

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DPHY-2025-10**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DPHY/ERS

Tél. :

Responsable(s) du stage : Nour DAHMEN
Quentin GIBARU

Email : nourallah.dahmen@onera.fr
quentin.gibaru@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Modèles et mesures pour l'environnement spatial

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Analyse comparative de la modélisation de l'interaction onde-particule sur la dynamique globale des ceintures de radiation de la Terre

Sujet : Les ceintures de radiations des électrons sont des structures physiques évoluant autour de la Terre. Elles s'étendent entre l'orbite basse et au-delà de l'orbite géostationnaire et renferment des électrons chargés de haute énergie, piégés par le champ magnétique terrestre. Comme ces particules peuvent détériorer le fonctionnement des satellites artificiels, les scientifiques cherchent à percer les rouages de la dynamique des ceintures au moyen de modèles théoriques ainsi que de mesures satellites.

La modélisation théorique des ceintures d'électrons par le biais de codes physiques est en constante évolution. Le code Salammbô de l'ONERA est capable de restituer la dynamique des phases principales des orages géomagnétiques. Cette dynamique est modélisée par le biais d'une équation de diffusion dont chacun des termes représente les différentes interactions physiques subies par un électron piégé comme le transport radial, les interactions avec la haute atmosphère ou encore l'interaction résonnante avec les ondes VLF qui se propagent dans la magnétosphère. Bien modéliser cette dernière interaction est cruciale pour assurer la précision de Salammbô car elle joue à la fois le rôle de processus d'apport et de perte d'électrons dans les ceintures de radiation. Cependant, cette tâche est très délicate du fait de la difficulté de reconstruire avec certitude la distribution spatio-temporelle de ces ondes. En effet, les mesures d'ondes sont très éparpillées en temps et en espace, s'étalent sur une large gamme en fréquence et balayent des niveaux d'intensités sur plusieurs ordres de grandeurs. Ainsi, selon les hypothèses retenues sur la distribution de ces ondes ou selon la statistique considérée, on peut se retrouver avec des jeux de coefficients de diffusion très différents.

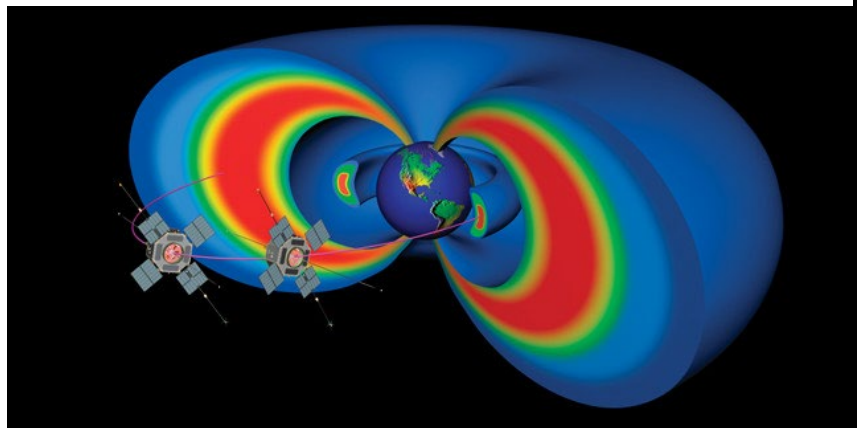


Figure 1 - Vue d'artiste des ceintures de radiation de la Terre avec les sondes RBSP, Crédit NASA.

L'objectif de ce stage consiste à comparer différents jeux de coefficients issus des interactions résonnantes des électrons des ceintures de radiation avec les ondes. Ces derniers sont en partie générés en interne ou disponibles dans la littérature scientifique. Cette comparaison se fera en deux temps après une phase de prise en main de la physique et de la modélisation des ceintures.

En premier lieu, on réalisera une comparaison quantitative permettant d'isoler les domaines de validité en énergie ou en espace de ces coefficients ou d'isoler leurs dépendances à des indices d'activité géomagnétiques et solaires. En second lieu, on évaluera qualitativement l'impact de ces coefficients sur la modélisation de Salammbô. Pour cela, on passera par une procédure d'homogénéisation permettant de réduire les dimensions du problème par un calcul de taux de perte résumant l'effet de ces ondes sur le flux d'électrons piégés. Les taux de pertes ainsi obtenus permettront de valider ces coefficients, à la fois par rapport aux mesures satellites de flux d'électrons mais aussi par rapport à des simulations Salammbô d'orages géomagnétiques de référence.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en œuvre :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : Février-Septembre 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Modélisation Physique, Physique des Plasmas et/ou Environnement Spatial Programmation Python, Fortran90	Ecoles ou établissements souhaités : École d'ingénieur à dominante aérospatiale Master 2 recherche
--	--