



Een duik in het
wereldruim



Van het witte continent naar de rode planeet

Een stap dichterbij Mars komen door reageerbuisjes en microscopen aan boord van het poolstation Prinses Elisabeth te plaatsen, dat is de gewaagde gok die Sarah Baatout, onderzoekster bij het SCK•CEN, met haar hele onderzoeksteam heeft genomen. Ze heeft een maand in extreme omstandigheden van isolement doorgebracht om het gedrag van ons immuunsysteem in de ruimte beter in kaart te kunnen brengen! Essentiële gegevens om vooruitgang te boeken in ruimtevaart en geneeskunde.

Radiobioloog, moeder van twee kinderen, uitstekend schaatsster en gastprofessor aan een universiteit: Sarah Baatout wemelt van de ideeën en projecten. Eind 2017 realiseerde de Belgische onderzoekster een van haar dromen: de Prinses Elisabethbasis vervoegen om er haar onderzoek naar ruimtevaart voort te zetten. Ze werd samen met een twintigtal andere Belgische en internationale wetenschappers geselecteerd en vloog op 16 december naar Antarctica na een lange wetenschappelijke, fysieke en psychologische voorbereiding.

Als hoofd van de eenheid radiobiologie van het SCK•CEN heeft Sarah haar hoofd ook een beetje in de sterren! Ze bestudeert al jaren met haar collega's van het laboratorium de impact van kosmische straling en extreme omstandigheden (opsluiting, stress, eenzaamheid) op het menselijke immuunsysteem. Het onderzoek helpt om een beter inzicht te krijgen in de werking van het lichaam van een astronaut in de ruimte en om toepassingen te ontwikkelen waarmee de mens ooit naar Mars zal kunnen vliegen.

KRUIDEN EN ZOUT NAAR BELIEVEN!

Een van de verbazingwekkende bijzonderheden van de intense kou op Antarctica is dat de smaak- en reukzin vrijwel uitgeschakeld worden. "Je ruikt bijna niets. Dat is ongelooflijk", vertelt Sarah. "Je kunt met moeite de geur van kerosine in de buurt van de voertuigen onderscheiden. Voor de smaak geldt hetzelfde. In de basis moesten we vijf of zes keer meer kruiden gebruiken dan gewoonlijk. En ook meer zout. Dat zou hier oneetbaar zijn!"



“ Ik hoop dat ik mijn passie voor de wetenschappen heb kunnen overbrengen bij de jongeren en hun interesse heb gewekt. ”

Het poolstation, een ruimtesimulator

Maar wat is het verband tussen haar recente, ijskoude poolverblijf en een toekomstig vertrek naar de vierde planeet van het zonnestelsel? *“Dat lijkt inderdaad paradoxaal, maar is het helemaal niet”,* aldus Sarah Baatout. *“Bijna alle ruimte-agentschappen hebben een platform op Antarctica. Het continent is de ideale plaats om experimenten uit te voeren. De leefomstandigheden zijn er vergelijkbaar met die in een ruimtestation. Je vindt er een combinatie van isolement, opsluiting en een gebrek aan ruimte. Je bent ver van je familie en elke andere menselijke aanwezigheid. De wind waait er tot 240 km/u en de temperatuur kan op sommige plaatsen tot - 90°C dalen! Het is heel zwaar. Je hebt ook bijna geen privacy. We slapen met meerdere mensen in een kleine container. Dat alles leidt tot een psychologische en fysiologische stress die vergelijkbaar is met die bij astronauten”,* beschrijft Sarah Baatout vol overtuiging.

Volledig medisch onderzoek

Sarah heeft dus een hele maand in die ijzige omgeving verbleven. *“Het was daar gelukkig zomer. Er waren dagen waarop het buitengewoon mooi was, en zelfs warm, en andere waarop het weer zo slecht was dat we op de basis moesten blijven. Naar buiten gaan was verboden”,* herinnert onze onderzoeker en tevens avonturier. Maar de ontberingen van het leven op Antarctica hebben haar er niet van weerhouden om haar belangrijke experimenten voort te zetten, integendeel.

“Een van de doelstellingen van onze studie was om de reactie van het immuunsysteem in leefomstandigheden op de Zuidpool te meten. Op Antarctica wordt het immuunsysteem van de mens meestal gedurende de eerste week onderdrukt. Dat is een van de gemeenschappelijke punten tussen een verblijf op de Zuidpool en in de ruimte. Aan de hand van regelmatige bloedonderzoeken zijn we nagegaan hoelang het lichaam erover doet om zijn balans te herstellen. We hebben ook een hartmonitoring uitgevoerd bij de leden van het station, alsook onderzoeken met speeksel- en urinetests, die uitstekende stressmarkers bevatten.”

Geneesmiddelen voor de ruimte

Vergis je niet, al het onderzoek dat bemande vluchten in de ruimte mogelijk maakt, helpt ook de geneeskunde vooruit. Een voorbeeld daarvan is de protontherapie die onder meer uit ruimteonderzoek is ontstaan. Tijdens haar poolmissie had de onderzoeker van het SCK·CEN zich nog een ander doel gesteld: de medische uitrusting testen voor de astronaut van morgen. En misschien ook wel de ziekenhuizen van overmorgen op aarde. *“We hadden een twintigtal geneesmiddelen bij die astronauten meenemen wanneer ze naar de ruimte reizen”,* voegt Sarah toe. *“We hebben ze op het dak van het poolstation gelegd om hun gedrag in de aanwezigheid van enorme dosissen UV-stralen te bestuderen. Op Antarctica is het in dit seizoen bijna continu dag. We wilden nagaan hoe snel deze geneesmiddelen verslechteren, wanneer ze aan de effecten van kosmische straling en extreme kou worden onderworpen. Op die manier willen we de dosissen kunnen berekenen die aan de astronauten toegediend moeten worden. Dat is belangrijk, omdat de werkzaamheid van bepaalde geneesmiddelen in de ruimte verschilt. Sommige hebben een verhoogde werkzaamheid, andere een verlaagde.”*

“Ik heb buitengewone mensen leren kennen. We hebben momenten gedeeld en samen beleefd, die je in het dagelijkse leven zelden meemaakt. Het was uniek. ”

Een onvergetelijke ervaring

“Het verblijf en de onderzoeken ter plaatse zijn slechts het topje van de ijsberg. Het project vereiste teamwork. Mijn collega's moesten heel creatief en flexibel zijn om van dit experiment een wetenschappelijk succes te maken”, verduidelijkt Sarah, die trots is op dit verblijf. *“We moesten onze protocollen wijzigen en ze aan de veiligheidsbeperkingen aanpassen. We moesten onze apparatuur tot het strikte minimum beperken, omdat we maar weinig gewicht konden meenemen. Ik moest zelf leren repareren wat gerepareerd mocht worden om dezelfde redenen. De voorbereiding was echt enorm, maar wat een voldoening.”* En wat een avontuur! Aan haar verblijf op het witte continent houdt Sarah inderdaad een onvergetelijke herinnering over. *“Het is nog te vroeg om conclusies te trekken uit onze analyses, maar wat ik daar persoonlijk heb beleefd, is fantastisch. Ik heb buitengewone mensen leren kennen. We hebben momenten gedeeld en samen beleefd, die je in het dagelijkse leven zelden meemaakt. Het was uniek.”*

EDUCATIEF PROJECT

Deze onvermoeibare onderzoekster werkt ook aan verschillende educatieve projecten. Het lag voor haar dan ook voor de hand dat ze haar avontuur met jongeren zou delen. *“Ik slaagde erin om tot 3 uur internetverbinding per dag te krijgen”,* zegt Sarah enthousiast. *“Ik heb van die tijd gebruik gemaakt om – via videoconferentie – mijn missie aan klassen van het lager en middelbaar onderwijs uit te leggen. Dat voor vier à zes scholen per dag. Ik hoop dat ik zo mijn passie voor de wetenschappen heb kunnen overbrengen en hun interesse heb gewekt.”*

“Belgische” cyanobacteriën veroveren de ruimte

Op 15 december 2017 vertrok de SPACEX-13-raket vanuit het Kennedy Space Center in Florida naar het Internationale Ruimtestation ISS. Aan boord: de allereerste bioreactor ontwikkeld door de microbiologen van het SCK•CEN in samenwerking met het Europese Ruimtevaartagentschap, het wetenschappelijke consortium MELiSSA en het bedrijf QinetiQ Space. Dat unieke experiment vormt een essentiële stap naar een autonoom zuurstof- en voedsel-productiesysteem voor toekomstige langdurige bemande ruimtevluchten. En het betekent een kleine stap dichterbij de felbegeerde planeet Mars...

Is België een toegangspoort tot de sterren? Ja, of althans momenteel tot de aardse voorsteden. Het SCK•CEN onderscheidt zich al jaren op het gebied van ruimteonderzoek en stuurt op regelmatige basis experimenten in een baan rond onze blauwe planeet. Toch is het meest recente experiment ongetwijfeld een keerpunt in de vervulling van een grote droom: een reis naar Mars en, wie weet, misschien ooit nog verder.

Uitdagingen van de ruimte

Er moet nog veel vooruitgang worden geboekt, voordat we voet op de rode planeet zetten. “De grootste uitdaging om daarin te slagen, is voldoende voedsel- en watervoorziening voor de bemanningen die voor dit type reis vertrekken. Het is dan immers niet meer mogelijk om zich tijdens de vlucht te

bevoorraden, zoals nu het geval is”, verklaart Natalie Leys, verantwoordelijke voor het Space Life Science Program van het SCK•CEN. Maar er wachten de toekomstige astronauten die naar de kosmos vertrekken nog andere grote uitdagingen, zoals de bijna-afwezigheid van zwaartekracht of de schadelijke kosmische straling. “Zolang we onder het schild van de magnetosfeer van de aarde blijven, blijven we beschermd tegen de effecten van straling op ons lichaam. Maar dat is niet langer het geval als je het schild verlaat”, merkt de microbioloog op. De dagelijkse dosis

ioniserende straling in de ruimte is dus veel hoger dan die gemeten op aarde. In het Internationale Ruimtestation (ISS), dat nochtans gedeeltelijk beschermd is door de magnetosfeer, ligt de dosis over het algemeen 200 keer hoger.

Ruimtecompost

Blijft de weg naar Mars en de sterren dus voorgoed afgesloten? Dat is buiten de vindingrijkheid van de wetenschappers gerekend, die aan programma's voor bemande vluchten werken. “De ruimteagentschappen bedenken bijvoorbeeld oplossingen waarmee bemanningen hun water, voedsel en zuurstof zelf kunnen produceren door hun afval te regenereren. Dat is precies het doel dat het Europese Ruimteagentschap zich heeft gesteld met het project MELiSSA, waarvan het SCK•CEN een van de medeoprichters is”, legt Natalie Leys verder uit. Maar hoe? Het is onmogelijk een moestuin en een voorraad tuinaarde mee te nemen: te zwaar en te omslachtig! “Het idee is eerder om een deel van een zoetwaterecosysteem »



“ We moesten een bioreactor ontwerpen die onder de veeleisende omstandigheden van de ruimte kan werken. Dat was een echte wetenschappelijke en technologische uitdaging, maar we zijn erin geslaagd en daar zijn we erg trots op! ”

van de aarde na te bootsen met behulp van geavanceerde bioreactoren om productiekassen te voeden. We willen een soort van ruimtecompost produceren. We zijn van plan micro-organismen te gebruiken om organisch en anorganisch afval te recyclen tot voedingsstoffen voor planten. Sommige van deze micro-organismen zijn zelfs eetbaar en kunnen dus door astronauten ook geconsumeerd worden”, verduidelijkt Natalie Leys.

Eerste bioreactor in de ruimte

Sinds de vlucht van de Belgische ruimtevaarder Frank De Winne heeft ons centrum verschillende kweken van micro-organismen de ruimte ingestuurd. “Het ging toen om minder complexe experimenten”, nuanceert Natalie Leys. In december 2017, na tien jaar intensief onderzoek, heeft het SCK•CEN een stap verder gezet door aan boord van het ISS-station geen “eenvoudige” kweek mee te sturen, maar een geavanceerde bioreactor met spirulina, een van de meest interessante cyanobacteriën (zie kadertekst). “Dit is een Europese en waarschijnlijk zelfs een wereldwijde primeur!”, verheugt Natalie Leys zich. “De bioreactor werd gedurende vijf weken actief gevoed en op afstand gemonitord. Tijdens het experiment konden de ruimtevaarders ook monsters verzamelen. We wilden het gedrag en de zuurstofproductie van spirulina bestuderen in aanwezigheid van microzwaartekracht en ruimtestraling. We moesten dus een bioreactor ontwerpen die onder die veeleisende omstandigheden kon werken. Dat was een wetenschappelijke en technologische uitdaging, maar we zijn erin geslaagd en daar zijn we erg trots op!”



Een onverwachte oogst

De eerste resultaten komen in ieder geval tegemoet aan de uitdaging en hebben sommige wetenschappers van het Space Life Science Program zelfs verrast: “De zuurstofproductie is bijna vergelijkbaar met wat we op aarde hadden kunnen hebben. De laatste oogst was zelfs beter dan we hadden verwacht, al kunnen we nog niet verklaren waarom”, verheugt Natalie Leys zich. “Sommige dingen moeten uiteraard worden verbeterd, maar we weten wel al dat dit type bioreactor werkt. Dat is een eerste mijlpaal!”



©NASA

SPIRULINA, TOEKOMSTIG ASTRONAUTENVOEDSEL?

Eenvoudig te produceren, in staat om snel organisch en anorganisch materiaal in voedingsstoffen en biomassa om te zetten, ... Sommige micro-organismen zijn ideale kandidaten om de toekomstige provisiekast van astronauten te vullen. Tot de modelleerlingen behoren de cyanobacteriën van het geslacht *Arthrospira*, beter bekend onder de naam spirulina. “Ze hebben het voordeel dat ze zich ontwikkelen door fotosynthese, net zoals planten”, legt Natalie Leys uit. “In tegenstelling tot conventionele gewassen kunnen ze op heel kleine oppervlakken worden gekweekt. Ze verbruiken ook CO₂ uit de atmosfeer en recyclen die in zuurstof, wat erg nuttig is in de besloten ruimte van een ruimteschip. Ze zijn perfect eetbaar en vormen een belangrijke bron van eiwitten. Bovendien zijn ze bijzonder goed bestand tegen kosmische straling!”

Innovatie

Het SCK•CEN verlegt grenzen om te innoveren

We trekken naar alle uithoeken van onze aardbol, traceren via modellen deeltjes in de atmosfeer en beschouwen zelfs de ruimte als ons speelterrein. Het is letterlijk en figuurlijk grenzen aftasten en ze verleggen om het onmogelijke mogelijk te maken. Dit door continue te innoveren. Alleen of in samenwerking, maar telkens met een onbegrensd enthousiasme, een brandende nieuwsgierigheid en het oog op het belang voor de samenleving.

Hildegarde Vandenhove

Instituutsdirecteur
Milieu, Gezondheid en Veiligheid



De jacht op het raadselachtige steriele neutrino

Een nieuw type detector die voortvloeit uit een samenwerking tussen België, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk, werd gebouwd op de site van het SCK•CEN om het bestaan van het steriele neutrino aan te tonen. Dat elementaire deeltje, waarvan het bestaan voorlopig enkel theoretisch is, zou een belangrijk deel kunnen uitmaken van de mysterieuze 'donkere materie', een van de belangrijkste componenten van het universum.

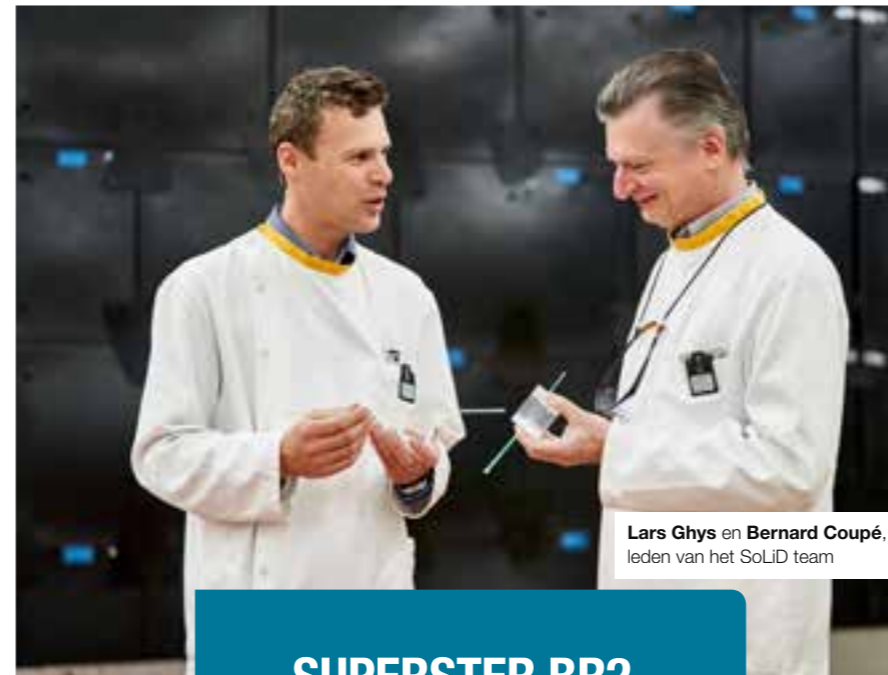
Quarks, leptonen, bosonen,... zijn enkele van de namen die deel uitmaken van het vreemde en fascinerende verzameling van elementaire deeltjes die de meest fundamentele elementen van het universum vormen. Onder deze deeltjes vormen de neutrino's een ietwat ongebruikelijke categorie. Ze zijn bijna niet op te sporen en interageren nauwelijks met de materie. Elke seconde doorkruisen miljarden neutrino's afkomstig van de zon ons lichaam zonder enige interactie.

Het bestaan en de kenmerken van drie soorten neutrino's konden worden vastgesteld. Bepaalde abnormale meetwaarden van de afgelopen tien jaar suggereren echter het bestaan van een vierde soort neutrino: het steriele neutrino. Deze zou zelfs nog verrassender kunnen zijn dan de andere: het zou helemaal niet met de materie interageren en dus onmogelijk te detecteren zijn met onze huidige technologie.

De jacht op neutrino's

Sinds 2013 werkt een consortium van het SCK•CEN en andere Belgische, Franse en Britse onderzoekscentra aan de ontwikkeling van een innovatieve neutrino-detectietechnologie. Het hoofddoel van dit ambitieuze project, SoLid (*Search for oscillation with a Lithium-6 detector*) genaamd, is het antwoord zoeken op een van de fundamentele vragen van de huidige deeltjesfysica: bestaan steriele neutrino's?

Aangezien het steriele neutrino per definitie niet detecteerbaar is, hebben de wetenschappers geen andere keus dan via een omweg te werk te gaan en de indirecte effecten ervan kritisch te bekijken. "We weten dat neutrino's massaal gegenereerd worden door kernreactoren. We zullen daarom met een nooit eerder bereikte precisie de stroom neutrino's meten, die door de BR2-onderzoeksreactor van het SCK•CEN geproduceerd worden. We willen nagaan of we verschillen of afwijkingen vinden ten opzichte van wat we verwachten te meten. Dat zou kunnen wijzen op het bestaan van steriele neutrino's", verklaart Lars Ghys, een van de fysici van het Belgische onderzoekscentrum die met deze studie belast zijn.



Lars Ghys en Bernard Coupé, leden van het SoLid team

SUPERSTER BR2

De keuze van de BR2-onderzoeksreactor van het SCK•CEN is niet toevallig. "Het nadeel van metingen in de buurt van een kernreactor is dat we rekening moeten houden met een hogere achtergrondstraling vanwege de aanwezigheid van de reactor of de kosmische straling. Dat verstoort de berekeningen. In vergelijking met andere onderzoeksreactoren geniet de BR2 van een van de laagste achtergrondstralingen ter wereld, waardoor hij vrijwel uniek is om onze studie uit te voeren", benadrukt Lars Ghys. Om deze testen uit te voeren, werd een behuizing van polyethyleen met water, met een totaalgewicht van 35 ton, in de BR2 geïnstalleerd om de detector te isoleren van de achtergrondstraling.

Een heel 'SoLid'e detector

Aangezien andere experimenten van hetzelfde type niet noodzakelijk doorslaggevend waren, hebben de wetenschappers van het consortium een neutrino-detecteur van een totaal nieuw genre gebouwd, meer bepaald een anti-neutrino-detecteur. Het geheel weegt 1,6 ton en bestaat uit plastic kubusjes van 5 op 5 cm. Er zijn er maar liefst 12 800 in totaal.

De neutrino's die dat materiaal doorkruisen, veroorzaken een reactie, een soort van korte lichtflits: "Dat is het signaal dat wij met een nog nooit eerder bereikte precisie kunnen detecteren en lokaliseren. De fijne segmentatie van onze detector, met zijn 12 800 kubusjes, maakt hem uniek in de wereld. Het zorgt voor een onovertroffen, ruimtelijke gevoeligheid", benadrukt Lars Ghys.

Een beter inzicht in het universum

Het experiment, dat sinds december 2017 loopt in Mol, heeft al veel terabytes aan gegevens opgeleverd. Ze worden momenteel geanalyseerd en geïnterpreteerd. De eerste wetenschappelijke resultaten worden de komende maanden verwacht. Er is echter nog een aantal jaren onderzoek nodig om tot een conclusie te komen.

Maar laten we een beetje dromen. Waartoe zou de ontdekking van een nieuw type elementair deeltje kunnen leiden? Zijn er praktische toepassingen mogelijk? "Dat weten we nog niet, maar we kunnen ons bijvoorbeeld voorstellen dat deze nieuwe detectortechnologie gebruikt zou kunnen worden in de strijd tegen de proliferatie van kernwapens. Neutrino's reizen ongehinderd over grote afstanden, dus zouden ze gebruikt kunnen worden voor het detecteren van verschillende radioactieve materialen die in een bepaalde reactor worden geproduceerd zonder er heel dicht bij te komen", stelt Bernard Coupé, onderzoeker bij het SCK•CEN en lid van het SoLid-team, zich voor.

Maar het is in het domein van het fundamenteel onderzoek dat de ontdekking van het steriele neutrino het meest revolutionair zou kunnen zijn. "Het aantonen van hun bestaan zou van groot belang kunnen zijn in het domein van de deeltjesfysica. De steriele neutrino's zouden ook een essentieel bestanddeel kunnen zijn van de donkere materie waaruit een deel van het universum bestaat. Die materie is niet zichtbaar, maar wij weten dat ze bestaat!", zegt Lars Ghys enthousiast.

“ De fijne segmentatie van onze detector, met zijn 12 800 kubusjes, maakt hem uniek in de wereld. Het zorgt voor een onovertroffen, ruimtelijke gevoeligheid. ”