SWiM

Modélisation du vent solaire avec EUHFORIA pour de nouvelles missions spatiales héliosphériques

DURÉE
15/12/2019 - 15/03/2024

BUDGET
503 028 €

DESCRIPTION DU PROJET

Contexte

Le Soleil est l'étoile la plus proche de nous et cela nous permet d'observer directement son activité de surface et ses effets sur le milieu interplanétaire (héliosphère). L'atmosphère solaire est un plasma dynamique et complexe, en expansion dans l'héliosphère et constitue ce qu'on appelle le vent solaire. Le vent solaire et les structures transitoires qu'on y trouve, comme les éjections de masse coronale (CMEs), peuvent provoquer des perturbations de la météorologie spatiale, avec des conséquences sur notre société : fonctionnement des satellites, systèmes de navigation, communications radio... C'est pourquoi la recherche sur le vent solaire et les CMEs est un sujet fondamental en physique solaire et en météorologie spatiale.

Les propriétés du vent solaire (densité, température et champ magnétique) changent depuis le Soleil jusqu'au niveau de la Terre, mais ce processus n'est pas très bien observé. Les mesures in situ ont été jusqu'à présent confinées à 1 UA (Unité Astronomique), ce qui n'est pas suffisant pour contraindre l'évolution du vent solaire et ses structures depuis le Soleil jusqu'à la Terre. C'est pourquoi les modèles sont si importants, bien qu'ils ne soient pas assez réalistes pour prévoir précisément l'arrivée de jets de vent solaire rapides (HSS) à la Terre ou la structure magnétique des CMEs. Les modèles les plus aboutis comme EUHFORIA (European Heliospheric Forecasting Information Asset), utilisent comme paramètres des observations solaires. Deux nouvelles missions, la Sonde Solaire Parker (PSP, lancée en Août 2018) de la NASA, et l'Orbiteur Solaire de l'ESA (lancé en Février 2020) fournissent des informations in situ novatrices, à différents endroits de l'héliosphère interne, idéales pour valider les résultats d'EUHFORIA.

Objectifs généraux et questions de recherche sous-jacentes

La question scientifique que ce projet aborde est l'évolution du vent solaire et ce qui définit son impact potentiel sur la Terre en termes de météorologie spatiale. Les principaux objectifs sont : (a) simuler le vent solaire et la propagation des CMEs avec EUHFORIA, (b) comparer les résultats de la simulation avec des observations in situ de PSP et de l'Orbiteur Solaire et (c) améliorer et optimiser EUHFORIA à des fins scientifiques et de prévision. Pour cela, le projet repose sur deux groupes de recherche de grande renommée en physique solaire : le CmPA Katholieke Universiteit Leuven (KUL, expertise en modélisation) et le SIDC de l'Observatoire royal de Belgique (ORB, expertise en observations et prévisions de météorologie spatiale).

Le projet se focalisera sur des observations in situ à plusieurs endroits de l'héliosphère interne et sur leurs comparaisons avec les résultats d'EUHFORIA. PSP et l'Orbiteur Solaire fourniront des mesures des paramètres du vent solaire et du champ magnétique sur une large gamme de distances héliocentriques et de latitudes héliographiques. Ces données seront complétées par des mesures à 1 UA, constituant ainsi un jeu de données sans précédent et une part d'innovation importante du projet. Les résultats d'EUHFORIA seront contraints par ces observations, ce qui permettra de l'améliorer. Deux nouveaux modèles coronaux seront implémentés et différents jeux de paramètres seront testés.

Impact potentiel de la recherche

L'impact du projet est estimé à 70% pour la science, 15% pour la société et 15% pour la politique.

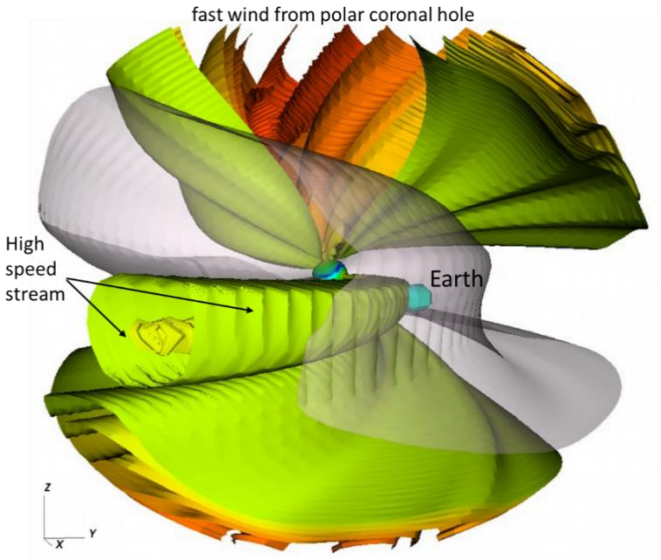
Le projet fera un bond en avant dans l'étude du vent solaire et des CMEs en combinant de nouvelles observations et des simulations numériques. Les améliorations portées à EUHFORIA feront progresser le domaine des modélisations héliosphériques au-delà de l'état de l'art actuel. En plus de nombreuses publications scientifiques, SWIM produira une version d'EUHFORIA améliorée pour les prévisions opérationnelles de l'ORB. L'amélioration des capacités de prévision constitue le principal impact sociétal. Les compétences scientifiques acquises durant le projet seront transmises aux équipes de prévisionnistes de l'ORB, augmentant ainsi la qualité du service. Au-delà d'un usage scientifique, EUHFORIA sera un excellent outil de travail en météorologie spatiale et augmentera notre vigilance vis-à-vis des phénomènes potentiellement dangereux. EUHFORIA renforcera également la place de la Belgique dans le programme «Space Situational Awareness» de l'ESA. EUHFORIA, amélioré, rapprochera, en termes de performances, la météorologie spatiale de la météorologie « classique ».

SWiM

Description des produits finaux attendus issus de la recherche

Le projet SWIM s'attaquera à certaines des questions les plus intrigantes en physique héliosphérique et nous permettra de comprendre comment le vent solaire évolue, pourquoi certains HSS arrivent jusqu'à la Terre, et d'autres non, et comment le vent solaire ambient influence la propagation des CMEs. Les résultats du projet seront publiés dans au moins 6 articles à comité de lecture. Trois rapports seront établis à différentes étapes du développement d'EUHFORIA dont un sur la comparaison des performances des différentes versions. À la fin de ce projet, EUHFORIA sera prêt pour une utilisation scientifique et opérationnelle.

Figure 1. Vue 3d d'une simulation par EUHFORIA de l'arrivée d'un HSS à la Terre, le 21 Janvier 2018 (en vert brillant). Les isosurfaces de couleur représentent des régimes de vent solaire de vitesses différentes. L'interface sphérique à 0.1 UA est au centre du domaine de calcul et la Terre est représentée par une sphère bleue.



COORDONNEES

Coordinateur

Jasmina Magdalenic
Observatoire royal de Belgique (ORB)
SIDC
jasmina.magdalenic@sidc.be

Partenaires

Stefaan Poedts
Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven)
CmPA
stefaan.poedts@kuleuven.be

LIENS

http://www.sidc.be/swim/