige nog steeds regelmatig gebruikt worden.

Het aantal kaarten dat de vier instellingen bezitten is moeilijk te schatten. Vooral het Rijksarchief heeft nog bijzonder veel kaarten die zich in een archiefbestand bevinden en niet apart zijn beschreven. De beschreven collecties van de vier instellingen beslaan al snel meer dan 250.000 kaarten en 300.000 luchtfoto's.

Scannen

Iedere instelling is ondertussen een tiental jaren bezig met het digitaliseren van hun cartografische collecties. Ze doen dit op eigen middelen en op eigen tempo. Zo heeft het Rijksarchief bijvoorbeeld geïnvesteerd in een hypermodern scanlabo met scanners die geschikt zijn om ook grote formaten te verwerken. Ondertussen zijn zo in het Rijksarchief of extern ongeveer 60.000 kaarten of plattegronden gedigitaliseerd. Digitalisering is een logische keuze om fragiele, en moeilijke formaten van kaarten en plattegronden optimaal te kunnen bewaren. Het ophalen, ontvouwen of ontrollen van oude kaarten is namelijk niet zonder risico. En ook de digitale raadpleging is veel comfortabeler, nog los van het feit of dit online gebeurt of in de instellingen zelf.

Dankzij de nieuwe technologische mogelijkheden, zoals snel internet dat voor iedereen beschikbaar is, en moderne geografische informatiesystemen, ontstond er de opportuniteit om een geoportaal te bouwen om de kaarten beschikbaar te stellen zowel voor het grote als voor het gespecialiseerde publiek. De Nationale Loterij was via het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo) bereid om het project te ondersteunen.

Het portaal bestaat uit twee delen. In het eerste deel kan men oude kaarten zoeken in de collecties. In een tweede deel 'MyCartesius' kan men oude kaarten naar eigen wens groeperen, bewerken en annoteren met tekst, beeld en eigen interpretaties. Het Cartesiusportaal wordt gehost door het Nationaal Geografisch Instituut.

Innovatief zoeken

Het vernieuwende van het Cartesiusportaal is de geografische zoekmogelijkheid, meteen ook de belangrijkste manier van zoeken van het portaal. De bedoeling is dat op een moderne kaart het gebied wordt aangeduid waarvoor men oude kaarten wil vinden. De zoekmachine geeft je dan de kaarten die binnen dit gebied liggen. Het handige daaraan is dat men problemen met veranderende plaatsnamen, de taal of schrijfwijze van plaatsnamen of het ontbreken van plaatsnamen omzeilt. Het behoeft geen zeer gedetailleerde tekstuele beschrijvingen en is niet taalgebonden. Het eenvoudige voorbeeld van Luik toont de moeilijkheden die klassieke zoekroboten kunnen hebben. In de beschrijving van de kaart kan Liège staan maar evenzeer Luik, Lüttich,



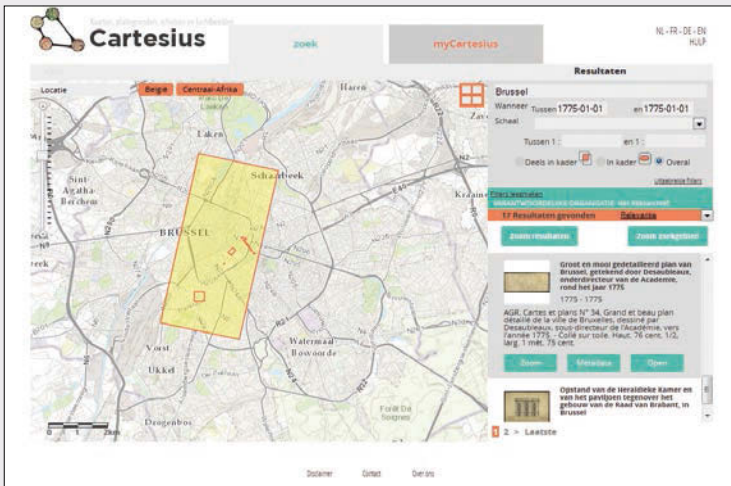
Tot voor kort moesten kaarten en plattegronden voor raadpleging uit hun kast worden gehaald. © ARA



Raadpleging in de leeszaal houdt voor de kaarten en plannen zekere risico's in omdat ze moeten worden gehanteerd en blootstaan aan licht en temperatuurschommelingen. © ARA



De grootformaatsscanner van het Algemeen Rijksarchief en, rechts op het scherm, de gedigitaliseerde kaart. © ARA



Resultaat van een opzoeking met de Cartesius-website. © ARA

Met de viewer van de website van het Rijksarchief kan een kaart in detail worden be-
studeerd. © ARA

Liegi... En bedoelt men met Luik de stad, de agglomeratie, de provincie, het bisdom of het prinsbisdom? De geografische opzoeking gebeurt namelijk op basis van de geografische coördinaten van de 'footprint' van de cartografische documenten. Voor elk document werd de 'footprint' door de medewerkers van Cartesius vastgelegd: het gebied op een moderne kaart dat door een oude kaart wordt beschreven. Deze 'footprints' kan je afgebeeld zien als resultaat van je opzoekingen. Belangrijk is om de resultaten verder te verfijnen door ook met bijvoorbeeld schaal of datum te spelen. Via de schaal kan je je zoekopdracht bijvoorbeeld beperken tot grootschalige kadaasterkaarten, of tot kleinschalige overzichtskaarten. Daarnaast kan je nog altijd op een klassieke manier in de catalogus zoeken, bijvoorbeeld op kaartauteur, uitgever, trefwoord, ... Wanneer je 'Mercator' intikt, zal je heus alle kaarten van Mercator in

de catalogus vinden.

'Spelen met kaarten': MyCartesius

Een tweede, leuke, functie van het portaal is het zogenaamde 'geofacebook' MyCartesius. Dit is een openbaar virtueel lab om met georeferencierte oude kaarten te 'spelen' en met de rest van de wereld te delen. De mogelijkheden zijn enorm. Via MyCartesius kan je je eigen kaart maken, als interpretatie van de onderliggende oude kaart. Je kan oude kaarten met elkaar combineren, over elkaar heen leggen en annoteren. Je kan eigen virtuele kaartencollecties aanleggen op basis van bijvoorbeeld regio, thema of toepassing. Je kan je eigen werk via het internet delen door het te embedden in andere websites, waaronder sociale netwerksites.

Beelden en beschrijvingen

De resultaten van je opzoekingen zijn tweëerlei: het gaat zowel om de beelden van de cartografische documenten als over de beschrijvingen ervan, of om het wat hipper te stellen over data en metadata.

De beelden

De digitale beelden van cartografisch materiaal nemen bijzonder veel serverruimte in. Daarom werd er ook voor geopteerd dat de beelden zelf op de servers van de instellingen blijven staan. Als je een cartografisch document wilt bekijken wordt er een directe link gemaakt tussen je computer en de server van de respectievelijke instelling. Het beeld zelf bekijk je in de viewer van de instelling of in de MyCartesius-viewer, naargelang de aard van het document.



Uittreksel van de Gallia Belgica. Kaart van Gilles Boileau de Bouillon, 1557. © KBR

De beschrijving met gemeenschappelijke standaard

De tienduizenden beschrijvingen van de beelden, de metadata, worden dan weer wel centraal opgeslagen, zodat je razendsnel kan zoeken. Dit is puur alfanumerieke tekst met informatie over de auteur, de uitgever, de herkomst, de datering, sleutelwoorden, schaal en geografische coördinaten van de 'footprint' van elk document. Een samenwerking als Cartesius heeft nood aan één standaard om de beelden te beschrijven, anders kunnen die niet uitgewisseld worden en via één zoekrobot gezocht worden. Dit heeft tijd en moeite gekost. Iedere instelling gebruikte namelijk één of meerdere standaarden die specifiek geschikt waren voor de collectie en de wettelijke opdracht van de instelling. Deze standaarden waren bovendien minder geschikt voor geografische informatie. Daarom werd er één standaard ontwikkeld gebaseerd op de internationale ISO 19115 en INSPIRE standaarden, die de belangrijkste gemeene deler van beschrijvingen van de verschillende instellingen bevatten. Alle instellingen waren zo tevreden, de volle functionaliteit van het zoekportaal wordt ondersteund en toekomstige samenwerkingen met andere instanties zijn meteen ook mogelijk.

Huidige stand en wat in de toekomst?

Nu kan je reeds meer dan 40.000 beelden in het Cartesiusportaal raadplegen. Dit aantal zal systematisch uitgebreid worden. De frequentie hangt af van een aantal factoren, verdere financiering in de eerste plaats, maar ook aan het feit dat oude kaarten pas binnen Cartesius kunnen getoond worden als er geografische gegevens worden aan toegevoegd (geolokalisatie of georeferentie). Dit moet kaart per kaart gebeuren en is nog niet te automatiseren. Vandaar dat er soms een groot verschil kan zijn tussen het aantal kaarten dat door een instelling werd gedigitaliseerd en het aantal dat reeds in Cartesius te bekijken is. De ambitie is echter niettemin dat de Cartesiuspartners elk jaar duizenden nieuwe kaarten en luchtfoto's in het portaal pompen.

Het is zeker de ambitie om in de toekomst ook nieuwe partners aan te trekken en om nieuwe functionaliteiten in de website op te nemen. Daarbij is iedere input voor de Cartesiuspartners zeer belangrijk. We nodigen je dan ook graag uit om zelf op ontdekkingsreis te gaan op www.cartesius.be en de vele onverwachte parels te ontdekken.

De auteurs

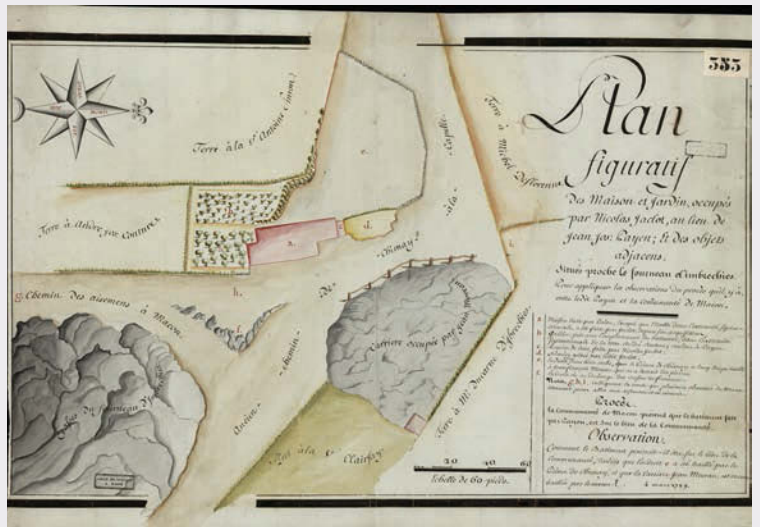
Marc Carnier is archivaris bij het Rijksarchief te Leuven. Rink Kruk is projectleider Cartesius bij het Nationaal Geografisch Instituut.

Meer

www.cartesius.be
www.arch.be



Plan uit 1564 voor de heropbouw van de fontein die zich voordien bevond aan de pui van het Broodhuis op de Grote Markt van Brussel (Algemeen Rijksarchief, verzameling kaarten en plattegronden in handschrift. Reeks I, nr. 499). © ARA



Plattegrond van een huis met bijgebouwen nabij de hoogoven van Imbrehies, bewoond door Nicolas Jaclot. Plan getekend op 4 maart 1789 n.a.v. een proces tussen de gemeente Macon en Jean-Joseph Payen. Afkomstig uit oud gerechtssarchief van Henegouwen (Rijksarchief Bergen, kaarten en plannen, nr. 353). © ARA



Topografische kaart met de grenzen en enclaves van de hertogdommen Luxemburg en Bouillon in het rechtsgebied van Oisy, in maart 1778 getekend in opdracht van de regering van de Oostenrijkse Nederlanden (Algemeen Rijksarchief, verzameling kaarten en plattegronden in handschrift. Reeks I, nr. 2211). © ARA

Solar Orbiter



DE ZON — VAN DICHTERBIJ DAN OOI Solar Orbiter, eerste missie naar de zon

Figuur 1: Solar Orbiter nadert de zon tot zo'n viermaal dichter dan de aarde. (© ESA)

Cis Verbeeck,
Samuel Gissot,
David Berghmans,
Koen Stegen,
Emil Kraaikamp,
Boris Giordanengo
en Ali BenMoussa

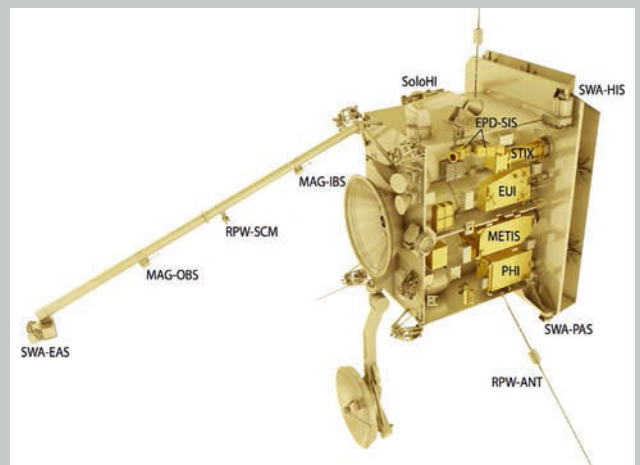
Solar Orbiter is een satelliet die in 2018 gelanceerd zal worden en die dichterbij de zon zal vliegen dan ooit tevoren. België zit met het *Extreme Ultraviolet Imagers*-instrument (EUI) op de eerste rij.

Solar Orbiter

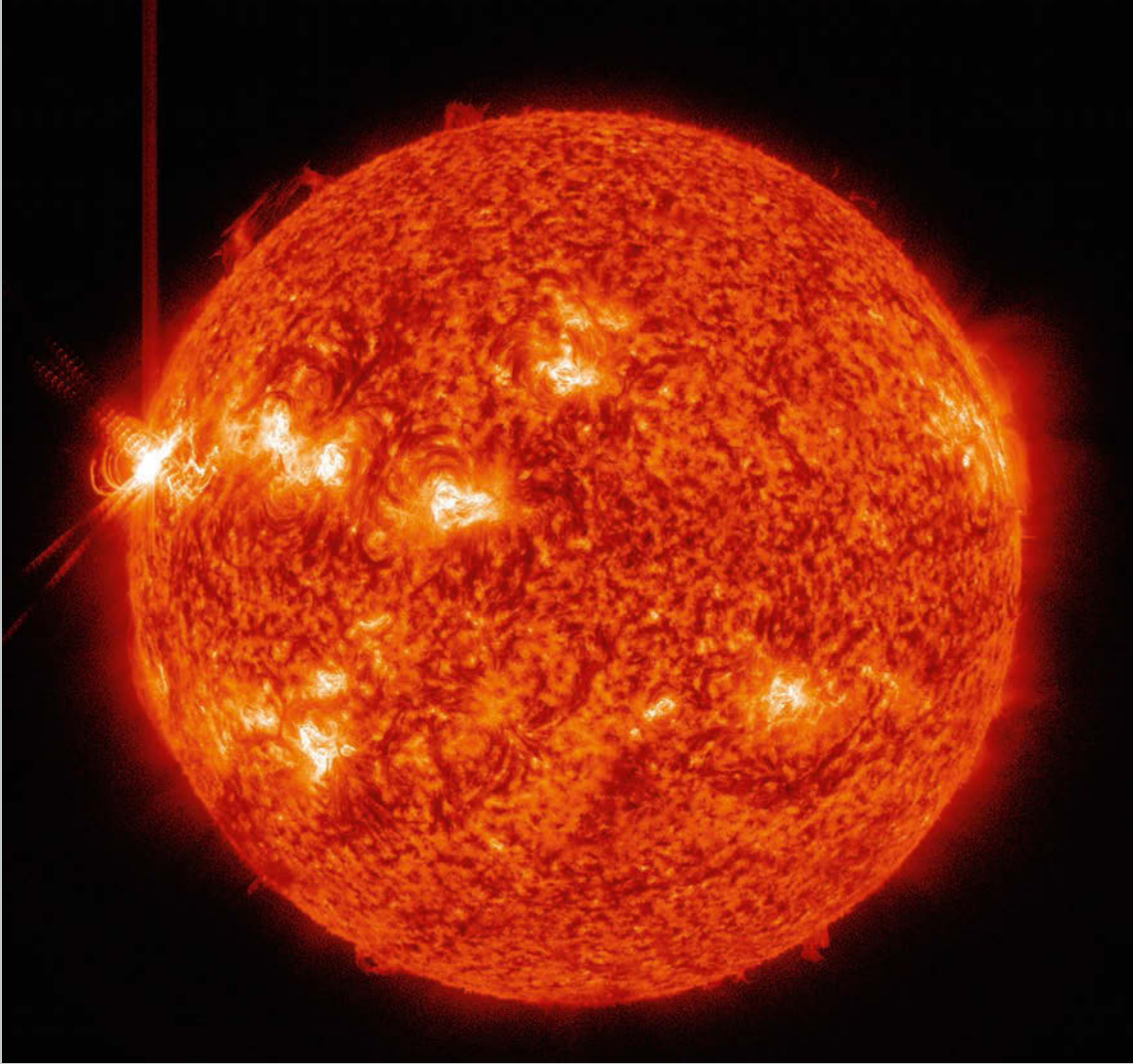
In sciencefictionfilms vliegen ruimteschepen geregeld naar de sterren. Met Solar Orbiter maakt de mensheid een kleine stap richting de sterren en reist ze naar haar eigen ster: de zon. Tijdens zijn reis, waarbij de satelliet dichterbij de zon komt dan zelfs Mercurius, heeft Solar Orbiter bescherming nodig van een hitteschild om de enorme hitte te weerstaan. Solar Orbiter zal de zon echter niet alleen van dichtbij observeren: zijn baan maakt het ook mogelijk de achterkant en zelfs de polen van de zon te bestuderen; deze gebieden zijn immers nauwelijks te zien vanaf de aarde.

Solar Orbiter wordt geleid door ESA, maar ook NASA werkt intensief mee aan de missie. De lancering staat gepland voor oktober 2018 en start met enkele rondjes planetair biljarten. Twee scheervluchten langs Venus wijzigen de baan zodat de satelliet langs de aarde schiet, om

vervolgens nogmaals een slinger mee te krijgen van Venus voordat de gewenste baan bereikt wordt. Wetenschappelijke operaties zullen plaatsvinden van 2021 tot 2024, met mogelijk een verlenging tot 2029.



Figuur 2: De instrumenten van Solar Orbiter. Om onderliggende remote-sensinginstrumenten te laten zien is in de afbeelding een zijpaneel van de satelliet weggelaten. (© Airbus DS)



Figuur 3: Een heldere zonnevlam op 14 mei 2013. (© SDO/AIA)

Aan boord van Solar Orbiter bevinden zich tien instrumenten die de zon en de omgeving van de satelliet bestuderen. In-situ-instrumenten meten de zonnwind, magnetische velden en energetische deeltjes in de buurt van de satelliet, terwijl remote-sensinginstrumenten een snelle opeenvolging van gedetailleerde beelden van de zon maken in verschillende golflengtes. Dit samenspel van instrumenten, in combinatie met de unieke baan, onderscheidt Solar Orbiter van voorgaande en huidige missies, en staat wetenschap toe die op geen enkele andere manier gedaan kan worden. Solar Orbiter is de volgende stap in onze verkenning van de zon en ons zonnestelsel.

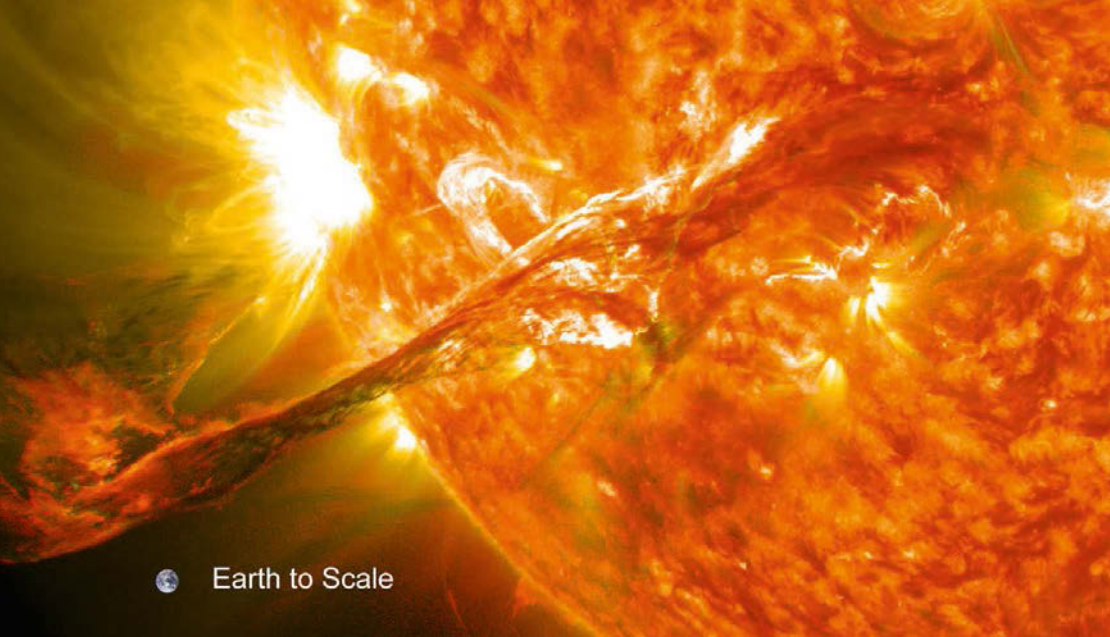
Waarom Solar Orbiter?

De zon is het centrum van het zonnestelsel, en heeft een grote invloed op alle hemellichamen in het zonnestelsel. De buitenste laag van de zonneatmosfeer (de corona) is met 1 miljoen Kelvin veel heter dan de lagen direct daaronder. De corona zet continu uit en vormt een supersonische wind die zich tot voorbij Pluto uitstrekt, met een groot effect op de planetaire omgevingen en de planeten zelf. Solar Orbiter zal belangrijke nieuwe inzichten leveren

in de processen die de corona verhitten en de zonnwind veroorzaken.

Onze ster heeft een zonnecyclus van ongeveer 11 jaar waarin het aantal zonnevlekken van minimum tot maximum sterk varieert. In de corona vinden regelmatig uitbarstingen plaats met een tijdschaal van minuten tot uren. Er zijn drie types uitbarstingen: zonnevlammen (intense lichtflitsen), CME's (coronale massa-uitstoten, grote wolken geladen deeltjes), en stormen van energetische deeltjes (die plotseling worden versneld tot bijna de lichtsnelheid). Zonne-uitbarstingen zorgen vaak voor zogenaamde ruimteweer-effecten vlakbij de aarde, zoals storingen in radioverkeer en satellietnavigatie, gezondheidsrisico's voor astronauten, schade aan satellieten en geomagnetische stormen (die poollicht veroorzaken en schade kunnen toebrengen aan elektriciteitsnetwerken).

Zodra CME's, energetische deeltjes, of de zonnwind de aarde passeren, zijn deze al zo veranderd – en vaak met elkaar vermengd – dat hun oorsprong moeilijk te achterhalen is. Met Solar Orbiter kunnen we voor het eerst deze ge-



Figuur 4: De zon slingert een grote wolk geladen deeltjes de ruimte in tijdens het begin van een CME op 31 augustus 2012. Ter vergelijking is de aarde op schaal afgebeeld. (© SDO/AIA)

beurtenissen bestuderen vóórdat ze significant van structuur veranderd zijn. Doordat Solar Orbiter zowel boven als onder het aardse perspectief duikt, krijgen we nieuwe informatie over de magnetische velden bij de polen van de zon. Dit is van groot belang om de zonnecyclus beter te kunnen begrijpen.

Het instrument EUI

EUI (Extreme Ultraviolet Imagers) is een van de belangrijkste instrumenten aan boord van Solar Orbiter en bestaat uit drie telescopen die de zonneatmosfeer zullen waarnemen in zowel ongekend hoge resolutie als in overzichtsopties van de hele zonnenschijf. Met EUI zullen we structuren op de zon kunnen zien die 'slechts' 200 km uiteen liggen, vijfmaal scherper dan momenteel mogelijk is met bijvoorbeeld NASA's SDO-missie. De overzichtsopties zijn nodig om een verband te leggen tussen structuren en dynamische fenomenen in de hogeresolutieopties op de zonnenschijf, en in-situwaarnemingen van de zonnewind rondom de satelliet.

De ongebruikelijke reis van Solar Orbiter maakte een innovatief ontwerp voor de EUI-telescopen noodzakelijk, heel anders dan voor eerdere instrumenten zoals EIT aan boord van SOHO of SWAP op PROBA2.

Om EUI te laten kijken naar de zon zijn er kleine kijkgaten gemaakt in het hitteschild van de satelliet. Omdat deze kijkgaten natuurlijk ook hitte doorlaten, moeten de openingen van de telescopen zo klein mogelijk zijn, wat betekent dat de telescopen zeer gevoelig moeten zijn omdat elk opgevangen lichtdeeltje belangrijk is. De gevoeligheid van de telescopen is het hoogst bij de helderste transities (spectrale lijnen, 'kleuren') van de meest voorkomende elementen in de zonneatmosfeer.

Omdat de zon een grote bron van radoruis is, is het een uitdaging om te communiceren met Solar Orbiter wanneer deze dichtbij de zon staat. Daarom is de gereserveerde bandbreedte voor telemetrie van EUI, in de meest gunstige gevallen, beperkt tot slechts 20 kilobit per seconde (minder dan wat 20 jaar geleden mogelijk was bij het inter-

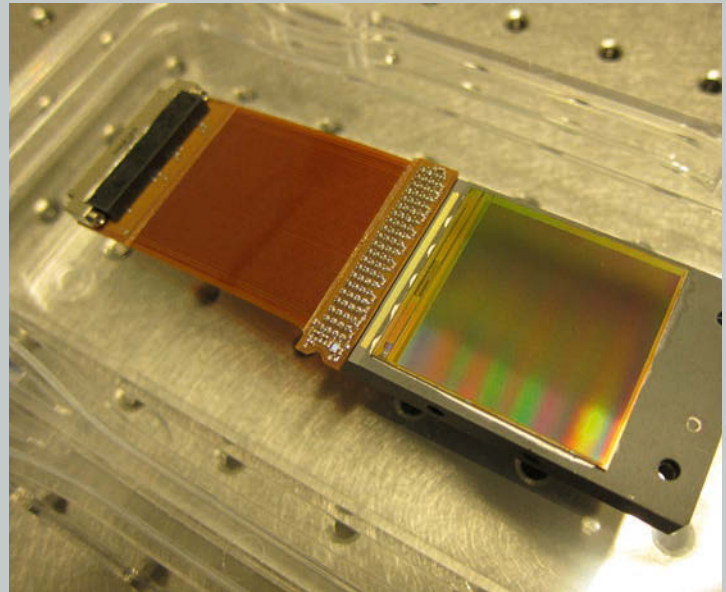
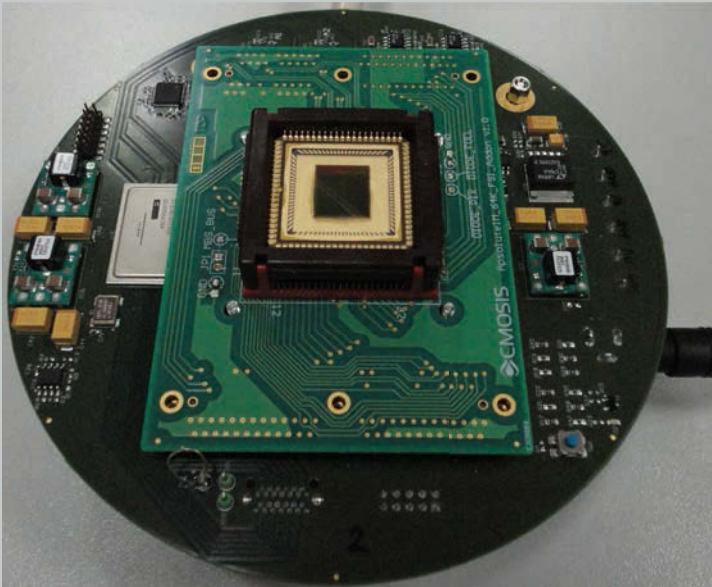
netten via een inbelmodem). Hierom wordt er aan boord intensief gebruik gemaakt van dataselectie en -compressie – tot een factor 750.

Anders dan je misschien zou denken is elektriciteit aan boord schaars, omdat de zonnepanelen opnieuw ontworpen moesten worden om de hoge temperaturen en stralingsomgeving dichtbij de zon te weerstaan. De drie telescopen, inclusief de camera's en de computer van het instrument, moeten het stellen met 30 W, ongeveer het verbruik van een energiebesparende lamp.

EUI wordt gebouwd door een internationaal consortium onder leiding van een toegewijd team aan het Centre Spatial de Liège (CSL). Het instrument zal na de lancering bediend worden vanuit de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB). Dit alles wordt mede mogelijk gemaakt door de genereuze steun van het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo) via ESA/PRODEX.



Figuur 5: Deze transformator bij de Salem kerncentrale (New Jersey, USA) werd door de geomagnetische storm van 13 maart 1989 fataal beschadigd. Door dezelfde storm zaten in Québec 6 miljoen mensen 9 uur zonder stroom. (© PSE&G)



Figuur 6: Links: een prototype sensor met 1024x1024 pixels op een testbord. Rechts: de EUI-flight sensor met 3072x3072 pixels en een aansluiting om de sensor te verbinden met de camera. Door de speciale behuizing zal de sensor gekoeld worden.

Technologische uitdagingen

Voor de sensoren van EUI werd een CMOS (*complementary metal oxide semiconductor*) APS (*active pixel sensor*) techniek gekozen, omdat deze het meest geschikt is voor de wetenschappelijke vereisten van EUI. Deze techniek heeft – vooral op het gebied van ruimtetoepassingen – enkele belangrijke voordelen ten opzichte van de veel gebruikte CCD's (*charge coupled devices*), zoals een lagere uitleestijd, een lager energieverbruik, en hogere tolerantie tegen straling.

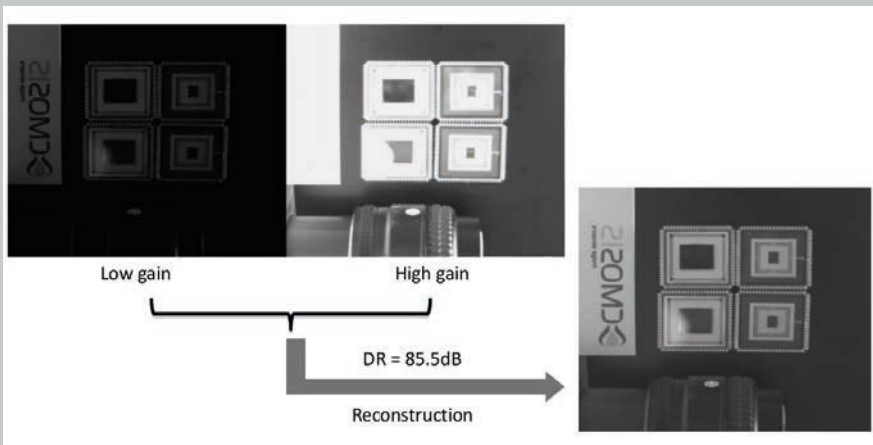
Een belangrijk kenmerk van de sensor is zijn *dual-transfer-schema* dat toelaat om afbeeldingen met een groot dynamisch bereik te verkrijgen. Elke pixel wordt hiertoe uitgelezen met zowel hoge als lage versterking (zie Figuur 7). Door het grote dynamisch bereik van de EUI-sensoren zullen zowel de lage EUV-fotonflux (door de kleine opening van de telescopen) als eventuele zonnevlammen tegelijkertijd en zonder overbelichting zichtbaar zijn.

In 2011 werden door de firma CMOSIS verschillende prototypes CMOS APS-sensoren ontwikkeld. Om te onderzoeken hoe de sensoren zich gedragen in de ruimte, werden ze, zowel voor als na aan protonen en zware ionen te zijn blootgesteld in het Cyclotron Resource Center (CRC) in Louvain-La-Neuve, bestudeerd door het Detector Measurement Laboratory (DeMeLab) van de KSB, in samenwerking met CSL. Vervolgens werd een serie kalibratieprogramma's uitgevoerd in de BESSY II-synchrotron van het Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) laboratorium in Berlijn.

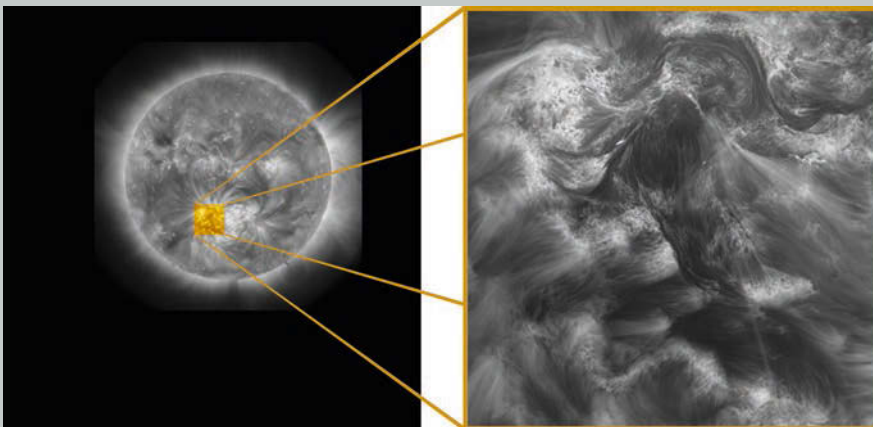
Hierop voortbouwend werden in 2015 door CMOSIS de 3k x 3k flight-sensoren gebouwd, inclusief elektrische, thermische en mechanische koppelingen van de EUI-camera's. Deze sensoren zullen worden getest (o.a. stralingstesten aan het CRC en kalibratietesten aan het PTB), en vervolgens worden ingebouwd in de EUI-camera's. Gebaseerd op de uitkomst van deze tests zullen uitdagende kalibratieprocedures worden ontwikkeld om ondanks de hoge beeldcompressie die nodig is in verband met de lage telemetrie, toch een goede beeldkwaliteit te krijgen.

Het EUI Data Centrum

Met Solar Orbiter vlak langs de zon vliegen is geen makkelijke taak, maar eigenlijk is dat slechts het begin. Het belangrijkste is het maken van opnames van de zon, en deze weer terug naar de aarde te brengen. Hierbij speelt het EUI Data Centrum (EDC) van de KSB een belangrijke rol. Om te beslissen welke verschijnselen EUI zal waarnemen, en wanneer precies deze opnames gemaakt worden, maakt het EDC, samen met de negen andere instrumententeams, een planning voor zowel de lange, middellange, als korte termijn. Omdat sommige instrumenten zeer gevoelig zijn, en slechts goede metingen kunnen verrichten als andere instrumenten zich stilhouden (geen elektromagnetische ruis maken), is de samenwerking tussen deze teams zeer belangrijk. Met op maat gemaakte software, ontwikkeld aan de KSB, wordt de planning door een operator vertaald naar een opeenvolging van commando's die gecontroleerd (en nogmaals gecontroleerd) worden voordat ze uiteindelijk met behulp van ESA's ESTRACK *deep space network* verstuurd worden naar de satelliet.



Figuur 7: Beelden gemaakt door een prototype sensor (1024×1024 pixels) die die dual-gain werking van de sensor laten zien via de lage (LG) en hoge versterking (HG). Verzadigde pixels uit het HG-beeld worden vervangen door die uit het LG-beeld, en vervolgens worden deze (buiten de chip om) herschaald en samengevoegd tot het uiteindelijke beeld. (© CMOSIS/ROB)



Figuur 8: Gesimuleerd beeld van de EUI *Full Sun Imager* gericht op een actief gebied op de zon, naast een beeld van dit actief gebied zoals dat te zien zal zijn door de EUI *High Resolution Imager*.

Omdat de zon echter een dynamische ster is, zijn de meest interessante gebeurtenissen op de zon niet maanden van tevoren te voorspellen. Maar dit betekent niet dat alle planningen de prullenmand in kunnen! Zonnewetenschappers op het EDC zullen de zon tijdens de hele missie in de gaten houden, zodat er tot het laatste moment beslist kan worden om de telescoop op een bijzonder interessant gebied op de zon te richten. Dit in de gaten houden van de zon gebeurt zowel met behulp van andere satellieten als met telescopen op de grond, maar uiteraard heeft Solar Orbiter zelf het beste uitzicht op de zon. Daarom heeft het EDC een softwarepakket ontwikkeld dat zal draaien op het European Space Astronomy Centre van ESA in Madrid en de laatst binnengekomen data van Solar Orbiter zo snel mogelijk zal verwerken, zodat commando's tot het laatste moment aangepast kunnen worden.

Helaas komen deze laatste wijzigingen in de planning soms toch nog te laat. Omdat de zon 150 miljoen kilometer van de aarde staat, doet zelfs het radiosignaal er 8 minuten over om van Solar Orbiter bij de aarde aan te komen, en vervolgens duurt het ook weer 8 minuten voordat nieuwe commando's toekomen bij de satelliet. Om toch plotselin-

ge zonneactiviteit, zoals bijvoorbeeld een zonnevlam, vast te kunnen leggen, kan EUI met behulp van intelligente software ook zelf beslissingen nemen. Beelden van vlak voor en na de zonnevlam kunnen door deze software aan boord van de satelliet een hogere prioriteit krijgen. Omdat sommige zonnevlammen voor wetenschappers interessanter zijn dan andere, zullen zij eerst een hogeprioriteitsbeeld bekijken om te beslissen of al de beelden van deze zonnevlam worden doorgestuurd (wat maandenlang duurt), of niet (als het de moeite lijkt om te wachten op een betere zonnevlam; de prioriteit van de beelden van de eerste zonnevlam wordt dan verlaagd). Wanneer je slechts een paar mooie zonnevlammen verwacht tijdens de gehele missie, dan is dit geen makkelijke beslissing, maar daar draaien ze hun hand niet voor om bij het EDC.

De auteurs

Cis Verbeeck, Samuel Gissot, David Berghmans, Koen Stegen, Emil Kraaikamp, Boris Giordanengo en Ali BenMoussa zijn verbonden aan de Koninklijke Sterrenwacht van België.



Klaagvrouwen, Middenrijk
Herkomst onbekend, voormalige collectie Scheurleer
Beschilderd terracotta - 27, 25, 24,5 en 23,5 cm hoog - E.7119

SARCOPHAGI

ONDER DE STERREN VAN NOET

Het Jubelparkmuseum herbergt een fantastische verzameling van bijna 15.000 Egyptische oudheden (op zaal en in de reserves). Van het mastabagraf van Neferirtenef, over het verfijnde reliëf van koningin Teje tot de intrigerende mummie van het borduurstertje: het publiek krijgt er niet genoeg van. Vooral de funeraire gebruiken uit het land van de farao's spreken tot de verbeelding. Recent kwamen bovendien buitengewoon interessante samenwerkingsprojecten tot stand met het Istituto Europeo del Restauro in Ischia (restauratie van de lijkkasten uit de 2de Cachette van Deir el-Bahari) en met het departement medische beeldvorming van de Cliniques universitaires Saint - Luc (scanning van de mummies). Stof genoeg dus voor de fascinerende tentoonstelling *Sarcophagi*!

Eeuwigheid, opnieuw tot leven komen zoals dodengod Osiris, elke dag weer opkomen zoals de zon die geboren wordt in de schoot van de hemelgodin Noet... De Oude Egyptenaren hadden hoge verwachtingen voor het leven na de dood! Om dit alles te bereiken, diende de dode niet alleen te beschikken over een perfect bewaard lichaam maar ook over de juiste formules en bescherming vanwege goden

en beschermgeesten. Mummificatie evenals lijkkasten met mythologische scènes en hiërogliefenteksten aan binnen- en buitenkant waren uiterst belangrijk voor het leven na de dood.

De twaalf uren van de nacht

De tentoonstelling *Sarcophagi* is opgebouwd als een opeenvolging van de twaalf uren van de nacht waarin de zon haar reis aflegt op weg naar haar wedergeboorte die zich elke ochtend bij zonsopgang voltrekt. In elke zaal, of elk nachtelijk uur, staat een iconisch stuk centraal, gekozen omwille van zijn rijke religieuze, funeraire, historische of esthetische kwaliteit. In een eerste zaal wordt u als bezoeker ondergedompeld in de sfeer van een Egyptisch afscheidsritueel aan de hand van vier uitzonderlijke beeldjes van klaagvrouwen die de overledene bewenen. Het tweede uur toont wat met de dode werd meegegeven om hem of haar toegang te verschaffen tot het Rijk van Osiris. Vervolgens schetsen de volgende delen van de tentoonstelling de evolutie van de sarcophagen van de eenvoudige en niet gedecoreerde exemplaren uit de prehistorie en het Oude Rijk tot de rijk versierde sarcophagen uit latere perioden. Een zaal is ook helemaal gewijd aan de mummificatie in het Oude Egypte.

Mummiemasker
Einde 18de dynastie
Herkomst onbekend, uit de voormalige collectie Leopold II
Hout, linnen en stuck – 49 x 30 cm – E.6884



Oesjebti-kist
Derde Tussenperiode
Herkomst onbekend, voormalige collectie Hagemans 1936
Beschilderd hout – 44.5 X 42.4 X 26 cm – E.7114



Live restauratie

Wabet of 'zuivere plaats', noemden de Oude Egyptenaren hun mummificatiecentra. Kloppend hart van de tentoonstelling is het hoogtechnologische restauratielabo waar experts van het Istituto Europeo del Restauro in Ischia (Italië) permanent aan het werk zijn. Stuk voor stuk gaan de tien lijkisten en mummieplanken van de Thebaanse priesters uit de in 1891 ontdekte cachette van Deir el-Bahari door de handen van de Italiaanse specialisten. En de bezoeker mag meekijken!

De geheimen van de sarcofagen

Ongeveer twee derde van de tentoongestelde stukken komt uit de reserves. De bezoekers krijgen ze voor het eerst op een tentoonstelling te zien. Zij komen ook te weten welke archeologische verhalen en anekdotes schuilen achter de mummiekisten. Ook de magische en mythologische betekenis van de sarcofagen waarin elke detail van de decoratie belang heeft, spreekt tot eenieders verbeelding. Tot slot zullen nog vele andere geheimen over de fabricage van de kisten naar boven komen in het restauratielabo en kijkt iedereen vol verwachting uit naar de inzichten die de scans van de mummies die deze zomer werden gemaakt, zullen opleveren. Het publiek wordt uiteraard op de hoogte gehouden van dit work in progress. Check de video's!

Kid approved

Het Oude Egypte fascineert jong en oud. Het gezinspubliek wordt uitgedaagd om de wereld van de sarcofagen in te duiken aan de hand van (gezelschaps)spelletjes, activity sheets en eigenzinnige video's (te bekijken op smartphone). Bovendien staan er twee gezinsdagen en verschillende vakantieateliërs op het programma. Egypte is fun!

Meer

Tentoonstelling *Sarcophagi - Onder de sterren van Noet* tot 20 april 2016 in het Jubelparkmuseum.
www.kmkg.be – info@kmkg.be

Djehoetihotep. 100 jaar opgravingen in Egypte

In de vaste zalen Egypte van het Jubelparkmuseum loopt gelijktijdig ook een interessante dossiertentoonstelling die verleden, heden en toekomst belicht van het archeologische onderzoek op de site Dayr al-Barsha, waar een team van de KU Leuven sinds 2002 werkt.

Howard Carter, de ontdekker van het graf van Toetanchamon, en George Reisner, die tientallen jaren rond de piramides van Gizeh opgroef, behoren tot de grootste namen uit de Egyptologie. Maar bijna niemand weet dat ze ook in Dayr al-Barsha hebben gewerkt, zo'n 300 km ten zuiden van Cairo. In 1915 deed Reisner er echter een van de grootste ontdekkingen uit zijn carrière. In 2015, precies een eeuw later, zetten egyptologen en archeologen van KU Leuven dit werk voort. Het is de aanleiding voor een tentoonstelling over hoe in het verleden in Egypte werd opgegraven, en hoe het werk van toen doorwerkt in het onderzoek van nu.

Djehoetihotep

De tentoonstelling is opgebouwd rond het prachtig gedecoreerde graf van Djehoetihotep, een provinciegouverneur die 4000 jaar geleden leefde in Midden-Egypte. Een bijna levensgrote reproductie, alsook een digitaal model, laten toe te ervaren hoe het is om zelf in dit graf te staan. De bekendste afbeelding erin toont hoe Djehoetihotep een kolosbeeld in albast van bijna 7m hoog wist te verslepen. Veel onderzoek naar de eeuwige vraag hoe de piramides gebouwd zijn, neemt deze scène als uitgangspunt.

Van de 17de eeuw tot nu

De tentoonstelling laat vooral zien hoe sinds de 17de eeuw bezoekers en onderzoekers op de site actief zijn geweest. Van de oudste kaart van het gebied uit 1673 tot de meest recente opgravingsresultaten uit april 2015, wordt de bezoeker meegenomen op een reis doorheen drie eeuwen onderzoek. Originele kaarten uit de tijd van Napoleon worden gecombineerd met moderne satellietbeelden, en maken zo een verdwenen landschap zichtbaar dat sinds de industriële revolutie in de 19de eeuw onherroepelijk veranderd is. Nooit eerder getoonde aquarellen, die de jonge Howard Carter aan het begin van zijn carrière maakte in het graf van Djehoetihotep, geven op verbluffende wijze de kleurenpracht weer van faraonische schilderijen. Zelfs Carters originele schilderdoos is erbij.

De aanpak van de eerste onderzoekers was anders dan nu. Soms leidde dit zelfs tot zware schade aan monumenten. Zo werden in het graf van Djehoetihotep wandschilderingen uitgezaagd om ze mee te nemen naar Europese en Amerikaanse musea. Modern onderzoek probeert de nu wereldwijd verspreide stukken met digitale technieken weer bijeen te brengen. Oude opgravingsdocumenten en foto's van Reisners team uit 1915 laten ons over de schouders van onze voorgangers meekijken naar een verdwenen archeologisch terrein. De geweldige vondsten van Reisner worden in Brussel niet in het echt getoond, maar via beeldmateriaal laat hij ons zien wat archeologie in 1915 betekende.

Ook Egyptische oudheden komen aan bod. De volledige grafuitzet van de politicommissaris Aboe, die enkele generaties vóór Djehoetihotep leefde in hetzelfde gebied, wordt voor het eerst in zijn geheel getoond. Daarin zit een hele reeks 'grafmodellen', kleine houten miniaturen die taferelen uit het dagelijks leven weergeven, zoals het brouwen van bier en het bakken van brood.



De gouverneursgraven van Dayr al-Barsha
© Dayr al-Barsha Project, KU Leuven

SCIENCE CONNECTION

is het gratis magazine van het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo)

Verantwoordelijke uitgever:

René Delcourt
Louizalaan 231
1050 Brussel

Coördinatie:

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

Werkten mee aan dit nummer:

Samir Al-Haddad (Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België), Jennifer Beauloye (Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België), Ali BenMoussa (Koninklijke Sterrenwacht van België), David Berghmans (Koninklijke Sterrenwacht van België), Laurence Burnotte (Federaal Wetenschapsbeleid), Ann Calluy (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis), Thierry Camelbeeck (Koninklijke Sterrenwacht van België), Marc Carnier (Algemeen Rijksarchief), Nicolas Cauwe (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis), Pierre-Yves Desaive (Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België), Stéphanie Deschamps (Algemeen Rijksarchief), Ria D'Haemers (Federaal Wetenschapsbeleid), Boris Giordanengo (Koninklijke Sterrenwacht van België), Samuel Gissot (Koninklijke Sterrenwacht van België), Emil Kraaikamp (Koninklijke Sterrenwacht van België), Rink Kruk (Nationaal Geografisch Instituut), Thomas Lecocq (Koninklijke Sterrenwacht van België), Jacques Lust (Federaal Wetenschapsbeleid), Bruno Overlaet (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis), Philippe Planquart (Von Karman Instituut), Patrick Ribouville (Federaal Wetenschapsbeleid), Pieter Rottiers (Federaal Wetenschapsbeleid), Yannick Siebens (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen), Koen Stegen (Koninklijke Sterrenwacht van België), Martine Stélandre (Federaal Wetenschapsbeleid), Koen Van Noten (Koninklijke Sterrenwacht van België), Cis Verbeeck (Koninklijke Sterrenwacht van België), Reinout Verbeke (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen) en Gladys Vercammen-Grandjean (Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België).

De auteurs zijn verantwoordelijk voor de inhoud van hun bijdragen.

Foto voorpagina Solar Orbiter © ESA

Oplage:

13.000 exemplaren in het Nederlands en 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:

Goekint Graphics
www.goekint.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.



Meer informatie over het geïntegreerd managementsysteem Kwaliteit-Leefmilieu van het Federaal Wetenschapsbeleid op www.belspo.be

© Federaal Wetenschapsbeleid 2015.

Reproductie is toegelaten mits bronvermelding.

Mag niet worden verkocht.



Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België
Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique

2050

a brief
history of
the future

contemporary art



11.09 2015 > 24.01 2016

expo-2050.be

#expo2050



1 future, 2 exhibitions
also visit 
24.09 2015 > 04.01 2016



SARCOPHAGI

15.10.2015 > 20.04.2016

www.kmkg-mrah.be

