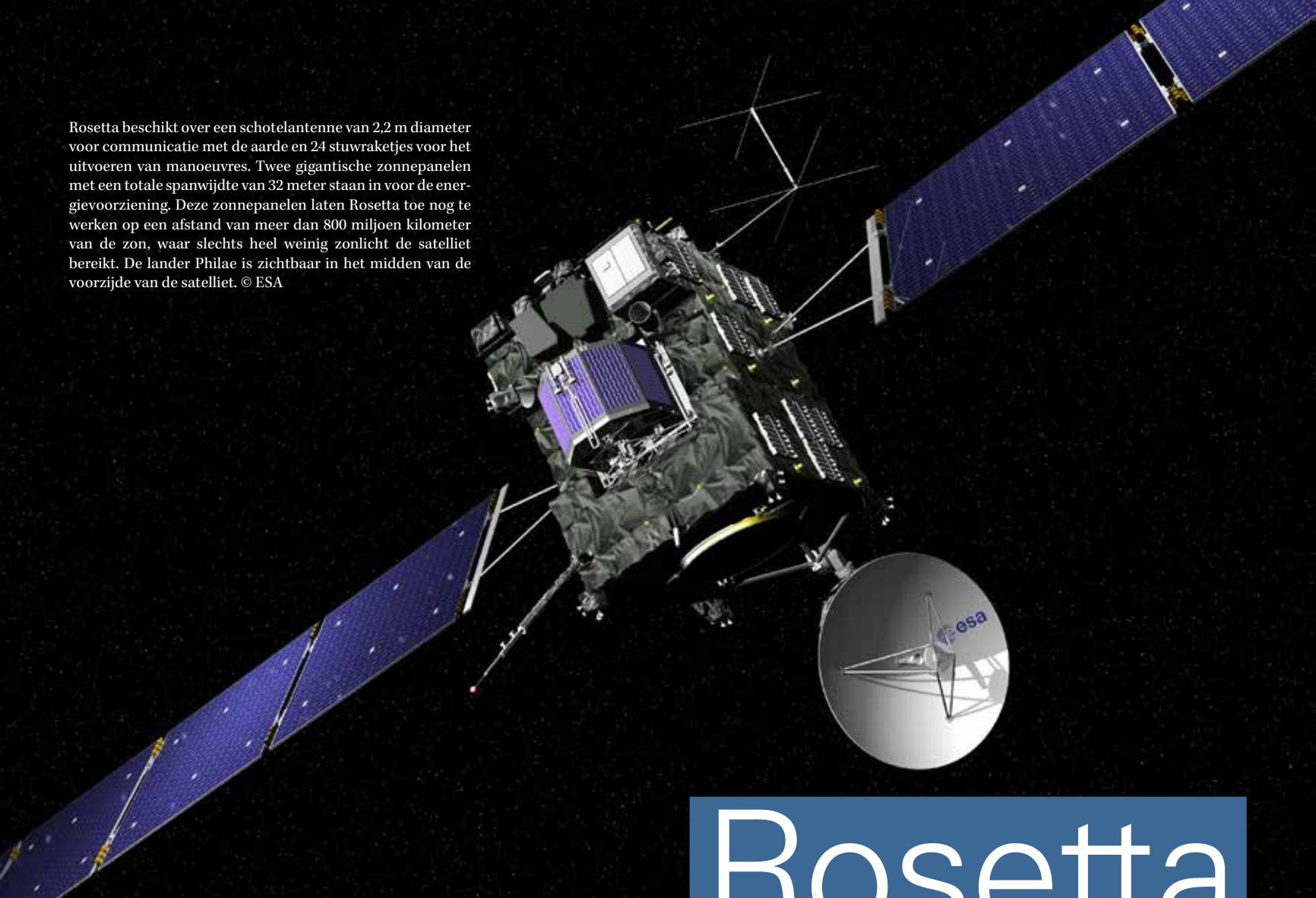


Rosetta beschikt over een schotelantenne van 2,2 m diameter voor communicatie met de aarde en 24 stuwraketjes voor het uitvoeren van manoeuvres. Twee gigantische zonnepanelen met een totale spanwijdte van 32 meter staan in voor de energievoorziening. Deze zonnepanelen laten Rosetta toe nog te werken op een afstand van meer dan 800 miljoen kilometer van de zon, waar slechts heel weinig zonlicht de satelliet bereikt. De lander Philae is zichtbaar in het midden van de voorzijde van de satelliet. © ESA



Rosetta

HET BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE GAAT MEE OP JACHT NAAR EEN KOMEET

Meer dan 10 jaar geleden bouwde het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA) mee aan één van de instrumenten van de ruimtesonde Rosetta, een paradepaardje van de Europese Ruimtevaartorganisatie ESA. In 2004 werd Rosetta gelanceerd, en na een lange reis bereikte de sonde zijn einddoel: de komeet Churyumov-Gerasimenko. De wetenschappers van het BIRA staan klaar om – samen met het internationale team onder leiding van de Universiteit van Bern (Zwitserland) – de gegevens van één van de twee massaspectrometers aan boord van Rosetta te analyseren.

Rosetta

Rosetta is de eerste komeetmissie sinds Giotto, een ESA-sonde die in 1986 komeet 1P/Halley bestudeerde. Tijdens de metingen vloog Giotto rakelings langs de komeet en naderde die tot op een afstand van ongeveer 600 km. Daarbij zorgde Giot-

to voor een primeur: voor het eerst werden foto's gemaakt van een komeetkern. Rosetta pakt het anders aan, maar het wordt opnieuw een primeur! De sonde zal dit keer geen blitzbezoek aan een komeet brengen, wat hooguit enkele uren nuttige gegevens oplevert, maar zal gedurende de hele tocht van de komeet naar de zon en terug vlakbij de komeet vliegen en deze bestuderen. De satelliet heeft elf instrumenten aan boord die de komeetkern, de komeet atmosfeer en de interactie tussen de komeet en de zonnwind zullen bestuderen. Het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie is mee aan boord via het ROSINA-instrumentenconsortium, dat tot doel heeft de neutrale gassen en ionen in de komeet atmosfeer te bepalen. Rosetta draagt ook de kleine lander Philae met zich mee die de komeetkern zal onderzoeken.

Kometen

Kometen verschijnen schijnbaar onaangekondigd aan de nachthemel en vertonen hierbij fantastische staarten. Ze spreken daarom al duizenden jaren lang tot de menselijke

verbeelding. Het plotse verschijnen van een komeet werd in de geschiedenis vaak gezien als een ongunstig voorteken van rampen, ziektes of oorlogen.

Ons zonnestelsel bevat miljarden kometen, die in twee reservoirs terug te vinden zijn: enerzijds de Kuiper gordel die zich net voorbij de planeet Neptunus bevindt, en anderzijds de Oortwolk aan de rand van ons zonnestelsel. Sommige kometen ontsnappen uit deze reservoirs en reizen naar het binnenste van ons zonnestelsel, waar ze de zon naderen en vanop aarde kunnen worden waargenomen.

Kometen bestaan uit drie delen: een komeetkern, een komeet atmosfeer en twee komeetstaarten. De komeetkern is een roterend lichaam met een diameter van slechts enkele kilometer groot, dat voornamelijk uit ijs en bevroren CO, CO₂, en ammoniak is samengesteld, gemengd met rotsachtig gruis en stof. Wanneer de komeet zich ver van de zon bevindt, is de komeetkern compleet bevroren. Naarmate de komeet de zon nadert, wordt deze warmer. Het ijs aan het oppervlak van de komeetkern verdampt waardoor gas en stofdeeltjes vrijkomen. Dit vrijgekomen gas en stof vormt de komeet atmosfeer.

De vrijgekomen stofdeeltjes volgen min of meer de baan van de komeet en vormen zo de typische gekromde stofstaart; die is wit van kleur omdat het gaat om zonlicht dat gereflecteerd en verstrooid wordt door het stof. Het ontsnappende gas wordt geleidelijk geïoniseerd door de ultraviolette straling van de zon. Zo vormt zich een doorgaans blauwachtige ionenstaart, die van de zon weg gericht is.

Ongeveer 4,5 miljard jaar geleden ontstond ons zonnestelsel. Grotere lichamen zoals planeten en manen hebben sindsdien chemische veranderingen ondergaan onder invloed van hun eigen zwaartekracht, maar kometen zijn zo goed als onveranderd gebleven. Zo hebben kometen hun vluchtige lichte elementen – zoals water bijvoorbeeld – niet totaal verloren sinds hun ontstaan. Kometen zijn daarom als fossielen: ze dragen in zich goed bewaarde informatie over de stoffen waaruit het zonnestelsel ontstond.

De lange reis naar de komeet

Komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko doet er 6,6 jaar over om zijn baan rond de zon te beschrijven. Daarbij varieert



Komeet Hale-Bopp vertoonde duidelijk een witte gekromde stofstaart en een blauwachtige ionenstaart in april 1997. © Foto: E. Kolmhofer, H. Raab; Johannes-Kepler-Observatory, Linz, Oostenrijk

de afstand van de komeet tot de zon tussen 185 en 850 miljoen kilometer (ter vergelijking: de aarde bevindt zich op ongeveer 150 miljoen kilometer van de zon). Omdat geen enkele raket een zwaar ruimtetuig als Rosetta rechtstreeks in een dergelijke komeetbaan kan krijgen, moest Rosetta gebruik maken van de zwaartekracht van de aarde (3 keer) en Mars (1 keer) om zijn baan te wijzigen en zo de komeet op zijn reis rond de zon van nabij te kunnen volgen. Rosetta werd in maart 2004 door een Ariane 5-raket vanuit Kourou in Frans-Guyana gelanceerd. Onderweg maakte Rosetta de eerste close-upbeelden van de asteroïden Šteins en Lutetia. Om energie te sparen tijdens het stuk van de reis het verst

van de zon, werd Rosetta vanaf juni 2011 in een soort winterslaap gebracht. Op 20 januari 2014 ontwaakte Rosetta voor de laatste etappe van zijn reis: vanaf mei 2014 naderde Rosetta de komeet en kon het wetenschappelijke luik van de missie écht beginnen. In de herfst van 2014 landt Philae op de komeetkern. Rosetta blijft bij de komeet, ook na diens dichtste nadering tot de zon in augustus 2015.

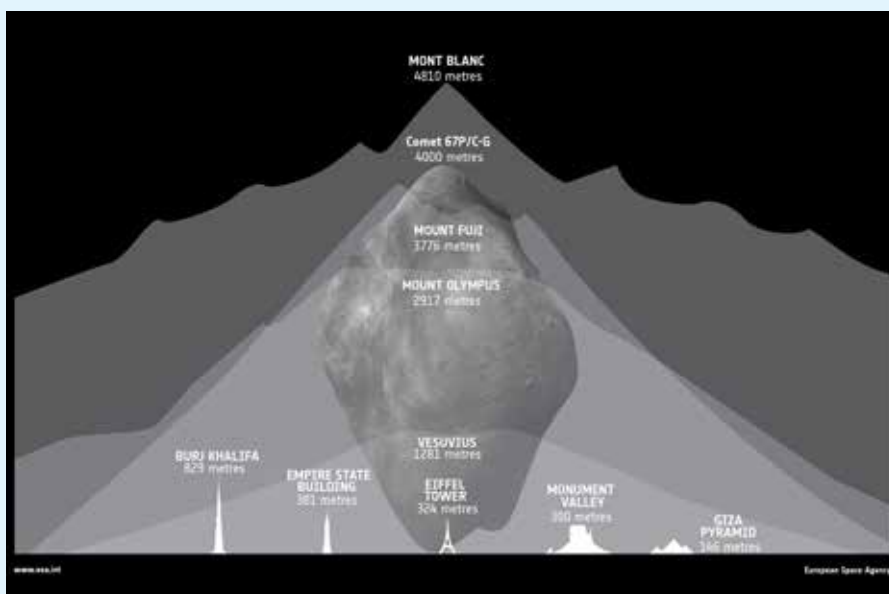
De rol van het BIRA

Het ROSINA-instrumentenconsortium (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral analysis) bestaat uit een druksensor (COPS) en twee massaspectrometers (DFMS en RTOF). COPS (Comet Pressure Sensor) zal de totale dichtheid en de snelheid van het komeetgas bepalen, terwijl beide massaspectrometers informatie zullen geven over de samenstelling van het gas in de komeetatmosfeer. Massaspectrometers kunnen geladen deeltjes (ionen) onderscheiden volgens hun massa. Ionen uit de komeetatmosfeer kunnen daarom rechtstreeks gemeten worden, terwijl neutrale gassen eerst geïoniseerd moeten worden bij de ingang van het instrument. De RTOF-massaspectrometer (Reflectron Time-Of-Flight) heeft een groot massabereik (van 1 tot 300 atomaire massa-eenheden) waardoor naast gassen zelfs kleine stofdeeltjes in de komeetatmosfeer kunnen worden gemeten.

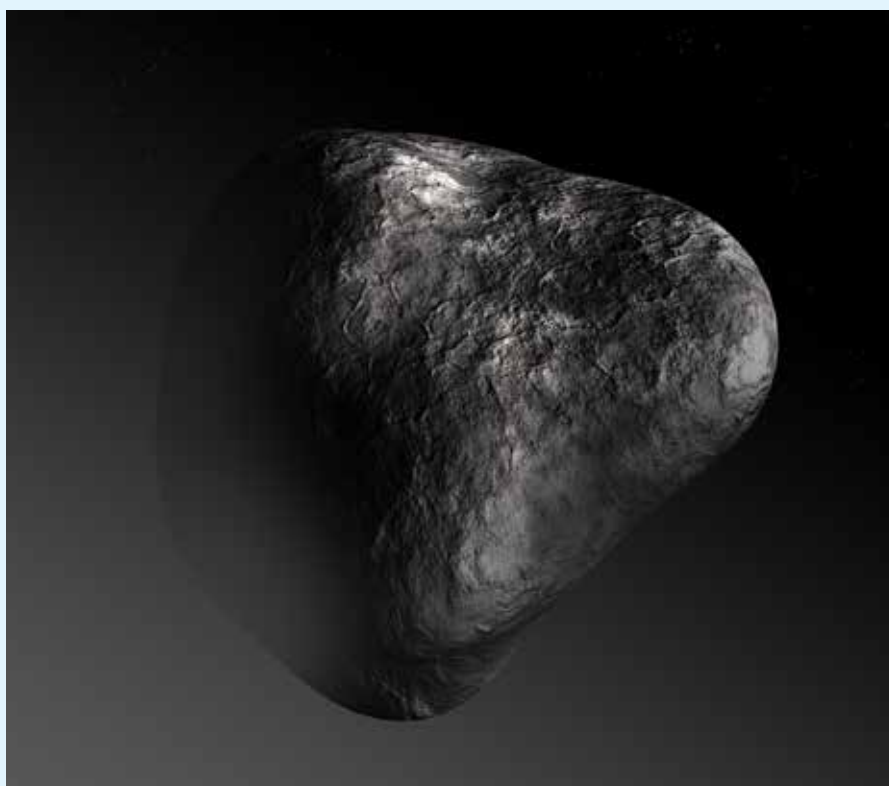
De DFMS-massaspectrometer (Double Focusing Mass Spectrometer) – waaraan het BIRA heeft bijgedragen – heeft een kleiner bereik (van 1 tot 150 atomaire massa-eenheden) maar een voor ruimtetuigen ongekende massaresolutie. Die laat toe verbindingen te onderscheiden met massa's die heel dicht bij elkaar liggen. DFMS kan bijvoorbeeld het verschil zien tussen de verbindingen $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ en $^{14}\text{N}_2$ met massa's van 27,995 respectievelijk 28,006 atomaire massa-eenheden. Het BIRA heeft de detector en de detector-elektronica voor de DFMS ontwikkeld in samenwerking met de universiteit van Bern en de Belgische industriële partners IMEC (Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum, Leuven) en OIP (Optique et Instruments de Précision, Oudenaarde).

De ruwe gegevens die het DFMS-instrument produceert, moeten worden verwerkt om de precieze identiteit en de deeltjesdichtheid van het gas in de komeetatmosfeer te bepalen. Dit proces van gegevensverwerking is complex en zeer tijdrovend. De nauwgezetheid waarmee dit gebeurt, is bepalend voor de nauwkeurigheid van de bekomen wetenschappelijke resultaten. Daarom heeft het BIRA een programma ontwikkeld om dit proces zoveel mogelijk te automatiseren.

Ultraviolet zonlicht veroorzaakt allerlei scheikundige reacties met het neutrale gas in de komeetatmosfeer. Het BIRA heeft een computermodel ontwikkeld dat rekening houdt met dergelijke reacties om de samenstelling van de vluchtige materie op de komeetkern te bepalen op basis van de ROSINA-metingen. De resultaten van het computermodel kunnen getoetst worden aan de metingen die de lander zal uitvoeren, wat ons inzicht zal verschaffen in de scheikundige en natuurkundige processen in de komeetatmosfeer.



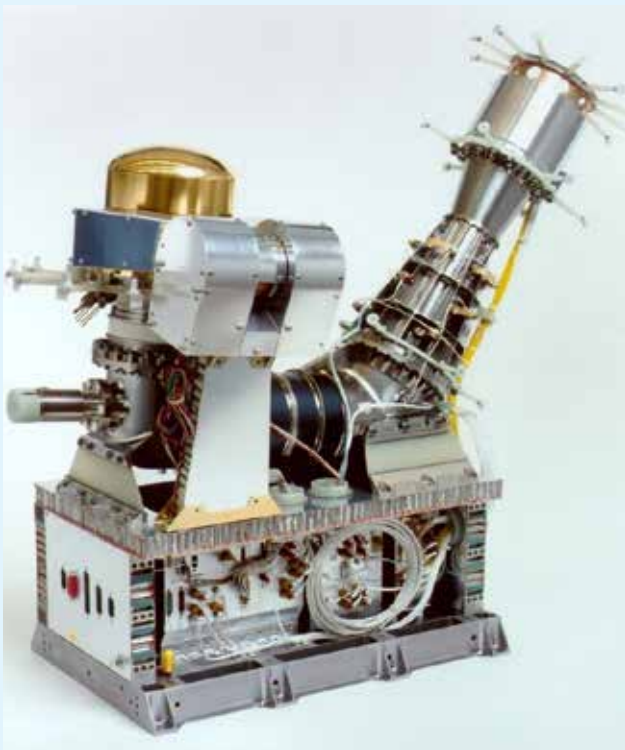
Hoe groot is de komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko? © ESA



De kern van de komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko. © ESA-C. Carreau



De lander Philae moet de eigenschappen van de komeetmaterie onderzoeken. Daartoe beschikt de lander over een boorsysteem en analyse-apparatuur. © ESA



DFMS (Double Focusing Mass Spectrometer) is de massa-spectrometer op Rosetta waaraan het BIRA heeft bijgedragen. De goudkleurige 'hoed' is een deksel dat de inlaatopening van het meettoestel afsluit. In de ruimte wordt dit deksel geopend en worden gasdeeltjes uit de komeet-atmosfeer binnengelaten. Daarna worden deze deeltjes gescheiden volgens massa en geregistreerd door een chip in het uitstekende gedeelte rechtsboven. Onder het toestel bevindt zich de elektronica. © BIRA

Wat hopen we door Rosetta te leren?

Rosetta zal het meest complete beeld tot dusver geven van wat er gebeurt wanneer een komeet de zon nadert. We hopen hierdoor beter te begrijpen hoe een komeet van een klein en obscuur lichaam getransformeerd wordt tot het fantastische verschijnsel met twee staarten dat we soms vanop aarde kunnen waarnemen. De komeet verandert tijdens zijn verblijf in de binnenste regionen van ons zonnestelsel: telkens de komeet langs de zon passeert, verdampt een laagje aan het oppervlak van de komeetkern. Dit proces is niet uniform – soms ontstaan er 'fontein' van gas en stof. Waarneming vanop enige afstand door Rosetta en metingen ter plekke door Philae kunnen ons helpen te begrijpen hoe dit precies werkt.

Rosetta zal bepalen welke stoffen er zich in de komeet bevinden en in welke hoeveelheid ze aanwezig zijn. Dit kan ons veel vertellen over hoe en waar komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko gevormd werd. Omdat komeetinslagen vaak voorkwamen in het jonge zonnestelsel, kan dit ons ook helpen om paraat te staan om op een adequate manier op dergelijke bedreigingen te reageren. |

De studie van kometen levert ook heel belangrijke informatie op voor het beschermen van onze planeet. Wat doen we wanneer we op een dag een komeet ontdekken die richting aarde beweegt? Kunnen we een dergelijk object van zijn baan laten afwijken of zelfs vernietigen? Rosetta kan ons helpen om paraat te staan om op een adequate manier op dergelijke bedreigingen te reageren. |