

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2025-15**

(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DOTA/MPSO

Tél. : 0180386364

Responsable(s) du stage : Christophe Bellisario,  
Claire Malherbe

Email. : christophe.bellisario@onera.fr

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Transfert radiatif, réchauffement climatique, flux radiatif, modèles

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

**Intitulé : Sensibilité des calculs de flux radiatifs en présence de traînée de condensation d'avions pour différentes situations météorologiques**

Sujet :

L'impact des traînées de condensation des avions sur le réchauffement climatique est étudié à l'aide de modèles climatiques et radiatifs, afin de déterminer si le forçage radiatif induit par les émissions des avions est positif (réchauffement) ou négatif (refroidissement). Les marges d'incertitude associées aux modèles ne permettent pas de trancher clairement dans certaines situations géométriques et météorologiques.

Dans le but de réduire les incertitudes existantes des modèles climatiques, de nombreux projets étudient l'impact des codes de transfert radiatif (RTM pour Radiative Transfer Model) utilisés, ainsi que leur variabilité selon les conditions locales (Gaz à Effet de Serre dont vapeur d'eau, nuages). Les résultats de ces RTM, précis mais coûteux en temps de calcul, sont utilisés afin d'établir la paramétrisation du forçage radiatif qui est par la suite incluse dans les modèles climatiques globaux de manière simplifiée.

L'ONERA a développé le code MATISSE [Labarre et al., 2016], un RTM dédié principalement à la caractérisation de scènes optroniques, fournissant par exemple des images en éclairage de fonds naturels, des luminances et transmissions, ou encore des sphères d'éclairage autour d'un point cible. MATISSE a été validé sur de nombreux cas ponctuels, mais il n'a, jusqu'à présent, jamais été utilisé dans le cadre d'une problématique climatique globale. Le focus est porté ici sur l'impact des traînées de condensation des avions (contrails) sur le bilan radiatif, leur présence étant généralement favorable à un réchauffement de l'atmosphère. **L'objectif du stage est d'étudier la sensibilité des calculs de flux radiatifs aux différentes situations météorologiques pour l'évaluation de l'impact climatique des traînées de condensation des avions.**

Un travail important de validation du calcul du forçage radiatif avec l'actuelle version de MATISSE a été effectué par rapport au RTM MODTRAN [Berk et al., 2014] sur des cas particuliers de profils atmosphériques verticaux et sur certaines bandes spectrales. Une chaîne de calcul a été codée dans ce but. Le ou la stagiaire aura pour tâche d'effectuer des tests de sensibilité sur les nombreux paramètres ayant un impact sur le forçage radiatif. Pour cela, il utilisera la chaîne de calcul développée sur différents scénarios. Il commencera par réitérer les cas d'études issus de la publication de Myhre et al. [2009] qui fait intervenir des contrails de type cirrus prédéfinis. Ensuite, à partir des résultats du projet Climaviation et/ou de la bibliographie ([Iwabuchi et al., 2012], [Schumann et al., 2016] par exemple), le stagiaire pourra faire varier les paramètres caractéristiques des contrails. En particulier, les aspects géométriques et radiatifs du nuage associé aux contrails seront étudiés pour déterminer leurs effets sur les flux montants et descendants observés au sol et à haute altitude. Ces flux correspondent aux grandeurs utilisées pour évaluer le forçage radiatif, paramètre indicateur de l'effet réchauffant ou non. Au cours de cette étape, les résultats seront comparés avec la littérature scientifique [Wolf et al., 2023] et le RTM MODTRAN. De même, de nouvelles situations météorologiques pourront être renseignées à partir des données d'ERA5 [Herbach et al., 2020] par exemple. Ces travaux permettront d'avoir une estimation plus précise de l'impact climatique des traînées de condensation des avions.

Références :

- [Berk et al., 2014] A. Berk, P. Conforti, R. Kennett, T. Perkins, F. Hawes and J. van den Bosch, "MODTRAN@ 6: A major upgrade of the MODTRAN@ radiative transfer code," 2014 6th Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing (WHISPERS), Lausanne, Switzerland, 2014, pp. 1-4, doi: 10.1109/WHISPERS.2014.8077573.
- [Hersbach et al., 2020] Hersbach, H. et al. (2020). The ERA5 Global Reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146, 1999-2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>.
- [Iwabuchi et al., 2012] Iwabuchi, H., Yang, P., Liou, K. N., and Minnis, P. (2012), Physical and optical properties of persistent contrails: Climatology and interpretation, J. Geophys. Res., 117, D06215, doi:10.1029/2011JD017020.
- [Labarre et al., 2016] MATISSE-v3.0 : overview and future developments, L. Labarre, L. Croizé, S. Fauqueux, T. Huet, C. Malherbe, J. Pierro, 11th International IR Target & Background Modelling Workshop, Carcassones, June 2016
- [Myhre et al., 2009] Myhre, G., Kvalevåg, M., Røed, G., Cook, J., Shine, K.P., Clark, H., Karcher, F., Markowicz, K., Kaldas, A., Wolkenberg, P., Balkanski, Y., Ponater, M., Forster, P., Rap, A., de Leon, R.R., 2009. Intercomparison of radiative forcing calculations of stratospheric water vapour and contrails. Meteorol. Z. 18, 585–596. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2009/0411>.
- [Schumann et al., 2017] Schumann, U., Baumann, R., Baumgardner, D., Bedka, S. T., Duda, D. P., Freudenthaler, V., Gayet, J.-F., Heymsfield, A. J., Minnis, P., Quante, M., Raschke, E., Schlager, H., Vázquez-Navarro, M., Voigt, C., and Wang, Z.: Properties of individual contrails: a compilation of observations and some comparisons, Atmos. Chem. Phys., 17, 403–438, <https://doi.org/10.5194/acp-17-403-2017>, 2017.
- [Wolf et al., 2023] Wolf, K., Bellouin, N., and Boucher, O.: Sensitivity of cirrus and contrail radiative effect on cloud microphysical and environmental parameters, Atmos. Chem. Phys., 23, 14003–14037, <https://doi.org/10.5194/acp-23-14003-2023>, 2023.

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

**Méthodes à mettre en oeuvre :**

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

Possibilité de prolongation en thèse : **Non**

**Durée du stage :** Minimum : 3 mois Maximum : 5 mois

Période souhaitée : Janvier à août 2025

**PROFIL DU STAGIAIRE**

Connaissances et niveau requis :

Développement informatique (Linux, C, Python). Transfert radiatif. Notion des modèles climatiques.

Ecoles ou établissements souhaités :

Écoles d'ingénieur ou Licence Physique, Master Recherche & Professionnel.