

Contribution de la Télédétection spatiale multi-angulaire pour le suivi et la compréhension de l'érosion des falaises

Sous la direction de Christophe DELACOURT (Geo-Ocean) et encadrée par Pauline LETORTU (LETG Brest) et Marion JAUD (Geo-Ocean)

WORKSHOP MACLEAN

Le 5 juillet 2022
Vannes

Zoé BESSIN

UMR 6538 Geo-Ocean
UMR 6554 LETG Brest

SOMMAIRE

- Contexte
- Zones d'étude
- Méthodologie
- Verrous méthodologiques

CONTEXTE DU SUJET DE THÈSE

CONTEXTE

DONNÉES

Erosion côtière

Falaises côtières => **52%** du trait de côte mondial (Young and Carilli, 2019)

Hausse du niveau des mers accentuera l'érosion côtière (IPCC, 2021)

Erosion due à différents facteurs :

- **marins** (niveau moyen des mers, intensité des vagues)
- **continentaux** (précipitations, températures, vent, marée)
- **anthropiques** (artificialisation, déplacement de volumes sédimentaire)
- **internes** (caractéristiques des roches)

Enjeux croissants pour les gestionnaires et les utilisateurs du littoral



Gestion des risques

CONTEXTE DU SUJET DE THÈSE

CONTEXTE

DONNÉES

Erosion côtière : méthodes de suivi actuelles

- Suivi du haut de falaise par SIG (suivi du trait de côte sur images aériennes)
- Suivi du front de falaise par mesures LiDAR ou photogrammétrie (terrestre, UAV, ...)



Complexité d'identification des contributions de chaque facteur

- Etude de l'érosion à différentes échelles et considération d'un large éventail de processus déclencheurs (Naylor et al. 2010)



Meilleure compréhension des interactions au niveau des côtes rocheuses

CONTEXTE DU SUJET DE THÈSE

CONTEXTE

DONNÉES

Imagerie satellite

- Toujours plus de données satellites disponibles pour l'observation de la Terre (Pléiades, Sentinel, Landsat, VENμS, ...)
- Résolution spatiale et temporelle de plus en plus haute
- Hausse des capacités de calcul

Limites d'un suivi du haut de falaise par une approche classique sur images orthorectifiées :

- Perte d'information sur le front de falaise
- Calcul des volumes érodés pas forcément représentatifs



Approche "front de falaise"

CONTEXTE DU SUJET DE THÈSE

CONTEXTE

DONNÉES

Observation du front de falaise : données Pléiades

- Images **dépointées** (jusqu'à 40°)
- Très haute résolution (**THR**) spatiale (< 1 m)
- Haute résolution temporelle
- Couvrant un **large linéaire** côtier (cellule hydro-sédimentaire)

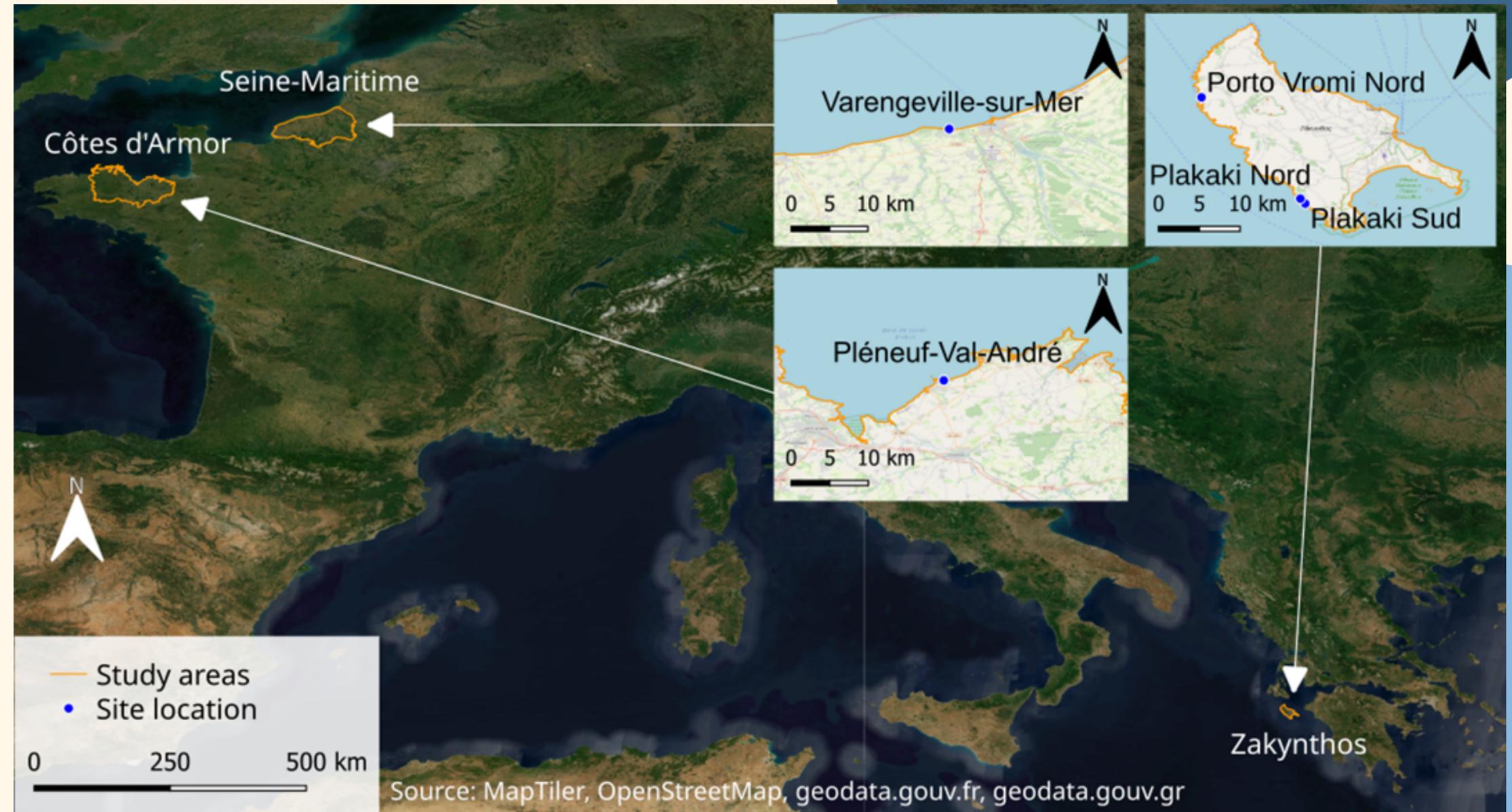
Référence pour évaluer la qualité des reconstructions 3D

- Levés photogrammétriques (terrestre, UAV)
- Levés LiDAR terrestre

ZONES D'ÉTUDE

3 zones d'études

- Varengueville-sur-Mer (Normandie)
- Pléneuf-Val-André (Bretagne)
- Zakynthos (Grèce)



Localisation des sites d'étude

VARENGEVILLE-SUR-MER

Petit Ailly

- Falaises calcaires
- 40 m de haut
- Taux de recul de 52 cm/an entre octobre 2010 et juillet 2021

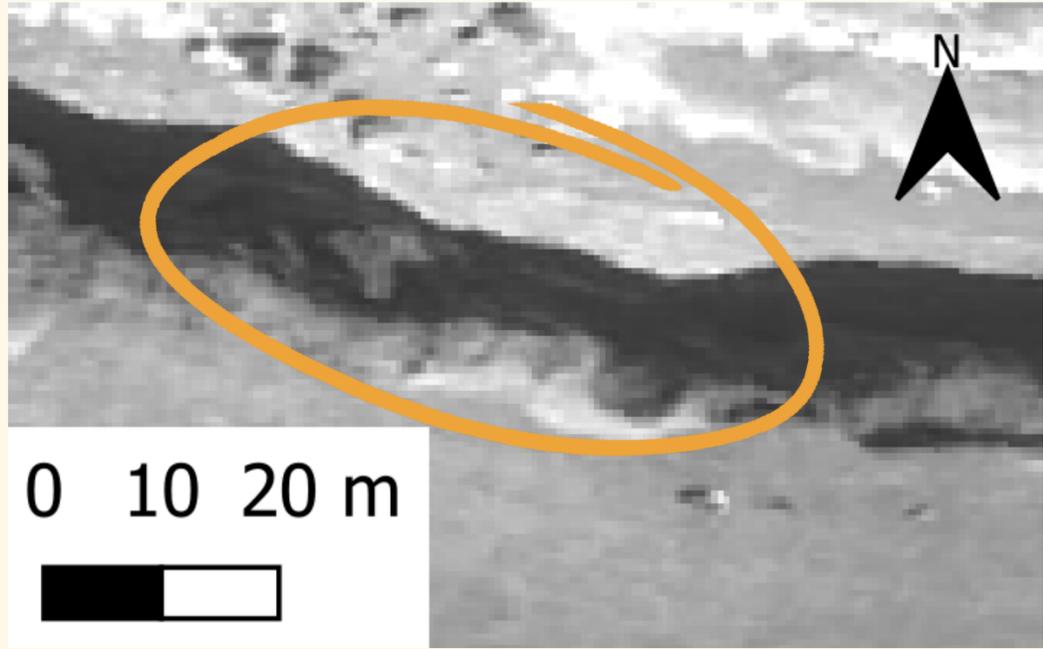


Petit Ailly Est – 27 juin 2022 (Z. Bessin)



Petit Ailly Ouest – 27 juin 2022 (Z. Bessin)

EXEMPLE : VARENGEVILLE-SUR-MER



MÉTHODOLOGIE - 4 AXES MAJEURS

1

SIG

Suivi du haut de falaise sur images nadir

2

Deep Learning

Détection mouvements gravitaires dans images Pléiades

3

Reconstruction 3D

Stéréo-restitution du front de falaise & calcul volume érodé

4

Comparaisons & Hypothèses

3 zones aux caractéristiques différentes

MÉTHODOLOGIE - DEEP LEARNING

SIG

DEEP LEARNING

RECONSTRUCTION 3D

COMPARAISON

DIFFUSION

2

Deep Learning

Détection
mouvements
gravitaires dans
images Pléiades

Travaux précédents :

Reconstruction 3D avec images satellites Pléiades dépointées (Letortu et al. 2020, Letortu et al. 2021)

- Résultats prometteurs sur Varengueville-sur-Mer
- Zones à l'ombre moins bien reconstruites

Objectif scientifique :

Améliorer la reconstruction 3D du front de falaise

Comment ?

Identification des zones d'érosion avant le processus de reconstruction 3D grâce au Deep Learning



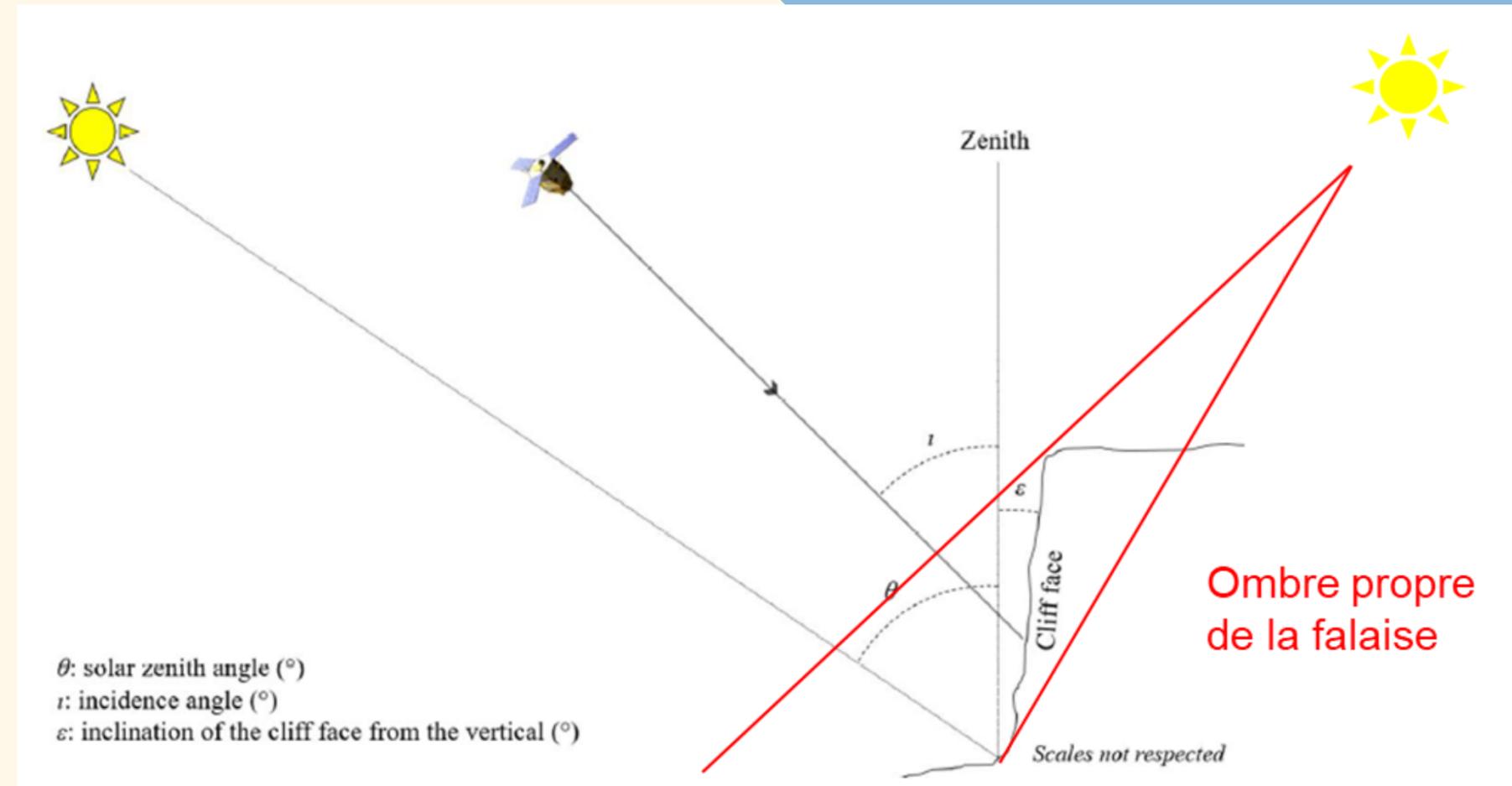
Détection de changement par réseaux siamois

VERROUS MÉTHODOLOGIQUES

JEU DE DONNÉES

Géoréférencement des images

- Images dépointées sur le front de falaise
 - Impact sur la qualité du géoréférencement
 - Contrainte potentielle pour l'utilisation des réseaux siamois dans la détection de l'érosion



Letortu et al., 2021

RÉFÉRENCES

- Allan, R.P., Hawkins, E., Bellouin, N., Collins, B., 2021. IPCC, 2021: Summary for Policymakers, in: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B. (Eds.), . Cambridge University Press.
- 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). *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation* 84, 101976. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101976>
- Letortu, P., Taouki, R., Jaud, M., Costa, S., Maquaire, O., Delacourt, C., 2021. Three-dimensional (3D) reconstructions of the coastal cliff face in Normandy (France) based on oblique Pléiades imagery: assessment of Ames Stereo Pipeline® (ASP®) and MicMac® processing chains. *Int. J. Remote Sens.* 42, 4558–4578. <https://doi.org/10.1080/01431161.2021.1892857>
- Naylor, L.A., Stephenson, W.J., Trenhaile, A.S., 2010. Rock coast geomorphology: Recent advances and future research directions. *Geomorphology* 114, 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.02.004>
- Young, A.P., Carilli, J.E., 2019. Global distribution of coastal cliffs. *Earth Surf. Process. Landf.* 44, 1309–1316. <https://doi.org/10.1002/esp.4574>

MERCI POUR VOTRE
ATTENTION !