

CCSOM

Het afschatten van CME's en schokken met waarnemingen en modellen doorheen het binnenste van de heliosfeer

DUUR
15/12/2016 - 15/03/2021

BUDGET
694 737 €

PROJECT BESCHRIJVING

Context

De Zon is de enige ster waarin astrofysische processen in detail kunnen worden bestudeerd. Als meeste dichtstbijzijnde ster kunnen we de oppervlakteactiviteit van de Zon observeren, en de onmiddellijke gevolgen daarvan in de interplanetaire ruimte. De buitenste laag van de zonneatmosfeer, de corona, is een dynamisch plasmasysteem waarin de meest energetische processen van het zonnestelsel, vlammen en coronale massa-uitstoten (CMEs), optreden. CMEs zijn grote hoeveelheden plasma en magnetische flux die door de zon worden uitgestoten in het interplanetaire medium (heliosfeer). Het magnetisch veld in CMEs speelt de belangrijkste rol in het creëren van verstoord ruimteweer (zgn. 'geo-effectieve' CMEs) door geomagnetische stormen aan te drijven die satellietoperaties, navigatiesystemen en radiocommunicatie kunnen verstoren. Studies van CMEs zijn daarom een belangrijk onderwerp in zonnefysica en ruimteweeronderzoek.

De magnetische configuratie van een CME dicht bij de Zon is slecht gekend en zijn evolutie onderweg van de Zon naar de Aarde hangt af van een aantal factoren, waaronder de interactie van de CME met de achtergrondzonnwind (bijv. vertraging/versnelling, vervorming/erosie, schokgolfvorming). De resulterende configuratie op 1 AE omvat de ICME (interplanetaire CME), de schok die wordt aangedreven door het ICME en het gebied tussen beide. Van de CME-ICME-structuur zijn slechts weinig observaties. We moeten daarom vertrouwen op modellen waarin enkele belangrijke kenmerken ontbreken om de coronale en heliosferische omstandigheden nauwkeurige te bepalen. In het bijzonder kan geen van de huidige modellen de interne magnetische structuur van CMEs voorspellen, noch de stand-off afstand van de bijbehorende schokgolf en evenmin verschijnselen aangaande energetische deeltjes.

Algemene doelstellingen, onderliggende onderzoeksvragen en methodologie

De overkoepelende wetenschappelijke vraagstelling in dit project is: hoe planten CMEs zich voort en evolueren ze doorheen de heliosfeer? Om deze vraag te beantwoorden zijn de objectieven van het project: 1) het simuleren van magnetische CME-ICME-voortplanting in realistische achtergrond-zonnwindcondities, met een model dat de huidige stand van de techniek overschrijdt, en 2) het vergelijken van de resultaten van het model met waarnemingen van een aantal verschillende gebeurtenissen

We gebruiken hiervoor EUHFORIA (European Heliospheric Forecasting Information Asset), een nieuw model dat is ontwikkeld aan de KU Leuven en de Universiteit van Helsinki. We zullen verschillende types CME-ICMEs simuleren en de aankomsttijden op 1 AE bestuderen alsook de sterkte en de richting van het magnetisch veld in de ICME, de stand-off afstand tussen de schok en de ICME, en de helderheid van de ICME. De afgeleide grootheden worden vergeleken met observaties waardoor EUHFORIA kan worden afgestemd.

Aard van de interdisciplinariteit

Het project verbindt observationele studies van de Zon en de heliosfeer met wiskundige en numerieke modellen ervan. De resultaten van het project zullen belangrijk zijn voor verschillende geofysische toepassingen.

Potentiële impact van het onderzoek op wetenschap, maatschappij en/of besluitvorming

De impact is voor ca. 70% wetenschappelijk, en ca. 30% maatschappelijk/politiek.

EUHFORIA, een numerieke code om de zonnwind en CME-voortplanting realistisch te modelleren, zal een grote sprong opleveren voor ons begrip van de interactie tussen het magnetische veld van de CMEs en de achtergrondzonnwind. EUHFORIA is een formidabel hulpmiddel voor de ruimteweergemeenschap. Onze kennis van ruimteweer zal aanzienlijk verbeteren en het past zeer goed binnen het SSA-programma van het Europees Ruimte Agentschap.

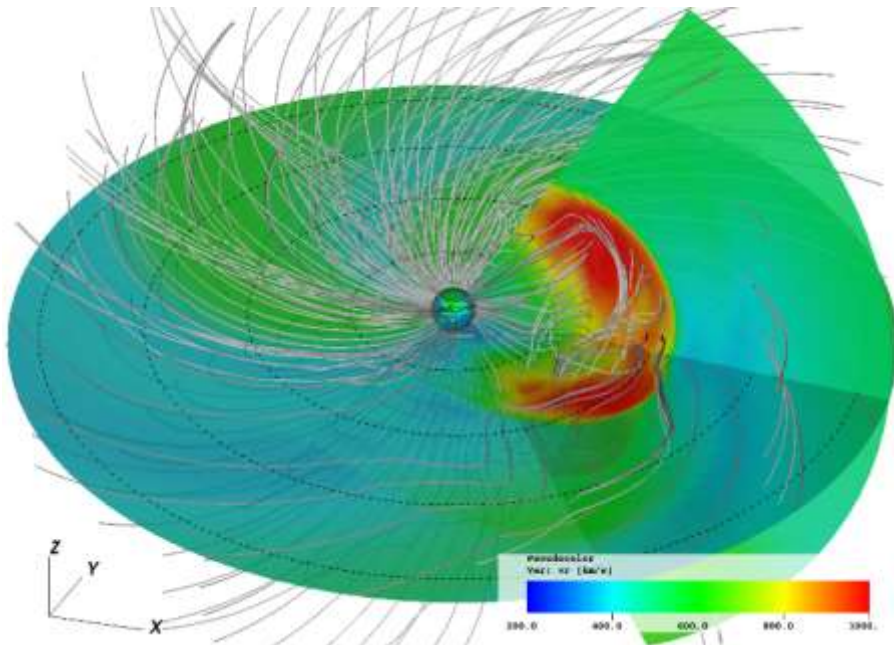
De maatschappelijke impact van dit onderzoek vloeit voort uit de verbetering van de ruimteweersvoorspellingen. Data-aangedreven EUHFORIA-simulaties zullen namelijk informatie verschaffen over de aankomsttijden van de CME-ICME en de bijbehorende schokgolf in de omgeving van de Aarde en bovendien de magnetische CME-structuur beschrijven. Dit zal ruimteweersvoorspellers toelaten om het risico van een geomagnetische storm te evalueren op een manier die verder gaat dan de huidige mogelijkheden.

CCSOM

Beschrijving van afgewerkte producten van het onderzoek op korte en middellange termijn

Het project behandelt enkele van de meest intrigerende vragen in heliofysica en zal ons in staat stellen te begrijpen waarom sommige CMEs een significante geomagnetische impact hebben, hoewel de voorspellingen anders waren. Het project zal 3 rapporten publiceren in de verschillende ontwikkelingsstadia van EUHFORIA (één in het eerste jaar en één rapport per nieuwe EUHFORIA-versie). Tenminste 6 publicaties in wetenschappelijke tijdschriften zullen volgen uit de geplande studies. Aan het einde van het project zal EUHFORIA getest worden, volledig operationeel zijn en klaar voor wetenschappelijke exploitatie en voor het maken van voorspellingen. Het model wordt opgezet in de KSB voor gebruik in de ruimteweeroperaties van het ISES Regional Warning Center Belgium.

Figuur 1. Driedimensionaal momentopname uit een EUHFORIA-simulatie voor de CME van 2015/06/23 die een significante geomagnetische storm veroorzaakte. De kleur geeft de radiale snelheid aan in het ecliptische vlak en in het meridionale vlak dat de Aarde bevat. De CME is rood gekleurd, terwijl de groene en blauwe gebieden respectievelijk de snelle en trage zonnewind aangeven. De grijze krommen geven het complexe magneetveld aan.



CONTACT INFORMATIE

Coördinator

Jasmina Magdalenic

Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)
SIDC

jasmina.magdalenic@sidc.be

Partners

Stefaan Poedts

Katholieke Universiteit Leuven (KULeuven)
CmPA

stefaan.poedts@kuleuven.be

Jens Pomoell

University of Helsinki (Finland)

Jens.pomoell@helsinki.fi

Manuela Temmer

University of Graz (Austria)

Manuela.temmer@uni-graz.at

LINKS

<http://www.sidc.be/ccsom/>