

Simulation de la signature infrarouge des phénomènes lumineux transitoires en moyenne atmosphère

Soutenance de thèse – Frédéric ROMAND

Le 3 octobre 2018 à 14h00

À Sorbonne Université, UFR Terre, Environnement, Biodiversité
Salle de conférence, tour 56 - 46 2^{ème} étage
4 place Jussieu, 75005 Paris

Devant le jury composé de :

Mme Elisabeth BLANC (CEA)
M. Sébastien CELESTIN (Université d'Orléans)
M. Alain HAUCHECORNE (UVSQ)
M. Denis PACKAN (ONERA)
M. Sébastien PAYAN (Sorbonne Université)
Mme Laurence CROIZE (ONERA)

Rapporteuse
Rapporteur
Examineur
Examineur
Directeur de thèse
Invitée

Résumé :

Les émissions lumineuses visibles des *sprites* ont principalement été attribuées aux états électroniques de N_2 et N_2^+ . Des émissions dans l'infrarouge moyen et lointain ont également été prédites par des travaux de simulation, mais elles n'ont jamais été observées à partir d'un dispositif expérimental. Celles-ci seraient consécutives à l'excitation des états vibrationnels de CO_2 par différents phénomènes de collisions entre électrons et molécules lors de la propagation du *sprite*. L'étude du rayonnement infrarouge des *sprites* présente un intérêt dual. En sciences de l'atmosphère, leur effet sur la composition chimique peut être évalué par des méthodes de télédétection infrarouge. La Défense utilise des systèmes de veille optronique satellitaires ou aéroportés pour la détection de tirs de missiles. Dans ce cadre, il est indispensable d'évaluer le potentiel de fausse alarme par les phénomènes atmosphériques naturels, dont les *sprites*.

L'objectif de ce travail est de modéliser les phénomènes d'excitation vibrationnelle des molécules atmosphériques par un *sprite* et de caractériser les émissions infrarouges associées. Pour cela, un modèle de cinétique plasma-vibrationnelle, qui permet de modéliser les interactions entre électrons et états vibrationnels des molécules, a été développé et couplé à un modèle de transfert radiatif atmosphérique. Cet outil permet de simuler les effets énergétiques, chimiques et radiatifs consécutifs à la perturbation électrique des *streamers*, éléments constitutifs des *sprites*.

Il a ainsi été montré que d'importantes émissions ont lieu entre 4 – 5 et 9 – 11 μm , et que celles-ci pourraient être détectables depuis la stratosphère ou depuis l'espace. Par ailleurs, les effets des incertitudes sur les principaux paramètres du modèle ont été hiérarchisés à travers une étude de sensibilité, ce qui a permis de définir les axes prioritaires d'amélioration à venir. Enfin, ces travaux ont permis de définir des spécifications instrumentales pour la mission HALESIS (*High Altitude Luminous Events Studied by Infrared Spectro-imagery*). Celle-ci aura pour but d'observer les *sprites* et autres phénomènes lumineux de moyenne atmosphère dans l'infrarouge à l'aide d'instruments embarqués sous un ballon stratosphérique.

Mots clés : *sprites*, cinétique plasma-vibrationnelle, transfert radiatif hors équilibre thermodynamique local, rayonnement infrarouge, HALESIS