

STAGE DE RECHERCHE de MASTER 2^{ème} ANNEE

Master SOAC / WAPE

Année Universitaire 2025-2026

LABORATOIRE : LMD-Sorbonne Université

SUJET DU STAGE : Vers une mesure de l'intensité de la rétroaction de la vapeur d'eau à l'aide de longues séries d'observations satellitaires.

COORDONNEES DU RESPONSABLE :

Nom – Prénom : Cheruy Frederique , Dufresne Jean-Louis , Armante Raymond

Adresse: LMD – Jussieu Tour 45-55 3ieme etage

Téléphone :

E-mail : cheruy@lmd.ipsl.fr, dufresne@lmd.ipsl.fr, raymond.armante@lmd.ipsl.fr

NATURE DU SUJET :

Théorie	Pas du tout	Un peu x	Beaucoup
Modélisation num.	Pas du tout	Un peu x	Beaucoup
Expérimentation	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
Analyse de données	Pas du tout	Un peu	Beaucoup x
Instrumentation	Pas du tout <u>x</u>	Un peu	Beaucoup

SUJET :

La rétroaction de la vapeur d'eau, qui résulte de l'effet radiatif des variations de vapeur d'eau liées au réchauffement de la surface terrestre, double approximativement l'accroissement de température dû aux activités humaines, par rapport au réchauffement si la quantité de vapeur d'eau restait constante. C'est une rétroaction positive. Même si l'incertitude sur cette rétroaction est relativement faible, elle reste significative pour une bonne estimation de la réponse totale, et donc de la sensibilité climatique (la température d'équilibre du système Terre pour une trajectoire d'émissions de CO₂ donnée). Plusieurs études ont montré que cette incertitude est principalement due à la variation du profil vertical d'humidité relative. Une étude récente a montré que son évolution dans trois jeux de réanalyses météorologiques différents (ERA5, JRA55, et MERRA2) conduit à des paramètres de rétroaction significativement différents, et conclut sur l'importance d'une estimation précise à partir d'observations de l'évolution à long terme du profil vertical de l'humidité relative (Gloeckner et al., 2025). Il est ici proposé d'exploiter les mesures de l'instrument IASI, à bord des satellites Metop depuis 2006, -qui ouvrent la possibilité d'un suivi à long terme de la distribution verticale de la température et de la vapeur d'eau atmosphérique. Des études ont montré l'importance du profil vertical de l'humidité

dité relative sur la rétroaction vapeur d'eau (Jeevanjee et al., 2021), et que les variations verticales de l'humidité relative selon différentes hypothèses réalistes (détaillées dans Roemer et al., 2023) produisaient des signatures spectrales différentes visibles sur les spectres IASI, et pouvaient donc être départagées. ¶

Le stage s'articulera principalement autour deux axes. Le premier concerne l'analyse de séries longues des profils de vapeur d'eau et de température, de l'impact de leurs variations sur le rayonnement infrarouge émis par la Terre et de l'interprétation de ces résultats dans le cadre de considérations théoriques. Trois séries temporelles seront utilisées. La première est celle réalisée par EuMetSat par inversion des données IASI, la seconde est celle issue des réanalyses météorologiques ERA5, la troisième est une nouvelle inversion des données IASI basée sur des réseaux de neurones, en cours de réalisation au LMD, avec notamment pour objectif de corriger certains défauts des inversions de EuMetSat, notamment en termes de stabilité long terme. Le second axe concerne l'évaluation dans la région tropicale de l'inversion en cours de réalisation au LMD grâce aux mesures de profils atmosphériques issues des campagnes EUREC4A et MAESTRO qui ont eu lieu respectivement à la Barbade en janvier-février 2020 et au Cap Vert en août-septembre 2024). On comparera directement les inversions aux mesures in-situ, puis on cherchera à identifier la signature spectrale des éventuelles différences entre inversions et mesures directes en vue d'améliorer l'algorithme d'inversion en collaboration avec l'équipe qui le développe. Ce stage devrait ainsi permettre de donner une estimation de la rétroaction vapeur d'eau basée sur des observations et d'identifier les pistes d'amélioration possible pour rendre cette estimation plus précise.

POURSUITE :

Ce stage peut-il donner lieu à un sujet de thèse ?

Oui

Noter que le stage de M2 peut être totalement indépendant du sujet de thèse.

Références :

Jeevanjee, N., Koll, D. D. B., & Lutsko, N. (2021). "Simpson's Law" and the spectral cancellation of climate feedbacks. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL093699.

<https://doi.org/10.1029/2021GL093699> ¶

Gloeckner, H. M., Kluft, L., Schmidt, H., & Stevens, B. (2025). Estimates of the global clear sky longwave radiative feedback strength from reanalysis data. *Geophysical Research Letters*, 52(7), e2024GL113495. ¶

¶

Roemer, F. E., Buehler, S. A., Brath, M., Kluft, L., & John, V. O. (2023). Direct observation of Earth's spectral long-wave feedback parameter. *Nature Geoscience*, 16(5), 416-421. ¶

Stevens B., Bony S., et al. (2021). EUREC(4)A. *Earth System Science Data*, 13 (8), 4067-4119. ISSN 1866-3508. ¶