

METRO

MEteor TRajectories and Origins

DUUR
15/12/2014 – 15/03/2019

BUDGET
312.422 €

BESCHRIJVING VAN HET PROJECT

Meteoroïden zijn kleine planetaire objecten (van 1 m doormeter tot 1 micrometer of kleiner) die rond de zon draaien aan hoge snelheid. Dat maakt hen moeilijk in situ te detecteren met ruimte-instrumenten of met remote sensing technieken. De eenvoudigste detector is de Aarde zelf, vermits onze planeet voortdurend gebombardeerd wordt door meteoroïden die opbranden in de atmosfeer. Zo ontstaat het fenomeen van meteoren (of vallende sterren). De eigenschappen van de meteoren onthullen informatie over de meteoroïden die ervan aan de basis liggen.

Dit project focust op radio-waarnemingen van meteoren en wat we daaruit kunnen leren. Daartoe zullen de unieke meetgegevens van het BRAMS radio-meteor netwerk gebruikt worden. BRAMS (Belgian RAdio Meteor Stations, een project van het BIRA) gebruikt voorwaartse verstrooiing van de radiogolven die worden uitgezonden door een radiobaken te Dourbes. Deze radiogolven reflecteren tegen ionisatiesporen van meteoren en worden geregistreerd in een 30-tal ontvangststations verspreid over het land. BRAMS houdt de hemel boven België in de gaten en maakt er één grote detector van voor de populatie meteoroïden in het zonnestelsel. BRAMS is een actieve Pro-Am samenwerking vermits de ontvangststations gehuisvest worden door volkssterrenwachten of radio-amateurs.

Elk BRAMS station verzamelt typisch tussen 1500 en 2000 meteoroecho's per dag. Een voorbeeld van BRAMS waarnemingen vindt men in Figuur 1, met verschillende types radioreflecties (meteoroecho's, reflecties op vliegtuigen) of directe signalen (het baken).

Een van de hoofddoelen van het project bestaat erin het traject van meteoren te bepalen op basis van de BRAMS gegevens. Dergelijke baanberekeningen op een geautomatiseerde manier uitvoeren voor het grote aantal meteoren dat BRAMS detecteert, is een eerste uitdaging. Voor een aantal meteoren is het mogelijk om eveneens hun snelheid te bepalen. Uitgaande van snelheid en traject kan men de baan van de oorspronkelijk meteoroïde berekenen.

Een meer doorgedreven analyse van de radio-echo's geeft bovendien een maat voor de hoeveelheid ionisatie die door het object wordt veroorzaakt. Het VKI team zal gedetailleerde simulaties uitvoeren van het hypersonische binnendringen van een meteoroïde in de atmosfeer voor verschillende massa, snelheid, invalshoek, en samenstelling, om zo de ionisatie in het meteorspoor te bepalen. Daardoor zullen we in staat zijn om de radio-signatuur van een meteor om te zetten in een schatting van de massa van de meteoroïde, wanneer we een veronderstelling maken over de samenstelling van het object (bekomen uit de literatuur, o.a. de analysis van meteorieten), of occasioneel bekomen uit complementaire spectroscopische meteorwaarnemingen om de samenstelling van (heldere) meteoren te bepalen.

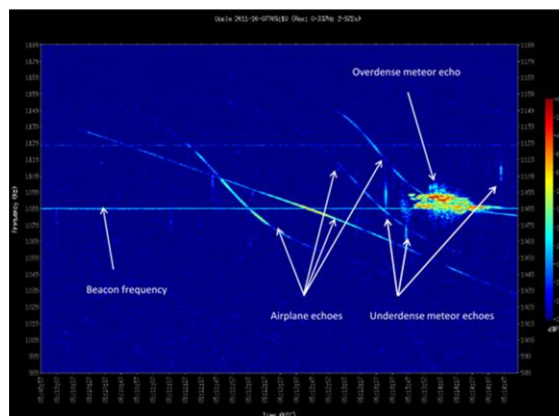


Figure 1: Een typisch BRAMS spectrogram dat de verschillende types reflectie toont van meteoren en vliegtuigen.

METRO

Er is nauwe interactie tussen BRAMS en netwerken voor optische detectie van meteoren zoals CAMS en FRIPON, die ook boven België actief zijn. Validering van de resultaten bekomen met radiotechnieken zal mogelijk worden door ze te vergelijken met de resultaten van optische netwerken. Daarbij moet worden opgemerkt dat radio-waarnemingen ook kleinere objecten detecteren; de radio-signatuur van grotere meteoren (die ook zichtbaar geobserveerd worden) is daarentegen gecompliceerd en moeilijk te interpreteren (een voorbeeld is de "overdense echo" in Figuur 1). Optische en radio-waarnemingen zijn daarom complementair.

Deze resultaten zullen gebruikt worden om een groot aantal banen van meteoroiden in het zonnestelsel te traceren om hun verband met asteroïden, kometen, of de zodiakale wolk op te helderen. Fijnstructuur in de baanverdeling van meteorzwermen geeft hints over komeetactiviteit. Dit werk zal worden uitgevoerd in samenwerking met wetenschappers van het IMCCE. Niet alleen verkrijgen we een distributie van banen, maar ook een massaspectrum van de meteoroiden. Een ander resultaat is een schatting voor het meteorimpactrisico in het ecliptisch vlak rond 1 astronomische eenheid (AE). Dit heeft een praktisch nut om de omgeving te karakteriseren waarin ruimtetuigen zich bevinden.

Meteoroiden hebben een belangrijke rol gespeeld in de evolutie van het zonnestelsel, en zij doen dat nu nog. Een bijkomend resultaat van de VKI simulaties is de hoeveelheid meteoritisch materiaal dat in de atmosfeer wordt gedumpt als functie van de hoogte. Deze influx kan dan meteen worden bepaald voor de Aarde, waar het een rol kan spelen als bron van metalen in de mesosfeer, met een impact op de locale chemie en op de vorming van polaire mesosferische wolken. Metallische deeltjes kunnen functioneren als katalysator en op die manier zelfs een effect hebben op het klimaat. De influx wordt verantwoordelijk geacht voor de sporadische E-laag in de ionosfeer.

Mits zekere veronderstellingen te maken kunnen gelijkaardige simulaties worden uitgevoerd voor de atmosfeer van Venus en Mars. De resultaten van dit project kunnen dus worden geëxploiteerd in studies van de Aarde en in de planetologie.

De verwachte resultaten van dit project omvatten:

- Een gekalibreerd en geautomatiseerd BRAMS radiometeoren netwerk
- Een grote en nauwkeurige databank met banen van meteoroiden
- Simulaties van het binnendringen van een meteor in de atmosfeer
- Een meteorflux en impact model op 1 AE
- Een model van meteoritisch materiaal gedumpt in de mesosfeer van de Aarde
- Massa-depositie profielen voor meteoren in de atmosfeer Venus en Mars
- Een vruchtbare Pro-Am samenwerking.

CONTACTINFORMATIE

Coördinator

Johan DE KEYSER

Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA)
Space Physics group
johan.dekeyser@aeronomie.be

Partner(s)

Thierry MAGIN

Von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKI)
Aeronautics and Aerospace Department
magin@vki.ac.be

Internationale partner(s)

Jérémie VAUBAILLON

Institut de Mécanique Celeste et de Calcul des
Ephémérides (IMCCE),
Observatoire de Paris-Meudon, France
vaubail@imcce.fr

LINKS

website METRO: <http://brams.aeronomie.be/metro>
website BRAMS: <http://brams.aeronomie.be>
website FRIPON: <http://ceres.geol.u-psud.fr/fripon/>
website CAMS BeNeLux:
<http://www.imo.net/imc2014/2014-41-bettonvil-final.pdf>