

Laboratoire : CNRM (CEMS, Site de Lannion, Bretagne)

Titre du stage : Simulation d'images satellitaires Infrarouges par réseau de neurones

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Jean-Marie Lalande (Chercheur), Jérôme Vidot (Directeur de Recherche)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : 0296056753, jean-marie.lalande@meteo.fr

Sujet du stage :

La simulation d'images satellitaires se réalise au travers de modèles complexes appelés modèles de transfert radiatif qui modélisent la propagation du rayonnement dans le système Terre-océan-atmosphère. Ces modèles permettent notamment d'assimiler des observations satellitaires dans les modèles de prévision numérique du temps.

À Météo-France et dans plusieurs centres de prévision météorologique européens, le modèle de transfert radiatif RTTOV (<https://nwp-saf.eumetsat.int/site/software/rttov/>) est dédié à cette assimilation opérationnelle. Dans ce stage nous proposons d'utiliser un réseau de neurones pour reproduire le modèle RTTOV de manière suffisamment précise mais avec des temps de calcul réduits. Un premier volet d'études s'est intéressé à la simulation la plus simple : le canal d'absorption par la vapeur d'eau et sans nuages. Les résultats ont montré un gain d'un facteur 3 en temps de calcul avec une très bonne précision. L'étudiant.e se basera sur ce travail pour l'approfondir et simuler des scènes de plus en plus complexes avec notamment l'effet des surfaces océaniques et terrestres mais aussi des nuages (Leonhard, 2021). L'objectif sera de proposer une architecture de réseau reposant sur des couches convolutionnelles, puis d'explorer la capacité d'un réseau entraîné à reproduire un tangent-linéaire et son adjoint en vue des applications en assimilation de données (Hatfield et al. 2021).

Références :

- Leonhard, S. A neural network based forward operator for visible satellite images and its adjoint JQSRT, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2021.107841>

- S. Hatfield, M. Chantry, P. Dueben, P. Lopez, A. Geer, and T. Palmer, "Building tangent-linear and adjoint models for data assimilation with neural networks," Journal of Advances in Modeling Earth Systems, Aug. 2021, doi: <https://doi.org/10.1029/2021ms002521>.

Objectifs

- Prise en main du modèle RTTOV et simulation de cas d'apprentissage.
- Design d'une architecture reposant sur des couches convolutionnelles
- Apprentissage et validation sur des cas d'études.
- Évaluation de la pertinence du TL/AD associé au réseau entraîné.
- Rédaction du rapport et préparation à la soutenance.

Compétences et pré-requis

- Il est nécessaire que l'étudiant.e ait des connaissances en mathématiques appliquées et en méthode d'intelligence artificielle.
- Maîtrise des langages de programmation tels que Python et expérience des bibliothèques d'apprentissage automatique (par exemple, TensorFlow, PyTorch).
- Familiarité avec les techniques de prétraitement des données, l'analyse statistique et les méthodes d'évaluation des modèles.
- Excellentes compétences analytiques, capacités de résolution de problèmes et souci du détail.