

## **PROJET DE FIN D'ETUDES**

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

#### **FICHE DE PROPOSITION DE SUJET**

**Titre du sujet proposé : Méthodes dynamiques de segmentation et images SAR des satellites Sentinel-1 pour le suivi de la neige humide en montagne**

**Organisme ou service proposant le sujet : DESR/CNRM/CEN**

**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 : KARBOU Prénom : Fatima

téléphone : 0476637905 Mél : fatima.karbou@meteo.fr

**Autres responsables** : Guillaume JAMES (INRIA Grenoble Rhône-Alpes and Laboratoire Jean Kuntzmann)

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

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

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

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet APR SHARE (Séries chronologiques d'images SAR de Sentinel-1 en terrain de montagne) d'étude de la neige sèche/humide par imagerie SAR/InSAR Sentinel-1 porté par le CNRM (PI. F. Karbou) et mettant en lien plusieurs laboratoires français (LISTIC, Inria, LJK, IsTerre) sur les thématiques de télédétection spatiale de la neige, les méthodes d'apprentissage et d'analyse d'images.

Le stage fait appel à la fois aux outils de télédétection spatiale de la neige et de mathématiques pour le traitement et l'analyse d'images.

La segmentation des images est une technique très largement utilisée pour analyser les images et en extraire une information pertinente sur un phénomène donné et cela dans de nombreux domaines comme la biomédecine, la télédétection spatiale, la communication vidéo. Un des avantages des techniques de segmentation est de simplifier le traitement des images et de rendre accessible une

quantité d'information contenue dans seulement une partie de l'image. On peut définir la segmentation de l'image comme étant un processus de découpage d'une image entière en régions disjointes et homogènes sur la base d'un ensemble de critères. Il existe plus d'un millier de méthodes ou algorithmes de segmentation d'images, la plupart sont adaptées à un certain contexte d'applications et certaines sont généralisables à de nombreuses applications. Parmi les types de méthodes de segmentation on peut citer par exemple: (1) segmentation par seuillage, (2) segmentation de l'image basée sur la détection des formes ou des contours, (3) segmentation basée sur une croissance de région, (4) segmentation basée sur la minimisation d'une énergie et (5) la segmentation dynamique des images.

Récemment, Guiot (2021) a exploré le potentiel de méthodes de segmentation d'images appliquées aux images SAR de Sentinel-1 afin d'améliorer la détection de la neige humide sur les massifs alpins français. Il a montré que les méthodes filtrant le bruit présent dans les images SAR obtiennent des résultats meilleurs, par comparaison à des produits de référence, au regard de scores comme la corrélation, la distance de hamming et autres scores de similarités. Ces méthodes améliorent la détection de la neige par rapport aux approches de seuillage fixe (Nagler et al. 2000, Karbou et al. 2021). Il a par ailleurs mis en évidence le fort potentiel de méthodes de segmentation dynamiques et celles basées sur les méthodes d'apprentissage comme les méthodes Random Forest.

Le but de ce stage est d'étudier plus en profondeur une famille de méthodes de segmentation, celle des méthodes dynamique et/ou basée sur de l'apprentissage profond. Les méthodes seront testées sur les Alpes et les Pyrénées et évaluées par comparaison à des mesures ponctuelles de l'enneigement, des simulations de l'enneigement par le modèle de neige Crocus et à des produits de neige indépendants issus des mesures optiques satellites.

#### Sélection de références:

Ambroise Guiot (2021), Télédétection de la neige humide par segmentation d'images SAR, rapport de stage PFE ENM encadré par F. Karbou et G. James.

Nagler, T. & Rott, H. Retrieval of Wet Snow by Means of Multitemporal SAR Data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 38, 754-765 (2000).

Karbou F, Veyssière G, Coleou C, Dufour A, Gouttevin I, Durand P, Gascoin S, Grizonnet M. Monitoring Wet Snow Over an Alpine Region Using Sentinel-1 Observations. Remote Sensing. 2021; 13(3):381. <https://doi.org/10.3390/rs13030381>

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

Le stage se déroulera au CEN (Saint Martin d'Hères). La durée du stage est de 5 à 6 mois au premier semestre 2022.