

Transfert de style vers des images satellites Pléiades en langage Python (projet HIRACLES)

Contexte et description générale du projet de recherche HIRACLES

Dans le cadre de la thématique « Côtier » du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), le projet HIRACLES (High-Resolution imAgery for CLiff Erosion Studies) a pour objectif de développer une nouvelle approche pour optimiser la détection et la quantification de l'érosion du Front de Falaise (FF) à partir d'images satellites Pléiades dépointées (20-30°), tout en travaillant dans un environnement difficile (Normandie, autour de Dieppe) et dans deux environnements plus favorables (île de Zakynthos en Grèce et Pléneuf-Val-André en Bretagne) à l'acquisition d'images satellites Pléiades.

Ce projet bénéficie du retour d'expérience du précédent projet CNES, nommé EROFALITT (2016-2020), où nous avons développé une approche innovante qui a permis de prouver le potentiel des images obliques et Très Haute Résolution (THR) Pléiades pour la reconstitution 3D du FF et donc le suivi de l'érosion sur les falaises calcaires autour de Varengeville-sur-Mer (Letortu et al., 2020¹, 2021²). Cependant, certains verrous demeurent pour une généralisation de cette approche : 1) la dépendance de la qualité de la restitution 3D aux paramètres environnementaux (orientation du FF, variations de ses couleurs ou de texture, conditions météorologiques), 2) la difficulté d'optimiser les paramètres de traitements 3D sur l'ensemble de la zone. Ainsi, il serait intéressant de repérer les zones d'intérêt (comme les zones d'érosion) sur ces images, pour y optimiser les paramètres de traitement 3D.

Ces verrous seront levés dans le cadre du projet HIRACLES, qui vise :

- 1) à utiliser des images Pléiades dépointées entre 20 et 30° sur trois sites d'études (Normandie, Bretagne, Grèce) présentant une diversité géologique, morphologique et de conditions d'orientation du FF (Figures 1 et 2) ;



Figure 1 : Image oblique des falaises de Varengeville-sur-Mer (Normandie, 30/05/2021)

1 Letortu, P., Jaud, M., Théry, C., Nabucet, J., Taouki, R., Passot, S., Augereau, E., 2020. The potential of Pléiades images with high angle of incidence for reconstructing the coastal cliff face in Normandy (France). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 84, 101976. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101976>

2 Letortu, P., Taouki, R., Jaud, M., Costa, S., Maquaire, O., Delacourt, C., 2021. 3D reconstructions of the coastal cliff face in Normandy (France) based on oblique Pléiades imagery: assessment of ASP® and MicMac® processing chains. *International Journal of Remote Sensing* 42. <https://doi.org/10.1080/01431161.2021.1892857>

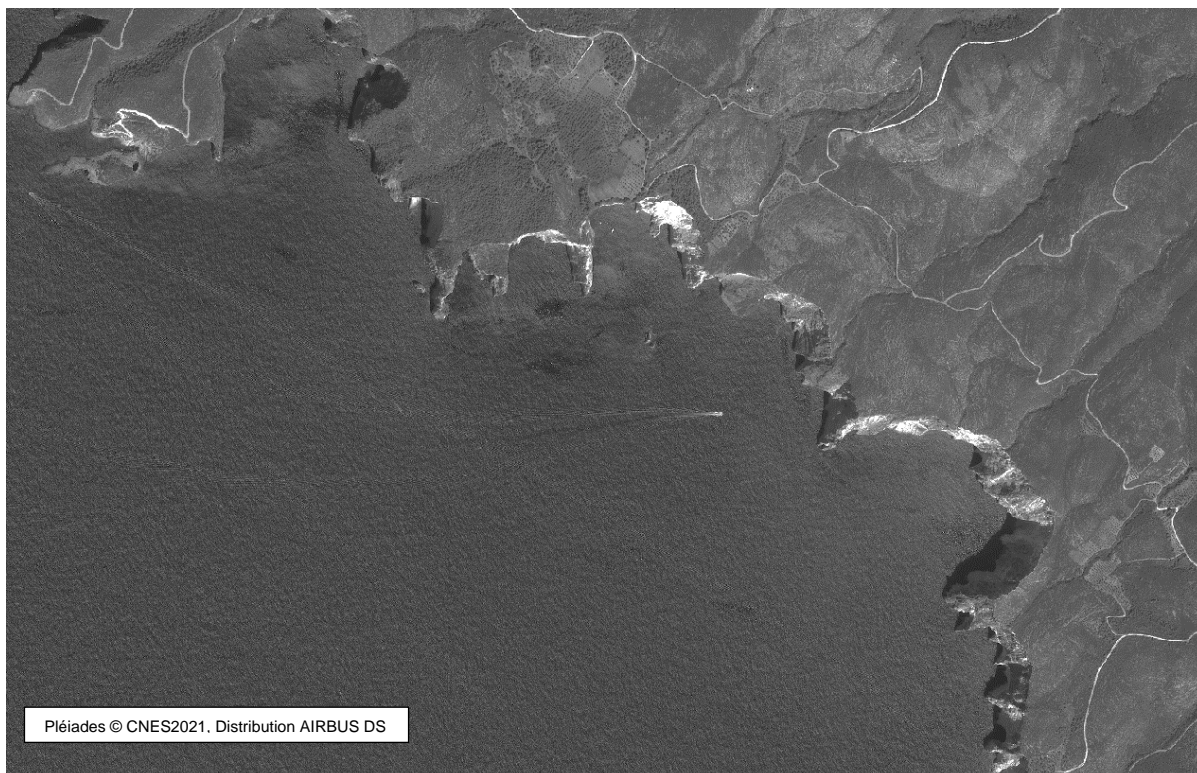


Figure 2 : Image oblique des falaises de Zakynthos (Grèce, 04/09/2021)

2) à identifier préalablement les zones de changement sur le FF afin d'identifier les zones d'érosion. L'étape de détection de l'érosion sur les images satellites permettra de cibler les zones d'intérêt afin de travailler sur des zones d'emprise plus restreinte en optimisant le paramétrage des traitements par stéréo/tristéreo-restitution, et donc en améliorant la qualité des résultats, tout en réduisant considérablement le temps de calcul ;

3) dans le cadre de la thèse de Z. Bessin, commencée en octobre 2021, et en collaboration avec S. Lefèvre (IRISA, Vannes), à évaluer le potentiel des méthodes de Deep Learning pour détecter préalablement les zones d'érosion/éboulement sur les images Pléiades.

C'est dans ce troisième point que ce stage s'inscrit. Les images satellites Pléiades dépointées sont des acquisitions complexes pour les sites étudiés, donc de nombre limité. Afin de disposer d'un nombre suffisant de données pour alimenter l'algorithme de Deep Learning qui détectera les zones d'érosion, plusieurs méthodes d'augmentation de données vont être développées et testées pour les sites. La première méthode d'augmentation de données qui sera testée est une méthode dite de « transfert de style », visant à imiter des images Pléiades à partir d'images issues d'autres capteurs (images issues d'autres satellites, levés photogrammétriques aériens (archives IGN), photogrammétrie terrestre, etc).

Descriptif du stage et du travail attendu

Les images Pléiades en Normandie, Bretagne et Grèce à notre disposition présentent les caractéristiques suivantes :

- elles peuvent être très dépointées (de 0 à 30°), permettant de bien imager le haut ou le FF ;

- elles possèdent une qualité radiométrique variée en raison de l'orientation du trait de côte qui peut générer des ombres importantes sur le FF et les conditions météorologiques ;
- elles peuvent être couplées à d'autres acquisitions imageant plus ou moins bien le front de falaise étudié avec des données 3D obtenues par scanner laser terrestre ou par photogrammétrie terrestre.

A partir de l'étude de ces données, l'objectif du stage est d'augmenter le nombre actuel de données pour l'aspect Deep Learning de la thèse de Z. Bessin, en travaillant sur le « transfert de style », c'est-à-dire en prenant une image quelconque en entrée qui deviendra une image « type » Pléiades en sortie d'algorithme. L'algorithme devra être codé sous Python.

Afin de mener à bien ce projet, les missions confiées au stagiaire seront les suivantes :

- Compréhension du problème et familiarisation avec les données satellites
- Veille technologique sur les solutions IA (deep networks de type GANs) pour effectuer le transfert de style
- Identification des bibliothèques logicielles à utiliser
- Développement en Python 3
- Evaluation de l'algorithme sur les jeux de données mis à disposition
- Rédaction d'un guide d'utilisation de l'outil développé

Nom des encadrants

Le stagiaire sera co-encadré par Zoé Bessin (LGO-LETG) et Sébastien Lefèvre (IRISA).

Lieu du stage

LETG, IUEM, Université de Bretagne Occidentale,
Rue Dumont d'Urville,
29280 Plouzané

Conditions et modalités du stage

Durée : 2,5 mois (de mi-avril à juin 2022 inclus).

Temps de travail : 35h/semaine.

Indemnités : environ 570 € pour un temps complet de 146 heures mensuel.

Compétences souhaitées

- Intérêt pour l'apprentissage profond,
- Compétences en langage Python,
- Curiosité et autonomie.

Candidature

Envoyez votre CV et votre lettre de motivation à l'attention de Zoé Bessin (zoe.bessin@univ-brest.fr) et Sébastien Lefèvre (sebastien.lefevre@irisa.fr).

Page web du projet

<https://www-iuem.univ-brest.fr/pops/projects/hiracles>