



Ruimtestenen op het ijs

SAMBA (Search for Antarctic Meteorites: Belgian Activities) is een project van de Vrije Universiteit Brussel (VUB) en de Université Libre de Bruxelles (ULB), gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo). Voor dit project werken de beide universiteiten samen met het National Institute of Polar Research (NIPR) in Tokio.

Wetenschappers van de VUB, de ULB en het NIPR voerden tussen 2009 en nu drie expedities uit om meteorieten op te sporen in de blauwe ijsvelden van Oost-Antarctica, meer bepaald in de buurt van de Prinses Elisabethbasis (PE). Ze vonden in totaal 1278 nieuwe stalen. Al deze fragmenten worden onderzocht om het geheim te ontrafelen achter het ontstaan van het zonnestelsel en van de vorming van de eerste planeten ongeveer 4,5 miljard jaar geleden.

Het belang van meteorieten

Meteorieten zijn de overgebleven bouwstenen van het zonnestelsel. Daarom leveren ze heel wat informatie op over het ontstaan en de ontwikkeling ervan en over de vorming van de planeten. De meeste meteorieten zijn afkomstig uit de grote asteroïdengordel tussen Mars en Jupiter. Heel zeldzame exemplaren kwamen los uit de diepe korst van de maan en van Mars na een grote impact. Meteorieten worden ingedeeld in groepen volgens de verschillende evolutiestadia van de zonnenevel. De meest primitieve meteorieten – koolstofchondrieten – zijn samen met andere chondrieten ontstaan na het uit elkaar vallen van kleine, ongedifferentieerde planetaire lichamen. De term 'ongedifferentieerd' betekent dat ze zich sinds de vorming van het zonnestelsel geologisch gezien niet hebben ontwikkeld.

Koolstofchondrieten hebben ongeveer dezelfde chemische samenstelling als de zon en zijn ontstaan door condensatie van de zonnenevel. Ze hebben vervolgens haast geen ontmenging of andere verandering ondergaan. De chondren (voormalige ronde gesmolten druppels) en de Ca- en Al-insluitels (CAI) die we in deze meteorieten aantreffen, zijn de eerste refractaire fases die uit de nevel zijn gecondenseerd ($> 1800\text{ K}$). Volgens radiometrische datering van deze CAI uit de Acfer 059-meteoriet met U/Pb-isotoopsystemen is het zonnestelsel $4567,2 \pm 0,6$ miljoen jaar geleden ontstaan. Koolstofchondrieten bevatten ook complexe organische verbindingen (zoals aminozuren) die inzicht bieden in het ontstaan van leven op aarde. De andere groepen meteorieten (ijzer, steen-ijzer en achondrieten) zijn ontstaan uit meer gedifferentieerde of meer geëvolueerde planetaire lichamen die verschillende fases van planetaire evolutie (vergelijkbaar met de vorming van de kern, de mantel en de korst van de aarde) en schokmetamorfose tijdens inslagen hebben doorgemaakt. Deze ruimtestalen schetsen een uniek beeld van de mineralogie van de onbereikbare diepe aarde. De waarde van meteorieten als bewijsmateriaal voor de vormingsprocessen van sterren, het zonnestelsel en planeten hoeft geen verder betoog. Zowel vroeger als ook nu nog leveren meteorieten informatie op over de ontwikkeling van sterren en over nucleosynthese, over de chronologie van het zonnestelsel, over de vorming van planeten, over het bombarderen met kosmische straling, over de diepe korst van Mars en van de Maan en over de verschillende soorten asteroïden. Ze worden vaak ook gebruikt voor het 'ijken' van de instrumenten van ruimtevaartuigen en landingstuigen voor planetair onderzoek (zoals de Spirit of de Pathfinder).

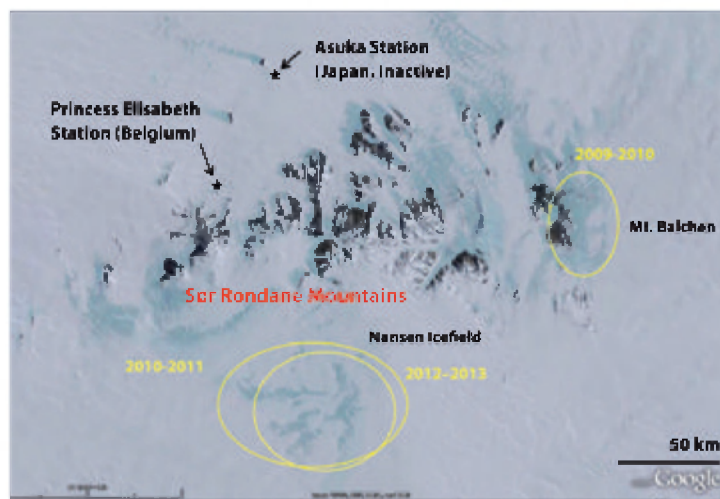


Een wetenschapper vindt een meteoriet op het blauwe ijsveld.

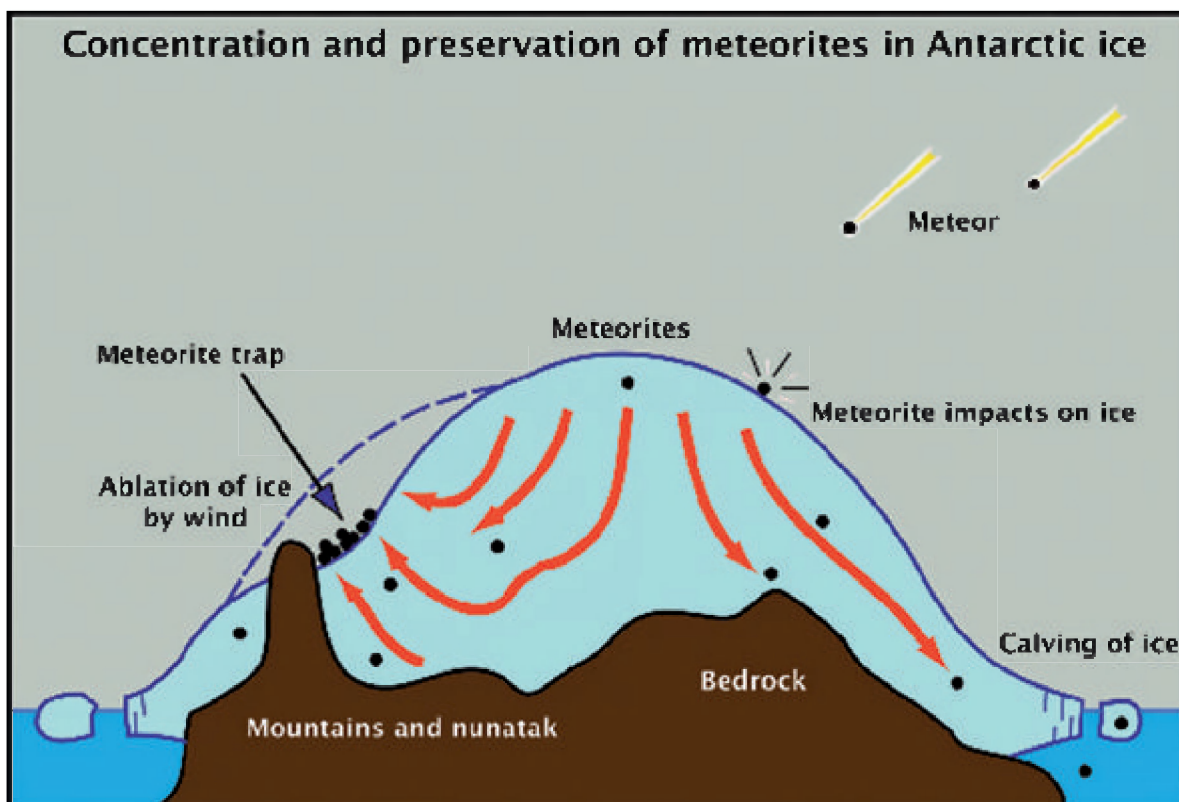
Meteorieten op Antarctica

In 1969 ontdekte een Japans team van glaciologen voor het eerst negen meteorieten die op het ijs lagen in de buurt van de Yamatobergen in Oost-Antarctica. De stalen die vandaag op Antarctica worden verzameld, vertegenwoordigen ongeveer 70% van alle bekende meteorieten. Hun onderzoek leidt tot een beter inzicht in de vorming van het zonnestelsel en van de planeten. Hoewel buitenaards materiaal gelijkmatig over de hele aarde valt, worden de meeste zeldzame en waardevolle meteorieten teruggevonden in de ijsvelden op Antarctica. De lage temperaturen en de extreme droogte behoeden ze voor vertering op aarde. Een meteoriet die op Antarctica valt, raakt snel onder sneeuw bedolven en zinkt seizoen na seizoen dieper weg. Uiteindelijk raakt de meteoriet helemaal ingekapseld in ijs als de sneeuw onder de grote druk kristalliseert. Ijs verplaatst zich traag. De ingegraven meteorieten worden samen met het ijs meegesleurd naar de rand van het continent, waarna het merendeel jammer genoeg in de oceaan verdwijnt. Waar een obstakel zoals een bergketen de ijsstroom tot stilstand brengt of vertraagt, blaast de krachtige wind de oppervlakkige sneeuw weg en gaat die het ijs langzaam eroderen (afbeelding 1). Na verloop van tijd komen meteorieten die diep onder heel wat lagen ijs lagen verborgen, terug naar de oppervlakte omdat het geërodeerde ijs stroomopwaarts door diepte-ijs wordt aangevuld. Plekken waar de ijsstroom tot stilstand komt, worden omschreven als oppervlakken waar meteorieten stranden. Met wat geduld, een paar goede ogen en wat geluk kun je op de blauwe ijsvelden van Antarctica heel wat meteorieten verzamelen.

De afgelopen vijftig jaar domineerden de VSA en Japan de zoektocht naar meteorieten op Antarctica. Japanse expedities verzamelen hoofdzakelijk meteorieten in de ijsvelden rond de Yamatobergen op Oost-Antarctica; de Amerikanen focussen op het andere deel van het continent en werken vanuit de bekende McMurdobasis. De blauwe ijsvelden rond de Belgische Prinses Elisabethbasis en het Sør Rondanegebied horen echter bij de plekken waar de meeste meteorieten worden aangetroffen. Verschillende zeldzame en waardevolle exemplaren zoals meteorieten van Mars en van de maan, zijn in Oost-Antarctica teruggevonden. Ze leveren een belangrijke bijdrage tot de vorderingen op het vlak van planetaire wetenschappen. Hoe groter het aantal verzamelde meteorieten, hoe groter de kans om nieuwe en/of zeldzame types terug te vinden die meer inzicht verlenen in de evolutie van het zonnestelsel.



Afbeelding 2: Regio waar de zoekexpedities van 2009-2010, 2010-2011 en 2012-2013 plaatsvonden.



Afbeelding 1: Accumulatie, transport en bewaring van meteorieten in de blauwe ijsvelden.

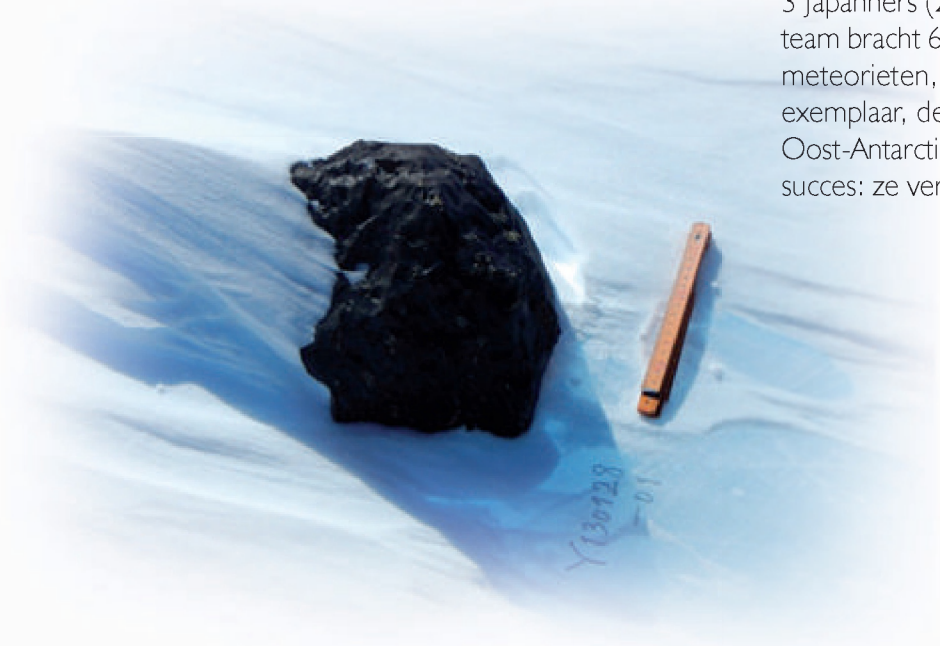
Omdat de gestrande meteorieten traag maar gestaag worden aangevuld door het bewegende ijs, liggen er nog heel wat exemplaren voor het rapen. Het Prinses Elisabethstation is hiervoor de perfecte logistieke uitvalsbasis. Het SAMBA-initiatief wil deze unieke meteorieten verzamelen en naar het laboratorium brengen voor uitgebreid onderzoek. Omdat het gaat om een Belgisch-Japanse joint venture, worden de verzamelde exemplaren netjes onder de twee landen verdeeld. Na een eerste classificatie – waarbij onderzoekers nagaan om welke soort meteoriet het gaat en ze deze vervolgens karakteriseren qua samenstelling – worden de exemplaren voor onderzoek ter beschikking gesteld van de Belgische en Japanse onderzoekers en van de rest van de internationale wetenschappelijke gemeenschap. In het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN) is hiervoor speciaal een instantie opgericht. Die gaat nauw samenwerken met de bestaande Japanse instantie bij het NIPR om staalfragmenten toe te wijzen aan onderzoekers verbonden aan instellingen van over de hele wereld. De toewijzing gebeurt op basis van een gemotiveerde aanvraag. Het KBIN moet door zijn beheerinstantie van de verzameling Antarctische stalen uitgroeien tot de draaischijf voor het onderzoek van meteorieten in Europa.

Expedities op zoek naar meteorieten

In 2009 nam dr. Steven Goderis (VUB) deel aan de Japanse JARE 51-expeditie naar de Balchen-regio op ongeveer 200 km van het Prinses Elisabethstation. Deze expeditie bestudeerde de lokale geologie en verzamelde meteorieten. Na een maand aan boord van de beroemde Japanse ijsbreker Shirase, kwam het team dat vertrok uit Perth (Australië) aan in Crown Bay. Daar werd het materiaal op een spectaculaire manier met helikopters gelost. Het team werkte mee aan de samenstelling van het konvooi op de ijsplaat en vertrok enkele dagen later naar Balchenfjella (op zo'n 1600 m hoogte) ten oosten van het Sør Rondanegebergte. Bij uitstekende weersomstandigheden begon de zoektocht naar meteorieten. En met succes: tijdens de volgende 6 weken vond de expeditie niet minder dan 635 meteorietfragmenten, waaronder verschillende zeldzame exemplaren zoals ureilieten en ijzermeteorieten.

Een jaar later werd een verkenningsmissie georganiseerd om een route uit te stippelen van de Prinses Elisabethbasis naar het ongeveer 140 km zuidelijker op grote hoogte (2900 m) gelegen Nansenijsveld, op de zuidflank van het Sør Rondanegebergte. Deze beperkte expeditie – met Steven Goderis, Vinciane Debaille (ULB) en Hiroshi Kaiden (NIPR) – wou het meteorietpotentieel van deze regio in kaart brengen. Door het kleine aantal deelnemers en de slechte weersomstandigheden – extreem lage temperaturen en heel harde wind – verzamelde het team minder dan 10 kg stalen (218 fragmenten) in het noordwestelijke deel van Nansen. Toch kon het team bevestigen dat het Nansenijsveld veel potentieel heeft.

In 2012-2013 werd een veel grotere expeditie samengesteld die onder leiding van Vinciane Debaille terugkeerde naar het zuidelijke en oostelijke deel van het Nansenijsveld. De expeditie bestond uit 8 wetenschappers: 5 Belgen (ULB en VUB) en 3 Japanners (2 van het NIPR en 1 van Tokyo University). Het team bracht 6 weken door op het plateau en verzamelde 425 meteorieten, waaronder een uniek, ongeveer 18 kg zwaar exemplaar, de grootste meteoriet die de afgelopen 25 jaar in Oost-Antarctica werd gevonden. De expeditie was een groot succes: ze verzamelde meer dan 75 kg meteorieten.



Close-up van een grote meteoriet op het ijs.



Hoe vind je meteorieten?

Het zoeken naar meteorieten op de uitgestrekte ijsvelden gebeurt meestal met sneeuwscooters. De zwarte stenen vallen immers op tegen de witte ijsachtergrond. Op andere locaties zoals morenevelden, gebeurt de zoektocht te voet. Met sneeuwscooters kan een team ongeveer 15 tot 30 km per dag doorzoeken, wat afhankelijk van de weersomstandigheden ongeveer 4 tot 6 uur in beslag neemt. Doorgaans rijden ze in V-formatie. De voorste rijder kijkt uit voor spleten of andere mogelijke gevaren. De volgende rijders respecteren een tussenafstand van ongeveer 20 tot 50 m, afhankelijk van de zichtbaarheid en de mogelijke gevaren. Aardgesteenten komen in de blauwe ijsvelden nauwelijks voor. Meteorieten onderscheiden zich bovendien door hun fusiekorst die is ontstaan door opwarming bij hun terugkeer in de dampkring. Als het team een meteoriet vindt, legt het de positie met de gps vast en neemt het foto's met een meetlat naast de gevonden meteorieten. Teamleden doen het nieuwe staal vervolgens voorzichtig in een plastic zak zonder het met de handen aan te raken om biologische contaminatie te vermijden. De zak krijgt een label en het team noteert alle mogelijke informatie in een logboek. Als de meteoriet netjes in een tas is gestopt, nemen de teamleden hun plaats in de V-formatie weer in.

De verzamelde meteorieten worden eerst in bevroren toestand naar Japan gestuurd. In het NIPR worden ze volgens een speciale procedure ontdooid. Deze meteorieten waren immers lange tijd door de sneeuw en het ijs behoed voor erosie. Daarom moet worden vermeden dat water in de steen doordringt en gebeurt het ontdooien onder vacuüm: hierdoor verdampt het ijs en wordt het geen vloeibaar water. De meteoriet blijft droog en intact en raakt niet besmet. Hij is nu klaar voor allerlei laboratoriumonderzoeken om zijn informatie over het ontstaan van het zonnestelsel en de planeten te achterhalen.

Groepsfoto bij de grootste meteoriet die tijdens de 2012-2013 expeditie werd gevonden; de meteoriet weegt 18 kg.

De auteurs

Philippe Claeys, Earth System Science, Vrije Universiteit Brussel, phclaeys@vub.ac.be
 Vinciane Debaille, G-Time, Université Libre de Bruxelles, vdebaille@ulb.ac.be
 Steven Goderis, Earth System Science, Vrije Universiteit Brussel, stgoderi@vub.ac.be
 All pictures © Steven Goderis

V-formatie bij het zoeken naar meteorieten.

