



DEPARTEMENT PHYSIQUE INSTRUMENTATION ENVIRONNEMENT ESPACE (DPHY)

MODÉLISATION ET MESURES DE L'ÉMISSION SECONDAIRE DE DIÉLECTRIQUES ET DES PHÉNOMÈNES MULTIPACTOR EN PRÉSENCE DE CHAMP MAGNÉTIQUE POUR LA FUSION NUCLÉAIRE CONTRÔLÉE ET LE SPATIAL

Soutenance de thèse de Adrien Plaçais

19 novembre 2020 – 10:00

via

<https://us02web.zoom.us/j/85915054461>

Devant le jury :

- ✚ Isabelle MONTERO, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (rapporteure)
- ✚ Marin CHABOT, Laboratoire de Physique des Deux Infinis Joliot-Curie (rapporteur)
- ✚ Mauro TABORELLI, Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN) (examineur)
- ✚ Nicolas FAURE, PMB Alcen (examineur)
- ✚ Yves ELSKENS, Université d'Aix-Marseille Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires (examineur)
- ✚ Mohamed BELHAJ, ONERA Toulouse (directeur de thèse)
- ✚ Julien HILLAIRET, CEA Cadarache (co-directeur de thèse)
- ✚ Jérôme PUECH, CNES Toulouse (co-directeur de thèse)

RESUME

La fusion nucléaire contrôlée par confinement magnétique dans les réacteurs de type Tokamak et le spatial avec les charges utiles des satellites ont en commun d'utiliser des systèmes haute-fréquence (HF) de forte puissance (du kilowatt au mégawatt) et fonctionnant sous vide. La puissance transmissible par de tels systèmes P_{\max} est limitée par l'effet multipactor, qui apparaît quand les électrons présents dans le système entrent en résonance avec le signal HF. Si leur énergie est suffisante, d'autres électrons peuvent être extraits des parois et la population électronique peut croître de manière exponentielle. Ce nuage électronique peut perturber le signal transmis, dégrader des surfaces, voire provoquer un arc électrique. Bien maîtrisée dans les configurations les plus simples (e.g. : guide d'onde rectangulaire métallique), la prévision du phénomène multipactor est plus difficile dans les scénarios complexes, notamment en présence de champs magnétiques et/ou de matériaux de type diélectriques. Ces deux paramètres influencent aussi bien les trajectoires des électrons que les phénomènes d'émission secondaire à l'origine de l'augmentation de la population électronique. L'objectif de la thèse est de modéliser et comprendre l'apparition du multipactor dans ces configurations complexes. Dans ce cadre, j'ai développé le modèle POTOMAC (Physical simulatiON TOol for Multipactor in Advanced Configurations). Grâce à POTOMAC, j'ai tout d'abord pu montrer que la précision du modèle d'émission électronique utilisé avait une importance capitale, et ce d'autant plus que la configuration étudiée utilise des matériaux diélectriques. Pour modéliser des géométries réalistes, j'ai proposé une extension en trois dimensions du modèle de Dionne, qui est le seul modèle d'émission électronique capable de prendre en compte la charge

déposée dans les diélectriques. Enfin, j'ai montré que l'accumulation de charges électriques à la surface des diélectriques avait un impact considérable sur l'apparition du multipactor, en favorisant ou défavorisant certains modes multipactor. Cette influence a été partiellement vérifiée de manière expérimentale, en collaboration avec un partenaire industriel.