

Outils d'évaluation de paramètres de lancements de fusées depuis l'ionosphère - H/F

L'ionosphère est la partie haute de l'atmosphère entre 100 et 1000 km. Elle est partiellement ionisée et est sensible à de multiples phénomènes solaires et géophysiques (séismes, tsunamis) et à des événements anthropiques (comme les explosions et les lancements de fusées). Les lancements de fusées peuvent provoquer deux types principaux de perturbations dans l'ionosphère détectées dans les mesures du contenu électronique total (ou TEC) entre le sol et un satellite GNSS (par exemple, GPS ou Galileo) :

- des appauvrissements localisés de la densité du plasma causés par les gaz d'échappement des fusées. Ces appauvrissements ont une forme d'onde spatiale très particulière, similaire à un panache centré le long de la trajectoire de propagation de la fusée.
- les oscillations de la densité électronique dues à la propagation des ondes acoustiques et de choc générées par les lancements de fusées et par la propagation supersonique des fusées dans l'atmosphère et l'ionosphère.

Nous possédons une grande expérience dans l'étude de la réponse ionosphérique aux risques naturels et aux événements d'origine humaine. Nous développons actuellement de nouvelles techniques pour l'évaluation en temps quasi réel des paramètres des perturbations ionosphériques liés aux risques naturels. Nos méthodes permettent de détecter automatiquement dans les données TEC des perturbations ionosphériques liés à des tremblements de terre, de les localiser et, dans le cadre de travaux futurs, d'estimer la magnitude du séisme. Cependant, à la différence des tremblements de terre qui sont localisés en un point, la propagation des fusées est un phénomène plus complexe spatialement. De plus, certaines fusées peuvent utiliser différents types de carburant qui auront des impacts chimiques différents sur l'atmosphère/ionosphère. Par conséquent, selon le scénario, elles produiront différents types de perturbations dans l'ionosphère.

L'objectif principal de la thèse est d'étudier les perturbations ionosphériques générées par différents types de lancements de fusées. Ainsi, il sera possible d'évaluer les paramètres de ces événements et de développer des méthodes d'analyse automatique des perturbations ionosphériques générées par les lancements de fusées. Les principales tâches seront donc :

- réaliser une analyse spatio-temporelle détaillée des paramètres des perturbations ionosphériques générées par les lancements et les explosions de fusées;
- comprendre la dépendance de ces caractéristiques par rapport aux paramètres des fusées (type de carburant, séparations des premier/deuxième étages, présence d'explosion) en les confrontant à des simulations;
- développer des méthodes et des techniques pour reconstruire la trajectoire des fusées (a minima direction de propagation et vitesse des fusées), localiser le point de lancement.

La thèse s'effectuera au CEA et à l'IPGP (Paris).

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés.

Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 10/2026

Durée souhaitée : 3 ans

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Thèse

Méthodes / logiciels : Python, Matlab

- * Master (ou équivalent) en sciences spatiales, ingénierie spatiale ou dans un domaine étroitement lié ;
- * Connaissances en traitement du signal et expérience dans la gestion de grands volumes de données ;
- * Solides compétences en programmation en Python ou dans un autre langage ;
- * Des connaissances en aérodynamique, en fusées et en lancements constituent un atout majeur ;
- * Très bon niveau en anglais, à l'écrit, à l'oral et à la lecture.

Lieu : CEA - DAM Île-de-France, Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon

Contacts :

Nom du responsable : FARGES Thomas, thomas.farges@cea.fr

Autre contact : ASTAFYEVA Elvira, IPGP, astafyeva@ipgp.fr