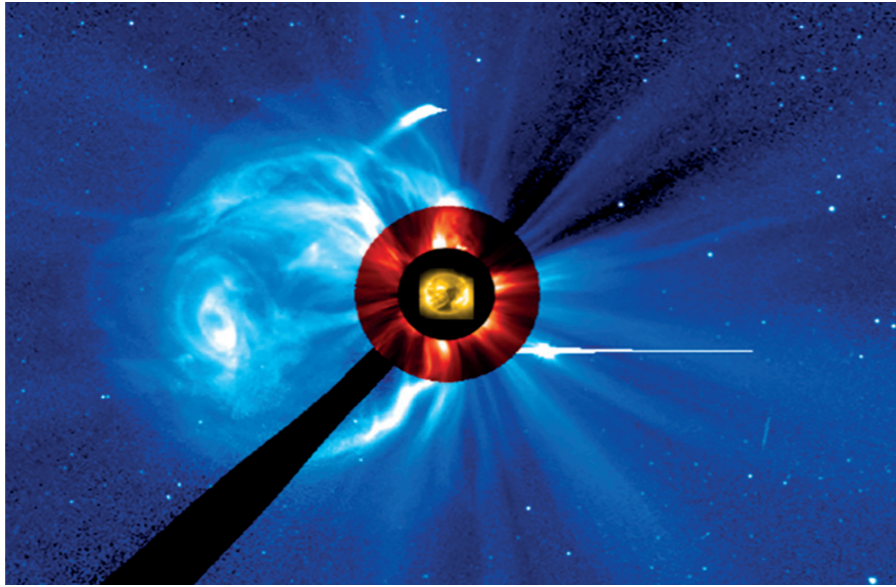


# Onderzoek naar de zonnecorona

Wanneer de maan precies tussen de zon en de aarde passeert, ontstaat meestal<sup>1</sup> een totale zonsverduistering. Dit adembenemende spektakel is ook voor wetenschappers interessant, omdat ze dan gedurende enkele minuten zicht hebben op de corona, de buitenste laag van de zonneatmosfeer die anders door het felle zonlicht overstraald wordt. Totale zonsverduisteringen zijn echter zeer lokaal, duren maar kort en komen niet vaak voor. Ook het weer moet meezitten. Wetenschappers ontwikkelden daarom een coronograaf. Dit is een instrument waarin een plaatje (de 'occulter') de zon afdekt, en zo permanent voor een kunstmatige zonsverduistering zorgt.



Dit SOHO-beeld van 8 januari 2002 toont de zon in het EUV, met bovenaan de komeet Macholz, links een enorme CME en rechtsonder de planeet Venus.

Door Jan Janssens, Petra Vanlommel, Cis Verbeeck, David Berghmans

## SOHO: een satelliet met een uitzonderlijk lange carrière

SOHO, het Solar and Heliospheric Observatory, werd gelanceerd op 2 december 1995. Na bijna 20 jaar is dit gezamenlijke ESA/NASA-project uitgegroeid tot de meest succesvolle zonnemissie ooit.

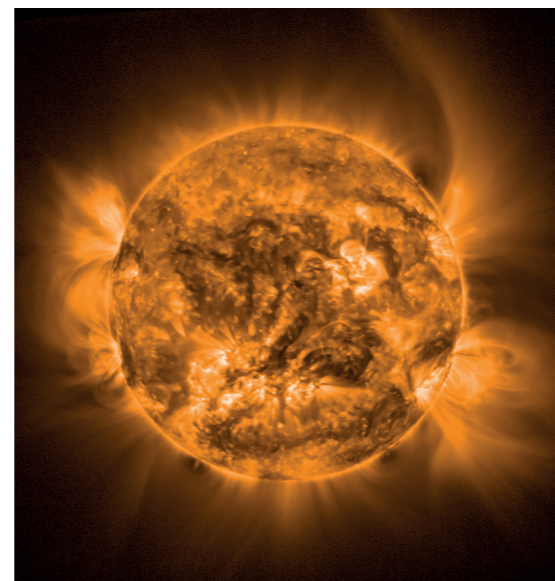
Aan boord van SOHO bevindt zich een uiterst belangrijke coronograaf, de Large Angle and Spectrometric Coronagraph (LASCO). Met LASCO worden wolken van elektrisch geladen deeltjes (plasma) bestudeerd die de zon de ruimte inslingert, ook wel coronale massa-uitstoten (CME) genoemd. Dit instrument laat enigszins toe de richting van de CME te bepalen, zodat vastgesteld kan worden of het uitgestoten plasma kans maakt de aarde te treffen. LASCO is nog steeds operationeel en is van groot belang voor de huidige ruimteweersvoorspelling. SOHO's coronograaf ontdekte ook al meer dan 2700 kometen.

SOHO heeft ook een telescoop die de zon in het extreem ultraviolet (EUV) observeert, de EIT (EUV Imaging Tele-

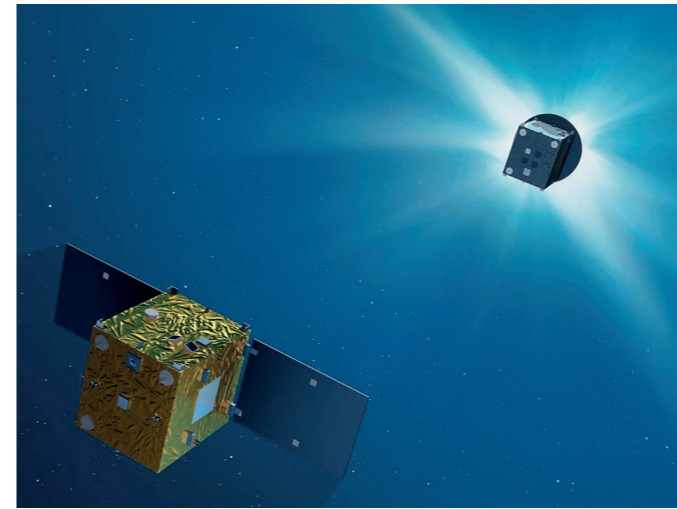
scope). Deze golflengten worden door de aardatmosfeer tegengehouden. Met EIT beschikken wetenschappers elk uur over minstens 5 beelden van de zon, niet alleen in wit licht maar in 4 verschillende golflengtegebiedjes in het EUV die in de beeldbewerking elk apart kunstmatig bijgekleurd worden. Door de zon permanent door filters in het verre ultraviolet te fotograferen, wordt met name de beweging van het hete plasma in de corona vastgelegd. De filters laten golflengten door die corresponderen met temperaturen tussen 80.000 en 2,5 miljoen graden. Daardoor krijgen de wetenschappers een beter idee over de werking en structuur van de corona en de wijze waarop zonnevlammen precies ontstaan. Met de overige SOHO-instrumenten werden nog tal van andere ontdekkingen gedaan, o.a. over de samenstelling en de versnelling van de zonnwind, de inwendige structuur van de zon en het ontstaan en weer verdwijnen van zonnevlekken. Geleidelijk werd echter duidelijk dat een scherpere resolutie en een snellere opeenvolging van de beelden nodig waren voor verdere doorbraken in het onderzoek naar bijvoorbeeld het ontstaan van zonnevlammen of de structuur van de corona.

## De zonneatmosfeer observeren

De continue maar variabele zonnwind ontstaat in de lage corona. Daar worden de geladen deeltjes ook opgezwiept tot supersonische snelheden. De bestaande coronagrafen en EUV-telescopen hebben echter geen goed zicht op dit gebied vanwege technische beperkingen. Dit wordt de *observational gap* genoemd. Alhoewel coronagrafen en EUV-telescopen allebei de corona tonen, zijn de beelden die beide telescooptypes leveren erg verschillend. In coronagrafische beelden zien we in essentie zichtbaar licht van het zonneoppervlak dat weerkaatst op het coronale plasma. De coronagrafische beelden tonen daarom niet



EUV-opname door PROBA2/SWAP van de zonnecorona.



Impressie van de PROBA3-ruimtesondes.

de volledige corona. Coronagrafen aan boord van satellieten hebben ook last van strooilicht: zonlicht dat tegengehouden wordt door de occulter maar dat vervolgens weerkaatst in de telescoopbuis. De occulter zou uiteraard verder van de telescoop geplaatst kunnen worden, maar dat maakt het instrument dan weer snel te groot voor een satelliet.

Een EUV-beeld daarentegen toont licht dat de corona zelf produceert, waardoor een EUV-telescoop slechts plasma van een beperkt temperatuursregime kan zien (1 miljoen graden voor SWAP, de breedbeeld EUV-telescoop aan boord van de ESA-missie PROBA2). Aangezien de dichtheid van de corona zeer sterk afneemt met toenemende hoogte boven het zonsoppervlak, hebben EUV-telescopen moeite om ver van de zon nog iets van de corona te zien. Dit EUV-probleem kan slechts gedeeltelijk worden opgelost door een langere belichtingstijd.

EUV-telescopen nemen de corona dus goed waar dichtbij de zon, de coronagrafen tonen de corona dan weer wat beter verder weg van de zon. De *observational gap* bevindt zich in de overgangszone tussen de twee types instrumenten, precies in de lage corona waar de zonnwind verondersteld wordt te versnellen.

## Een sterk verbeterde coronograaf

PROBA3, eveneens een project van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA met aan boord de ten opzichte van LASCO sterk verbeterde coronograaf ASPIICS, moet de *observational gap* opvullen. PROBA3 betreft in feite 2 satellieten die in formatie zullen vliegen. Aan boord van de moedersatelliet bevindt

Solar Orbiter zal een langgerekte baan rond de zon beschrijven die de sonde om de 150 dagen dichtbij de zon brengt dan de planeet Mercurius.

zich de telescoop ASPIICS en 150 meter verderop vliegt dan een tweede satelliet die de occulter vormt. Samen vormen ze een gigantische coronograaf. Andrei Zhukov, wetenschapper van de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB) en hoofdonderzoeker van ASPIICS: "Beide ruimtesondes moeten met een precisie van enkele

millimeters ten opzichte van elkaar vliegen. Dit is een grensverleggende uitdaging. Per omloop zullen we 6 uur eclipsdata hebben, dat is 100 keer meer dan bij de duur van een natuurlijke eclips. Ik kijk enorm uit naar de lancering in 2018."

## Solar Orbiter

Zoals eerder vermeld stelt SOHO de wetenschappers niet in staat om enkele fundamentele vragen over de zon en haar relatie tot de heliosfeer (de voortzetting van de zonnwind tot aan de rand van het zonnestelsel) te doorgronden. Daarom lanceert ESA in 2018 de ambitieuze ruimtesonde Solar Orbiter, die de zon zal naderen tot een ongekend kleine afstand. De satelliet zal een langgerekte baan rond de zon beschrijven, die haar iedere 150 dagen op 42 miljoen kilometer van de zon brengt. Dat is binnen de baan van Mercurius.

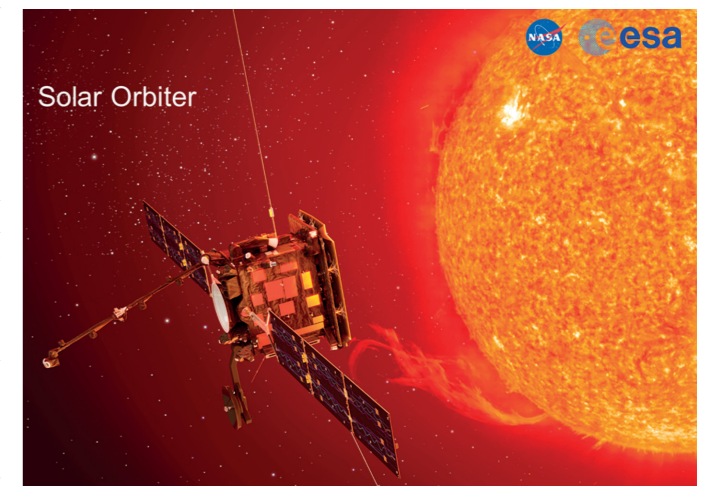
Solar Orbiter heeft 10 instrumenten aan boord waaronder de EUV-imager EUI (Extreme Ultraviolet Imager), die tijdens de dichtste naderingen tot de zon close-ups van de corona zal maken met ongevenaarde scherpste. EUI wordt momenteel gebouwd door een consortium van 7 instituten, met een leidende rol voor het Centre Spatial de Liège (CSL) en de KSB. Met 1 tot 10 beelden per seconde zal EUI de corona waarnemen in een veel hogere tijdsresolutie dan ooit voordien. Andere instrumenten zullen het magnetisch veld van de zon bestuderen en de zon

waarnemen in röntgenstraling, EUV, zichtbaar licht en het radiogebied. De sonde is ook uitgerust met een coronograaf. Sommige instrumenten zullen geen beelden nemen maar rechtstreekse metingen verrichten aan deeltjes en magnetische velden. Dat levert een schat aan informatie op over de zonnwind rond de satelliet.

Deze missie is een unieke kans om de verbanden te onderzoeken tussen de situatie op de zon en de gevolgen in de heliosfeer. Bovendien evolueert de baan van Solar Orbiter naar het einde van de missie (rond 2027) zodanig dat de ruimtesonde steeds hoger boven de ecliptica (het vlak waarin de aarde rond de zon draait) uitstijgt. Vanuit die positie zal Solar Orbiter ons een uniek zicht verschaffen op de noordpool en zuidpool van de zon. Wetenschappers verwachten dan ook dat dit zal leiden tot een beter begrip van het magnetisch veld en de dynamo van de zon.

De KSB streeft ernaar om tot de wereldtop te behoren op het vlak van het waarnemen van de zonnecorona en het automatisch verwerken van de enorme hoeveelheden data. Via onderzoek proberen we onze ster te begrijpen en haar grillig gedrag nog beter te voorspellen.

<sup>1</sup>Wanneer de maan verder dan gemiddeld van de aarde afstaat, is ze soms te klein om de zon volledig af te dekken. In dat geval ontstaat er een ringvormige zonsverduistering. Zie het artikel Zonsverduisteringen voorspellen elders in dit nummer.



De ruimtesonde Solar Orbiter wordt in 2018 gelanceerd en zal de zon dichtbij naderen dan Mercurius.