

# DAILY SCIENCE

D É C O U V R E Z   L A   S C I E N C E ,   L A   R E C H E R C H E   E T   L ' I N N O V A T I O N   " M A D E   I N   B E L G I U M "

---

## Klaar voor de ruimte!

**Door Laetitia Theunis**

Voordat satellieten en instrumenten in een baan om de aarde worden gebracht, worden ze getest in het [Centre Spatial de Liège \(CSL\)](#), dat wereldwijd een uitstekende reputatie heeft. Dat is ook het geval voor [3MI, een teledetectie-instrument](#) dat werd ontwikkeld door [de Europese organisatie voor het beheer van weersatellieten \(EUMETSAT\)](#) en de [Europese ruimteorganisatie \(ESA\)](#). “We zijn bijna klaar met de analyse van de gegevens. Met 3MI dragen we voor het eerst een algemene verantwoordelijkheid en bekijken we het satelliet-instrument integraal”, zegt Prof. Serge Habraken, directeur van CSL. De Luikenaars zetten zo de eerste stappen naar nieuwe wetenschappelijke inzichten.

### Een middel om de evolutie van het klimaat te volgen

De afkorting 3MI beschrijft perfect de eigenschappen van het instrument: Multi-viewing, Multi-kanaal en Multi-polarisatie beeldvorming. Deze radiometer werd ontwikkeld door het Italiaanse bedrijf Leonardo (gevestigd in Firenze). Het instrument meet de intensiteit van de elektromagnetisch straling bij verschillende golflengtes.

3MI vliegt in een heliosynchrone polaire baan om de Aarde. “Dit betekent dat het instrument telkens op hetzelfde zonne-uur boven een bepaald punt op onze planeet passeert. Het voert de metingen dus bij dezelfde lichtsterkte uit, waardoor de gemaakte beelden gemakkelijk met elkaar kunnen worden vergeleken.”

“3MI vliegt in een polaire baan op 800 km boven het aardoppervlak. Een rondje om de Aarde duurt ongeveer 100 minuten. Het instrument is gebouwd om aërosolen en hun interactie met wolken te observeren. Tegelijk wordt ook het albedo gemeten, met andere woorden de weerkaatsing van de zonnestrallen afkomstig van de Aarde. De analyses van al deze data geven ons informatie over de evolutie van het klimaat”, verklaart Christophe Grodent, Commercieel directeur van CSL.

Er worden 3 exemplaren van 3MI gebouwd. Ze worden gelanceerd aan boord van weersatellieten die door EUMETSAT en ESA zijn ontworpen, met name MetOp-SG-A1 in 2023, MetOp-SG-A2 in 2030 en MetOp-SG-A3 in 2037.

### Simulatie van de ruimte

Voordat het instrument in een baan rond de Aarde kan worden gebracht, moet men er zeker van zijn dat het op aarde gebouwde instrument correct werkt in de ruimte.

De cleanroom van het Centre Spatial de Liège is ISO 7 en klasse 10.000. “Dit betekent dat er minder dan 10.000 deeltjes zweven in het luchtvolume van een grote schoendoos. Ter vergelijking: in een huis zweven 1 tot 10 miljoen deeltjes in hetzelfde luchtvolume”, verklaart Christophe Grodent. Een beetje verder, in een ruimte met laminaire flow, is de norm nog strenger: ISO 5 en klasse 100. Om deze ruimte te betreden moet je je haarnetje en witte schort ruilen voor speciale kledij die eruitziet als een ruimtepak.

Het ruimte-instrument zal dus in een erg zuivere omgeving worden getest. Het wordt in een vacuümvat geplaatst, de zogenoemde FOCAL (Facilité Optique de Calibration A Liège). Het cijfer achter deze afkorting geeft de diameter van het vat weer. FOCAL 5, bijvoorbeeld, is een imposant vat met een diameter van 5 meter.

Daar wordt het instrument bediend met apparatuur die op Aarde blijft. Men spreekt dan van OGSE (Optical Ground Support Equipment) voor de optische apparatuur, EGSE voor de elektrische apparatuur, MGSE (mechanisch) en TGSE (thermisch). “Deze apparatuur gaat dus nooit de ruimte in. Ze dient voor het valideren en kalibreren van het ruimte-instrument. Hiervoor wordt het instrument getest in een omgeving die de ruimte simuleert op het vlak van warmte, vacuüm en optische stimuli van binnen of buiten het vat.

### **100 dagen in een vacuüm**

3MI is niet minder dan 100 opeenvolgende dagen in een vacuüm gebracht. “Deze periode was noodzakelijk om alle stimuli te genereren die nodig waren voor de kalibratie. Het gaat dan om verschillende golflengtes, verschillende hoeken en verschillende soorten metingen. Op die manier wilden we verifiëren of de optische prestaties van het instrument inderdaad overeenkomen met wat EUMETSAT verwacht en vraagt”, legt Prof. Habraken uit.

Waarom is zoveel tijd nodig? “Dat ligt aan de gevraagde soorten metingen en de manier waarop de GSE reageren. Het duurt bijvoorbeeld een bepaalde tijd om een instrument te draaien om zo een andere kijkhoek te valideren. Als er bijvoorbeeld 2000 hoeken moeten worden gemeten, moet deze handeling 2000 keer worden herhaald...”

“Als je een foto wilt nemen met een fototoestel, moet je de opening en de snelheid regelen om voldoende fotonen te hebben. Dit is in dit geval ook zo: er is een bepaalde integratietijd voor het invallende licht, die kan variëren van erg kort tot erg lang. Dat wordt bepaald door het instrument. De duur van de test hangt dus samen met de aard van het instrument,” aldus Christophe Grodent.

### **Ontwikkeling van modellen**

De opdracht van het Centre Spatial de Liège met 3MI gaat verder dan deze tests. De tests zijn nog maar het begin.

Als het instrument aan boord van de satelliet in een baan om de Aarde is gebracht, observeert dit het licht dat op de detector invalt. Vervolgens wordt de opgenomen energie omgezet in een digitaal signaal dat bestaat uit bits. Aangezien het instrument niet vrij is van kleine imperfecties, moeten deze signalen bewerkt en gecorrigeerd worden om signalen te krijgen die wetenschappelijk geïnterpreteerd kunnen worden. Die moeten energie voor energie, golflengte voor golflengte overeenkomen met het signaal dat door het instrument is ontvangen.

Om een beeld te krijgen dat het ontvangen signaal zo dicht mogelijk benadert, “hebben we een model van het instrument met al zijn imperfecties en een kalibratiemodel gebouwd. We hebben deze modellen gevalideerd met specifieke metingen (die rekening houden met de imperfecties van het instrument, nvdr) die we onder vacuüm hebben uitgevoerd tijdens de kalibratie van het instrument.”

### **Correctie van interferentielicht**

Zo slaagde CSL erin om uit de beelden die door 3MI gemaakt worden het interferentielicht te verwijderen dat veroorzaakt wordt door een bepaald object binnen of buiten het gezichtsveld.

Een instrument kijkt onder een bepaalde hoek. Als een object, bijvoorbeeld een ster, zich binnen het gezichtsveld bevindt, moet in theorie een pixel oplichten. “Maar in werkelijkheid wordt het invallende licht een aantal keer weerkaatst, zodat naast de theoretische pixel nog andere pixels oplichten. Dit interferentielicht is te wijten aan imperfecties van het instrument. Dit kan digitaal gesimuleerd en vastgelegd worden.”

“Er is ook interferentielicht buiten het gezichtsveld. In theorie zou een lichtpunt buiten het gezichtsveld geen enkel pixel doen oplichten. In de praktijk is dat niet het geval omdat het invallende licht meermaals weerkaatst wordt voor het op de detector valt. We zijn erin geslaagd dit licht als het ware uit te gommen door het af te trekken van het signaal”, gaat Christophe Grodent enthousiast verder.

Serge Habraken hoopt dat deze eerste geslaagde ervaring de voorbode is van nog andere. “Meestal sturen onze klanten ons een zwarte doos en vragen ze ons wat die waard is. In de toekomst willen we, net als met 3MI, ruimte-instrumenten mee helpen kalibreren, begrijpen en mee ontwikkelen. En dus meer betrokken worden bij de research.”