

## Stage de Master 2 : « Détection des favelas à partir de l'Intelligence Artificielle Site : RIO de JANEIRO (Brésil) »

### Contexte et problématique

Le processus d'urbanisation est au coeur des préoccupations de plusieurs Objectifs du Développement Durable (ODD) : pauvreté (1), santé (3), réduction des inégalités (10), villes (11) et il est le thème central de nombreuses organisations internationales (OMS, UE, BM, ONU-Habitat etc...). Une des conséquences majeures de cette dynamique urbaine réside dans la croissance rapide des quartiers informels. Ce processus d'urbanisation mal contrôlé implique de multiples défis à relever pour les acteurs de l'aménagement des territoires. Au Brésil, l'expansion et/ou la densification urbaine, la concentration de populations vulnérables, sont des problèmes majeurs que doivent traiter en priorité les autorités. D'après le dernier recensement de 2020 le Brésil compterait 13351 favelas (IBGE).

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet MATHIS « **M**éthode **A**utomatique de **T**éledétection des **H**abitats **I**nformels pour la **S**anté »: qui vise à mieux comprendre les déterminants environnementaux et climatiques impliqués dans la transmission de maladies infectieuses. En particulier, nous nous intéresserons à la détection de favelas par imagerie satellite, en utilisant des techniques d'intelligence artificielle (apprentissage profond). Deux sites d'étude seront considérés durant ce stage: Brasilia et Rio de Janeiro (Brésil).

Nous nous concentrerons plus spécifiquement sur le développement de modèles de segmentation sémantique [1], visant à attribuer une classe à chaque pixel d'une image, permettant ainsi d'obtenir un masque fin des favelas. Différentes approches de segmentation sémantique ont déjà été développées pour la classification de zones urbaines [2]. Dans ce stage, nous utiliserons différents modèles pré-entraînés génériques comme point de départ (DINO [3], SAM [4]), ainsi que des modèles plus spécifiques développés pour l'imagerie satellite [5, 6]. Une première contribution sera de comparer les apports de ces différents modèles pour la tâche de détection de favelas. Le projet dispose d'une base de données d'images satellites annotée pour la segmentation de favelas à l'échelle de la ville de Rio de Janeiro, Brésil.

Dans le cadre du projet MATHIS, d'autres approches basées sur l'analyse du réseau routier et des indices de végétations ont été développées et permettent aujourd'hui une assez bonne classification des zones de favelas [7]. Ainsi, durant ce stage, il s'agira de comparer les approches d'intelligence artificielle développées avec les approches classiques mises en place à ce jour. Dans un second temps, nous pourrions également essayer de combiner ces approches pour essayer d'améliorer la performance de détection, notamment en utilisant des méthodes d'ensembles [8].

Enfin, les approches actuelles ne produisent pas une segmentation au niveau du pixel, mais plutôt une classification de sous-images. L'étude de la granularité de classification optimale adoptée pour le problème de détection de favelas sera également une des questions abordée dans ce stage.

### Références

- [1] Thisanke, H., Deshan, C., Chamith, K., Seneviratne, S., Vidanaarachchi, R., & Herath, D. (2023). Semantic segmentation using Vision Transformers: A survey. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 126, 106669.
- [2] Neupane, B., Horanont, T., & Aryal, J. (2021). Deep learning-based semantic segmentation of urban features in satellite images: A review and meta-analysis. *Remote Sensing*, 13(4), 808.

[3] Kirillov, A., Mintun, E., Ravi, N., Mao, H., Rolland, C., Gustafson, L., ... & Girshick, R. (2023). Segment anything. arXiv preprint arXiv:2304.02643.

[4] Oquab, M., Darcet, T., Moutakanni, T., Vo, H., Szafraniec, M., Khalidov, V., ... & Bojanowski, P. (2023). Dinov2: Learning robust visual features without supervision. arXiv preprint arXiv:2304.07193.

[5] Cha, K., Seo, J., & Lee, T. (2023). A billion-scale foundation model for remote sensing images. arXiv preprint arXiv:2304.05215.

[6] Wang, D., Zhang, Q., Xu, Y., Zhang, J., Du, B., Tao, D., & Zhang, L. (2022). Advancing plain vision transformer toward remote sensing foundation model. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 61, 1-15.

[7] Owen, KK et Wong, DW (2013) Une approche pour différencier les établissements informels à l'aide de mesures spectrales, de texture, de géomorphologie et d'accessibilité routière. *Géographie appliquée*, 38, 107-118

[8] Zhang, Y., Liu, J., & Shen, W. (2022). A review of ensemble learning algorithms used in remote sensing applications. *Applied Sciences*, 12(17), 8654.

#### **MISSIONS PRINCIPALES :**

Lors de ce stage vous serez amené-e à :

- Mener une recherche bibliographique sur la segmentation sémantique d'images satellite.
- Formater les données disponibles pour pouvoir entraîner un modèle de segmentation sémantique.
- Prendre en main les outils de visualisation des données (QGIS) et d'apprentissage profond (PyTorch).
- Développer et entraîner des modèles d'apprentissage profond pour la détection de favelas.
- Analyser les sorties, comparer différents modèles, comparer les résultats avec les approches actuelles du projet MATHIS.
- Rédiger le rapport de stage.

#### **PROFIL RECHERCHÉ**

Etudiant-e en Master 2 en dernière année d'école d'ingénieur-e ou en informatique.

Compétence en programmation python.

Capacités d'analyses et rédactionnelles.

#### **MODALITES PRATIQUE DU STAGE :**

Le stage se déroulera à Montpellier à la Maison de la Télédétection, Unité de Recherche Espace-Dev.

Durée : 6 mois. Début du stage souhaité à partir de début février/mars jusqu'à fin juillet/août.

Temps de travail hebdomadaire : 35 heures.

Indemnités : le stage est gratifié selon la législation en vigueur.

Le/la stagiaire sera en contact régulier avec ses encadrants et l'ensemble de l'équipe travaillant sur le projet

#### **POUR POSTULER :**

CV et lettre de motivation à : [nadine.dessay@ird.fr](mailto:nadine.dessay@ird.fr); [joris.guerin@ird.fr](mailto:joris.guerin@ird.fr), [laurent.demagistri@ird.fr](mailto:laurent.demagistri@ird.fr);

Les candidats retenus seront invités à une audition par visioconférence.