

Invitation à la soutenance de thèse

AMELIORATION DE L'INTEGRATION DES DONNEES SOLAIRES POUR LA PREVISION DE L'ACTIVITE GEOMAGNETIQUE PAR APPRENTISSAGE PROFOND

*Enhancing the integration of solar data for geomagnetic activity
prediction using deep learning*

Maria TAHTOUH

18 novembre 2025, à 10h00

**ISAE-SUPAERO, Salle des thèses
10 Av. Edouard Belin 31000 Toulouse**

Lien visioconférence : <https://univ-tlse3-fr.zoom.us/j/3277958640>

Devant le jury composé de :

Viviane Pierrard
Mathieu Barthélémy
Eric Buchlin
Angélica Sicard
Antoine Brunet
Guillaume Bernoux
Denis Standarovski

IASB, Université Catholique de Louvain
IPAG, Université Grenoble Alpes
IAS, Université Paris-Saclay
DPHY, ONERA, Université de Toulouse
DPHY, ONERA, Université de Toulouse
DPHY, ONERA, Université de Toulouse
CNES

Rapportrice
Rapporteur
Examinateur
Directrice de thèse
Co-directeur de thèse
Encadrant
Invité

Résumé

Comprendre et prédire l'impact du Soleil sur la Terre est un défi majeur de la recherche en météorologie de l'espace. Les phénomènes solaires, tels que le vent solaire et les éjections de masse coronale (Coronal mass ejections ou CMEs en anglais), peuvent déclencher des orages géomagnétiques qui peuvent perturber les satellites, les systèmes de communication, la navigation et même les réseaux électriques au sol. La prévision de ces orages plusieurs jours à l'avance est essentielle pour réduire les risques sur les infrastructures technologiques modernes.

Au cours de nos travaux, nous visons à améliorer les prévisions de l'activité géomagnétique, décrite par l'indice géomagnétique Kp, en utilisant des modèles dirigés par les données. Nous nous sommes appuyés sur le modèle SERENADE, un modèle faisant partie de l'état de l'art actuel qui prédit l'indice Kp plusieurs jours à l'avance à partir d'images du Soleil. Notre premier objectif est d'améliorer

ce modèle en développant de nouvelles méthodes d'extraction de caractéristiques spécifiquement adaptées à l'imagerie solaire. A cet effet, nous évaluons la capacité de ces méthodes à capturer avec succès des caractéristiques physiques liées à l'activité du Soleil. Nous effectuons également une évaluation approfondie et ciblée des prévisions du modèle SERENADE lors de l'utilisation des nouvelles méthodes développées.

Dans le deuxième volet de ce travail, nous nous attaquons à un défi majeur dans la prévision de la météorologie de l'espace : prédire les orages associés aux CMEs. Pour ce faire, nous étudions comment les différentes propriétés initiales des CMEs influencent l'intensité et le temps d'arrivée des orages géomagnétiques qui leur sont associés grâce aux techniques d'analyse de sensibilité. Ces connaissances pourraient contribuer à améliorer les modèles de prévision futurs en les rendant plus précis lors des événements météorologiques spatiaux les plus graves.

Nos résultats ouvrent la voie à des prévisions améliorées de l'activité géomagnétique plusieurs jours à l'avance en utilisant des approches basées sur l'apprentissage automatique, en complément des modèles existants basés sur la physique.

Mots clés

Météorologie de l'espace, Données solaires, Apprentissage profond