

**Proposition de Thèse de Doctorat**  
**Titre : Modélisation pour l'Océan Côtier et**  
**l'Environnement Littoral**

**- Moocel -**

**Laboratoires de rattachement** : Lab-STICC (FRE 3167) Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance et Lemel (Laboratoire d'Étude et Modélisation des Environnements Littoraux)

**Directeur de thèse** : Emmanuel Frénod

**Co-directrice** : Valérie Monbet

## **1. Sujet de la thèse**

L'objectif de cette thèse est de développer une méthode pour prévoir la dérive d'objets dans l'océan côtier dans les régions où la marée est forte.

Ce type de dérive pouvant avoir lieu sur plusieurs semaines, il n'est pas possible d'utiliser directement des prévisions météorologiques pour estimer la trajectoire de l'objet. Il faut donc poser cette question de prévision en termes probabilistes. Pour estimer la probabilité d'événements liés à cette dérive, il est nécessaire de simuler la dérive de l'objet pour un grand nombre de séquences météorologiques. Cette démarche pose deux problèmes. En premier lieu, les bases de données météorologiques ne sont pas suffisamment grandes pour générer les séquences désirées. Ensuite, la période d'oscillation de l'onde de marée oblige à utiliser un pas de temps petit, rendant grand le temps de chaque simulation.

Dans Ailliot - Frénod - Monbet (2006), une méthode pour estimer des probabilités d'échouage d'un objet dérivant dans un océan côtier très simplifié a été investiguée. Pour cela ont été couplées une routine d'analyse asymptotique, préalablement développée pour la physique des plasmas (c.f. Frénod 2006), pour supprimer la présence explicite de l'onde de marée ; et, des méthodes statistiques, inspirées de Ailliot (2006), Ailliot - Monbet - Prévosto (2006 et à paraître), pour générer des séries temporelles de vent. Dans Ailliot - Frénod - Monbet (soumis), la modélisation long terme de l'océan côtier a été abordée.

Le travail du doctorant consistera, en premier lieu, à élaborer des modèles permettant de prévoir la dérive d'objet dans un océan côtier non simplifié en s'inspirant des méthodes investiguées dans les références ci-dessus.

Ensuite un travail mathématique d'élaboration de résultats d'existence de solutions aux modèles construits sera mené.

Enfin l'implémentation au sein du logiciel MIKE sera effectuée pour réaliser des simulations de dérives d'objets dans des environnements côtiers réalistes. (Le Lemel mène actuellement une négociation avec le DHI (l'éditeur de MIKE) pour pouvoir accéder aux sources d'une version de MIKE.)

## **2. Contexte scientifique**

Du point de vue de la modélisation mathématique, les environnements littoraux peuvent être décrits de la manière suivante. La majorité des phénomènes physiques en jeu, pris indépendamment les uns des autres, est relativement bien décrite et modélisée sous la forme d'équations fiables (équations de la mécanique des fluides, équations de transport de particules, équation de dérive d'objets, etc.). Il résulte de cela que des méthodes fiables de prévision à court terme peuvent être réalisées.

Par court terme, on entend : la plus petite échelle de temps caractéristique du phénomène que l'on souhaite prévoir. Par exemple dans le cas de la dérive d'objet en domaine côtier soumis à la marée, il s'agit de la période principale de l'onde de marée. En l'occurrence, la prévision de dérive d'objets sur quelques heures se fait de manière tout à fait satisfaisante et est utilisée pour des applications opérationnelles. Le Lemel et le Sabres jouent d'ailleurs un rôle actif dans la mise au point des méthodes utiles à ces prévisions.

Pour réaliser des prévisions à plus long terme, il faut être capable de quantifier (et d'insérer dans les modèles les quantifications calculées) le résultat des interactions entre les divers phénomènes. Ces interactions peuvent avoir une influence faible à court terme, mais une influence résultante importante à long terme. Par exemple, dans le cas de la dérive d'objet, l'action du vent sera faible comparée à l'action des courants de marée sur quelques heures ; en revanche, sur une période de plusieurs jours, vu que l'onde de marée est presque périodique, c'est l'action du vent qui est prédominante.

Ainsi, du point de vue de la modélisation mathématique, cette thèse de doctorat fait partie d'une première étape vers l'objectif de développer des méthodes mathématiquement rigoureuses pour démêler l'intrication des échelles de temps lors des interactions entre les phénomènes intervenant dans les environnements côtiers, et pour quantifier la résultante long terme de ces interactions.

Du point de vue opérationnel, une méthode de prévision de dérive d'objet, sur plusieurs semaines, à proximité des côtes sera mise au point.

## **3. Environnement du doctorant**

Cette thèse s'effectuera au sein du Lab-STICC et Lemel. Elle sera encadrée par Emmanuel Frénod Professeur en section 26, spécialiste d'analyse asymptotique et de modélisation environnementale et par Valérie Monbet spécialiste de la modélisation statistique.

Le groupe Lemel du Lab-STICC regroupe des enseignants – chercheurs en sédimentologie, biologie, mathématiques et statistique. Cela assurera au doctorant les interactions scientifiques indispensables à sa formation de chercheur.

Le groupe est actuellement en cours de négociation avec le DHI (éditeur de la suite de logiciels MIKE) pour disposer de certains codes sources de MIKE pour y implanter les méthodes développées. L'interaction du doctorant avec les ingénieurs et chercheurs de cet institut sera également très formateur

Ce projet de doctorat est couplé à un projet ANR (projet MASIBEL) dont Emmanuel Frénod est coordinateur et qui a été demandé en 2007. Il n'a pas été attribué en 2007.

Cependant Il a reçu une expertise favorable (voir annexe), avec incitation à le re-soumettre en 2008 (avec quelques modifications). Il sera donc re-soumis.

#### **4. Profil du doctorant**

Le profil recherché est celui d'un titulaire d'un Master recherche (ou équivalent) en mathématiques appliquées ayant de bonnes connaissances en analyse des edp, en analyse numérique et calcul scientifique, et en statistiques. Des connaissances complémentaires en sciences de la terre (océanographie, météorologie, etc.) seront les bienvenues.

#### **5. Bibliographie**

**Ailliot P.** (2006). *Some theoretical results on Markov-switching autoregressive models with gamma innovations*. C. R Acad. Sci. Paris, Ser. I 343, pp. 271-274.

**Ailliot P., Frénod E., Monbet V.** (2006). *Long term object drift in the ocean with tide and wind*. Multiscale Modelling and Simulation 5(2), pp. 514-531.

**Ailliot P., Frénod E., Monbet V.** (Soumis). *Modeling coastal ocean over a time period of several weeks*.

**Ailliot P., Monbet V., Prevosto M.**, (2006) *An autoregressive model with time-varying coefficients for wind fields*, Environmetrics 17, pp. 107-117.

**Frénod E.** (2006). *Application of the averaging method to the gyrokinetic plasma*. Asymp. Anal. 46(1), pp. 1-28.

**Monbet V., Ailliot P., Prevosto M.** (A Paraitre). *A survey of stochastic models for wind and sea state time series*. Probabilistic Engineering Mechanics.

#### **6. Annexe : commentaire du comité scientifique de l'ANR sur le projet Masibel en 2007**

.../...

### Commentaire du comité scientifique disciplinaire

Projet : *BLANCO-3 (ONNYS MASIBEL)*

Le projet, ambitieux, se décompose en quatre actions qui ont pour point commun qu'elles concernent les processus physiques et biologiques en zone littorale. Chacune des actions présente un réel intérêt, même si elles sont relativement découplées.

La compétence scientifique des universitaires est indéniable.

#### POINTS FORTS :

Projet très intéressant porté par une jeune équipe universitaire. Intérêt de chacune des actions de recherche. Pluri-disciplinarité convainquante. Qualité des partenaires universitaires. L'implémentation de méthodes développées dans le cadre du projet au sein du code MIKE géré par DHI semble être un choix judicieux pour asseoir la collaboration (nous supposons que les aspects juridiques, en particulier ceux liés à la propriété intellectuelle, avec ce partenaire sont bien réglés).

#### POINTS FAIBLES :

Les différentes actions de recherches sont un peu trop distantes. Dans le document fourni, le rôle du partenaire industriel (partenaire 2) est assez flou, il serait bon de le détailler un peu plus (éventuellement de le mettre en valeur).

#### Recommandations :

Dans le cadre du projet ANR, il serait peu être judicieux de prévoir une collaboration même ponctuelle avec un spécialiste de ces questions venant d'un site universitaire autre que celui de la Bretagne-Sud. Il faudrait sans doute limiter les objectifs du projet à deux ou trois actions sur les quatre évoqués. Par exemple en insistant sur le problème de modélisation du confinement (l'analyse asymptotique de l'équation aux dérivées partielles modélisant ce confinement en utilisant un petit paramètre caractérisant l'évaporation nous semble un aspect intéressant) et le problème de sédimentation.

L'excellence des autres projets ne nous a pas permis de retenir ce projet cette année, mais nous encourageons le porteur à resoumettre l'année prochaine en tenant compte des suggestions ci-dessus.

CRS