

# RoboSWOP

## Opérateur Robotique pour la Météorologie Spatiale

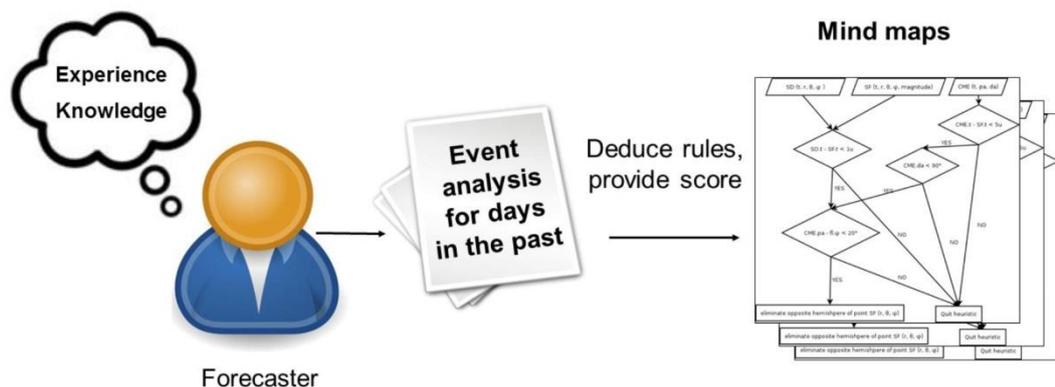
DUREE  
15/01/2017 – 15/04/2019

BUDGET  
149 800 €

### DESCRIPTION DU PROJET

L'objectif de ce projet est de démontrer la faisabilité de RoboSWOP (Opérateur Robotique pour la Météorologie Spatiale). Il s'agit d'un progiciel avancé qui générera des rapports entièrement automatiques d'éjections de masse coronale (CME), synthétisant intelligemment et de manière cohérente les informations pertinentes. Celles-ci seront prêtes à être intégrées dans des codes de simulation du vent solaire. Cet objectif final sera atteint en remplissant les trois objectifs suivants:

- collecter l'expertise de prévisionnistes en météo spatiale et la traduire en une carte heuristique,
- associer automatiquement des événements solaires (éruptions, « assombrissement coronaux », éruptions de filaments...) dans une chaîne d'événements et
- générer automatiquement une reconstruction géométrique d'un CME en fonction des informations



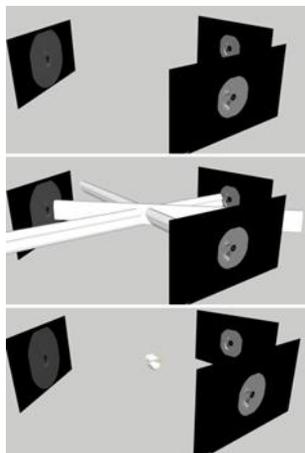
Les éjections de masse coronale sont des éruptions « géantes » qui expulsent de grande quantités de plasma et des structures magnétiques du Soleil dans le milieu interplanétaire. Elles sont un des principaux moteurs de la météorologie spatiale et peuvent perturber sérieusement la magnétosphère terrestre, et impacter nos technologies. Par conséquent, une prévision précise et un système d'alerte des CMEs sont très importants pour la science de la météorologie spatiale et ses applications opérationnelles.

Plusieurs caractéristiques liées aux CMEs sont observées par des instruments opérant à différentes longueurs d'ondes : éruptions, éruptions de filaments, ondes coronales à grande échelle, « assombrissements » dans l'ultraviolet extrême (EUV), éjections en lumière blanche (coronographes). Chacune de ces observations fournit une vue partielle du CME et de ses paramètres, tels que la vitesse, l'accélération, la position de la région source, la géométrie, la densité et la structure magnétique ; paramètres qui définiront et quantifieront l'impact géomagnétique éventuel du CME. A partir de données et d'observations, le prévisionniste génère des rapports quotidiens ou des alertes en cas d'urgence.

Dans le processus de prévision, le prévisionniste utilise implicitement des ensembles de règles dérivées de l'expérience. Ce projet vise à capter ces règles à travers plusieurs sessions de « cartographie heuristique ». Le résultat est un ensemble de règles qui peuvent être implémentées dans un logiciel de décision. Ces sessions porteront sur des périodes temporelles spécifiques incluant des événements particuliers. Au cours d'une session, le prévisionniste effectue ses prévisions de CMEs pour ces périodes, comme si c'était la situation actuelle. Le prévisionniste explique les données qu'il utilise et son raisonnement pour arriver à une conclusion sur l'origine, la morphologie et la direction des CMEs

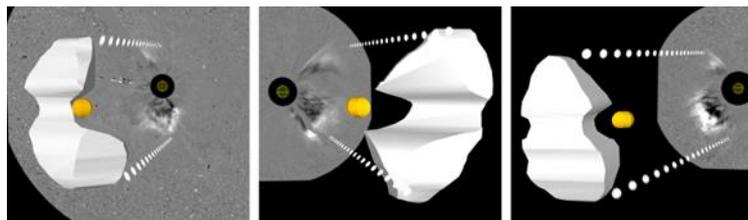
# RoboSWOP

De plus, des techniques avancées d'intelligence artificielle : machines à vecteurs de support ou réseaux neuronaux seront utilisées sur les listes d'événements pour générer des règles de relation supplémentaires. Le résultat sera un système capable de lier les événements solaires (éruptions, ondes EUV, nuages de plasma) dans une ou plusieurs chaînes événementielles et de leur attribuer un score de confiance.



Le but principal du projet est de combiner la carte heuristique, les données d'origine et une chaîne événementielle en une ou plusieurs reconstructions géométriques de l'évolution du CME. De la chaîne d'événements, nous déduisons l'heure de début et de fin et choisissons toutes les images du coronographe pour cette période, en utilisant autant de points de vue que possible (avec STEREO-A, STEREO-B, SOHO). Des techniques de segmentation d'image sont appliquées pour extraire des zones qui peuvent contenir un CME, et ces masques sont à leur tour utilisés pour isoler le CME dans l'espace 3D. Nous allons étudier si nous pouvons utiliser certains événements dans la chaîne d'événements (par ex. une éruption de filament) pour réduire le volume que représente un CME. Cela permet de réduire l'incertitude des dimensions du volume d'espace identifié pour les événements où les « masques » de CME sont ambigus (par ex. faible signal dans les images) ou lorsque la position des points de vue n'est pas optimale. Les règles de cartographie heuristique seront utilisées pour améliorer la reconstruction restante. À la suite de ce processus nous obtenons un volume restreint pour chaque image identifiée temporellement dans la chaîne d'événements. L'ensemble de ces volumes représente l'évolution du CME dans le temps. Les modèles de CME existants seront ajustés en fonction de ces volumes pour chaque événement. Les ajustements du modèle nous permettront de déduire la direction et le changement de direction, de vitesse, d'accélération et d'expansion du CME. Les ajustements du modèle recevront un score de confiance basé sur la précision de l'ajustement, la notation de la chaîne d'événements et les scores des règles heuristiques utilisées lors de la reconstruction.

La réussite de ce projet permettra d'améliorer les prévisions actuelles sur l'orientation et la structure des CMEs et sur leur impact sur la Terre et les activités humaines.



## COORDONNEES

### Coordinateur

Bram Bourgoignie  
Observatoire royal de Belgique (ORB)  
Direction Opérationnelle Physique Solaire et  
Météorologie Spatiale  
[Bram.Bourgoignie@oma.be](mailto:Bram.Bourgoignie@oma.be)

BR/175/PI/ROBOSWOP