

# Programme d'Ecole d'été du GIS HED2

3-7 Juillet 2023

		Nombre d'heures	Nom des Intervenants (à confirmer)	Public visé
	<b>Transport sédimentaire : Erosion, accrétion et affouillement</b>			Chercheurs, doctorants et les ingénieurs
<b>1</b>	Dynamique hydro-sédimentaire	3	B. Camenen - Bruno Castelle	
<b>2</b>	Modélisation physique aux laboratoires (Transport en métro - 40 min)	3	NRAE -CNR	
<b>3</b>	Technique de mesures in-situ	3 (sortie de terrain- Outils de mesures)	Guillaume Dramais - (INRAE) Christophe Chevalier - Frédérique Larrarte (UGE)	
<b>4</b>	Technique de télédétections (retrait des cotes)	3	Equipe de l'ARGANS	
<b>5a</b>	Modélisation diphasique du transport de sédiments : une vision à l'échelle du grain (Modélisations numériques : SedFoam)	6	Julien Chauchat	
<b>5b</b>	Modélisations numériques : Telemac	8	M. Jodeau et G. Brouse (EDF-LHSV)	
<b>6</b>	Protection du littoral : solutions basées sur la nature et techniques douces	2	Philippe Sergent CEREMA	
<b>7</b>	Directives ministérielles concernant l'érosion côtière (la DE)	1.0	La DE	
<b>8</b>	Application de la loi 2021 "l'Eau et Résilience" au niveau des communes (H Hortefeux)	1.0	H Hortefeux	
<b>9</b>	Tables rondes « apport de la modélisation à la connaissance et la réduction du risque d'érosions et affouillements »	1.5	La DE, H. Hortefeux, JM Tanguy, C. Pams Capoccioni	

# Transport sédimentaire : Erosion, Accrétion et Affouillement

## 1. Dynamique hydro-sédimentaire (3 heures) – par Benoît Camenen (BeC) et Bruno Castelle (BrC)

Les rivières transportent des matériaux granulaires qui proviennent soit du bassin versant soit du fond ou des berges du lit jusqu'à leur embouchure. Ces matériaux sont alors transportés sous l'action des vagues et des courants marins le long de la côte ou vers le large. De nombreux phénomènes hydro-sédimentaires apparaissent le long du continuum rivière-mer/océan (érosion/dépôt, interaction structures, création de formes sédimentaires, tri granulométrique, etc.) agissant sur une vaste gamme d'échelles spatiales et temporelles. L'objet de ce cours est de présenter les bases du transport fluvial et maritime et les domaines de recherche sur cette thématique avec un focus sur les affouillements autour d'ouvrage et l'évolution des côtes sédimentaires. Le structure du cours est la suivante :

- a) Contrainte de cisaillement et début de transport (BeC)
- b) Le transport solide en rivière (charriage et suspension) : de la mesure aux modèles (BeC)
- c) Affouillements autour de piles de pont et autre ouvrages en travers (BeC)
- d) Transport solide en maritime sous l'action des vagues (BrC)
- e) Processus dominants sur les évolutions du trait de côte : de l'échelle de la tempête aux effets du changement climatique (BrC)
- f) Instabilités morphodynamiques (BrC)

## 2. Modélisation diphasique du transport de sédiments : une vision à l'échelle du grain (3 heures de cours + 3 heures de TP sur machine) - par Julien Chauchat

Objectifs : Initiation à la modélisation diphasique du transport de sédiments et à l'utilisation de sedFOAM.

Domaines d'application : rivière, littoral, affouillement

Outils utilisés : OpenFOAM/sedFOAM & Python. Tous les participants auront accès à une machine virtuelle contenant le système + les logiciels + les exemples d'applications. L'ensemble des logiciels sont librement utilisables sans achats de licences.

Programme :

- Sédimentation,
- Charriage laminaire,
- Affouillement (cylindre horizontal et cylindre vertical)

## 3. Modélisations Hydrosédimentaire avec le système open-source Telemac-Mascaret (8 heures)- par Magali Jodeau, Guillaume Brousse, Matthieu Sécher, Nicolas Claude

Les rivières et les courants marins transportent des quantités plus ou moins importantes de sédiments (gravier, sables, limons, vases). Les aménagements localisés en travers ou en bord de cours d'eau impactent la dynamique sédimentaire, et leur fonctionnement peut être modifié par la présence de sédiments. Il est alors indispensable de comprendre la dynamique des sédiments à proximité des aménagements pour limiter les impacts. La

modélisation numérique est un outil performant pour simuler les écoulements en rivière et adapter les ouvrages.

Les codes développés au sein du système open-source Telemac-Mascaret permettent de modéliser à la fois les écoulements mais aussi le transport des sédiments (<http://www.opentelemac.org/>).

Ce cours dédié aux outils de modélisation hydrosédimentaire 1D, 2D et 3D du système open-source Telemac-Mascaret s'attachera à présenter les outils et quelques applications emblématiques.

La matinée sera dédiée aux codes TELEMAC 2D et 3D couplés avec le code GAIA, et l'après-midi portera sur le code COURLIS couplé avec le code 1D hydraulique MASCARET.

#### 4. Protection du littoral : solutions basées sur la nature et techniques douces (3 heures) – par *Philippe Sergent*

Le littoral est soumis au risque de submersion marine et d'érosion marine. Le système de défense littoral est composé de plages, dunes et digues en terre notamment. Les trois milieux peuvent aussi être associés. Pour les plages, un retour d'expérience sera présenté sur les rechargements de plage, les systèmes de drainage, le rétablissement du transit littoral, l'usage de pieux hydrauliques y compris l'effet des bouchots à partir de nombreux exemples français. La gestion souple des dunes sera ensuite présentée à partir d'expériences françaises, britanniques et belges avec l'intérêt porté en particulier aux dunes basses remodelables. La résistance des digues en terre à l'érosion due à la surverse ou aux franchissements sera traitée à partir de l'expérience néerlandaise sur la gestion des revêtements herbeux et des anomalies comme la présence de terriers ou d'arbres. Une attention particulière sera portée à l'impact du réchauffement climatique sur la végétation et sur les espèces d'animaux présents ainsi que sur les espèces invasives. Enfin, le retour d'expérience sur d'autres procédés testés parfois en grande profondeur jusqu'à la zone subtidale sera mentionné comme par exemple les atténuateurs de houle en géotextile, les atténuateurs de courants, les nouveaux dispositifs de pièges à sédiments.

#### 5. Suivi de l'érosion côtière par télédétection (3 heures) – par *Fatimatou Coulibaly*

##### Présentation des images S2 :

- Présentation de la donnée S2 avec un focus sur la précision radiométrique et spatiale (Enache, 2023).
- Passage du niveau L1C à L2A avec sen2cor, présentation des différents produits S2 L2A (quality mask, band SLC, etc.)
- Téléchargement des images Sentinel-2 L2A via le site Copernicus. (identification de deux dates)

##### Manipulation des images S2 :

- Comment visualiser les bandes S2 sur QGIS, information par bandes, histogramme.
- Démonstration des outils généraux QGIS
- Présentation des réflectances par type de d'occupation du sol
- Création d'un raster multi bande et d'indices spectraux pour l'identification de la ligne de côte.

##### Identification de la « waterline » :

- Passage sur SNAP et présentation des différents outils et graph

- Identification des valeurs terre et mer, réalisation de mask à partir du profil spectral

## 6. Modélisation physique aux laboratoires : Visite du laboratoire CACOH de la Compagnie Nationale du Rhône (3 heures) – par Sébastien ROUX, Damien ALLIAU et Maxime DARBOT (CNR)

L'expérimentation sur modèle physique pour des questions d'ingénierie fluviale ou torrentielle n'est pas nouvelle, différents laboratoires ont œuvré depuis le début du 20ème siècle pour les grands projets d'aménagement : laboratoires d'hydraulique de Grenoble, de Chatou, de CNR par exemple. Il est proposé ici de visiter le hall d'essai d'une surface de 2500 m<sup>2</sup> en parcourant un certain nombre d'études en cours portant sur des aspects hydrauliques et transport sédimentaire.

Nous proposons de présenter les modèles physiques suivants :

- Modèle du torrent du Manival (38)
- Modèle de la PCH de Caderousse (84)
- Modèle de l'aval usine de Bollène (84)
- Erosion des digues par surverse
- Banc d'érosion des sédiments fins (érodimètre)

Il sera également fait une présentation en salle du modèle hydro-sédimentaire de la Loire réalisé dans le cadre du programme de travaux de rééquilibrage du lit de la Loire dans sa partie fluvio-maritime.

Une visite du laboratoire des Matériaux est également prévue.

Il est fortement conseillé d'avoir des chaussures fermées pour visiter le laboratoire. Un certain nombre de casques seront mis à disposition. Les instructions de sécurité seront transmises aux participants en début de session.

## 7. Démonstration sur les techniques de mesure in-situ (3 heures) – par Frédérique Larrarte (FL) et Benoit Camenen (BC)

Le transport sédimentaire en rivière comme en côtier est une thématique complexe induisant de nombreux phénomènes (érosion/dépôt, interaction structures, création de formes sédimentaires, tri granulométrique, etc.) et agissant sur une vaste gamme d'échelles spatiales et temporelles. Comprendre ces phénomènes et les modéliser fait souvent appel à des formulations semi-empiriques et des paramètres physiques nécessitant d'être calés ou évalués à l'aide de mesures de terrain. L'objet de ce cours est de présenter quelques outils de mesures pour le transport sédimentaire et d'appréhender les difficultés inhérentes au terrain. Nous proposons de présenter les outils suivants :

- courantomètre : mesure d'un profil de vitesse
- érodimètre PumpET (Erosion Test) (FL): test d'érosion
- turbidimètre, préleveurs suspension : mesure de la suspension de fines
- préleveur charriage, traceur pit-tag : mesure du charriage
- infiltration + pompe Bouchouch : évaluation du colmatage d'un lit de gravier
- McNeil + tamisage : mesure de la granulométrie en place

Il est fortement conseillé d'avoir des bottes, voire cuissardes pour participer à ce cours. Un certain nombre de gilets et cuissardes seront mis à disposition.