

Proposition de projet GIS HED²

1 Motivation

Une étude synthèse récente réalisée par la Commission Européenne montre que la proportion des plages en érosion au niveau mondial varie de 24% à 70%, avec des fortes variations aux échelles régionales et locales [3]. Cet aléa érosion se conjugue avec des forts enjeux socio-économiques puisque la zone côtière concentre approximativement 40% de la population mondiale et de très nombreuses infrastructures, dont certaines absolument critiques (pour la fourniture d'énergie par exemple) [5]. Dans cet environnement complexe, à la frontière entre la mer et la terre, une variété de processus physiques contribuent à l'évolution côtière, incluant les processus hydrométéorologiques, géodynamiques, biologiques et anthropiques. Il existe donc un fort besoin d'améliorer nos connaissances du comportement des plages et de l'évolution côtière, notamment pour être capable de développer des outils de prédiction de l'évolution morphologique des côtes.

L'évolution des plages dépend fortement de l'historique des conditions de vagues (passage de fortes tempêtes, re-engraissement pendant des phases de vagues modérées) et montre souvent des différences importantes en fonction de la saison, liées à la dépendance de la réponse morphologique à un événement à l'état initial de la plage. L'approche par la modélisation numérique rencontre actuellement des limites dans la simulation de certaines réponses morphodynamiques des plages (e.g. succession d'épisodes de tempête, phases de résilience) et par rapport aux échelles temporelles et spatiales à cause de temps de calcul élevés. Les modèles empiriques d'équilibre de l'évolution cross-shore de la position du trait de côte et des profils de plages constituent une autre famille de modèles qui offre une alternative aux modèles basés sur les processus. Ce type de modélisation est particulièrement adapté pour la prédiction de l'évolution des profils de plage aux échelles temporelles moyen- et long-terme et à l'échelle spatiale soit d'un site soit régionale, du fait de la simplicité des modèles, des temps de calcul associés et de leur capacité à bien reproduire l'évolution morphodynamique côtière à ces échelles spatiales et temporelles une fois calibrés.

2 Objectifs

L'objectif des travaux en cours est d'améliorer les connaissances de l'évolution spatiale et temporelle des plages, notamment en utilisant les observations hydrodynamiques et morphodynamiques dans le domaine littoral, puis d'analyser ces observations pour comprendre les processus physiques prédominants et enfin d'être capable de les modéliser. Le développement et l'amélioration des modèles empiriques d'évolution de plage sont des sujets de fort intérêt au sein du réseau GIS HED², et notamment au sein des équipes porteurs de ce projet au BRGM, au CNRS (EPOC), à l'Université de Rouen (M2C) et au Cerema (LHSV/UBO, en partenariat avec l'IUEM), et encore plus large, au niveau mondial. Entre ces équipes, nous travaillons actuellement sur trois projets de développement des modèles empiriques, notamment dans le cadre de trois thèses en cours. Nous utilisons des approches différentes pour estimer l'évolution cross-shore des profils de plage, pour intégrer les effets du transport longshore dans des modèles empiriques d'équilibre cross-shore et pour prendre en compte les effets du changement climatique. Avec les objectifs d'avancer nos connaissances dans ce domaine, d'initier et renforcer des collaborations nationales et internationales et enfin d'augmenter la visibilité des chercheurs français au niveau mondial, nous proposons dans le cadre de cet appel à projet deux actions :

- de compléter le financement de mobilité (bourse de l'École Universitaire de Recherche ISBlue déjà obtenue) d'une chercheuse doctorale de l'Université d'Auckland pour lui permettre de faire une visite d'un mois au LHSV à la suite de son séjour à l'IUEM/UBO à Brest, et
- d'organiser un séminaire focalisé sur les modèles empiriques d'équilibre au sein des partenaires du GIS HED² en coordination avec le programme de visite des collaborations internationales en cours (détaillées plus en dessous).

3 Méthodologie

Dans le cadre d'une collaboration entre l'IUEM/UBO et le Cerema (LHSV), nous travaillons sur l'analyse de l'évolution morphologique des plages de Porsmilin et de Vougot, en Finistère. Nous étudions à la fois le comportement morphodynamique de ces sites, et aussi la calibration et l'amélioration d'un modèle empirique de prédiction de l'évolution côtière en cours de développement [8, 2, 4]. Les trois principaux verrous scientifiques auxquels nous nous attaquons dans ce projet sont :

1. la prise en compte des processus longshore qui contribuent à l'évolution morphodynamique des plages sableuses dans des modèles empiriques d'équilibre cross-shore (avec des modèles basés sur des approches "one-line" [e.g. 6] ou de rotation de la plage [e.g. 7]);
2. la prise en compte des effets du changement climatique (changement de climat de vagues et de niveau de la mer [e.g. 1]);
3. la généralisation des coefficients de calibration des modèles sur des sites divers avec différentes conditions de forçages de vagues et des caractéristiques géomorphologiques variées (e.g. variations de la taille médiane des sédiments) et l'estimation des incertitudes des prédictions.

En lien avec ces objectifs, nous avons mis en place deux collaborations au niveau international en 2018 et 2019. D'abord, dans le cadre du Programme Hubert Curien (PHC) Sakura, nous avons mis en place depuis 2018 une collaboration avec une équipe de chercheurs japonais, incluant le Port and Airport Research Institute (PARI), Kyoto University et Toyohashi University of Technology, avec le financement des séjours scientifiques des chercheurs des deux pays. Suite aux missions effectuées en automne/hiver 2018, nous prévoyons d'accueillir de nouveau Masayuki Banno et Takashi Fujiki (PARI) en France en automne/hiver 2019. Les deux objectifs de ce projet international sont de partager nos expériences de modélisation empirique des plages, en particulier les approches pour prendre en compte les effets du changement climatique, et aussi de partager des données morphologiques et hydrodynamiques de nos 2 sites d'études en France et les 2 sites d'études au Japon pour étendre l'application de nos modèles à des sites avec des configurations différentes (conditions de forçage de vagues et caractéristiques géomorphologiques).

Deuxièmement, dans le cadre d'un projet de recherche ISBlue (et en lien avec notre collaboration à l'IUEM/UBO), nous avons obtenu un financement partiel de mobilité pour un séjour de 2,5 mois (fin août - début novembre) d'une étudiante de l'Université d'Auckland, Jennifer Montaña (encadré par Giovanni Coco). Les deux principaux objectifs de son séjour sont de tester un modèle d'évolution du système couplé plage-dune (en cours de développement dans le cadre de sa thèse) avec les données du site d'étude Vougot et de comparer à la fois la formulation de son modèle et les résultats obtenus avec nos travaux.

Pour bénéficier des visites de ces chercheurs internationaux et pour développer et renforcer des collaborations au sein de la communauté française, nous proposons d'organiser un atelier au sein du GIS HED² focalisé sur des modèles d'équilibre lors de la visite de nos partenaires.

4 Résultats et impacts sur activités GIS

L'atelier de travail sera organisé sur un jour pendant la visite des partenaires internationaux pour réunir les principaux chercheurs qui travaillent dans le domaine des modèles empiriques d'équilibre au sein du GIS HED². Ce projet est proposé par Bruno Castelle (CNRS, EPOC, Université de Bordeaux), Déborah Idier (BRGM), Gonéri Le Cozannet (BRGM), Imen Turki (M2C, Université de Rouen), Nicolas Le Dantec (IUEM/UBO, Cerema) et Marissa Yates (LHSV, Cerema) et nous proposons d'inviter également notre partenaire de projet France Floc'h (IUEM/UBO) et les trois doctorants travaillant sur ces sujets (Maurizio D'Anna (EPOC), Teddy Chataigner (LHSV) et Antoine SOLOY (M2C, Université de Rouen). L'atelier sera l'opportunité de développer et renforcer des collaborations entre les différents acteurs français, notamment au sein du réseau GIS HED², pour encourager le partage d'expérience, de données et de modèles, et de plus, de donner plus de visibilité au niveau international aux activités de recherche des équipes françaises. Les résultats de ce projet seront les échanges et les présentations (en forme de livrable) du séminaire.

Budget du projet proposé

Action	Description	Financement
Compléter le financement de mobilité de Jennifer Montaño	Frais journaliers (20€/jour pour les repas) pendant son séjour au LHSV	900€
Atelier sur la modélisation empirique des plages	Frais de déplacement de ~8 personnes (pas de prise en charge du logement, sauf si le budget le permet en fonction du nombre de participants)	1800€
	Frais de repas	300€
	Budget total	3000€

Références

- [1] M. Banno and Y. Kuriyama. Prediction of future shoreline change with sea-level rise and wave climate change at Hasaki, Japan. *Coastal Engineering Proceedings*, 1(34) :56, 2014.
- [2] B. Castelle, V. Marieu, S. Bujan, S. Ferreira, J.-P. Parisot, S. Capo, N. Sénéchal, and T. Chouzenoux. Equilibrium shoreline modelling of a high-energy meso-macrotidal multiple-barred beach. *Marine Geology*, 347 :85–94, 2014.
- [3] G. Le Cozannet, T. Bulteau, B. Castelle, R. Ranasinghe, G. Wöppelmann, J. Rohmer, N. Bernon, D. Idier, J. Louisor, and D. Salas-Y-Mélia. Quantifying uncertainties of sandy shoreline change projections as sea level rises. *Scientific reports*, 9(1) :42, January 2019.
- [4] C. Lemos, F. Floc’h, M. L. Yates, N. Le Dantec, V. Marieu, K. Hamon, V. Cuq, S. Suanez, and C. Delacourt. Equilibrium modeling of the beach profile on a macrotidal embayed Low Tide Terrace beach. *Ocean Dynamics*, 2018.
- [5] L. Mentaschi, M. I. Vousdoukas, J.-F. Pekel, E. Voukouvalas, and L. Feyen. Global long-term observations of coastal erosion and accretion. *Scientific reports*, 8(1) :12876, August 2018.
- [6] A. Robinet, D. Idier, B. Castelle, and V. Marieu. A reduced-complexity shoreline change model combining longshore and cross-shore processes : The lx-shore model. *Environmental Modelling & Software*, 109 :1 – 16, 2018.
- [7] I. Turki, R. Medina, G. Coco, and M. Gonzalez. An equilibrium model to predict shoreline rotation of pocket beaches. *Marine Geology*, 346 :220 – 232, 2013.
- [8] M. L. Yates, R. T. Guza, and W. C. O’Reilly. Equilibrium shoreline response : Observations and modeling. *J. Geophys. Res.*, 114(C09014), 2009.