

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Impact des perturbations atmosphériques et de leur propagation dans la Mésosphère-Basse-Thermosphère

Référence : **PHY-DOTA-2022-26**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2022

Date limite de candidature : Mai 2022

Mots clés :

Mésosphère - Ionosphère - Basse Thermosphère - Nightglow / Airglow - Modélisation - Perturbations - Onde de gravité - signal HF

Profil et compétences recherchées :

Master Physique de l'Atmosphère ;

Expérimentations/Mesures, Traitement/Analyse de signal, Propagation, Modélisation, Electromagnétisme, Rayonnement

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

La haute atmosphère, et plus précisément la région appelée MLT (Mesosphere Lower Thermosphere) qui se situe entre 60 et 150 km d'altitude, est le siège de processus divers (chimiques, radiatifs, dynamiques) dont l'étude est cruciale pour la compréhension du climat et le développement des futurs modèles climatiques. Cette région est également critique pour la propagation des ondes radio et infrason et l'émission du rayonnement nocturne appelé nightglow ou airglow, notamment à cause des perturbations atmosphériques liées à la propagation des ondes de gravité et leur déferlement impactant la circulation moyenne.

La propagation verticale des ondes de gravité dans la moyenne atmosphère est complexe comme le montre la thèse de T. Le Dû (2020) car les ondes interagissent avec le milieu et transfèrent leur énergie. De plus, les ondes peuvent être régénérées via une cascade d'énergie avec une émission et une propagation dans différentes directions. De ce fait le lien formel entre les perturbations générées dans la troposphère et l'ionosphère est difficile à appréhender et la propagation des ondes de gravité n'est pas représentée explicitement dans les modèles numériques du fait qu'il n'existe pas d'observations qui permettent de décrire de façon continue la propagation des ondes de la moyenne atmosphère jusqu'à l'ionosphère.

Dans le cadre du projet européen d'infrastructure ARISE, cet enjeu a été identifié et des observations spécifiques ont été prévues notamment à l'observatoire de Haute-Provence (OHP). Ce site dispose déjà d'instruments pour sonder la moyenne atmosphère (lidar température, lidar vent, radiosondage, infrasons, sondeur doppler ionosphérique, Michelson Airglow, spectromètre température et caméras Airglow) ; et il est envisagé d'installer un radar Météore, d'étendre les mesures Airglow aux plus hautes altitudes dans l'ionosphère et d'installer un sondeur ionosphérique vertical numérique. L'ensemble de ces mesures offre un cadre unique d'étude des perturbations. Un premier travail de thèse LATMOS/ONERA DOTA (C. Bellisario) a été mené à bien de 2012 à 2015, dans lequel une analyse et une modélisation des phénomènes chimiques et radiatifs se produisant dans la MLT a été réalisée ainsi que le développement d'un modèle physico-chimique 1D décrivant l'évolution temporelle nocturne du rayonnement émis par la molécule OH (hydroxyle), cette dernière étant responsable de la majeure partie du rayonnement nocturne dans le visible et le proche infrarouge. Cependant, la distribution spatio-temporelle de la molécule OH dépend d'une chaîne de réactions chimiques mais également de processus dynamiques à diverses échelles qui n'ont pas été intégrés au modèle développé dans le cadre de la thèse ; une étude de sensibilité à quelques processus dynamiques a néanmoins été réalisée mettant en exergue la nécessité d'intégrer la dynamique au modèle afin de modéliser les fluctuations à petite échelle du rayonnement.

Cette thèse se déroulera en partie dans le Département d'Optique et techniques Associées, et en partie dans le Département d'Electromagnétisme et Radar.

L'objectif est d'avoir une modélisation de la propagation des perturbations atmosphériques depuis les basses couches de l'atmosphère jusqu'à l'ionosphère, impliquant un couplage entre l'atmosphère neutre et l'atmosphère ionisée. Cela permettra d'estimer l'impact sur la couche d'émission nightglow ainsi que sur les signaux HF.

La thèse proposée consistera dans un premier temps à analyser l'ensemble des observations depuis la troposphère jusqu'à l'ionosphère. Pour débiter, cette analyse sera produite sur un site pour lequel on dispose

de données issues des instruments présents, en l'occurrence à l'Observatoire de Haute-Provence (OHP). L'observation des perturbations par les divers instruments permettra de tracer les caractéristiques propres aux perturbations durant leur propagation dans l'atmosphère. On peut compter parmi ces caractéristiques les longueurs d'onde (verticale et horizontale), les périodes, les amplitudes ou encore les directions de propagation.

Dans un deuxième temps, une étude de sensibilité sur l'énergie déposée et l'impact induit sur la propagation des signaux HF (haute fréquence) sera réalisée en tenant compte des perturbations atmosphériques aléatoires mais avec une amplitude réaliste. La variabilité des caractéristiques permettra d'établir les intervalles sur lesquels les tests de sensibilités seront produits.

La troisième partie consiste à développer un modèle numérique spécifique à cette région. Pour cela, le candidat couplera le modèle de mésosphère RACCORD du LATMOS avec le modèle photochimique NEMO développé à l'ONERA. Il ajoutera une modélisation de l'ionosphère soumise au champ magnétique afin de permettre une extension en altitude. La propagation des perturbations et des signaux HF sera également incluse. La variabilité et les tests de sensibilité produits seront enfin comparés aux différents forçages dynamiques utilisés dans les modèles climatiques afin d'affiner leurs représentations de la moyenne atmosphère.

Cette thèse rejoint le cadre du Projet de Recherche Fédérateur CARMHA (CARactérisation et Mesures de la Haute Atmosphère) qui s'intéresse entre autres aux ondes de gravité et à leur impact, principalement pour obtenir une meilleure restitution des grandeurs atmosphériques (température, densité, vent, ...) au niveau de la couche d'airglow. Les perturbations engendrées se répercutent également sur l'intensité du rayonnement airglow propagée au niveau du sol qui permet la vision nocturne à l'aide de caméras proche infrarouge (intérêt DGA).

Observatoire du Maïdo : nuit du 01
juin 2016

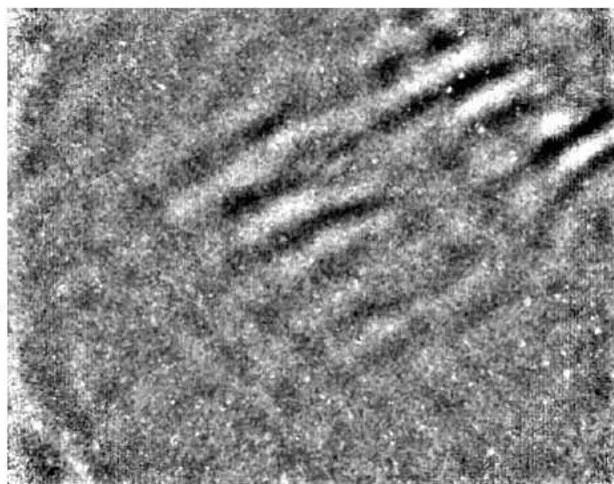


Image du rayonnement nightglow observé à 87 km d'altitude à l'aide d'une caméra InGaAs.

Collaborations envisagées :

LATMOS, DEMR

Laboratoire d'accueil à l'ONERA :

Département : Optique et Techniques Associées

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : BELLISARIO Christophe

Tél. : 018 038 6364 Email : christophe.bellisario@onera.fr

Directeur de thèse :

Nom : Philippe Keckhut

Laboratoire : LATMOS

Tél. : 0180285250

Email : Philippe.Keckhut@latmos.ipsl.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>