

Programme d'Ecole d'été du GIS HEDD

		Nombre d'heures	Nom des Intervenants	Public visé
Session Gestion des risques de submersion marine et d'inondation				Agents de l'Etat et des collectivités territoriales, consultants, assureurs, Maitres d'ouvrage
1	Processus de submersion	3	D. Morichon, D. Sous	
2	Analyse des données – Théorie des copules Analyse d'extrêmes en multivariées (niveaux, vagues, vents, et débits en zone d'estuaire).	3	P. Sergent Jérémy Rohmer (ou Thomas Bulteau)	
3	Description des modèles numériques	3	S. Abadie, V. Roeber	
4	Mesures de protection contre l'érosion côtière	6	H. Oumeraci	
5	Gestion des risques	6	J-P Vanderlinden	
6	Inondations en ville	3	A. Paquier	
7	Directives ministérielles, réglementation et assurances concernant les submersions marines et les inondations	3	Ministère, Assureurs – Météo-France – JM Tanguy	
8	Tables rondes « apport de la modélisation à la connaissance et la réduction du risque inondation et submersion marine »	3	Elus, assureur, bureaux d'études, agents de l'Etat et des collectivités	
Session Modélisation des phénomènes de submersion et d'inondation en contexte d'incertitude				Doctorants, jeunes chercheurs Bureaux d'études
1	Techniques numériques pour les équations Navier-Stokes et Saint-Venant	3	D. Nguyen, J. Réveillon	
2	XBeach	6(4,5)	Dano Roelvink	
3	OPENFOAM	6(4,5)	J. Réveillon	
4	TOMAWAC-TELEMAC TOMAWAC- TELEMAC-GAIA	9(7,5)	Equipe Télémac – EDF R&D M. Benoit, S. Bourban N. Huybrechs	
5	Incertitudes dans la modélisation de type Saint-Venant et inondation – Application à l'estuaire de la Gironde Quantification des incertitudes (et leur propagation dans la chaîne de calcul) dans les modèles d'impacts de submersions marine.	4h30	S. Ricci V. Laborie Jérémy Rohmer	
6	Les incertitudes vues du côté des sciences de la gouvernance	1h30	Jean-Paul Vanderlinden	

Session Gestion du risque de submersion marine et de l'inondation

1. **Processus de submersion (3 heures, par Morichon-Sous)**
 - 1) Niveaux d'eau
 - 2) Conditions de vague
 - 3) Processus de submersion
 - 4) Submersion tolérable
2. **Analyse d'extrêmes en multivariables (niveaux, vagues, vents, et débits en zone d'estuaire). Analyse des données – Théorie de corpouille : (3h)**
 - 1) Analyse statistique des valeurs extrêmes en théorie univariée (Jérémy Rohmer et Thomas Bulteau - BRGM) - 1 heure
 - 2) Analyse statistique des valeurs extrêmes en théorie bivariée (Philippe Sergent - Cerema) - 1 heure
 - 3) Introduction à la théorie des copules
 - 4) Application aux franchissements sur les ouvrages côtiers (choix de la meilleure copule)
 - 5) Application aux conjonctions pluie - submersion (concomitance et dépendance)
 - 6) Analyse statistique des valeurs extrêmes en théorie multivariée (Jérémy Rohmer et Thomas Bulteau - BRGM - Philippe Sergent - Cerema) - 1 heure
 - 7) Outils statistiques semi-paramétriques
 - 8) Généralisation des copules pour l'analyse des extrêmes en multivariables
3. **Description des modèles numériques (3h par S. Abadie et V. Roeber)**
 - 1) Modèle hydrodynamique : basé sur les équations de Saint Venant (Stéphane Abadie)
 - 2) Modèles de vagues : à phase moyennée et à phase résolue (Volker Roeber)
 - 3) Modèles couplés : Xbeach (Volker Roeber)
 - 4) Modélisation de l'impact : Navier-Stokes (Stéphane Abadie)
4. **Mesures de protection contre l'érosion côtière- (6 h par Hocine Oumeraci, h.oumeraci@tu-braunschweig.de)**

Objectif:

Présentation et discussion d'un éventail de principes et recommandations pour le choix des types de protection à considérer pour résoudre les problèmes d'érosion et submersion côtières; limites de ces solutions et enjeux face aux grandes incertitudes des projections des changements climatiques/socio-économiques et des prédictions à long-terme des modèles hydro-morpho dynamiques et écologiques.

Programme:

Le cours est subdivisé en quatre unités (ca. 1h/unité suivi de questions/discussions) traitant entre-autre les aspects suivants:

- (i) Particularités des zones côtières, types de côtes et plages, complexité des problèmes d'érosion, types de problèmes d'érosion et types de solutions, enjeux impliqués par ces particularités/complexités-y compris les enjeux d'incertitudes- pour la protection durable des côtes dans des cadres intégrés tel que le cadre DPSIR (« Driver–Pressure–State–Impact–Response») avec incorporation du concept SPR des risques (« Sources-Pathways-Receptors»).
- (ii) Mesures de protection des côtes conventionnelles et innovantes « dures » (brise-lames et récifs artificiels, épis et ouvrages longitudinaux) ; mesures dites « douces » (rechargement en sable, renforcement des dunes, géotextiles, drainage des plages), mesures de protection dites « naturelles » par usage des écosystèmes côtiers (p.ex. les stratégies telles que « living

shorelines » et « living breakwaters » comme aux USA et « living with Nature » comme aux Pays-Bas); mesures hybrides diverses. L'importance des programmes/méthodes/techniques de suivi (monitoring), d'indicateurs et des stratégies d'actualisations pour toute mesure de protection adaptative est particulièrement soulignée.

- (iii) Quel est l'état des lieux sur l'évaluation des services écosystémiques des défenses dites « naturelles » ainsi que sur les impacts écologiques des chargements de plage et leur optimisation à long-terme du point de vue couts et écologie? Quelles sont les limites des solutions « dures », « douces », « naturelles » et des solutions hybrides à long-terme en face des impacts dus aux changements climatiques ainsi que les implications pour des solutions telles que le recul stratégique (« managed realignment»)?
- (iv) Les dix commandements pour la protection durable des côtes et leur illustration par diverse exemples de solutions conventionnelles, innovantes et hybrides; limites des pratiques et connaissances actuelles ; implications pour les ingénieurs/décideurs/acteurs locaux et pour les chercheurs; conclusions sur les enjeux face aux grandes incertitudes associées aux projections des changements climatiques et socio-économiques ainsi qu'aux prédictions à long-terme des modèles d'hydro-morphologie et des écosystèmes côtiers qui, en cas de mal adaptation, feront du littoral les zones les plus risquées de notre planète.

5. Gouvernance des risques (6h par J-P Venderlinden)

Contenu :

- 1) Les éléments de la gouvernance des risques et leur application au risque submersion.
- 2) La phase d'évaluation généralité et risque submersion.
- 3) Le vocabulaire associé et son importance.
- 4) Identifier les leviers d'action cde la gouvernance du risque submersion - quatre études de cas.

6. Inondations en villes (3 h par A. Parquier)

Présentation de différents cas pour illustrer :

- Particularités des inondations urbaines : forte vulnérabilité, hétérogénéité du milieu, écoulements avec de nombreux obstacles (bâtiments, voitures, mobilier urbain, trottoirs, ronds-points)
- Types de représentation et de modélisation : modèles 2D, modèles couplés 1D/2D, réseau de rues, milieu poreux, ...
- Spécificités : échanges avec réseau, échanges bâti-rues, rupture de digues

7. Directives ministérielles, réglementation et assurances concernant les submersions marines et les inondations (3 heures)

- a. Introduction : présentation de la session : JM Tanguy (30 mn)
- b. les directives européennes et leur transposition en droit français : intervenant DGPR
Cette session a pour objectif de présenter le cadre d'action international de la prévention des risques (Sendai) ainsi que les directives européennes concernant les inondations et les submersions marines. Seront introduits la stratégie Nationale de la gestion du risque inondation (SNGRI), les territoires à risques importants d'inondation (TRI) ainsi que les Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI).
- c. Présentation de la spécificité française : les PAPI : JM Tanguy (30 mn)
La nouvelle réglementation concernant les Programmes d'Action de Prévention des Inondations. La portée de ces plans et le succès des réalisations sur le territoire national : quels outils de simulation sont mis en œuvre depuis 2011 en matière d'inondation et de submersion marine?
- d. Les outils de prévision météorologiques : Météo-France (30 mn)
Pour prévoir les précipitations, Météo-France dispose d'une panoplie de modèles complémentaires et imbriqués, dont les plus sophistiqués permettent d'anticiper à

courte échéance sur des risques inondations dans les secteurs cévenols. Une présentation de cette gamme d'outils permettra de mieux comprendre les outils mis en œuvre par le réseau de prévision des crues.

- e. Les outils de prévision des inondations : SPC Adour-Garonne (30 mn)
Il s'agit de présenter les outils de simulation et de communication utilisés par le réseau de prévision des crues : SCHAPI + SPCs. Un focus particulier sera fait par le SPC sur un événement important récent.
 - f. Les outils de simulation utilisés par les assureurs : intervenants MRN (30 mn)
Les compagnies d'assurances se sont dotées de chaînes d'outils de simulation assez complètes partant de la simulation hydraulique, prenant en compte les enjeux et allant jusqu'à l'évaluation des coûts des pertes de biens matériels. La disponibilité de données assurantielles sur les sinistres est un élément essentiel dans la validation des outils de simulation.
 - g. Les travaux récents en matière de simulation hydrodynamique : Philippe Sergent (30 mn)
Les nouveaux enjeux en matière d'évaluation des conséquences du changement climatique nécessite de mettre en perspective les outils de modélisation. Les incertitudes concernant les évolutions climatiques ainsi que les conséquences sur le régime des houles et leur impact cumulé avec les surcotes marines nécessitent la disponibilité de nouveaux outils de simulation applicables à grande échelle qui viennent compléter les outils de simulations aux fines échelles spatiales et temporelles.
 - h. Les besoins des collectivités locales : intervention d'un maire de la région (30 mn)
8. Tables rondes « apport de la modélisation à la connaissance et la réduction du risque inondation et submersion marine » (Rencontre entre les collectivités et les assureurs) : 3h

Session modélisation avec l'incertitude de submersion

- 1. Techniques numériques pour les équations Navier-Stokes et Saint-Venant (Julien Réveillon - 3 heures)

Objectifs :

Rappeler ou familiariser les apprenants avec la résolution des équations de la mécanique des fluides appliquées aux systèmes hydrauliques et aux interfaces liquide/gaz.

Programme :

- 1) Rappel des équations de la mécanique des fluides : équations de Navier-Stokes et St Venant
- 2) Discrétisation des équations (différences finis, volumes finis) - focus sur les volumes finis
- 3) Algorithmes de résolution pour les écoulements incompressibles
- 4) Méthodes de projection (couplage pression/vitesse)
- 5) Equations et méthodes de résolution pour le suivi d'une interface liquide/gaz.
- 6) Un mot de turbulence

- 2. X-Beach (Dano Roelvink) (3+3h)

Welcome and installation of software

Theory I:

Introduction to XBeach in which we discuss model philosophy, model formulation and some standart application

Hands on I:

Dune erosion and overwash

Dune erosion at Delfland, Netherlands (1D)

Theory II:

Advanced functionality including application of hardstructures, drifters, output options, coral reefs

Hands on II:

Overwash at Santa Rosa Island, USA (2D)

Selection from modeling cases (Coral reef, Boscombe Beach, own)

Theory Intermezzos on demand

Closure

3. OpenFoam (3+3heures) – (Julien Réveillon, Julien.Reveillon@coria.fr)

Objectifs : Initier le public à la modélisation numérique de la génération et du déferlement de la houle sur les digues & structures portuaires

Domaines d'application : génie côtier, offshore, énergies marines renouvelables ou architecture navale.

Outils utilisés : OpenFOAM, Salomé & Python. Tous les participants auront accès à une machine virtuelle contenant le système + les logiciels + les exemples d'applications 2D. L'ensemble des logiciels sont librement utilisables en entreprise sans achats de licences.

Programme (nombre d'item dépendant du temps alloué):

- Écoulements fluides à surface libre, initiation au logiciel OpenFOAM, techniques de génération de houles simples (vagues régulières),
- Analyse interaction houle / Obstacle simple, extraction et analyses des données physiques spatiales et temporelles,
- Contrôle de la bathymétrie,
- Milieux poreux,
- Systèmes houlomoteurs, etc.

4. TOMAWAC-TELEMAC (9h par M. Benoit, S. Bourban et N. Huybretchs)

5. Incertitudes dans la modélisation d'inondation et de submersion (3 h par S. Ricci et V. Laborie)

- i. Incertitudes dans la modélisation du type Saint-Venant et inondation – Application à l'estuaire de la Gironde-
- ii. Quantification des incertitudes (et leur propagation dans la chaîne de calcul) dans les modèles d'impacts de submersions marine dans la modélisation de submersion et inondation

Objectif : introduction et initiation aux méthodes statistiques pour la quantification des incertitudes dans les modèles numériques de submersion et inondation.

Contenu :

- Traitement d'incertitudes sur un cas simplifié (p.e. formule analytique type Stockdon)
 - Représentation des incertitudes via lois de probabilités
 - Propagation via méthode Monte-Carlo
 - Analyse de sensibilité via indices de Sobol
- Problématique du temps de calcul et introduction aux méthodes de métamodélisation

- Application sur un cas d'application réel (p.e. analyse de sensibilité de vagues induites par les cyclones)
- Défis et travaux de recherche en cours

6. Les incertitudes vues du côté des sciences de la gouvernance (1H30 par J-P Venderlinden)

- (a) Les types d'incertitudes.
- (b) Les modalités de leur évaluation
- (c) Deux études de cas venant d'univers non liés au risque submersion.