

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

**INGENIEURS DE L'ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE**

**FICHE DE PROPOSITION DE SUJET**

**Titre du sujet proposé** : Simulation d'images satellitaires par réseau de neurones

**Organisme ou service proposant le sujet** : CNRM/GMGEC/PLASMA avec le CNRM/CEMS et le CERFACS

**Responsable principal du stage** :

Responsable principal (le responsable principal est l'interlocuteur direct de l'Ecole. C'est à lui, en particulier, que seront adressés les courriers ultérieurs) :

NOM : PANNEKOUCKE

Prénom : Olivier

téléphone :

Mél : olivier.pannekoucke@meteo.fr

**Autres responsables** : Jérôme VIDOT, Jean-Marie LALANDE, Vincent GUIDARD.

**Le stage présente-t-il un caractère de confidentialité ?** : non

**Le stage peut-il être effectué à distance ?**:

normalement non, mais possibilité de le réaliser à distance suivant la situation sanitaire.

**1) Description du sujet – livrables attendus**

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. A 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. <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>.

## **2) lieu du stage, durée ou période**

Le stage se déroulera au CNRM/GMGEC/PLASMA (Toulouse), en collaboration directe avec le CEMS (Lannion) et le CERFACS (Toulouse).

Il s’agit d’un stage de type recherche et développement de 6 mois, ouvrant à gratification.