



# GAIA CREËERT MEEST UITGEBREIDE STERRENKAART OOIT

De sterrenkaart van Gaia © ESA/Gaia/DPAC

ESA's Gaia-missie heeft de meest uitgebreide sterrencatalogus aller tijden voortgebracht, inclusief zeer precieze metingen van 1,7 miljard sterren. De kaart onthult details van de Melkweg die tot voor kort verborgen bleven.

Gaia's nieuwe sterrenkaart zal naar alle waarschijnlijkheid leiden tot een groot aantal nieuwe ontdekkingen. De data – die Gaia in 22 maanden tijd vergaarde – bevat posities, afstand-indicatoren en de banen van meer dan één miljard sterren. Daarnaast zijn zeer precieze metingen gedaan van asteroïden binnen ons zonnestelsel, én van sterren die zich buiten onze Melkweg bevinden.

De sterrenkaart betekent een wetenschappelijke doorbraak voor de astronomische gemeenschap waarbij onderzoekers betrokken zijn van de Koninklijke Sterrenwacht van België, de KU Leuven, de ULB, de ULg en de Universiteit Antwerpen. De Belgische bijdrage aan de Gaia-missie werd mogelijk door de steun van het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo) via het PRODEX-programma van ESA.

Eerste analyses van deze fenomenale data laten bijzondere details zien van de sterrenpopulatie in de Melkweg, en de manier waarop de sterren zich bewegen. Deze informatie is essentieel voor onderzoek naar de vorming en evolutie van ons sterrenstelsel, de Melkweg.

'De door Gaia gedane observaties leveren kennis op die de astronomie zal veranderen', zegt ESA's wetenschappelijke hoofd Günther Hasinger. 'Gaia is een ambitieuze missie die slaagt dankzij goede samenwerking bij het analyseren van enorme hoeveelheden data. De missie laat zien waarom

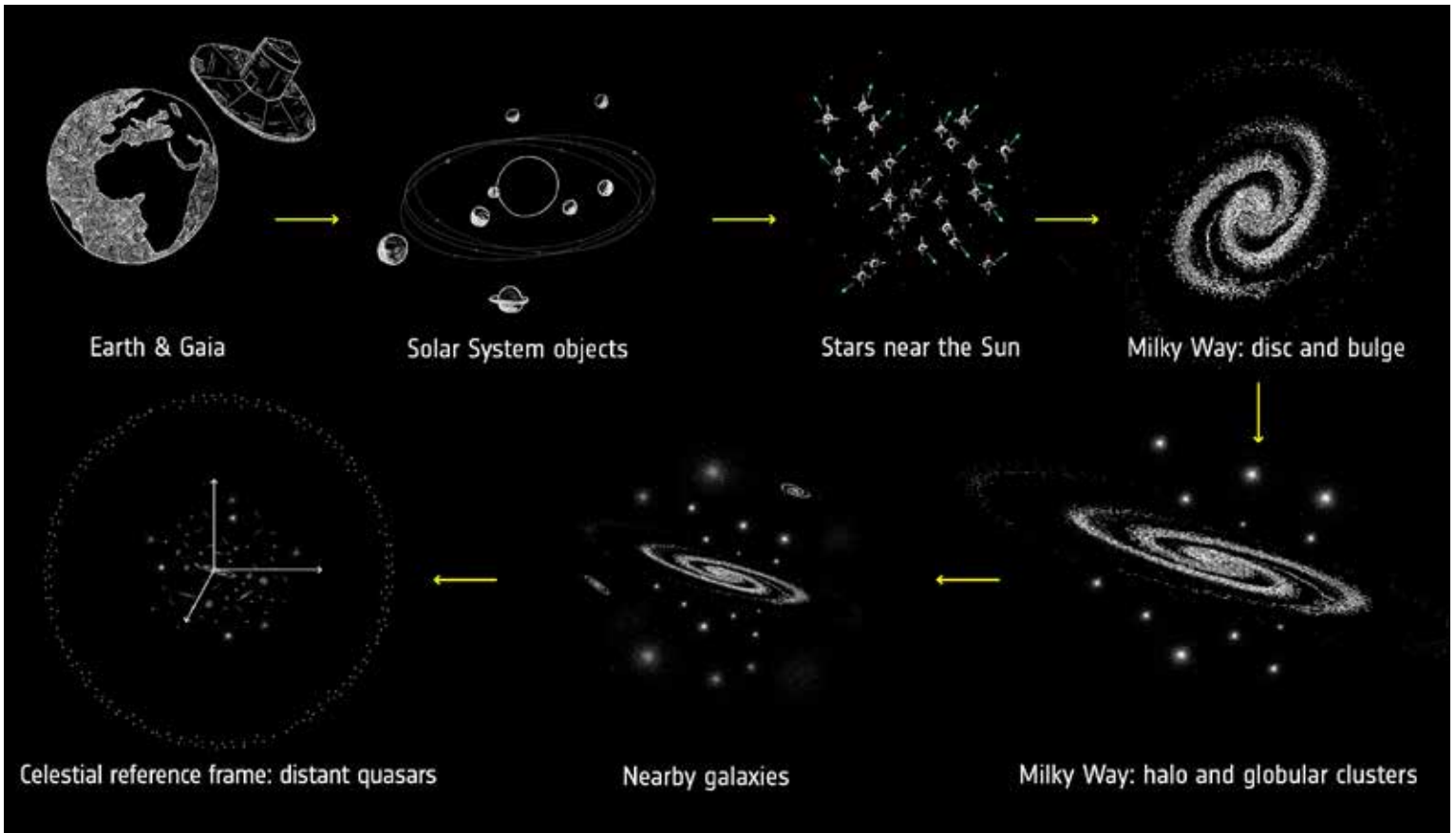
langetermijnprojecten zoals deze belangrijk zijn om voortgang te boeken op het vlak van ruimtevaartwetenschap en technologie.'

## De reis van Gaia

ESA's Gaia-sonde werd in december 2013 gelanceerd en begon in het jaar daarop met zijn wetenschappelijke observaties. De eerste data – gebaseerd op een jaar observeren – werden in 2016 gepresenteerd en bevatten de afstand en banen van twee miljoen sterren. De nu gepresenteerde nieuwe data – vergaard tussen 25 juli 2014 en 23 mei 2016 – geven de positie van bijna 1,7 miljard sterren weer. Bij een aantal van de felste sterren in het onderzoek zijn de metingen zó precies dat ze te vergelijken zijn met het terugvinden van een eurostuk op het oppervlak van de maan, vanaf de aarde. Met zulke precieze metingen is het mogelijk de parallax van sterren – een ogenschijnlijke verschuiving die wordt veroorzaakt door onze jaarlijkse baan om de zon – te scheiden van hun werkelijke bewegingen.

De nieuwe catalogus zet de parallax en daadwerkelijke beweging van 1,3 miljard sterren op een rij. Bij de meest accurate parallax-metingen, ongeveer tien procent van het totaal, kunnen astronomen direct de afstand tussen individuele sterren schatten.

'De tweede set Gaia-data laat een enorme sprong voorwaarts zien ten opzichte van ESA's Hipparcos-satelliet. Hipparcos is Gaia's voorganger en de eerste astrometrie-missie, die dertig jaar geleden 118.000 sterren in kaart bracht', aldus Anthony Brown van de Universiteit Leiden. 'Alleen al het aantal door Gaia in kaart gebrachte sterren, inclusief positie en baan,



De kosmische schaal. © ESA, CC BY-SA 3.0 IGO

maakt deze nieuwe catalogus verbazingwekkend', voegt Brown toe. 'Maar er is meer: deze unieke wetenschappelijke catalogus bevat veel andere typen data, met informatie over de eigenschappen van sterren en andere hemellichamen. Dat maakt deze data echt bijzonder.'

**Voor ieder wat wils**

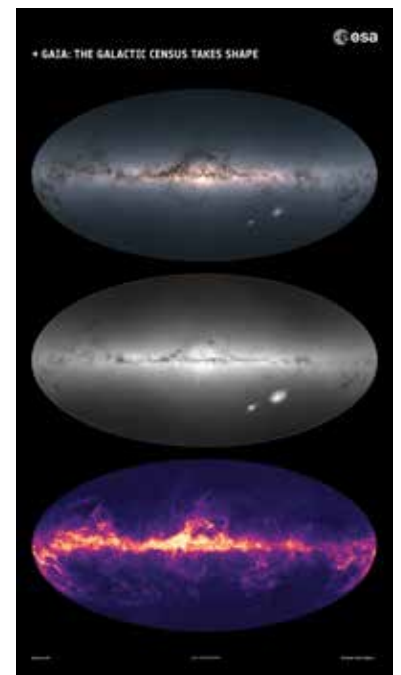
De omvangrijke dataset geeft nieuwe informatie voor talloze velden van de astronomie. Naast de positie van sterren geven de data ook informatie over de felheid van alle in kaart gebrachte sterren, evenals de kleurmetingen van de meeste van hen. Van een half miljoen sterren laten de metingen daarnaast zien hoe hun felheid en kleur in de loop der tijd veranderen. Daarnaast zijn bij een deel van de sterren ook snelheden, de effecten van interstellair stof en oppervlaktetemperaturen in kaart gebracht.

Gaia observeert naast sterren ook andere objecten in ons sterrenstelsel: de tweede dataset bevat de positie van meer dan 14.000 asteroïden. Dat maakt het mogelijk precieze berekeningen van hun banen te maken. Bij toekomstige datasets worden meer asteroïde-data verwacht. Daarnaast verzamelde Gaia ook informatie over de posities van een half miljoen quasars, felle sterrenstelsels met supermassieve zwarte gaten in hun kern.

Zodra wetenschappers Gaia 's nieuwe dataset gaan bestuderen, zullen naar verwachting grote ontdekkingen gedaan worden. Een initiële analyse die het data-consortium deed om de kwaliteit van de informatie te valideren, leverde al veelbelovende verrassingen op, inclusief nieuwe inzichten omtrent de evolutie van sterren.

**Galactische archeologie**

'De nieuwe Gaia-data zijn zodanig interessant dat er nu al spannende resultaten op ons afkomen', aldus Antonella Vallenari van het Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) en het Astronomische Observatorium in het Italiaanse Padua. 'We hebben bijvoorbeeld het meest gedetailleerde Hertzsprung-Russelldiagram ooit kunnen maken en daarin kunnen we nu al een aantal interessante trends waarnemen. Het voelt alsof we aan het begin staan van een nieuw tijdperk van galactische archeologie.'



Gaia's galactische sterrentelling. © ESA/Gaia/DPAC



Het Hertzsprung-Russelldiagram werd vernoemd naar de twee astronomen die het aan het begin van de twintigste eeuw ontwikkelden. Het diagram vergelijkt de intrinsieke felheid van sterren met hun kleur, en is een fundamenteel gereedschap om sterren en hun evolutie te bestuderen.

Een nieuwe versie van het diagram, gebaseerd op vier miljoen sterren die Gaia in kaart bracht in een straal van vijfduizend lichtjaar rondom de zon, laat veel niet eerder ontdekte details zien. Hieronder bevinden zich de signatuur van verschillende typen witte dwergen – de dode restanten van sterren als onze zon. De data zijn zo gedetailleerd dat er een differentiatie gemaakt kan worden tussen waterstofrijke kernen en kernen die voornamelijk uit helium bestaan.

'Gaia gaat ons begrip van het universum enorm veel verder brengen', aldus Gaia-projectwetenschapper Timo Prusti van ESA. 'Zelfs in de buurt van onze zon, wat de regio is waar we het meest van afweten, gaat Gaia nieuwe inzichten en spannende ontdekkingen teweegbrengen.'

### De Melkweg in 3D

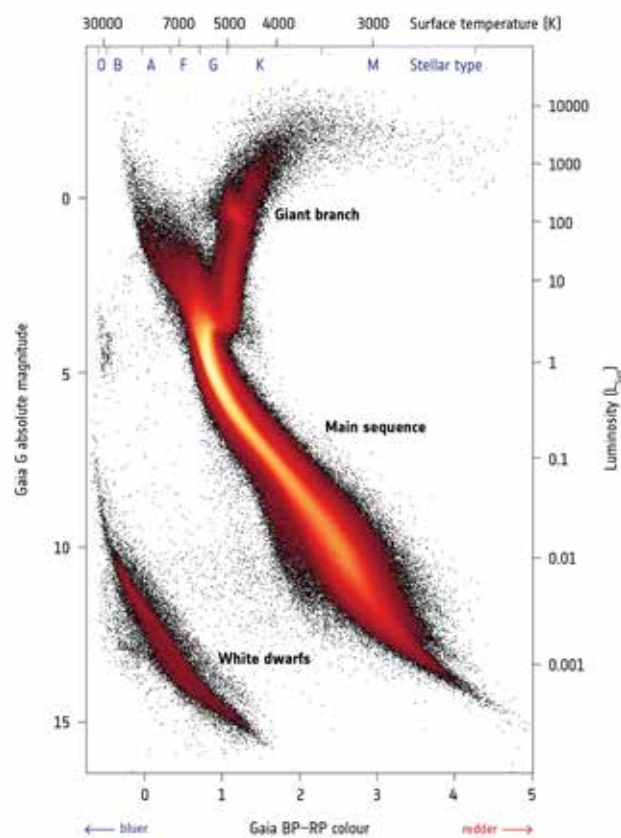
Van een subset van sterren die zich een paar duizend lichtjaar van de zon bevinden heeft Gaia de snelheid in alle drie dimensies gemeten. Daarmee zijn patronen waargenomen in de bewegingen van deze sterren. Toekomstig onderzoek moet uitwijzen of deze patronen gelinkt zijn aan verstoringen die worden veroorzaakt door de galactische balk – een keur aan sterren die dicht bij elkaar staan in een uitgerekte balk in het midden van de Melkweg – of dat ze worden veroorzaakt door de spiraalarm van ons sterrenstelsel of de interactie met kleinere sterrenstelsels.

Met Gaia's precieze blik wordt het ook mogelijk de bewegingen van sterren in bolvormige clusters waar te nemen. Dit zijn oude stelsels van sterren die aan elkaar gebonden zijn door zwaartekracht. Ze worden gevonden in de halo van de Melkweg. Ook wordt het mogelijk de bewegingen van sterren waar te nemen in nabijgelegen sterrenstelsels, zoals de Magelhaense Wolken.

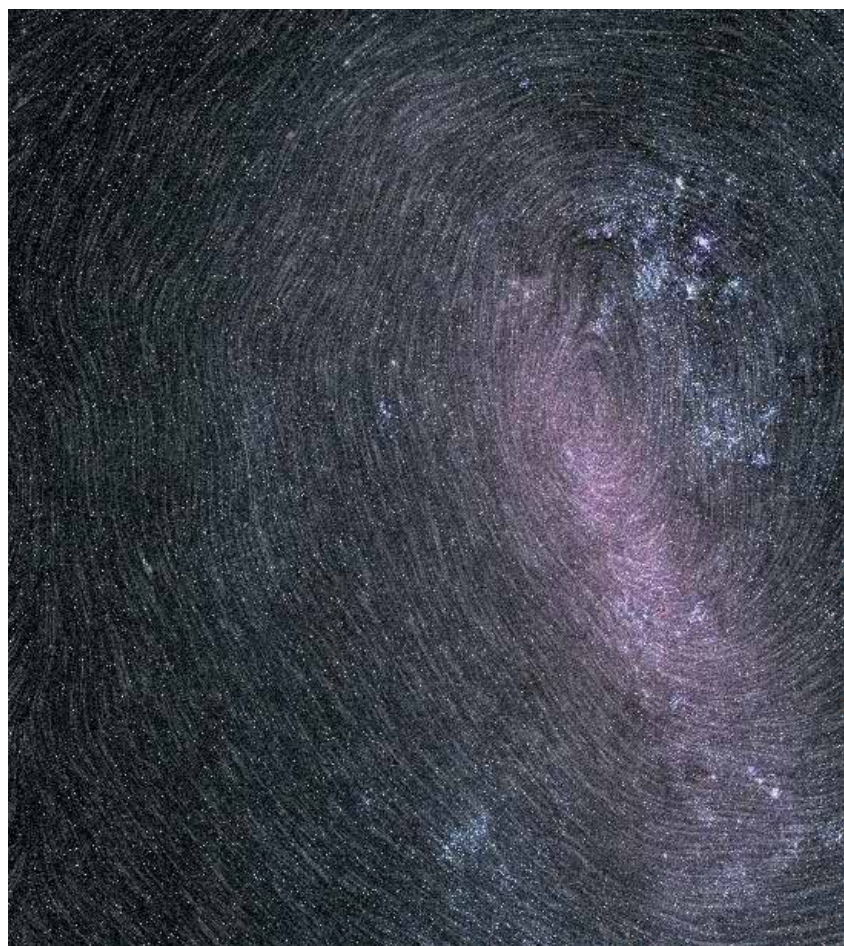
De data van Gaia zijn gebruikt om de banen van 75 bolvormige clusters en twaalf dwergstelsels rondom de Melkweg in kaart te brengen. Dit leverde belangrijke informatie op voor onderzoek naar de evolutie van ons sterrenstelsel en diens omgeving, de gravitationele krachten die daarbij een rol spelen en de manier waarop zwarte materie zich door sterrenstelsels verspreid.

'Gaia is astronomie op zijn best', aldus ESA's Gaia-missie-manager Fred Jansen. 'Wetenschappers zullen nog jaren bezig zijn met deze data, en we zijn er klaar voor om ons te laten verrassen door de lawine aan ontdekkingen die de geheimen van onze Melkweg zullen blootleggen.'  
(bron: ESA)

### → GAIA'S HERTZSPRUNG-RUSSELL DIAGRAM



Gaia's Hertzsprung-Russelldiagram. © ESA/Gaia/DPAC



Draaiing van de Grote Magelhaense Wolk. © ESA/Gaia/DPAC



## Belgische bijdragen aan de Gaia-missie

(gebaseerd op een gezamenlijk persbericht van de Koninklijke Sterrenwacht van België, KU Leuven, ULB, ULiège en Universiteit Antwerpen)

### KU Leuven

'Gaia is de meest verbazingwekkende ruimtemissie waaraan ik ooit heb gewerkt. De missie heeft impact op bijna alle onderzoeksgebieden in de sterrenkunde, inclusief het mijne', zegt dr. Joris De Ridder. Het Instituut voor Sterrenkunde van de KU Leuven leidt de werkgroep die verantwoordelijk is voor het classificeren van alle variabele sterren die door Gaia zijn waargenomen. Veel sterren vertonen kleine helderheidsvariëaties doordat hun grootte en temperatuur periodiek veranderen in de tijd. 'Zoals het geluid dat een viool maakt sterk verschilt van het geluid van een contrabas, verschilt de helderheidsvariatie van sterren ook per type ster, en onthullen ze zo iets over hun eigenschappen. We stonden voor een immense taak vanwege het enorme aantal sterren dat door Gaia werd waargenomen, daarom hebben we computercodes ontwikkeld die met behulp van kunstmatige intelligentie deze variabele sterren automatisch kunnen herkennen. De huidige Gaia-kaart bevat al meer dan 550.000 variabele sterren, maar er zullen er nog veel meer volgen!', aldus Joris De Ridder.

### Koninklijke Sterrenwacht van België

De Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB) heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het Gaia-project door een belangrijk aspect van de sterrenbeweging te berekenen: hoe snel de ster naar ons toe of van ons weg beweegt. Dit is wat wetenschappers de 'radiële snelheid' van een ster noemen. Met behulp van data van de Radial Velocity Spectrometer, een instrument aan boord van de Gaia-satelliet,

hebben wetenschappers de radiële snelheden van meer dan 7 miljoen sterren berekend, gegevens die voor de eerste keer worden gepubliceerd. 'Deze informatie zal uiteindelijk leiden tot een beter begrip van de structuur en de vormingsgeschiedenis van onze Melkweg', zegt dr. Ronny Blomme, projectonderzoeker van het Gaia-team van de KSB. De KSB draagt ook bij aan gegevensverwerking van asteroïden in de Gaia-metingen. De huidige versie van Gaia bevat de exacte positie van meer dan 14.000 asteroïden. 'We zijn verheugd', zegt dr. Thierry Pauwels die werkt aan de software ontworpen om de data van objecten in ons zonnestelsel te verwerken. 'Dit is de eerste keer dat onze bijdrage aan het Gaia-project publiek wordt gemaakt.'

### Université libre de Bruxelles

'Het is heel spannend om deel uit te maken van zo'n groot project, gaande van het eerste moment dat het nog een idee op papier is, tot de eerste grote hoeveelheid data publiek wordt gemaakt', zegt Dimitri Pourbaix, Belgische hoofdonderzoeker voor Gaia. 'En dit is nog maar een voorbode van het eindproduct dat over een paar jaar beschikbaar zal zijn'. Naast de Belgische coördinatie, leidt Pourbaix ook het deel van het Gaia Data Processing and Analysis Consortium (DPAC) dat verantwoordelijk is voor de dataverwerking van de studie van zonnestelselobjecten (opgenomen in deze Gaia-dataset), meervoudige sterren en uitgebreide objecten (die deel zullen uitmaken van de volgende dataset). Meer specifiek bestudeert het ULB-team drie soorten meervoudige sterren: de opgeloste systemen (de componenten kunnen visueel van elkaar worden onderscheiden), de astrometrische systemen (die als één ster maar met een afwijkende beweging worden waargenomen) en ten slotte de eclipserende systemen (objecten waarvan de verandering in helderheid wordt veroorzaakt door een andere ster die het licht blokkeert).

### Université de Liège

Het STARS-instituut van de Universiteit van Luik werkt nauw samen met de KSB aan de studie van de radiële snelheden van de sterren, waargenomen met de Gaia-satelliet. Zoals hierboven uitgelegd, laten deze snelheden toe om beter te begrijpen hoe de sterren rondbewegen in onze Melkweg. 'Voor deze Gaia-dataset focuste het Luikse team in het bijzonder op de scheiding van de gemeten sterren in twee categorieën: enkele en meervoudige sterren (of Non-Single Stars, NSS)', zoals dr. E. Gosset preciseert die verantwoordelijk is voor het spectroscopische NSS-kanaal in de Gaia-DPAC. 'NSS betekent dat de objecten zich in dubbelster- of meervoudige systemen bevinden. Het Luikse team is geïnteresseerd in dubbelsterren; maar voor deze datarelease beperken ze zich tot de detectie van meervoudige systemen om ze uit de spectroscopische dataset te verwijderen. Op deze manier kunnen we een catalogus leveren met goed gekarakteriseerde objecten. 'Het bestuderen van de meervoudige sterren wordt uitgesteld tot de volgende datarelease. De huidige release bevat al meer dan 7 miljoen sterren; het is de eerste keer dat zo'n enorme dataset van radiële snelheidsmetingen wordt vrijgegeven. Het Luikse team is ook betrokken bij de detectie van extragalactische objecten zoals quasars (de actieve kern van





zeer verre sterrenstelsels). 'Dit is de eerste keer dat quasars worden gemeten door een astrometrische satelliet', legt Ludovic Delchambre uit die onlangs een proefschrift verdedigde rond de verwerking van Gaia-DPAC voor quasars. 'Zo'n 500.000 quasars worden door Gaia waargenomen; dit zal het mogelijk maken om een zeer nauwkeurig referentiekader te definiëren.

### Universiteit Antwerpen

Wetenschappers van de Universiteit Antwerpen draagden bij aan het bepalen van de radiële snelheden van de sterren en hun helderheidsvariaties. 'Het is fantastisch om te zien hoe we in 10 jaar zijn gegaan van de eerste simulaties van zogeheten 'standard candles', i.e. sterren die we gebruiken om astronomische afstanden te bepalen, tot de geweldige lichtcurves van tienduizenden van deze sterren nu', stelt dr. Katrien Kolenberg van de Universiteit Antwerpen. 'Bovendien hebben we nu voor deze sterren posities en bewegingen, een 3D-kaart. Ik voel me een ruimtedetective die net een nieuwe 'zaklamp' heeft ontvangen - of liever tienduizenden! - om de geschiedenis en toekomst van onze Melkweg te onthullen.'

### WOORDENLIJST

**Dubbelsterren:** Een dubbelster is een systeem bestaande uit twee sterren die rond elkaar draaien, of correcter, rond hun gemeenschappelijke massacentrum. Recente studies suggereren dat meer dan de helft van alle sterren deel uitmaakt van een dubbelstersysteem of een systemen met meerdere sterren.

**Parallax:** Parallax is het verschil in schijnbare positie van een object langs twee verschillende gezichtslijnen: hou een vinger voor je gezicht, sluit afwisselend één oog en zie hoe je vinger en andere objecten lijken te bewegen. Hoe verder een object, hoe minder het beweegt, en dus hoe kleiner de parallax. Astronomen gebruiken parallax om de afstand tot nabije astronomische objecten te meten, waar de verschillende posities van de aarde in zijn baan rond de zon als de verschillende gezichtslijn werken en de afstand met behulp van enkele wiskundige formules berekend kan worden.

**Eigenbeweging:** Sterren zijn niet stationair maar draaien rond het midden van onze Melkweg. Onze zon roteert bijvoorbeeld met een snelheid van 220 kilometer per seconde rond het galactische centrum. Eigenbeweging is de snelheid van de waargenomen veranderingen in de schijnbare plaatsen van sterren aan de hemel, gezien vanuit het centrum van ons zonnestelsel.

**Quasars:** Een quasar of quasi-stellair object (QSO) bestaat uit een superzwaar zwart gat in het centrum van een verlegen sterrenstelsel. Vanuit de omringende schijf wordt gas en stof naar het zwarte gat wordt getrokken, wat een immense hoeveelheid straling uitzendt en het zo een van de meeste heldere objecten in ons universum maakt.

**Radiële snelheid:** De radiële snelheid van een ster is een maat voor hoe snel de ster naar ons toe (negatieve radiële



snelheid) of van ons weg (positieve radiële snelheid) beweegt. De radiële snelheid van een ster wordt gemeten met behulp van het Doppler-effect. Vanwege de relatieve beweging tussen de ster en de waarnemer, wordt het licht dat van de ster komt verschoven naar kortere (blauwere) golflengten als de sterren naar ons toe bewegen, en naar langere (rodere) golflengten als we ons verwijderen. Dit is vergelijkbaar met de verandering in toonhoogte in de sirene van een passerende politiewagen.

**Variabele sterren:** Een variabele ster is een ster waarvan de helderheid schommelt. Deze helderheidsvariatie kan worden veroorzaakt door een verandering in het licht dat de ster uitstraalt (intrinsieke variatie) of doordat iets rond de ster het licht gedeeltelijk blokkeert (extrinsieke variatie). Alle sterren zijn tot op zekere hoogte variabel (onze zon verandert tijdens de zonnecyclus ongeveer 0,1% in helderheid), maar er zijn grotere schommelingen te zien in objecten zoals eclipserende dubbelsterren (waarbij één ster voor de andere passeert en een deel of al het licht van de andere blokkeert) of pulserende reuzensterren (waar de ster afwisselend opzwellt en krimpt, waardoor zijn grootte en helderheid veranderen). Ook donkere en heldere plekken op het steroppervlak, zoals de zonnevlekken van de zon, kunnen waargenomen helderheidsvariaties veroorzaken.

De integratie van Gaia in het Centre Spatial Guyanais. © ESA-CNES-Arianespace / Optique Vidéo du CSG - P. Baudon