

## Avis de Soutenance

Monsieur Pietro DAZZI

Sciences de l'Univers

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Antennes électriques pour les diagnostics in situ des plasmas spatiaux : impédance mutuelle et bruit quasi-thermique*

dirigés par Monsieur Pierre HENRI et Madame Karine ISSAUTIER

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : LPC2E - Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace

Soutenance prévue le **lundi 28 avril 2025** à 14h00

Lieu : CNRS, 3A Avenue de la Recherche Scientifique, 45071 Orléans, France

Salle : Amphithéâtre Sadron

URL salle virtuelle :

<https://cnrs.zoom.us/j/98071871512?pwd=y78cAubI4ACZlmybNkfnR0amAedqCU.1>

### Composition du jury proposé

M. Pierre HENRI	CNRS d'Orléans	Directeur de thèse
M. Jan-Erik WAHLUND	Swedish Institute of Space Physics (IRF)	Rapporteur
M. Nicolas ANDRÉ	Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE-SUPAERO)	Rapporteur
Mme Karine ISSAUTIER	CNRS Meudon	Co-directrice de thèse
M. Matthieu BERTHOMIER	CNRS Paris Saclay	Examineur
M. Sebastien CELESTIN	Université d'Orléans	Examineur

**Mots-clés :** instrumentation, astrophysique, plasma, impédance mutuelle, bruit quasi thermique,

### Résumé :

Le système solaire comprend de multiples environnements plasma : le vent solaire, les magnétosphères planétaires intrinsèques et induites, les ionosphères cométaires et planétaires, etc. Pour explorer de manière efficace ces milieux ionisés, il est essentiel de bien comprendre les processus propres à la physique des plasmas qui régissent leur structure et leur dynamique. Ces processus sont caractérisés par des interactions entre les particules chargées et les champs électromagnétiques. L'étude expérimentale des plasmas spatiaux nécessite par conséquent de réaliser des mesures des électrons et des ions, ainsi que des champs. Dans cette thèse, je me concentre principalement sur l'utilisation des antennes électriques, utilisées pour les mesures in situ du champ électrique et des propriétés des électrons dans les plasmas spatiaux. Plus précisément, deux méthodes instrumentales sont étudiées : la technique de l'impédance mutuelle et la spectroscopie du bruit quasi-thermique. Ces deux méthodes instrumentales ont été utilisées pour caractériser les propriétés des plasmas spatiaux dans différents environnements, allant des ionosphères et magnétosphères planétaires au vent solaire. Cependant, une approximation a toujours été appliquée pour interpréter les mesures provenant de ces deux méthodes : le plasma est considéré comme non magnétisé. Cette simplification est due au fait que les missions spatiales précédentes n'ont pas été conçues pour fonctionner de manière cohérente dans un environnement où le champ magnétique pourrait avoir un impact significatif sur les mesures. Cependant, les prochaines missions ESA/JAXA BepiColombo et ESA JUICE fonctionneront dans des environnements où le champ magnétique devrait jouer un rôle significatif. Par conséquent, cette thèse vise à développer un outil

permettant d'étendre l'application de ces méthodes instrumentales aux plasmas spatiaux magnétisés. Cet objectif est atteint grâce à une approche en deux étapes. Dans un premier temps, je développe deux nouveaux modèles instrumentaux : un pour les expériences d'impédance mutuelle et un pour les expériences de bruit quasi-thermique utilisés dans les plasmas magnétisés. La fonction première de ces modèles est de convertir la mesure brute de l'instrument en diagnostics des paramètres clés : la densité du plasma et la température des électrons. L'influence de l'anisotropie de température des électrons et la présence de populations d'électrons non thermiques sur la mesure instrumentale et les diagnostics in situ du plasma sont également étudiés. Dans un second temps, je valide ces nouveaux modèles en analysant deux séries de mesures effectuées dans des plasmas magnétisés, afin d'extraire un diagnostic plasma de chacune d'entre elles. Pour le bruit quasi-thermique, j'utilise les données des survols de la Terre par la sonde Wind, qui m'ont permis d'obtenir de nouvelles mesures de la densité du plasma et de la température des électrons dans la magnétosphère terrestre. Pour l'impédance mutuelle, j'utilise en revanche une installation expérimentale de laboratoire, la chambre à plasma PEPSO, que j'ai spécifiquement aménagée pour effectuer des mesures d'impédance mutuelle dans un environnement contrôlé constitué d'un plasma magnétisé. Les diagnostics de densité du plasma et de température des électrons qui en résultent, obtenus après comparaison avec mon modèle numérique, sont en accord avec des mesures indépendantes effectuées à l'aide d'une sonde de Langmuir. Ce travail étend l'utilisation des expériences d'impédance mutuelle et de bruit quasi-thermique aux plasmas magnétisés spatiaux. Il représente également une nouvelle approche pour traiter deux techniques instrumentales différentes dans un cadre unifié. Ceci est pertinent pour les futures missions spatiales, telles que BepiColombo. En outre, je propose une piste pour un futur instrument combiné qui exploiterait les points forts des techniques d'impédance mutuelle et de bruit quasi-thermique.