

# *Wat met ruimtepuin?*

Jean-François Mayence



Voorwerpen in een lage baan om de aarde (LEO) – zicht over de Noordpool.

© ESA

Onze Zwitserse vrienden hebben de reputatie om heel netjes en milieuvriendelijk te zijn. En die goede naam reikt zelfs nog verder dan we dachten: ze willen nu het netelige probleem aanpakken van het ruimtepuin dat in een lage baan rond de aarde zweeft. Met *CleanSpaceOne*<sup>1</sup>, een satelliet met de afmetingen van een papiermand (30 x 10 x 10 cm) ontworpen door de Ecole Polytechnique Fédérale in Lausanne, hopen Zwitserse ingenieurs het puin te kunnen opvangen en terug te brengen in de atmosfeer.

Voor een goed begrip van dit probleem moet we even terug in de tijd. Sinds het begin van de jaren 1980 maakt NASA zich zorgen over het grote aantal ongebruikte satellieten en stukken of onderdelen van ruimtetuigen die in een baan om de aarde zweven. De relatieve snelheid waarmee dit puin zich voortbeweegt, ligt zo hoog dat zelfs de kleinste fracties grote schade aan operationele systemen kunnen veroorzaken en een bedreiging vormen voor bemande missies. De toestand wordt met de dag erger door de exponentiële groei van de ruimtevaartactiviteiten van de grote landen en van nieuwe publieke- en privéspelers die satellieten in een baan om de aarde brengen.

Op vrijwillige en eenzijdige basis wordt geleidelijk een beleid ingevoerd om ruimtepuin zoveel mogelijk te beperken. De ruimtemogendheden leggen alsmaar vaker technische normen op voor het ontwerp en het gebruik van satellietssystemen via industriële overeenkomsten en later in wetten en regels. Het uitwerken van nationale ruimtewetten biedt vandaag de enige waarborg dat normen om ruimtepuin te beperken en terug te dringen in de hele internationale ruimtevaartsector worden ingevoerd.

Ook het IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee) stelt een multilaterale aanpak van de ruimtepuin kwestie voor. De belangrijkste ruimtevaartagentschappen zijn lid van de organisatie. Het IADC heeft een aantal normen uitgewerkt die fungeren als technische richtlijnen om het puin te beperken en terug te dringen. In 2007 heeft het VN-Comité voor het vreedzaam gebruik van de kosmische ruimte (UNCOPUOS) deze richtlijnen goedgekeurd. Enkele voorstellen van het IADC, zoals het uit de baan halen van een satelliet 25 jaar na zijn lancering, heeft UNCOPUOS echter niet overgenomen.

In Europa heeft de Europese Ruimtevaartorganisatie in haar programma normen opgenomen die minstens even strikt zijn als de aanbevelingen van het IADC. De gedragscode van de ESA voor de eigen activiteiten kwam er echter niet zonder slag of stoot: eerst moest de impact van dergelijke maatregelen op de maakkosten en de programmabudgets worden onderzocht. Want net daar knelt het schoentje: de economische gevolgen van de overvolle banen en de schade veroorzaakt door het puin worden pas veel later voelbaar voor de eindgebruiker. Hoe vinden we het risico van een botsing, vernietiging, een defect of slijtage van satellieten terug in onze rekeningen voor internationale telefoongesprekken, voor onze internetverbinding of voor onze GNSS-dienst (meestal gratis)? Zolang we hierop het antwoord schuldig moeten blijven, is ruimtepuin een abstract begrip voor het grote publiek. De politieke bereidheid ontbreekt om bindende internationale regels voor alle landen op te leggen. Sociologisch gezien maakt de ruimte geen deel uit van onze leefwereld<sup>2</sup>. We hechten er (nog) niet hetzelfde belang aan als aan de natuurlijke rijkdommen waarmee we elke dag te maken hebben (water, lucht, energie). Nochtans nemen de kosten van het risico dat ruimtepuin veroorzaakt, gestaag toe, terwijl de kosten om eraan te verhelpen dankzij de technische vooruitgang stabiel blijven. We zijn bijna op het punt gekomen dat het voor alle operatoren goedkoper wordt om op te treden in plaats van niets te doen. En met optreden bedoelen we een gezamenlijke, wereldwijde inspanning. Als bepaalde landen weigeren om het spel mee te spelen, is het denkbaar dat we net als in andere industriële sectoren de concurrentiekracht zien afnemen en alles wordt 'uitgevlagd' zoals dat met het maritiem transport is gebeurd.



Deze foto toont de resultaten van een laboratoriumproef met een kleine aluminium bol die met een snelheid van ongeveer 6,8 km/seconde tegen een 18 cm dik blok aluminium botst. Deze proef simuleert wat kan gebeuren als een klein stuk ruimtepuin een ruimtetuig raakt. (Aluminium bol met een diameter van 1,2 cm en een gewicht van ongeveer 1,7 g, diameter van de impactkrater: 9,0 cm, diepte van de impactkrater: 5,3 cm). Bij een dergelijke impact kunnen de druk en de temperatuur oplopen tot waarden die hoger liggen dan in het middelpunt van de aarde: meer dan 365 GPa en 6000 K.  
© ESA.

1. Zie <http://space.epfl.ch>

2. We kunnen spreken van een 'para-leefwereld', zie: J.F. Mayence, *Article IX of the Outer Space Treaty and the Concept of Planetary Protection: Towards a Space Environment?*, in 5th Galloway Symposium (2010) <http://www.spacelaw.olemiss.edu/events/pdfs/2010/galloway-mayence-paper.pdf>



## Een sterrenwolk

Vandaag worden verschillende facetten van het ruimtepuin aan-gepakt. Om het ontstaan van nieuw puin te beperken, focust men op ontwerp- en bouwnormen voor satellieten. Ook de vluchtparameters worden onder de loep genomen om satellieten die in onbruik zijn geraakt, terug te laten keren in de atmosfeer (en ze zo te vernietigen) of om ze in een 'kerkhofbaan' te brengen.

Sommige operationele satellieten kunnen even gevaarlijk zijn als puin: dit geldt voor defecte satellieten (zoals de Galaxy 15 die in 2010 op drift raakte) of voor onbestuurbare satellieten. Na hun lancering bewegen deze (kleine) satellieten zich volgens de wetten van de fysica in een baan om de aarde. Bij botsingsgevaar hoef je er niet op te rekenen dat zij wel even aan de kant zullen gaan! In die baan om de aarde is er geen wegcode, geen voorrang van rechts of een mogelijkheid om een noodstop te maken. De enige manier om een botsing te vermijden, bestaat erin de koers van deze tuigen permanent te volgen en te anticiperen op verwoestende ontmoetingen met andere voorwerpen door uitwijkmanoeuvres te maken met de satellieten die dit kunnen. Deze taak werd in de Verenigde Staten toevertrouwd aan het *Air Force Satellite Control Network*. Ook Rusland beschikt over de mogelijkheid om bepaalde voorwerpen te volgen. Europa wil via het *Space Situational Awareness*-programma – een gezamenlijk initiatief van de ESA en de Europese Unie – een eigen extra volgsysteem ontwikkelen.

10 Privéoperators ontwikkelen ook eigen middelen door nuttige informatie over hun ruimtesystemen te delen<sup>3</sup>.

Vandaag telt de catalogus van voorwerpen in een baan om de aarde ongeveer 16.300 ingangen. Sommige van deze voorwerpen hebben amper een diameter van iets meer dan 5 cm. De schattingen van het aantal voorwerpen in een baan om de aarde zijn indrukwekkend.

omvang	aantal
> 10 cm	29.000
> 5 cm	60.000
> 1 cm	700.000
> 1mm	200 miljoen
> 0,1 mm	$n \times 10^{12}$

Hoewel botsingen met grotere voorwerpen natuurlijk de grootste schade veroorzaken, mogen we de schade door heel kleine voorwerpen zeker niet onderschatten omdat ze botsingen veroorzaken zolang een satelliet in een baan om de aarde blijft. Bovendien zijn ze ook moeilijker te volgen.

## Ruimteschoonmaak

Het Zwitserse project past in het tweede luik maatregelen tegen ruimtepuin: het eigenlijke ruimen van het puin (*Active Debris Removal*). Het idee is niet nieuw om de grotere stukken puin te verwijderen door ze naar een 'kerkhofbaan' te loodsen of door ze terug in de atmosfeer te brengen.

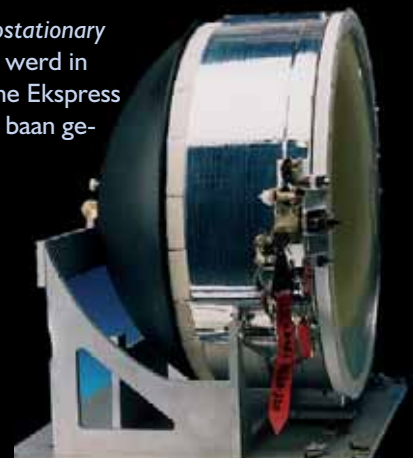
Technisch staat niets deze oplossing nog in de weg, maar er blijven nog enkele juridische en veiligheidstechnische struikelblokken. Hoe kan worden gegarandeerd dat dit schoonmaaktuig of deze ruimtestofzuiger enkel de beoogde brokstukken opruimt? Hoe kunnen militaire of burgerlijke strategische systemen worden beschermd tegen het inzetten van dergelijke tuigen door vijandige mogendheden? Vandaag lijkt het duidelijk dat puinruimen op vrijwillige basis gebeurt. Het is met andere woorden alleen mogelijk als de exploitant en het verantwoordelijke land ermee instemmen.

Een ander denkspoor bestaat erin om kleine satellieten met een aandrijfsysteem uit te rusten zodat ze na gebruik uit hun baan kunnen worden genomen. Hoewel deze oplossing technisch haalbaar is, moet ze ook economisch realistisch zijn: de extra kosten voor de ontwikkeling, de productie, de lancering en het gebruik van deze satellieten mogen ze niet peperduur maken zodat heel wat instellingen, universiteiten en kmo's worden afgeschrikt om dergelijke projecten op te zetten. Er moet een goed evenwicht worden gevonden tussen de bescherming van de ruimte en de ontwikkeling van de ruimtevaartsector.

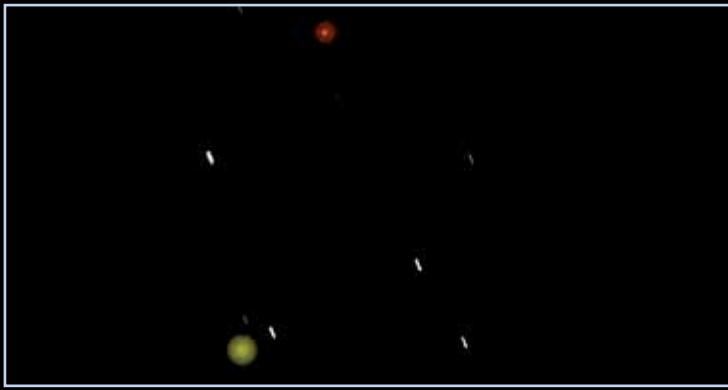
## Onderhoud in de ruimte

Het derde luik van de strijd tegen ruimtepuin bestaat uit onderhoud in de ruimte (*In-Orbit Servicing*). Operationele satellieten in een baan om de aarde worden hersteld of opnieuw bevoorradt zodat ze langer kunnen worden gebruikt. De satellieten kunnen worden 'bijgetankt' door een speciaal ontworpen ruimtetuig of eventueel door een bemande missie. Het is echter niet zeker of de kost van dergelijke missies opweegt tegen die van een nieuwe satelliet. Een missie is wellicht pas rendabel als ze meerdere satellieten kan bevoorraden.

De door ESA gefinancierde *Geostationary Orbit Impact Detector* (GORID) werd in 1996 aan boord van de Russische Ekspress 2-satelliet in een geostationaire baan gebracht. © ESA.



3. Zie Space Data Association (<http://www.space-data.org/>)



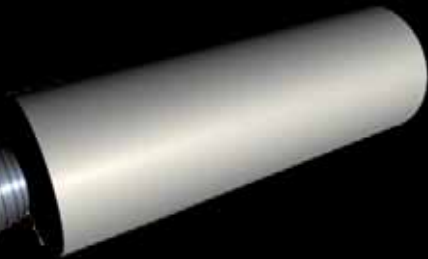
Twee geostationaire voorwerpen (aangeduid in geel en rood) gedetecteerd door de ESA-ruimtepijntelefoon – sterren worden weergegeven als strepen. © ESA.

## Toekomst

Elk van deze oplossingen heeft een impact op het concept van toekomstige missies zodat nieuw puin kan worden vermeden of nieuwe satellieten kunnen worden onderhouden of uit hun baan om de aarde kunnen worden genomen.

De vrijheid om de kosmische ruimte te onderzoeken en te gebruiken is vastgelegd in het VN-verdrag over de Ruimte uit 1967, maar juridisch gezien is dit recht enkel bestemd voor landen en niet voor hun burgers. Datzelfde verdrag legt regeringen trouwens ook op om de ruimtevaartactiviteiten van privéondernemingen goed te keuren en voortdurend te controleren. Het zijn de landen die een kader moeten scheppen en voorwaarden moeten vastleggen voor het gebruik van ruimte-systemen. Dit is een van de doelstellingen van ruimtewetten zoals de Belgische wet voor ruimteactiviteiten van 17 september 2005<sup>4</sup>.

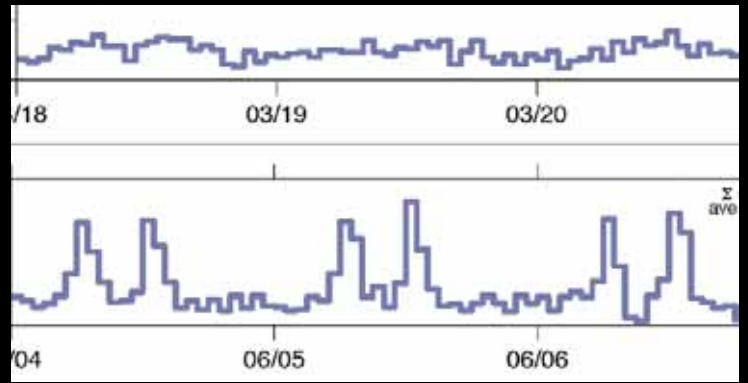
In de tekst van het verdrag uit 1967 staat overigens niets over de *toegang* tot de ruimte. Op het eerste gezicht lijkt het logisch dat met de vrijheid om de kosmische ruimte te onderzoeken en te gebruiken ook de vrijheid samenhangt om toegang tot die ruimte te hebben. Die nuance is echter belangrijk<sup>5</sup>, zeker als men het aantal satellieten wil beperken dat elk jaar wordt gelanceerd.



Slechts 6 procent van de opgesomde voorwerpen in een baan om de aarde zijn operationele ruimtetuigen; 38 procent is afkomstig van niet langer operationele satellieten, gebruikte bovenste trappen en voorwerpen die verband houden met een missie (lanceringsadapters, lensdoppen enz.). © ESA.

4. Zie [http://www.belspo.be/belspo/space/beLaw\\_nl.stm](http://www.belspo.be/belspo/space/beLaw_nl.stm)

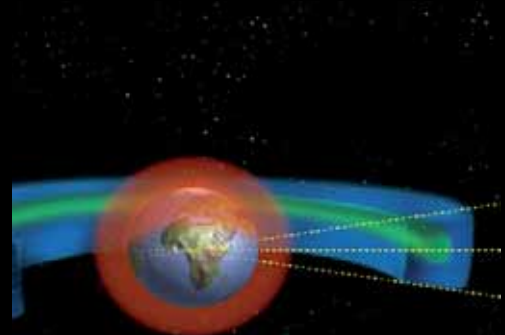
5. Een goed voorbeeld van deze nuance was de hele heisa rond de recente lancering van een observatiesatelliet door Noord-Korea. Los van het feit of de intenties van Pyongyang al dan niet gewettigd zijn, verbiedt de resolutie van de Veiligheidsraad van de Verenigde Naties waarnaar de Verenigde Staten en een groot deel van de internationale gemeenschap verwijzen om de Noord-Koreaanse houding te veroordelen, het gebruik van ballistische rakettechnologie voor lanceringen. Dit betekent de facto dat elke lancering verboden is omdat draagraketten en raketten dezelfde technologie gebruiken. In dat geval wordt Noord-Korea wel degelijk de toegang tot de ruimte ontzegd.



Puin per uur gedetecteerd door de EISCAT-radar in Svalbard voor (boven) en na (onder) een antisatelliettest door China begin 2007. © ESA.

Het beste is om de orbitale middelen en capaciteiten te delen, net zoals dat met geostationaire satellieten het geval is. Momenteel zitten de banen tussen 500 en 900 km overvol satellieten en puin. Mogelijke 'kettingbotsingen' (beter gekend als het *Kessler-syndroom*) dreigen in de komende jaren vooral voor de talrijke systemen in een baan van 800 km of meer om de aarde. Het delen van middelen kan verschillende vormen aannemen:

- meer open en vlottere toegang tot satellietgegevens,
- delen van draagstructuren ('bussen') voor meerdere ladingen of instrumenten,
- afwisselende toegang tot het gebruik van bepaalde banen of frequenties,
- meer internationale projecten.



Het IADC-concept van beschermde gebieden:

- LEO : van het aardoppervlak tot een hoogte van 2000 km
- GEO : van 34.786 tot 36.786 km boven het aardoppervlak (equatoriale breedtegraad  $\pm 15^\circ$ ).

SSA-systemen detecteren gevaren die een impact op cruciale ruimte-infrastructuur kunnen hebben.

© ESA - P. Carrill

12

## Stroop of azijn

Staan we vandaag juridisch machteloos bij schade veroorzaakt door ruimtepuin? Het antwoord op die vraag moeten we nuanceren: er bestaan verschillende vormen van aansprakelijkheid die de mogelijkheid bieden om schade te verhalen, ook al komt er in de praktijk heel wat bij kijken.

Op de laatste zitting van het juridische subcomité van UNCOPUOS stelde België voor om de aansprakelijkheid van landen voor schade veroorzaakt in de ruimte door een satelliet of door puin grondig te herzien. Volgens België moet men de foutaansprakelijkheid die tot nog toe tot geen enkele veroordeling van een land heeft geleid, laten varen en kiezen voor een wederzijdse uitsluiting van aansprakelijkheid (zoals die gewoonlijk bij samenwerkingen in de ruimte wordt toegepast<sup>6</sup>) op voorwaarde dat het betrokken land zich houdt aan de internationale normen voor het verminderen van ruimtepuin. Als dit niet zo is, moet het land alle schade vergoeden die zijn satelliet heeft veroorzaakt.



6. Zie bijvoorbeeld het intergouvernementeel akkoord over het internationale ruimtevaartstation.

## Besluit

De ruimtepuinproblematiek staat centraal bij actuele thema's zoals veiligheid in de ruimte of het inschatten van mogelijke bedreigingen vanuit en in de ruimte (Space Situational Awareness). Deze thema's staan ook op de agenda van heel uiteenlopende internationale organisaties (VN, Wereld Meteorologische Organisatie, NAVO). Alleen al in Europa houden deze thema's de ESA, het Europees Defensieagentschap, het Satellietcentrum van de Europese Unie, het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek, de Commissie en de Europese Dienst voor Externe Actie in meer of mindere mate bezig.

Binnen UNCOPUOS werd een ad-hocwerkgroep opgericht om aanbevelingen te formuleren die de leefbaarheid van ruimtevaartactiviteiten op lange termijn moeten waarborgen. Hiervoor is in eerste instantie een oplossing voor het ruimtepuinprobleem vereist. Vanaf volgend jaar zal het juridische subcomité zich ook kunnen uitspreken over de juridische aspecten van deze kwestie.

Een en ander is echter dringend: men vraagt niet langer om aan de toekomstige generaties te denken. Het zijn onze ruimtebelangen die op het spel staan. □

## De auteur

Jean-François Mayence is verantwoordelijke van de Juridische cel "Internationale Relaties" van het Federaal Wetenschapsbeleid.