

# Van Spacelab tot Gateway

## 40 jaar modules voor mensen in de ruimte



Het Cygnus-ruimtevrachtschip © ESA/NASA-M.Maurer; CC BY-NC-SA 2.0

**40 jaar geleden steeg ESA's eerste menselijke ruimtevaart-missie op. Samen met de eerste ESA-astronaut, Ulf Merbold, vloog de Spacelab-module in het vrachtruim van de Space Shuttle en veranderde het 'ruimtevrachtschip' van NASA in een mini-ruimtestation voor wetenschappelijk onderzoek. Tot op de dag van vandaag is Europa nog steeds zeer actief op het gebied van bemenste modules.**

Na Spacelab volgde ESA's Columbus-laboratorium, naast vele andere modules van het internationale ruimtestation, zoals Node 2, Node 3 en de Cupola die de aarde observeert, de ATV en het Cygnus-ruimtevrachtschip, de Europese servicemodule voor de Lunar Orbiter van de Orion, modules voor het particuliere Axiom-ruimtestation en nu cruciale elementen van het Gateway-station dat in een baan om de maan zal draaien.

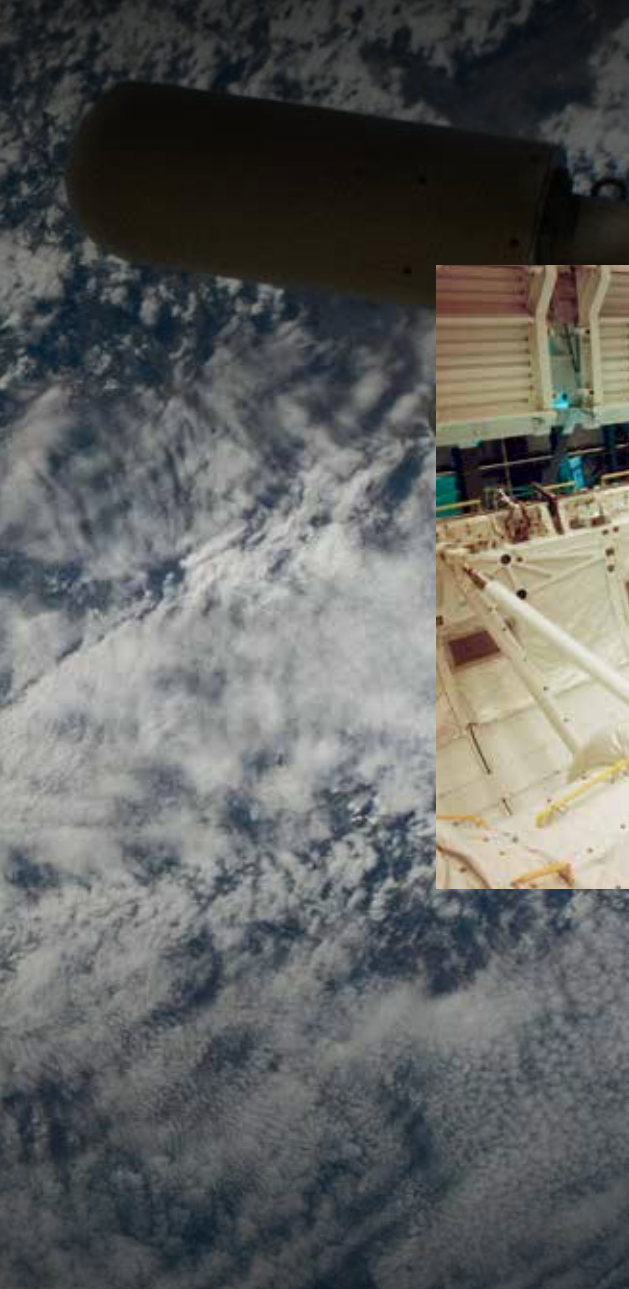
De industriële nalatenschap van Spacelab spreekt voor zich. De betrokken bedrijven zijn sinds de jaren 70 verschillende keren van naam veranderd, maar nog steeds worden in Turijn (Italië) drukschalen geproduceerd van de voor de ruimtevaart geschikte aluminium-koperlegering 2219, in een bedrijfspand dat tegenwoordig door Thales Alenia Space wordt gerund.

In sommige gevallen worden deze schalen ter plekke in Turijn geïntegreerd, zoals in het geval van de Gateway-modules van ESA. Voor andere productlijnen, zoals de ESM's voor de Orion, worden deze in Bremen (Duitsland) in integratiehallen voorzien van apparatuur die nodig is om deze ruimteklaar te maken, zoals meer dan vier decennia geleden werd gedaan voor Spacelab. Tegenwoordig maken deze hallen deel uit van een bedrijfspand van Airbus Defence and Space.

### Vacuüm onder controle houden

Drukschalen zijn een fundamenteel onderdeel van het ontwerp van de module om het uitwendige vacuüm op afstand te houden. Deze zijn gemaakt van metalen platen van een paar millimeter dik, in de vorm van cilinders, met kegelvormige uiteinden. Spacelab was 6,7 m lang met een diameter van 4,1 m. Dit werd bepaald door de afmetingen van het vrachtruim van de Shuttle waarin het werd vervoerd. Columbus en de andere ISS-modules van Europese makelij hebben om dezelfde reden een iets grotere diameter.

Ter vergelijking, ESA's International Habitat-module voor de Gateway, I-Hab, is ongeveer 8 m lang maar heeft een diameter van slechts 3 m, dezelfde breedte als de in Turijn gemaakte drukschaal



voor de ISS-bevoorrader Cygnus. ESA's andere Gateway-module, de ESPRIT-bijtankmodule, is 6,4 m lang en 4,6 m in diameter, hoewel een groot deel van het volume in beslag wordt genomen door brandstoftanks- en een druktunnel met een raam waar astronauten-s doorheen kunnen, met dezelfde lengte en diameter als I-Hab.

'Gateway-elementen zijn misschien kleiner dan voorgaande Europese modules, maar deze moeten ook sterker zijn,' legt materiaal- en procesingenieur Joao Gandra van ESA uit. 'Het grote verschil is dat deze nu, net als bij Europa's nieuwste Axiom- en Cygnus-drukschalen, worden gelast met behulp van 'wrijvingsroerlassen', waarbij metalen zachter worden in plaats van smelten en wrijving wordt toegepast om deze samen te voegen. Terwijl traditioneel lassen spanningen in de verbindingen kan veroorzaken, zorgt deze techniek voor sterkere lassen met betere prestaties.'

'Tegenwoordig worden al onze modules op deze manier geproduceerd,' voegt Walter Cugno, Vicepresident Exploration and Science bij Thales Alenia Space en als product assurance engineer betrokken bij Spacelab, hieraan toe. 'Ons vermogen om onder druk staande elementen te leveren, dat in eerste instantie is opgebouwd via ESA-projecten, aangevuld met bilaterale overeenkom-

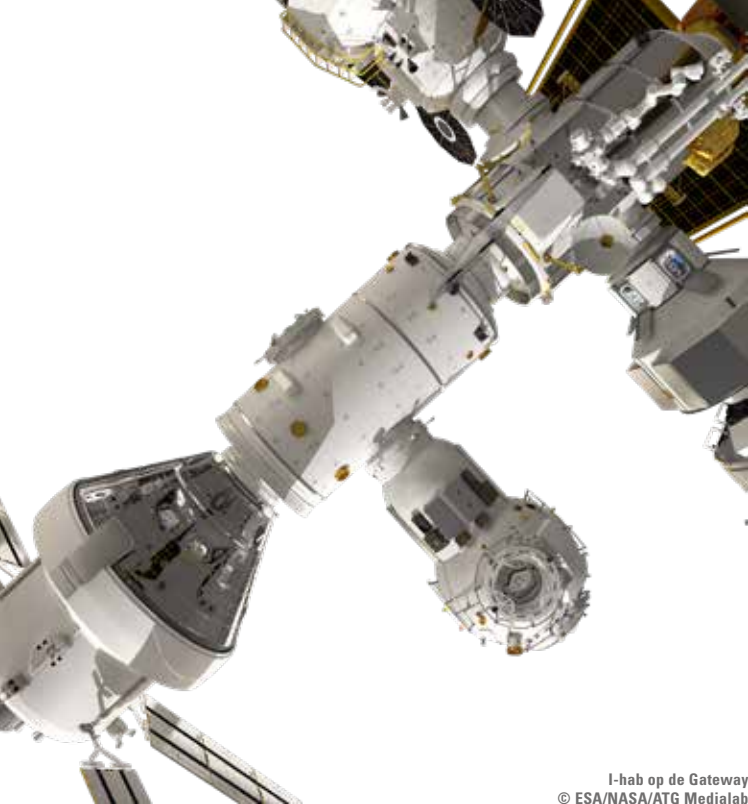
sten tussen de Italiaanse ruimtevaartorganisatie ASI en NASA om ISS-modules te produceren, is een belangrijke troef voor alle menselijke verkenningssinitiatieven in een lage baan om de aarde, op de maan en uiteindelijk op Mars.'

Het I-Hab zal als woonruimte dienen voor crews van vier personen van de meerdere modules van de Gateway, voor telkens maximaal 30 dagen. Mark Wagner, hoofd van ESA's team voor Lunar Gateway Baseline, Verification and Assembly, Integration and Testing, zorgt ervoor dat de module klaar is voor gebruik voor de lancering, die momenteel gepland staat voor 2028.

## Samenwerken met Gateway-partners

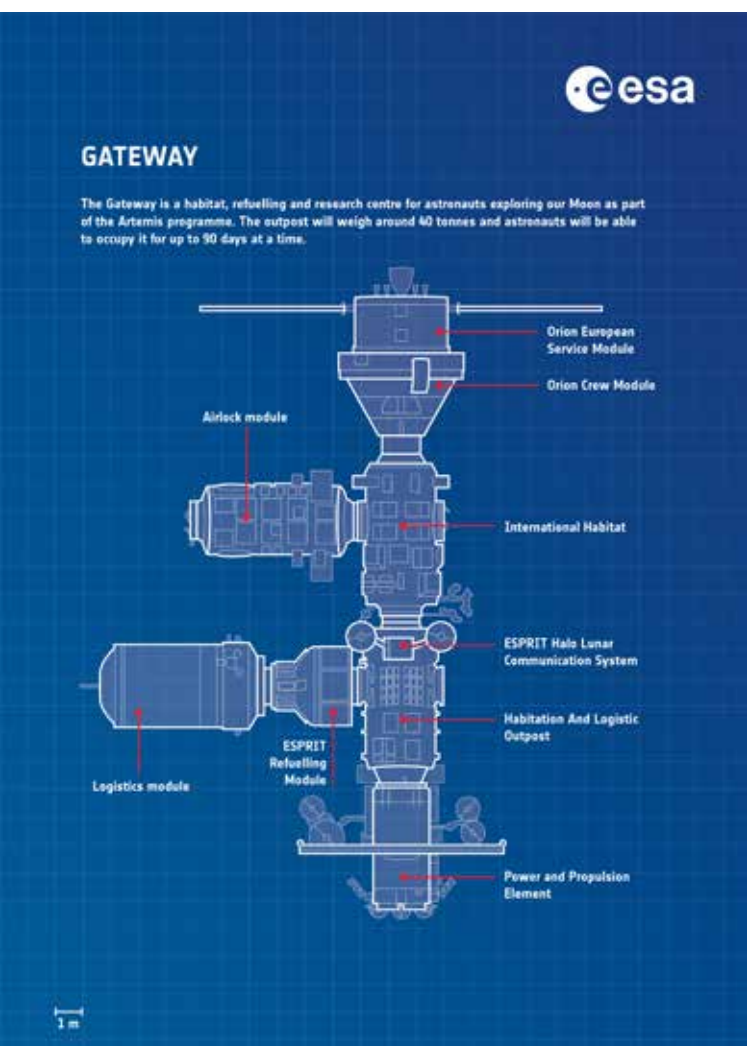
Mark legt uit: 'Dit is slechts één module die deel uitmaakt van een station met meerdere modules. We moeten dus controleren of I-Hab compatibel is met alle interfaces die zijn overeengekomen met onze partnerorganisaties zoals NASA, de Canadese ruimtevaartorganisatie en de Japan Aerospace Exploration Agency. Bovendien lopen onze ontwikkelingsschema's niet gelijk: de vlucht van NASA's HALO-module, waarvan de drukschaal ook uit Turijn komt, en van het stroomvoorzienings- en voortstuwings-element staat als eerste gepland. We moeten er zeker van zijn dat alle intermodulaire interfaces en functies compatibel zijn met de rest van het internationale Gateway-programma.'

'Het systeem voor klimaatbeheersing en levensondersteuning van I-Hab, dat door JAXA aan ons wordt geleverd, moet bijvoorbeeld samenwerken met het equivalent daarvan in HALO. Het thermische regelsysteem van de I-Hab-module is via warmtewisselaars verbonden met de andere modules en bezoekende voertuigen, waardoor het de hele Gateway bedient en ervoor moet zorgen dat de warmtelast via externe radiatoren naar de diepe ruimte wordt afgevoerd. Deze en andere gekoppelde systemen moeten feilloos samenwerken.'



I-hab op de Gateway  
© ESA/NASA/ATG Medialab

Blauwdruk van de Gateway © ESA



## Kleine ruimtes

De relatief kleine afmetingen van I-Hab werden bepaald door de beperkingen van de lanceermassa. De ontwerp-ers-sters van de module stonden voor de uitdaging om alle benodigde systemen in slechts 10 kubieke meter bewoonbaar volume te stoppen, inclusief wetenschappelijke apparatuur, kookfaciliteiten waaronder een uitschuifbare keukentafel, voorraden, levensondersteunende voorzieningen en zelfs een viertal privécabines om te slapen.

‘De vorige ISS-modules, zoals het eerdere Spacelab, waren ontworpen met een boven-benedenoriëntatie omdat astronauten dat makkelijker vinden om mee te werken. Met de I-Hab beschikken we echter niet over die luxe, omdat we alle beschikbare ruimte zo efficiënt mogelijk moeten gebruiken en tegelijkertijd moeten voldoen aan alle eisen die aan de menselijke factor en de prestaties van de crew worden gesteld.’

Voorlopig is er echter nog geen toilet: daarvoor moet de crew even terug naar Orion. De eerste expedities zullen hun eigen verbruiks-goederen mee moeten nemen. Dat is een van de redenen, naast de hoge stralingsniveaus in de diepe ruimte, waarom de missies beperkt zullen blijven tot 30 dagen per keer. Het grootste gedeelte van elk jaar zal er daardoor niemand aan boord van de Gateway zijn en moet er dus toezicht op worden gehouden.



Virtualrealitysessie van de Gateway  
© Thales Alenia Space

## Testen door astronauten

Om te controleren of I-Hab een geschikte plaats is om in te leven en te werken, heeft het ontwikkelings-team van de module zich gewend tot ervaren ESA-astronauten, waaronder Samantha Cristoforetti, Alexander Gerst en Luca Parmitano, voor een eerste menselijke beoordeling van het ontwerp. Er zullen ook

menselijke testcampagnes worden uitgevoerd op basis van een representatieve proefopstelling van I-Hab die bij Thales Alenia in Turijn is geïnstalleerd. Ook zal er gebruik worden gemaakt van VR en in de toekomst zullen die twee worden gecombineerd in de vorm van augmentedrealitytoepassingen.



Gateway met rechts de Esprit-module  
© Thales Alenia Space

'We willen echt gebruikmaken van de ervaring die ze tijdens hun werk in een baan om de aarde aan boord van het ISS hebben opgedaan,' voegt Mark toe. 'Ze helpen ons ontwikkelingsteam om allerlei variabelen te controleren, zoals de kwaliteit van de verlichting, de leesbaarheid van etiketten, de indeling van de nooduitgangen en zelfs hoe geschikt de compartimenten voor de crew zijn voor privacy en slaap.' I-Hab streeft naar dezelfde werkomgeving in hemdsmouwen als in het Spacelab en de ISS-modules, met een temperatuur van 22°C en een luchtvochtigheid van 50%, hoewel de atmosferische druk 0,7 atmosfeer zal zijn in vergelijking met de druk op zeeniveau die op het station heerst, om de massa omlaag te brengen.

Mark voegt hieraan toe: 'Ondanks het feit dat I-Hab kleiner is, zal het meer inclusief zijn in de zin dat het ontwerp van de accommodatie geschikt is voor 99% van de astronauto-n-s. Dit betekent dat zowel de allerkleinste vrouwelijke astronautes als de grootste mannelijke astronauten in staat zullen zijn om de apparatuur gemakkelijk en comfortabel te bedienen, zoals het openen van luiken of het snel loskoppelen van vloeistofleidingen, vergeleken met 95 procent bij het ISS.'

De beoordeling van het voorlopige ontwerp van de I-Hab is afgerond en het project bevindt zich momenteel in de gedetailleerde ontwerpfase. Voor de tweede door ESA geleverde Gateway-module, de ERM ofwel de ESPRIT-bijtankmodule, wordt momenteel de laatste hand gelegd aan de contractuele overeenkomst. De beoordeling van het voorlopige ontwerp wordt binnenkort verwacht.

Dit nieuwste voorbeeld van de ontwikkeling van een Europese bemenste module heeft een ontwerplevensduur van 15 jaar, maar te oordelen naar het voorbeeld van het ISS zal de module waarschijnlijk veel langer in bedrijf blijven.

Op basis van de huidige architectuur van de Lunar Gateway zal meer dan de helft van dit inspirerende ruimtestation van Europese makelij zijn. En het lijkt erop dat Europa's basismodel voor Spacelab-modules nog verder de ruimte in zal gaan, nu ASI en Thales Alenia Space onlangs een contract hebben getekend voor het ontwerpen van modules voor het maanoppervlak, als onderdeel van een toekomstige maanbasis.

(Bron: ESA)



De I-Hab-module van de Gateway in aanbouw in Turijn  
© ESA-S. Corvaja

# Bavianen bij de oude Egyptenaren: vereerd maar onderkomen



**D**e oude Egyptenaren kweekten bavianen in gevangenschap voor ze gemummificeerd werden. Dat blijkt uit onderzoek van archeozoöloog Wim Van Neer van het Instituut voor Natuurwetenschappen en collega's. 'Hoewel het heilige dieren waren, hadden ze geen gemakkelijk leven. Ze leden aan ondervoeding en hadden een gebrek aan zonlicht.'

Gedurende meer dan een millennium, van de 9de eeuw voor Christus tot de 4de eeuw na Christus, mummificeerden oude Egyptenaren miljoenen dieren. Ze zagen de dieren als de belichaming van goden onder de mensen. Katten, stieren en ibissen worden vaak gevonden in oude begraafplaatsen, en af en toe ook andere soorten zoals krokodillen en bavianen, hoewel die laatste zeer zeldzaam zijn. Bavianen vereerden ze als representaties van Thoth, de god van de maan en de wijsheid, en raadgever van zonnegod Ra.

'Van alle dieren die de oude Egyptenaren vereerden waren bavianen de enige die niet voorkomen in Egypte en dus moesten worden ingevoerd,' zegt Van Neer. 'We weten nog zeer weinig over hoe ze aan deze dieren kwamen en in wat voor omstandigheden ze werden gehouden vóór hun mummificatie.' In deze studie bestudeerden de onderzoekers een verzameling bavianenmummies uit de oude Egyptische vindplaats Gabbanat el-Qurud, de zogenaamde Vallei van de Apen aan de westelijke oever van Luxor.

## Skeletmisvormingen

Het team onderzocht skeletresten van zo'n 36 individuele bavianen van twee soorten, mantelbavianen (*Papio hamadryas*) en groene bavianen (*Papio anubis*), gedateerd tussen 800 en 500 voor Christus. De resten werden al in 1905 en 1906 opgegraven door een Frans team van het Muséum d'Histoire Naturelle

Bea de Cupere neemt foto's van de bavianenresten in het Musée des Confluences in Lyon.  
© Wim Van Neer, Instituut voor Natuurwetenschappen





Schedel van een bavienemummie.  
© Bea De Cupere, Instituut voor Natuurwetenschappen

de Lyon, waar ze nu nog steeds worden bewaard. De oorspronkelijke beschrijving, die bijna 120 jaar oud is, besteedde relatief weinig aandacht aan de skeletmisvormingen bij de bavianen van Gabbanat el-Qurud. De studie van Van Neer en zijn collega's bekijkt de vondsten opnieuw, maar dan met de focus op paleopathologie (de studie van de ziektegeschiedenis aan de hand van oude

dierlijke resten), om zo meer te weten te komen over de omstandigheden waaronder de bavianen werden gehouden.

'Slechts vier van de bavianen zagen er gezond uit, alle andere vertoonden gebreken,' aldus Van Neer. 'Vaak hebben ze gebogen ledematen, wat typerend is voor rachitis. Dat komt door een tekort aan vitamine D, als gevolg van te weinig zonlicht.' De onderzoekers zagen ook veel misvormingen van de schedel en de onderkaak. Ook onevenwichtige, ontoereikende voeding kan de skeletmisvormingen mee verklaren. 'De meeste bavianen moeten geleden hebben aan ondervoeding en een gebrek aan zonlicht.'

## Opgroeien in gevangenschap

De skeletafwijkingen in Gabbanat el-Qurud tonen aan dat deze bavianen leden onder gebrekkige huisvesting en onaangepast voedsel gedurende het grootste deel van hun leven. Dit suggereert dat de dieren in gevangenschap zijn geboren en getogen. Ook de min of meer gelijke verhoudingen van mannetjes en vrouwtjes en de aanwezigheid van zuigelingen en jonge dieren wijzen erop dat een lokale kweekpopulatie bestond om aan de vraag te voldoen.

De slechte leefomstandigheden van de oude Egyptische bavianen lijken in contrast te staan met de uitgebreide, respectvolle behandeling die de dieren kregen na hun dood, als mummies. Maar Van Neer denkt dat de bedoelingen goed waren: 'Waarschijnlijk werd geprobeerd goed voor de dieren te zorgen, maar dat moet niet eenvoudig zijn geweest. Bavianen zijn goede klimmers en werden waarschijnlijk daarom in gebouwen of omheiningen met hoge



Bavianenschedels uit de oude Egyptische vindplaats Gabbanat el-Qurud.  
© Bea De Cupere, Instituut voor Natuurwetenschappen

muren gehouden om te voorkomen dat ze zouden ontsnappen. Daardoor hadden ze een gebrek aan zonlicht en kregen ze ontwikkelingsstoornissen. Er zijn geen tekenen van gebroken botten die zouden suggereren dat de dieren fysiek slecht werden behandeld; één uitzondering is de gezwellen schedelpan van een individu dat een klap op zijn hoofd heeft gekregen.'

## Via de Nijl en de Rode Zee

De onderzoekers identificeerden ook een klein aantal gezonde exemplaren dat waarschijnlijk rechtstreeks uit het wild is geïmporteerd, mogelijk om verder mee te kweken. Bavianen komen van nature niet voor in Egypte, en moesten worden ingevoerd via handelsroutes. 'Ze gingen heel ver om die dieren te importeren,' aldus Bea De Cupere (Instituut voor Natuurwetenschappen), coauteur van de studie. 'De groene bavianen kwamen uit het zuiden, uit het huidige Soedan, en werden stroomafwaarts overgebracht via de Nijl.' De invoer van mantelbavianen was minder eenvoudig. Die kwamen van de Hoorn van Afrika of het zuidelijke



Schedels van bavianenmummies.  
© Bea De Cupere, Instituut voor Natuurwetenschappen

deel van het Arabisch Schiereiland. 'Dat betekent dat ze eerst met boten over de Rode Zee moesten en daarna door de woestijn!'

Gevangen en overgebracht worden naar het oude Egypte was zonder twijfel geen prettig moment in het leven van een baviaan.

De wetenschappers sters analyseren de bavianenschedels in het Musée des Confluences in Lyon.  
© Stéphanie Porcier

Daarvan getuigen ook twee snijtanden in de boven- en onderkaak van een van de gezonde bavianenskeletten. 'Je ziet een horizontale lijn op de tand, dat noemen we hypoplasie,' aldus De Cupere. 'Zo'n lijn wijst op een tijdelijke stop van de groei van de tand door een periode van grote stress. Waarschijnlijk is deze afwijking veroorzaakt door stress op het moment dat ze de baviaan gevangen namen, toen die ongeveer 2 jaar was. Het dier leefde nadien nog 6 jaar in gevangenschap, afgaand op de tandslijtage.'

## Verdere studies

Deze resultaten bieden inzichten in hoe bavianen werden gehouden en behandeld in het oude Egypte vóór hun uiteindelijke mummificatie. Maar er valt nog meer te weten te komen. De auteurs suggereren bijvoorbeeld dat verder onderzoek naar de tanden van de dieren meer gegevens zou kunnen opleveren over welke voeding ze precies kregen. En als het zou lukken om DNA uit de resten te extraheren, zouden ze kunnen achterhalen waar de dieren in het wild werden gevangen en welke kweekpraktijken hun verzorgers toepasten.

### Meer

De studie werd gepubliceerd in het vaktijdschrift PLOS ONE: *Palaeopathological and demographic data reveal conditions of keeping of the ancient baboons at Gabbanat el-Qurud (Thebes, Egypt).*

(<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0294934>)

(Bron: Instituut voor Natuurwetenschappen)



# SCIENCE connection

SCIENCE CONNECTION IS HET GRATIS MAGAZINE VAN HET FEDERAAL WETENSCHAPSBELEID (BELSPO)

## Verantwoordelijke uitgever:

Arnaud Vajda  
WTC III  
Simon Bolivarlaan 30 bus 7  
B-1000 Brussel

## Coördinatie:

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

## Werkten mee aan dit nummer:

Joëlle Bertrand (Federaal Wetenschapsbeleid), Sofie Bouillon (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Laurence Burnotte (Federaal Wetenschapsbeleid), Wim De Vos (Federaal Wetenschapsbeleid), Laurence Druetz (Algemeen Rijksarchief), Stéphanie Fratta (Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie), Virginie Havelange (Koninklijke Bibliotheek van België), Agnès Lacaille (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Karolien Lefever (Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie), Jacques Lust (Federaal Wetenschapsbeleid), Davina Luyten (Belnet), Isabelle Ponteville (Algemeen Rijksarchief), Sylvain Ranvier (Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie), Patrick Ribouville (Federaal Wetenschapsbeleid), Pieter Rottiers (Federaal Wetenschapsbeleid), Xavier Rousseaux (Universit  catholique de Louvain), Eline Sciot (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Martine St landre (Federaal Wetenschapsbeleid), Jan Van Hove (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Sabine Vanhuysse (Universit  libre de Bruxelles), Siska Van Parys (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen), Phaedra Vantomme (Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België) en Nico Wouters (Algemeen Rijksarchief).

De auteurs zijn verantwoordelijk voor de inhoud van hun bijdragen.

Foto voorpagina: Fragment van een satellietopname op 10 januari 2020 die de sociale ongelijkheid aantoont in Ouagadougou, Burkina Faso (project SLUMAP).

Metro imagery basemap   2020 Maxar Technologies

## Oplage:

12.000 exemplaren in het Nederlands en in het Frans

## Abonnement:

www.scienceconnection.be

Science Connection staat in pdf-formaat op [www.belspo.be](http://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:

Gevaert Graphics



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

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

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

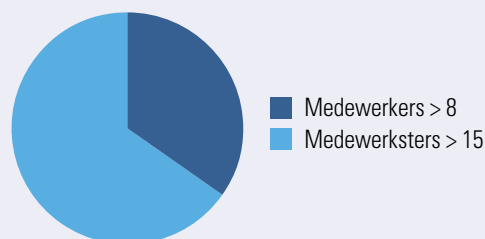
Het Federaal Wetenschapsbeleid heeft alle nodige moeite gedaan om te voldoen aan de wettelijke voorschriften inzake auteursrechten en om contact op te nemen met de rechthebbenden. Elke persoon die benadeeld meent te zijn en zijn rechten wil laten gelden wordt verzocht zich bekend te maken.

  Federaal Wetenschapsbeleid 2024

Reproductie is toegelaten mits bronvermelding.

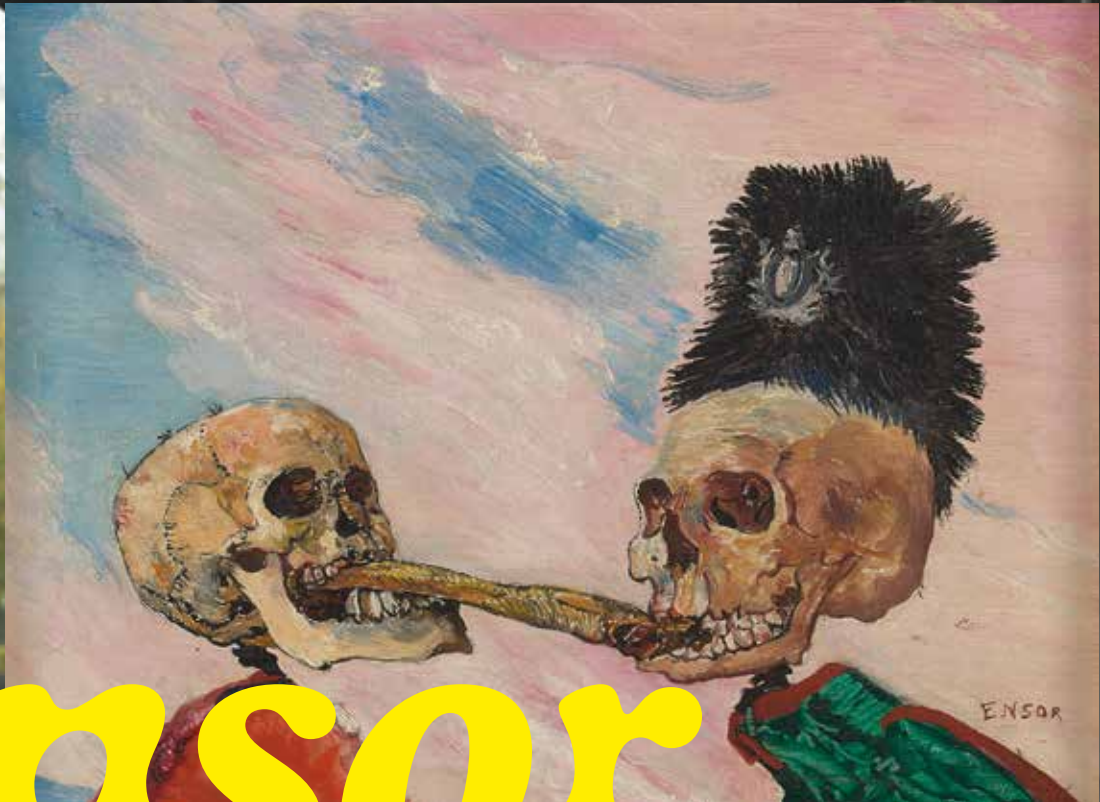
Mag niet worden verkocht.

Onze genderbarometer *Science Connection* 70





# James



# Ensor

**INSPIRED BY  
BRUSSELS**

22.02 > 02.06.24

Tickets: [www.kbr.be](http://www.kbr.be)

📍 KBR, Brussel