

Offre de thèse : Modèles de neurones convolutifs pour la caractérisation et l'analyse des dynamiques de la cryosphère

Laboratoire d'accueil : [LISTIC](#), Université Savoie Mont Blanc

Contacts : ATTO Abdourrahmane : abdourrahmane.atto@univ-smb.fr ; TROUVÉ Emmanuel : emmanuel.trouve@univ-smb.fr ; KARBOU Fatima : fatima.karbou@meteo.fr

Descriptif du sujet de thèse :

L'objectif de la thèse est de proposer des modèles dits de neurones convolutifs, opérant dans un cadre d'apprentissage profond et à partir de séries temporelles d'images satellitaires, afin de permettre :

- L'évaluation de l'étendue des surfaces cryosphériques (on parlera de segmentation sémantique) ;
- La reconnaissance automatique des textures observables (classification) sur les surfaces de la cryosphère, par exemple : différencier la neige fraîche de la neige humide ;
- Les suivis dynamiques :
 - des étendues de surfaces d'intérêt (évolutions des contours de l'élément de cryosphère dans l'espace et dans le temps) et
 - des contenus de ces surfaces (rapports d'occupation sur la même surface entre les différentes composantes / caractéristiques visibles sur une surface donnée) pour déduire l'évolution spatiale des états surfaciques observables.

En pratique, la texture de la couverture de la cryosphère est impactée par différents phénomènes tels que les variations de températures, les chutes de pluies ou de neige, la redistribution de neige lors de vents violents, etc.

A petite échelle en vision par satellite (quelques centaines mètres carrés), on s'intéressera à l'analyse des variations spatiales de textures (neige dans tous ses états et glace) alors que à grande échelle (plusieurs centaines de kilomètres carrés), on s'intéressera plutôt à la présence ou l'absence de couverture neigeuse ou encore à la différenciation entre neige fraîche et neige humide.

On s'intéressera aussi bien à des données SAR de bonne résolution spatiale (PAZ, RadarSat) qu'à des données de bonne résolution temporelle (Sentinel-1).

Deux catégories de méthodes d'apprentissage seront étudiées selon qu'on traite le problème de façon supervisée (sur quelques sites spécifiques) ou non (en général). Dans le cas supervisé, il s'agira de proposer des modèles neuro-convolutifs capables d'apprendre en ayant très peu de données labellisées : l'annotation souffre d'une double difficulté au sens de la nature de l'acquisition SAR et de l'étendue des surfaces à étudier. Les performances de ces méthodes pourront être comparées avec des méthodes non-supervisées dont la vocation est la robustesse sur un grand nombre de sites ou de surfaces. La prise en compte de la dimensionalité sera un facteur important dans la construction du modèle et l'exploration de solutions, du fait des très grandes dimensions spatiales et temporelles qu'intégreront les modèles.

Autres informations :

- L'encadrement implique une collaboration entre l'USMB et le CNRM et la thèse sera co-supervisée par les deux institutions. L'inscription s'effectuera à l'école doctorale [SISEO](#) de l'USMB.
- la littérature pertinente sur le sujet concerne aussi bien les modèles d'apprentissage profond en général que la géophysique de la cryosphère en particulier (cryosphère prise dans son environnement naturel à forte variabilité, aussi bien du fait de facteurs internes qu'externes).

Références

[1] A. M. Atto, R. R. Bisset and E. Trouvé, Frames Learned by Prime Convolution Layers in a Deep Learning Framework, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems.

[2] A. M. Atto, H. Hadhri, F. Vernier and E. Trouvé, Multiclass Multilabel Change of State Transfer Learning from Image Time Series, *to appear in* ISTE-Wiley encyclopedia sciences, remote sensing book series, 2021.

[3] F. Karbou, G. James, P. Durand and A. M. Atto, Thresholds and Distances to Better Detect Wet Snow Over Mountains with Sentinel-1 Image Time Series, *to appear in* ISTE-Wiley encyclopedia sciences, remote sensing book series, 2021.

[4] Philip Mann, Spatial and temporal variability of the snow environment, PhD thesis of Wilfrid Laurier University, 2018.