

## M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM UMR 3589

Titre du stage : Quelle est la meilleure façon d'assimiler les observations infrarouges à bord des satellites géostationnaires pour la prévision numérique du temps ?

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Olivier Audouin (ingénieur de recherche) et Nadia Fourrié (chercheuse)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :

[olivier.audouin@meteo.fr](mailto:olivier.audouin@meteo.fr) 0561079387

[nadia.fourrie@meteo.fr](mailto:nadia.fourrie@meteo.fr) 0561078476

Sujet du stage :

La prévision du temps à Météo-France repose sur l'utilisation du modèle à l'échelle mondiale ARPEGE qui résout les équations d'évolution de l'atmosphère pour établir des prévisions de l'état de l'atmosphère jusqu'à 4 jours d'échéance. Les modèles de prévision numérique du temps utilisent de nombreuses observations pour déterminer l'état initial de l'atmosphère, appelée analyse, qui servira ensuite de point de départ de la simulation sur plusieurs jours. L'analyse est réalisée par une assimilation de données variationnelle quadri-dimensionnelle (4D-Var). Il s'agit de trouver un compromis entre les observations et une prévision courte échéance du modèle via la minimisation d'une fonction coût.

Un grand nombre des observations assimilées proviennent des satellites météorologiques qui peuvent être en orbite polaire ou géostationnaire. Les satellites géostationnaires forment une ceinture tout autour de la Terre avec les satellites américains GOES, européens METEOSAT et japonais HIMAWARI. Les observations des satellites géostationnaires proviennent de capteurs qui mesurent des luminances dans le spectre infrarouge et visible dans des pixels dont la taille varie d'un à plusieurs kilomètres. Les luminances infrarouges permettent de fournir de l'information sur le profil de température et d'humidité de l'atmosphère. Pour extraire cette information, il est nécessaire d'utiliser un modèle de transfert radiatif (RTTOV) qui permet de simuler les luminances à partir des champs du modèle et de comparer ainsi les simulations du modèle ARPEGE avec les observations. Les mesures sont sensibles à la présence de nuages et actuellement seules les luminances en ciel clair sont assimilées. Plusieurs produits pour les luminances géostationnaire existent. Par exemple, les données peuvent être disponibles sous forme de luminances pour chaque point d'observation de l'instrument. Elles peuvent également être moyennées dans des « boîtes » de 80 km de côté et en ne tenant compte que des luminances en ciel clair. C'est ce produit « radiance en ciel clair » qui a d'abord été utilisé pour tous les satellites. Pour les satellites américains GOES, l'assimilation des radiances issues des pixels est maintenant utilisée dans le modèle opérationnel depuis juillet 2022, les « radiance en ciel clair » ayant été momentanément indisponibles.

Pour les satellites européens METEOSAT, les deux formats sont encore disponibles et la question du format le plus adapté pour l'assimilation dans le modèle global ARPEGE n'a pas encore été traitée. L'objectif du stage est donc de comparer l'impact de ces deux formats d'observation sur l'analyse et la prévision du modèle global ARPEGE pour les satellites couvrant le bassin atlantique. Il s'agira d'exploiter les résultats de deux expériences numériques, l'une utilisant les luminances et l'autre le produit moyenné « radiance en ciel clair ». Des diagnostics sur l'assimilation seront menés afin de comparer le nombre d'observations utilisées pour chaque format de données ainsi que l'impact sur l'assimilation des autres systèmes d'observation dans chaque expérience. L'impact sur la prévision sera également étudié, notamment pour les champs de géopotential, température, humidité et de vent. Une étude de cas météorologique (cyclone ou tempête) pourra être réalisée pour approfondir l'analyse de l'impact. Par ailleurs le/la stagiaire pourra être amené à proposer de nouveaux réglages de l'assimilation et tester ces modifications via des expériences numériques d'assimilation/prévision.

Compétences requises :

Compétences en python (manipulation de données scientifiques et graphiques)

Notions d'assimilation de données et de prévision numérique du temps.