

Programme national  
**Reliefs de la Terre**

Appel d'offres 2007

**DEMANDE DE FINANCEMENT**  
**Dossier complet**

**Préciser s'il y a lieu le thème fléché :** Modélisation morphodynamique du domaine côtier  
(ligne spécifique soutenue par le SHOM)

**RESPONSABLE SCIENTIFIQUE DU PROJET** (nom, prénom et qualité) :

BONNETON Philippe, DR CNRS

Tel : 05 40 00 29 65                      E-mail : p.bonneton@epoc.u-bordeaux1.fr

**LABORATOIRE DU PROPOSANT** (intitulé, appartenance, adresse) :

UMR EPOC 5805 ; Université Bordeaux 1 ; CNRS ;  
Avenue des Facultés ; 33405 Talence

Indiquer explicitement le nom et prénom du Directeur du Laboratoire, les références de la formation CNRS de rattachement (n° d'UMR, d'UPR, etc.) :

BERTRAND Philippe, UMR EPOC 5805

**Titre du projet :** **MODLIT** « Modélisation numérique et physique de l'évolution morphodynamique des littoraux sableux »

**Résumé du projet :**

La compréhension et la modélisation de l'évolution des littoraux sableux représentent un véritable défi scientifique (Stive et Reniers, 2003). Si des avancées significatives ont été réalisées ces dernières années, les modèles numériques morphodynamiques ne permettent pas encore à l'heure actuelle de simuler l'évolution des corps sédimentaires tridimensionnels dans leur globalité. En particulier, ces modèles ne reproduisent pas correctement la migration des barres perpendiculairement à la côte. L'impact de la marée, des ondes basses fréquences sur la dynamique des barres, les processus qui contrôlent la destruction des barres ou encore l'interaction entre les différents systèmes de barres et le haut de plage sont encore mal compris.

On peut distinguer principalement 4 approches permettant de mieux comprendre la dynamique des corps sableux littoraux : l'imagerie (vidéo, satellitaire ou aéroportée), l'analyse de données in-situ, la modélisation physique et la modélisation numérique. La présente étude vise à développer les approches **de modélisation physique et numérique**. Un effort particulier sera mis en oeuvre pour mieux comprendre le comportement des barres sableuses, en particulier à partir d'expériences de laboratoire novatrices. Le développement de la modélisation numérique s'appuiera sur les résultats de ces expériences de laboratoire, mais aussi sur 4 séries de mesures conduites par l'équipe projet dans le cadre d'autres programmes. L'objectif final, suite au développement et aux inter-comparaisons de 4 modèles morphodynamiques, est d'aboutir à un modèle capable de simuler à la fois la formation et la destruction des structures tridimensionnelles sableuses et leur migration à la fois perpendiculairement et parallèlement à la côte.

Les recherches menées dans le cadre de ce projet ont pour objectif de répondre à la ligne spécifique de RELIEFS, soutenue par le SHOM, « Modélisation morphodynamique du domaine côtier » et plus spécifiquement aux tâches 2.1 (Modéliser de façon numérique la dynamique des sédiments en milieu

littoral sableux) et 2.2 (Modélisation physique sur l'apparition/disparition des barres et sur la relation granulométrie/profil de plage).

Liste des personnes collaborant au projet (avec indication de leur unité CNRS de rattachement) :

BRGM Orléans : Pedreros Rodrigo, Emmanuel Romieu, Déborah Idier  
BRGM-UMR EPOC : Bruneau Nicolas  
Delft Hydraulics (Pays-Bas) : Briere Christophe, Dirk-Jan Walstra and Ap van Dongeren  
ECM : Kimmoun Olivier  
EPOC (UMR 5805) : Almar Rafael, Bonneton Natalie, Bonneton Philippe, Castelle Bruno, Sénéchal Nadia  
Géosciences-Montpellier (GM, UMR 5243) : Bouchette Frédéric, X (post-doc ANR COPTER)  
IFREMER Brest : Dumas Franck  
IRPHE (UMR 6594) : Branger Hubert  
LEGEM : Certain Raphaël  
LEGI (UMR 5519) : Barthélémy Eric, Grasso Florent, Michallet Hervé  
PUC (Chili): Cienfuegos Rodrigo  
UNESCO-IHE (Pays-Bas): Dano Roelvink

**Durée du contrat demandé : 3 ans**

- **Montant demandé à Reliefs en 2007 : 136 587 € H.T.**
- Montant demandé en 2008 : 65 660 € H.T.

Montant obtenu via Reliefs en 2006 le cas échéant:

Visa *obligatoire* du Directeur de formation

Signature du demandeur :

### 1. Intérêt scientifique :

Bien que des progrès importants aient été réalisés depuis une vingtaine d'années au niveau international, la compréhension et la modélisation de l'évolution des littoraux sableux représentent encore un véritable défi scientifique (Stive et Reniers, 2003).

Les barres sableuses jouent un rôle essentiel en dynamique sédimentaire littorale et particulièrement dans les processus d'érosion et d'accrétion des plages. Du point de vue de la modélisation numérique, des avancées significatives ont été réalisées ces dernières années (Damgaard et al., 2002; Reniers et al., 2004; Castelle et al., 2006b; Garnier et al., 2006, 2007; Dronen et Deigaard, 2007). Cependant, les modèles numériques mis en oeuvre (basés sur une approche 2DH) ne permettent pas encore à l'heure actuelle de simuler l'évolution des barres sableuses tridimensionnelles dans leur globalité. En particulier, ces modèles ne reproduisent pas correctement la migration des barres perpendiculairement à la côte, alors que la distance à la côte de la barre détermine souvent la longueur d'onde *longshore* du système (Deigaard et al., 1999). L'impact de la marée, des ondes basses fréquences sur la dynamique des barres, les processus qui contrôlent la destruction des barres ou encore l'interaction entre les différents systèmes de barres et le haut de plage sont encore mal compris.

On peut distinguer principalement 4 approches permettant de mieux comprendre la dynamique des corps sableux littoraux :

- l'imagerie (vidéo, satellitaire ou aéroportée)
- l'analyse de données in-situ
- la modélisation physique
- la modélisation numérique

La présente étude vise à développer les approches **de modélisation physique et numérique**. Un effort particulier sera mis en oeuvre pour mieux comprendre le comportement des barres sableuses. L'objectif final étant d'aboutir à un modèle 2DH capable de simuler à la fois la formation et la destruction des structures tridimensionnelles sableuses et leur migration à la fois perpendiculairement et parallèlement à la côte. Outre les mesures en laboratoire qui seront menées dans le cadre de ce projet, le développement de la modélisation numérique s'appuiera sur :

- 4 séries de mesures conduites par l'équipe projet dans le cadre d'autres programmes
- des campagnes de mesures qui seraient menées par d'autres équipes dans le cadre de cet appel d'offres

Les recherches menées dans le cadre de ce projet ont pour objectif de répondre à la ligne spécifique de RELIEFS, soutenue par le SHOM, « Modélisation morphodynamique du domaine côtier » et plus spécifiquement aux tâches 2.1 (Modéliser de façon numérique la dynamique des sédiments en milieu littoral sableux) et 2.2 (Modélisation physique sur l'apparition/disparition des barres et sur la relation granulométrie/profil de plage).

### 2. Plan de recherche

La présente étude s'articule sur deux axes principaux :

- **Axe 2.1- La modélisation physique de la dynamique des barres** : Deux types d'expériences novatrices de laboratoire en similitude avec la nature seront réalisées dans les canaux et bassin à houle du LEGI et de la SOGREAH :
  - o 2.1.1 Modèle physique 2D de la morphodynamique des profils de plages sableuses & modélisation numérique intraphase associée
  - o 2.1.2 Modèle physique morphodynamique 3D associé à des courants sagittaux forcés (rips)

- **Axe 2.2- Modélisation numérique hydro-sédimentaire** : 4 étapes ont été identifiées pour l'amélioration de la modélisation numérique :
  - o 2.2.1 Approche 1DH : afin de développer et valider de nouveaux paramétrages du transport sédimentaire capables de reproduire la migration *cross-shore* des barres sableuses
  - o 2.2.2 Approche 2DH : développement des codes de recherche pour une application en conditions réelles et introduction des paramétrages mis au point dans le cadre de l'approche 1DH
  - o 2.2.3 Inversion des données vidéo par les modèles numériques hydrodynamiques pour estimer l'évolution des fonds sableux
  - o 2.2.4 Intercomparaison des modèles morphodynamiques littoraux

Les développements apportés à la modélisation numérique s'appuieront également sur des mesures conduites par :

- l'équipe projet :
  - o Campagne Truc Vert 2008 : campagne de mesure hydro-sédimentaire internationale de 1 mois qui sera menée sur une plage aquitaine dans le cadre d'un contrat de recherche financé par le SHOM (PEA ECORS)
  - o Campagne Biscarosse 2007 : mesures hydro-sédimentaires durant deux semaines effectuées par le BRGM et l'UMR EPOC dans le cadre de la thèse de Nicolas Bruneau
  - o Campagne Broadbeach 2006 (Australie) : 5 mois de mesures effectuées sur une plage micro-mésotidale
  - o Mesures en continue sur Biscarosse 2007-2009 : système d'acquisition d'imagerie vidéo CamEra (financé par la région Aquitaine) déployé dans le cadre de la thèse de Raphaël Almar (financement DGA)
- Le projet méditerranéen MICROLIT (R. Certain) soumis au présent appel d'offres RELIEFS 2007. A plus long terme (fin du présent projet), les avancés en modélisation de notre projet pourront renforcer le potentiel regroupé autour de MICROLIT, en particulier dans le cadre du projet méditerranéen Hymex.

Ce projet bénéficiera également d'une comparaison avec les développements et résultats du volet de modélisation morphodynamique à l'échelle de la tempête de l'ANR Vulsaco (2007-2009, 9 partenaires, coordination BRGM).

Les différents travaux entrepris dans la présente étude seront restitués lors d'un colloque organisé pour l'occasion en fin de projet.

## 2.1 - Modélisation physique de la dynamique des barres

Les expériences menées vont permettre de reproduire en milieu contrôlé la complexité de l'hydrodynamique sédimentaire associée au déferlement sur les plages sableuses. On se propose de définir une succession de climats de houle représentant une succession d'états de mer modélisant la transition tempête-beau temps. Ce type de succession schématique est à même de reconstituer l'apparition, le déplacement et la disparition de barres sableuses. Ces expériences sont décrites ci-après.

### 2.1.1 - Modèle physique 2D de la morphodynamique des profils de plages sableuses

Des expériences de laboratoire en similitude avec la nature seront réalisées dans le canal à houle de 36 m du LEGI (Grasso, 2006). Des houles irrégulières peuvent être engendrées par un batteur piston. Différents climats de houle, c'est-à-dire une séquence de houles irrégulières, représentatifs de conditions de beau temps ou de tempête, peuvent ainsi être générés. La houle se propage et déferle sur une plage constituée de sédiments de faible densité ( $1.19 \text{ g cm}^{-3}$ ; pour un diamètre médian  $d_{50}=0.6 \text{ mm}$ ), ce qui permet de reproduire les transports par charriage, en suspension et de type *sheet flow*.

Cette expérience permet de reproduire en milieu contrôlé la complexité du déferlement sur les plages : génération de la turbulence (voir Hurther *et al.*, 2007), mise en suspension du sédiment,

génération d'ondes basse-fréquence (voir Grasso *et al.*, 2007 ; Michallet *et al.*, 2007). Pour un climat de houle donné, la plage tend vers un profil d'équilibre morphologique (tel que le profil moyen n'évolue plus). Des profils barrés sont aussi obtenus. Des migrations de barre vers le haut de la plage, pour des conditions de temps calme, et une érosion générale du profil pour des conditions de vagues plus fortes, ont été observées (Grasso, 2006). On se propose de définir une succession de climats de houle représentant une succession d'états de mer modélisant une tempête, le tombant de celle-ci et la houle modérée de beau temps qui suit. Ce type de succession schématique est à même de reconstituer l'apparition, le déplacement et la disparition de barres sableuses.

Nous réaliserons un film constitué de vidéos pour illustrer les différents processus en jeu (suivi de la propagation d'une vague, éjection du sédiment sur les rides, impact sur le lit des structures tourbillonnaires générées par le déferlement, etc.) et des animations des évolutions de profils de plage obtenus à partir des mesures.

Le rôle de la granulométrie sur les profils d'équilibre et leurs vitesses d'évolution reste à estimer. Des effets de ségrégation du sédiment ont été observés lors d'expériences préliminaires (Grasso, 2006). Un climat de houle modéré va en effet mobiliser faiblement le sédiment en surface (par charriage) et ainsi conduire à faire ressortir les particules plus grosses en surface du lit sédimentaire et à les mouvoir essentiellement vers le haut de plage. Les plus fines dans ces conditions sont plus fortement soumises au mouvement oscillant de la houle et demeurent davantage au voisinage de leur position initiale. En revanche, des conditions de houles plus fortes induisent davantage de mise en suspension et donc permettent aux particules fines de se redistribuer davantage au dessus du lit où elles sont emportées par les écoulements moyens et en particulier par le courant de retour. Pour tenter de quantifier ces effets, il sera nécessaire d'effectuer, le long des différents profils de plage et à intervalles de temps réguliers (en particulier avant chaque changement de climat de houle), des prélèvements d'échantillons de sédiments qui seront analysés au granulomètre MALVERN.

En complément, nous prévoyons de réaliser des essais en modifiant le diamètre médian des sédiments afin d'apporter des éléments sur la relation entre la granulométrie et les différents pentes d'équilibres le long du profil.

### **Budget - 2.1.1**

#### Equipement :

#### Fonctionnement:

- achat de sédiment et de petit matériel, entretien granulomètre laser MALVERN: 15k€.
- réalisation d'un film de 15mn : 5k€.

#### Mission :

- participation aux expériences : 6k€

### **Personnel impliqué – 2.1.1**

- LEGI (UMR 5519) : E. Barthélemy (Pr.), F. Grasso (doct.), H. Michallet (CR), F. Bonnel (IE, service visu-repro ENSHMG)
- EPOC : P. Bonneton (DR)

### **2.1.2 - Modèle physique morphodynamique 3D associé à des courants sagittaux forcés (rips)**

Les courants sagittaux sont des courants intenses, étroits, dirigés vers le large et induits par le déferlement de houles quasi frontales. Ces courants sont la plupart du temps fortement couplés à la morphologie locale et la présence de chenaux de vidange (*rip channel*) (voir MacMahan et al, 2006). Ils sont fréquemment observés sur les plages dites intermédiaires, qui ont la particularité de présenter des structures sédimentaires 3D quasi-périodiques.

Nous proposons de réaliser des essais de morphodynamique dans le bassin de génie côtier (30m x 30m équipé sur un bord d'un batteur serpent constitué de 30 volets indépendants permettant de réaliser des houles aléatoires multidirectionnelles) de l'INP Grenoble situé dans le laboratoire de la SOGREAH et auquel par convention le LEGI a accès 25% du temps. Nous nous appuyerons sur les connaissances acquises grâce aux expériences 2D en canal décrites par ailleurs (cf. section 2.1.1). Nous utiliserons le même sédiment et partirons de profils de plage caractéristiques. Wang *et al.* (2002, 2003) ont réalisé des expériences de nature proche, en bassin 3D (LTF facility), de déferlement de houles irrégulières avec incidence sur fond sédimentaire mobile. Ces auteurs ont ainsi obtenu des profils de plage similaires à ceux que nous obtenons en canal, ce qui assure la faisabilité de nos propres expériences.

Nous proposons d'étudier la réponse morphologique et l'hydrodynamique pour la succession de climats de houle caractéristiques déterminée dans le cadre des expériences en canal 2D. Ces climats de houle seront composés de houles frontales. La hauteur énergétique de ces houles sera légèrement plus faible au centre afin de créer le déferlement différentiel nécessaire à la génération et l'entretien d'un courant sagittal. La formation du chenal pourra également être initiée en perturbant la bathymétrie. Nous suivrons d'une part la dynamique du courant sagittal en mesurant sa structure horizontale et verticale par vélocimètre et courantomètre acoustique profileur (ADV/ADCP) (Hurther *et al* 2007) ainsi que le champ de vorticité par mesure et traitement de données de Vélocimétrie par image de particules PIV (Branger *et al* 2007, Kimmoun *et al* 2007, Lubin *et al* 2006), et trajectographie de surface (Holland *et al.*, 2001; Kennedy & Thomas, 2004). D'autre part la formation et l'évolution de ce chenal seront mesurées par relevés topographiques. L'idée d'une profondeur d'équilibre du chenal pourra être questionnée et testée.

Les houles multi-directionnelles aléatoires sont, comme en canal 2D,   même de forcer des ondes infragravitaires. Cette réponse basse fréquence liée à l'organisation de la houle en paquets est en partie responsable des pulsations du jet principal du courant sagittal observées en nature (MacMahan *et al.*, 2004). Il est par ailleurs observé que le panache produit par l'évasement du courant sagittal hors de la zone de *surf* est aussi le si ge de pulsations. Nous nous proposons en situation contrôlée de laboratoire de comprendre la nature de ces pulsations plus complexes du panache et d'en mesurer les caractéristiques. Ce travail expérimental servira de base à la validation des modèles numériques 2DH (cf. section 2.2.2).

Les expériences proposées dans ce projet seront regroupées avec celles de l'ANR COPTER (2006-2008), avec l'accord officiel de l'ANR, afin de pouvoir réaliser des expériences plus ambitieuses, servant les objectifs scientifiques complémentaires des deux projets.

Le projet COPTER (Conception, Optimisation et Prototypage d'Ouvrage de lutte contre l'ERosion littorale) a pour but d'optimiser la forme de structures d'avant-côte traditionnelles ou innovantes pour minimiser l'érosion des plages. Une des ambitions du projet est de trouver des structures qui laissent inchangée l'action des houles de petites amplitudes, bénéfique pour la reconstruction de la plage, et qui dans le même temps permet de dissiper l'énergie des houles les plus fortes. Le financement comporte un volet pour la réalisation d'essais en canal/bassin sur les structures issues de l'optimisation. Les laboratoires impliqués dans l'expérimentation ont décidé de rapprocher le volet expérimentation acquis de COPTER du volet expérimentation demandé dans le présent appel d'offre RELIEF afin d'obtenir les conditions de financement et d'accès aux équipements les meilleures possibles (voir financement ci-dessous).

### Conditions d'essais et budget - 2.1.2

Les essais seront réalisés de **septembre à novembre 2008** dans le bassin de 30mx30m (site de la SOGREAH) pour une profondeur d'eau de h=30cm. Ces essais nécessiteront la construction d'une plage de 15mx15m (plage terrasse formée en sable et chape de b ton, recouverte de 5cm de sédiments en moyenne).

#### Equipement :

- Achat de sédiment: 11,5 m<sup>3</sup> soit 7 tonnes de sédiment à la granulométrie souhaitée, soit 12 tonnes de PMMA mis en oeuvre à la micronisation (voir devis MicroPolymers joint): 31,2 k 

#### Fonctionnement:

- coût d'installation des essais et location d'instruments de mesure (ADV, ADCP, caméras, relevé de fond et sondes à vagues) (voir devis SOGREAH joint): 70 k€.

Mission :

- Participation aux expériences: O. Kimmoun, H. Branger, F. Bouchette, X, N. Bonneton, R. Certain : 200 jours en tout soit environ 20k€.

Budget total manip: 120k€

Financement COPTER: 70 k€

Part RELIEFS: 56,2 k€

**Personnel impliqué – 2.1.2**

- LEGI : E. Barthélemy (Pr.), F. Grasso (doct.), H. Michallet (CR)
- IRPHE : H. Branger (CR)
- ECM : O. Kimmoun (MdC)
- GEOSCIENCES-M : F. Bouchette (MdC), X (post-doc. COPTER)
- EPOC : N. Bonneton (MdC)
- LEGEM: R. Certain

## 2.2 - Modélisation numérique hydro-sédimentaire du domaine littoral

Plusieurs approches de modélisation des processus physiques existent afin de simuler la dynamique des vagues et des courants en zone de déferlement. Les approches basées sur des modèles de vagues instationnaires de type Boussinesq commencent à être mise en œuvre et nous analyserons dans ce projet leur capacité à reproduire les processus sédimentaire *cross-shore*. Cependant, ces approches sont encore trop coûteuses en temps de calcul pour être appliquées à des simulations de cas en milieu naturel sur des durées de quelques jours à quelques mois. L'approche à phase moyennée des vagues permet de telles applications en forçant des modèles de courants et de transport sédimentaire intégrés sur la colonne d'eau dont on distingue les approches 1D horizontale (1DH) et 2D horizontale (2DH). En effet, concernant le transport sédimentaire, l'approche couramment utilisée est de séparer les processus "*cross-shore*" des processus "*longshore*". A l'heure actuelle, les modèles 1DH, qui commencent tout juste à pouvoir simuler la migration des barres perpendiculairement à la côte (Hoefel et Elgar, 2003), n'ont pas encore été étendus avec succès à l'approche 2DH qui permet quant à elle de simuler le développement des structures sédimentaires tridimensionnelles quasi-périodiques.

Le projet présenté ici vise à rassembler ces deux approches afin d'aboutir à un modèle 2DH capable de simuler à la fois la formation et la destruction des structures tridimensionnelles et leur migration à la fois perpendiculairement et parallèlement à la côte sur des échelles de temps de l'ordre de quelques heures à quelques mois. L'apport de la modélisation quasi-3D sera aussi abordé à la section 2.2.1.

Les simulations numériques seront confrontées aux expériences de laboratoires (section 2.1) et aux mesures in situ présentées précédemment. Dans le cadre de ce projet, la modélisation numérique sera également combinée à l'imagerie vidéo afin d'en déduire la morphologie des fond sableux en s'inspirant des récents travaux de Cohen et al. (2006).

### 2.2.1 - Approches *cross-shore*

#### Approche instationnaire de type Boussinesq

La dynamique *cross-shore* est un sujet complexe en partie parce que les directions des flux sédimentaires sont très difficiles à prédire. Cette complexité tient d'une part à la structure verticale non-uniforme des courants et des concentrations du sédiment et d'autre part à l'existence de comportement hydrosédimentaires très différents entre la zone de levée, la zone des brisants, la zone de *surf* interne et la zone de *swash* (jet de rive). Les modèles de houle instationnaire et intraphase (surfbreak ou Serr1D) donnent accès à des informations hydrodynamiques assez détaillées qui reproduisent de manière satisfaisante les différents compartiments de la zone littorale (Cienfuegos et al., 2006, 2007). Par ailleurs, des comparaisons entre les prédictions numériques du code Boussinesq Serr1D et les mesures expérimentales obtenues dans le canal du LEGI sur différents profils de plage et houles aléatoires incidentes ont déjà été effectuées. Celles-ci montrent que l'approche Boussinesq est en mesure de reproduire correctement non seulement l'évolution de propriétés statistiques de la houle au cours de sa propagation sur la plage mais aussi les transferts d'énergie qui ont lieu vers des hautes et basses fréquences (génération d'harmoniques et mouvements infragravitaires) (Cienfuegos et al., 2006; Barthelemy et al., 2007). Nous nous proposons de coupler ce type de modèle avec une modélisation de la réponse du sédiment (e.g. Karambas & Christopher, 2002; Hoefel et Elgar, 2003). Celle-ci sera pour partie paramétrique et pour partie phénoménologique en particulier dans la zone de *surf* où une équation de diffusion-dispersion pourra être résolue. La confrontation des expériences de laboratoire aux calculs numériques doit permettre en particulier d'améliorer la paramétrisation des effets d'accélération qui expliquent en partie la migration des barres vers la côte. Cette partie de notre participation reposera sur une collaboration entre les 3 laboratoires suivants : LEGI, EPOC et La Pontificia Universidad Catolica de Chile. Cette collaboration fera, pour la partie concernant les échanges de personnels (France vers Chili), l'objet d'une soumission prochaine au programme ECOS-Conicyt.

#### Approche 1DH

De récentes études (Hoefel et Elgar, 2003; Hoefel, 2004) ont permis d'intégrer le rôle de l'accélération du fluide (proche du fond) induite par les vagues dans des formulations du transport sédimentaire de type énergétique qui sont couramment utilisés pour l'approche 1DH. Le nouveau modèle 1DH obtenu a permis pour la première fois de simuler correctement la migration de la barre vers le haut de plage pendant les conditions calmes et vers le large pendant une tempête sur une plage réelle et sur une durée de 45 jours (Hoefel et Elgar, 2003).



Ce type de modèle n'a pour l'instant été testé que sur un cas précis et présente encore quelques lacunes, notamment pour la migration des barres vers le large pendant les tempêtes. Il sera ainsi nécessaire de développer une paramétrisation robuste de la vitesse et de l'accélération des particules fluides proches du fond dans l'approche 1DH à phase moyennée. Ce travail pourra s'appuyer sur les données hydrodynamiques fines (section 2.1.1), ainsi que sur la modélisation numérique intra-phase présentée plus haut. Le modèle devra être testé sur d'autres configurations de plages qui diffèrent en termes de pente moyenne, granulométrie, nombre de barres, marnage, etc. De plus, certains comportements des barres sableuses n'ont pas été testés comme par exemple la connexion de 2 barres, ou encore la dégénérescence de la barre (Castelle et al., 2007). De même, l'interaction avec le haut de plage et les taux d'érosion n'a pas encore été abordée. On se propose de développer un modèle 1DH prenant en compte ces dernières formulations, d'y apporter des développements et de l'appliquer à différents environnements (plage à double barre, plage à simple barre, modèle physique) en quantifiant également l'impact sur le haut de plage.

Le modèle spectral de troisième génération SWAN (Booij et al., 1999) sera utilisé en mode 1D. Un module de courant et de transport sédimentaire sera développé. Pour le module sédimentaire, une formulation énergétique sera adoptée qui permettra de simuler l'évolution du profil de plage avec des temps de calcul très courts. La prise en compte de l'accélération par Hoefel et Elgar (2003) sera mise en place ainsi qu'une paramétrisation du transport sédimentaire dans la zone de *swash* pour simuler correctement l'évolution du haut de plage.

Le modèle sera confronté à une large base de données, afin notamment de pouvoir tenir compte de toutes les configurations de plage et d'une large gamme de scénarii. La calibration du module de vagues en 1D par Bertin et al. (2007) sera poursuivie, notamment à partir des données du modèle physique (cf. section 2.1.1). Celui-ci sera particulièrement utile pour obtenir des informations fines sur le mouvement et la morphologie des barres dans des conditions de forçages hydrodynamiques contrôlés. Les scénarii alternant érosion et accrétion (alternance période calme/tempête) seront privilégiés. Les mesures in-situ acquises par l'équipe projet dans le cadre d'autres programmes de recherche seront également utilisées. Notamment les données de la campagne du Truc Vert 2008 et celles de Broadbeach 2006 (Castelle et al. 2007). Cette dernière campagne alterne une configuration simple / double barre, et présente notamment pendant la période d'étude (5 mois) une dégénérescence de la barre externe, et un épisode de connexion entre la barre interne et la barre externe. D'autre part, l'imagerie vidéo (Biscarosse 2007 - 2009) permettra en particulier de moyenniser la position des barres le long de la côte et de confronter ces mouvements au modèle 1DH.

L'utilisation du modèle 1DH sur des cas théoriques permettra ensuite de tester la sensibilité de la dynamique du profil de plage en fonction de différents paramètres tels que le marnage, le climat de houle, la granulométrie ou encore la pente moyenne. Ces travaux permettront d'aboutir à un outil numérique simple capable de simuler la dynamique des profils de plage sableuse et très économique en temps de calcul.

### Approche quasi-2D

L'équipe Géosciences-M testera aussi l'apport de la modélisation quasi-3D (appliqué ici dans une configuration quasi-2D) dans des cas physiques *cross-shore*, par rapport à l'approche 1DH. Ces travaux s'appuieront sur l'utilisation du modèle SHORECIRC développé à l'université de Delaware (Svendsen et al. 2002). L'originalité de ce modèle est son caractère Q3D, qui repose sur la résolution analytique du profil vertical 1DV du courant sur la base du calcul numérique de la vitesse horizontale intégrée suivant la verticale. L'apport de la prise en compte de la variabilité verticale de la vitesse dans le calcul de l'évolution morphologique des plages sera confronté aux résultats du modèle intégré suivant la verticale 1DH.

### **2.2.2- Approche 2DH**

Les modèles numériques 2DH permettent à l'heure actuelle de développer des barres sableuses tridimensionnelles périodiques mais ne peuvent pas reproduire leur migration perpendiculairement à la plage ni leur destruction pour des conditions de tempête. Il existe également encore un fossé important entre les études théoriques de modélisation des plages sableuses tridimensionnelles et les plages réelles,

mis à part les travaux de Reniers et al. (2004) et Castelle et al. (2006b). En particulier, les modèles 2DH ne prennent pas en compte actuellement les processus en zone de *swash* et sont donc incapables de former correctement des bermes ou encore des croissant de plage. Enfin, peu d'études (cf. Castelle (2004), Bruneau et al. (2007b)) ont été consacrées à l'impact de la marée sur la dynamique des barres.

Afin de répondre à ces questions, des développements seront apportés aux codes 2DH MORPHODYN (code de recherche, cf. Castelle et al. (2006a, 2006b)) et au couplage SWAN/MARS 2D (code opérationnel : cf. Pedreros et al. (2006), Bruneau et al. (2007)), pour les équipes françaises (BRGM, EPOC et IFREMER), et à Xbeach (code de recherche domaine public, cf. Roelvink et al. (2006) et DELFT3D (code opérationnel, cf. Lesser et al. (2004), pour les équipes des Pays Bas (Delft Hydraulics et UNESCO-IHE).

Pour MORPHODYN et le couplage SWAN/MARS 2D un effort particulier sera consacré au passage en mode instationnaire afin de simuler les variations basses fréquences des courants moyens et de calculer l'évolution du fond sableux à chaque pas de temps hydrodynamique (transport « online »). L'impact des variations basses fréquences des courants ou encore de l'interaction vagues/courants sur la dynamique des barres sableuses seront ainsi quantifiés. La marée sera également prise en compte dans le modèle afin d'étudier son impact sur la morphologie des barres et les temps de réponse morphodynamique. Enfin, les développements du module sédimentaire dans le cadre de l'étude 1DH (cf. section 2.2.1) seront étendus au 2DH afin de mieux comprendre les processus de destruction des structures sableuses.

Concernant Xbeach et Delft3D, l'attention sera portée plus spécifiquement sur la validation des modèles. Un effort sera cependant consacré à l'amélioration des paramétrisations des processus de transport sédimentaire pour prévoir les variations morphologiques des plages à une échelle de temps d'une semaine, ainsi que lors d'événements de tempête. Les études s'appuieront principalement sur les expériences du Truc Vert 2008. D'un point de vue hydrodynamique, la description des champs de courant 2D induits par les ondes basses fréquences sera analysée (en particulier dans la zone de *swash*) et, d'un point de vue morphodynamique, les impacts des forçages hydrodynamiques sur les développements morphologiques court-terme seront étudiés. En particulier, l'influence du modèle de vagues (couplage Swan pour le modèle Delft3D, et modèle intégré dans le cas d'XBeach) sera analysée.

Comme pour l'approche 1DH, les modèles 2DH seront confrontés aux données provenant de divers environnements. Le modèle physique morphodynamique 3D (cf. section 2.1.2) permettra en particulier d'obtenir des données fines sur les circulations induites par les vagues au-dessus du système barre/chenal, et une haute fréquence d'acquisition des relevés bathymétriques du chenal. Les informations ainsi obtenues permettront de mieux connaître les échelles de temps associées à la formation du chenal et la sensibilité de sa morphologie au forçage au large. Les campagnes Biscarosse 2007 et Truc Vert 2008 permettront en outre, comme pour l'approche 1DH, d'obtenir un jeu de données de très grande qualité sur la dynamique sédimentaire du littoral aquitain. De plus, l'installation de l'imagerie vidéo sur ce littoral dans le cadre de la thèse de R. Almar (EPOC) et sur d'autres sites nationaux et internationaux permettra par déduction des zones de déferlement de connaître en permanence la position et la rythmicité des barres sableuses. Un système d'inversion des données vidéo par le modèle de vague (cf. section 2.2.3) sera également mis en oeuvre. Un effort tout particulier sera fait pour simuler et mieux comprendre l'interaction entre les différents systèmes de barres et ainsi expliquer les couplages morphologiques parfois observés (Ruessink et al (2007)).

### **2.2.3 - Inversion des données vidéo par les modèles hydrodynamiques pour estimer l'évolution des fonds sableux**

La connaissance de la morphologie des littoraux sableux dominés par l'action de la houle est essentielle. Obtenir cette information par des relevés in-situ directs est souvent très coûteux et parfois impossible à mettre en oeuvre par exemple pendant les épisodes de tempête. Pourtant, c'est pendant ces épisodes que le transport sédimentaire et la dynamique des barres et de la plage sont les plus importants. L'imagerie vidéo présente à l'heure actuelle la meilleure alternative. Toutefois cette méthode ne permet de déduire directement que le positionnement des barres (distance à la plage, longueur d'onde *longshore*) sans avoir d'information quantitative sur la bathymétrie de la plage sous-marine. Récemment, Cohen et al. (2006) ont étendu les travaux de Aarninkhof et al. (2005a,2005b) en développant un schéma robuste d'inversion des données vidéos par le modèle DELFT3D pour estimer la

bathymétrie de la plage. Cette méthode consiste, à partir d'une bathymétrie caractéristique de la plage étudiée, à simuler le champ de vagues au-dessus de celle-ci. L'imagerie vidéo permet de calculer certaines caractéristiques du champ de vagues : la longueur d'onde, la période et la direction ainsi que la zone de dissipation de l'énergie par les vagues déferlantes. La différence entre les champs calculés et observés est utilisée pour corriger la bathymétrie initiale. Une méthode itérative permet de faire converger la bathymétrie numérique vers la bathymétrie réelle (Cohen et al., 2006).

On se propose de mettre en place une telle méthode en utilisant l'imagerie vidéo et les relevés bathymétriques qui vont être mis en place dans le cadre des campagnes Biscarosse 2007 et Truc Vert 2008. Cette méthode sera également utilisée afin de déterminer en continue l'évolution morphologique de la plage dans le cadre des suivis long termes à Biscarosse (2007-2009). Après validation de la méthode, la base de données obtenue sur cette plage sera utilisée pour valider les modèles morphodynamiques 1DH (cf. section 2.2.1) et 2DH (cf. section 2.2.2) pour des plages réelles.

Le système vidéo qui sera installé à Biscarosse a un coût total de 94330 € HT (hors fonctionnement). Nous demandons à RELIEFS 25% de ce financement, c'est-à-dire 23580 € HT (60% Région Aquitaine et 15% Université de Bordeaux).

D'autre part, un ADCP (mode vagues) sera également installé sur site sur des longues périodes de temps afin de forcer les modèles numériques locaux et de valider les traitements d'extraction des caractéristiques des vagues à partir de l'imagerie vidéo.

#### **2.2.4- Intercomparaison des modèles morphodynamiques**

Une intercomparaison entre MORPHODYN, couplage SWAN/MARS 2D, XBEACH et DELFT3D (Delft, Pays-Bas) sera entreprise. Cette intercomparaison sera effectuée à deux niveaux :

- au cours des différents développements
- sur des jeux de données complets (hydrodynamique, transport sédimentaire et morphodynamique) : Truc Vert 2008 et MICROLIT (projet méditerranéen soumis au présent appel d'offres RELIEFS 2007).

L'ensemble des travaux proposés dans ce projet permettra d'apporter des réponses dans le choix d'une chaîne de codes capable de simuler la dynamique des plages sableuse sur des échelles de temps de l'ordre de quelques heures à quelques mois

#### **Budget - 2.2**

##### Equipement :

##### **EPOC**

- 2 serveurs de calcul :  $2 \times 5 \text{ K€} = 10 \text{ K€ HT}$
- 4 écrans LCD :  $4 \times 300 = 1200 \text{ € HT}$
  
- Système vidéo : 23580 € HT demandé à RELIEFS, sur un montant total de 94 330 € HT (112 818 € TTC) dont le détail est donné ci-dessous :
  - Système vidéo composé de 5 caméras numériques, 3 ordinateurs de pilotage, soft et installation sur site : 46 000 € HT
  - Ordinateurs de stockage des données : 2071.47 € TTC
  - Jet ski (et remorque) pour mesurer la bathymétrie (GPS et sondeur déjà acquis) : 13 490 € TTC
  - Ordinateurs étanche colibri : 8 987.34 € TTC
  - Mât d'accueil du système vidéo : 39 288.60 € TTC
  - Matériel de sécurité et petits matériels (câblage, etc...) : 2980.57 €
  
- Achat d'un 2eme récepteur GPS RTK TRIMBLE 5700 (pour une meilleure caractérisation des corps sédimentaires en zone d'estran – validation système vidéo) : 20 459.40 € HT

##### **BRGM**

- ADCP vagues + structure de mouillage : 25 351,49€ H.T.
- Ordinateur portable ultra-robuste : 2 856 € H.T.

#### Fonctionnement:

- 3 licences WinSurfer : 1800 € H.T.
- Consommables informatiques : 2000 € H.T.
- Frais de suivi long terme vidéo : 9000 € H.T.

#### Mission :

- Echanges entre équipes (développement de modèles, intercomparaison et vidéo) : 12000 € H.T.
- Mission Chili-France (Grenoble et Bordeaux) pour R. Cienfuegos (action 2.2.1) : 3000 € H.T.

#### **Personnel impliqué – 2.2**

- BRGM Orléans : Pedreros Rodrigo (Chercheur), Emmanuel Romieu (Ingénieur), Déborah Idier (Chercheur)
- BRGM-UMR EPOC : Bruneau Nicolas (Thésard)
- Delft Hydraulics : Briere Christophe, Dirk-Jan Walstra and Ap van Dongeren
- GEOSCIENCES-M : F. Bouchette (MdC)
- EPOC : R. Almar (Thésard), P. Bonneton (DR), B. Castelle (Postdoc), N. Sénéchal (MdC)
- IFREMER : Dumas Franck (Chercheur)
- LEGI : E. Barthélemy (Pr.)
- PUC Chili : R. Cienfuegos (MdC)
- UNESCO-IHE (Pays-Bas): Dano Roelvink (Prof)

### **3. Echancier**

Tâches	Années					
	Année 1		Année 2		Année 3	
	Sem. 1	Sem.2	Sem. 1	Sem.2	Sem. 1	Sem.2
<b>2.1 Modélisation Physique</b>						
2.1.1 <i>Cross-shore</i>						
2.1.2 3D						
<b>2.2 Modélisation Numérique</b>						
2.2.1 Approche <i>Cross-shore</i>						
2.2.2 Approche 2DH						
2.2.3 Inversion vidéo						
2.2.4 Intercomparaison codes						
Réunions de l'ensemble des équipes						
Colloque de restitution et actes						
Publications						

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques du responsable et de l'équipe demanderesse, en particulier sur le sujet de la demande (2002 à 2006).

### Références bibliographiques des équipes du projet

Bertin, X., Castelle, B., Chaumillon, E., Butel, R. et Quique, R., 2007. Estimation and inter-annual variability of the longshore transport at a high-energy dissipative beach: the St Trojan beach, SW Oléron Island, France. Soumis à *Cont. Shelf Res.*

Branger, H., Kimmoun, O., Lubin, P., & Kharif, Ch., 2007, Experimental and numerical investigation of the hydrodynamics generated by regular breaking waves, accepté *EGS Meeting*, Vienne, 15-20 April.

Bruneau, N., Bonneton, P., Pedreros, R., Dumas, F., Idier, I., 2007a. A new morphological modeling platform : application to characteristic sandy systems of the aquitanian coast, France. Accepté à *J. Coastal Res.*

Bruneau, N., Bonneton, P., Pedreros, R., Dumas, F., Idier, I., 2007b. Morphodynamical modeling : a new coupling applied to sandy characteristic bar systems on the Aquitanian Coast, France. Communication acceptée dans RCEM (Symposium On River, Coastal And Estuarine Morphodynamics), Septembre 2007.

Castelle, B., 2004. *Modélisation de l'hydrodynamique sédimentaire au-dessus des barres sableuses soumises à l'action de la houle : application à la côte aquitaine*. Thèse de l'Université Bordeaux I, 340pp.

Castelle, B., Bonneton, P., 2004. Nearshore waves and currents over crescentic bars. *J. Coastal Res.*, SI 39, 687–691.

Castelle, B., Bonneton, P., 2006. Modélisation du courant sagittal induit par les vagues au-dessus des systèmes barre/baigne la côte aquitaine (France). *C.R. Geoscience*, 338 (10), 711–717.

Castelle, B., Bonneton, P., Sénéchal, N., Dupuis, H., Butel, R., Michel, D., 2006a. Dynamics of wave-induced currents over a multiple-barred sandy beach on the aquitanian coast. *Cont. Shelf Res.*, 26 (1), 113–131.

Castelle, B., Bonneton, P., Butel, R., 2006b. Modélisation du festonnage des barres sableuses d'avant-côte : application à la côte aquitaine, France. *C.R. Geoscience*, 338 (11), 795–801.

Castelle, B., Turner, I. L., Ruessink, B. G., Tomlinson, R., 2007. Impact of storms on beach erosion : Broadbeach (Gold coast, Australia). Accepté à *J. Coastal Res.*

Cienfuegos, R., Barthélemy, E. & Bonneton, P. (2006) A fourth-order compact finite volume scheme for fully nonlinear and weakly dispersive Boussinesq-type equations. Part I: Model development and analysis. *Int. J. Numer. Meth. Fluids*, 51 (11), 1217-1253, 2006.

Cienfuegos, R., Barthélemy, E. & Bonneton, P. (2007) A fourth-order compact finite volume scheme for fully nonlinear and weakly dispersive Boussinesq-type equations. Part II: Boundary conditions and model validation. *Int. J. Numer. Meth. Fluids*, 53 (9), 1423-1455.

Cienfuegos, R., Barthélemy, E., Bonneton, P. & Gondran, X. (2006) Nonlinear surfzone wave properties as estimated from Boussinesq modeling : Random waves and complex bathymetries. *Proc. ICCE*, San Diego, USA.

Barthelemy, E., Cienfuegos, R. & Grasso, F. (2007) Non-linear wave properties and infragravity wave motions simulated by a Boussinesq model. *Accepté 18ème Congrès Français de Mécanique*.

Cohen, A., van Dongeren, A., Roelvink, D., Plant, N., Aarninkhof, S., Haller, M., Catalan, P., 2006. Nowcasting of coastal processes through assimilation of model computations and remote observations. *Proc. ICCE*, San Diego, USA, 13pp.

Garnier, R., Bonneton, P., Falqués, A. et Calvete, D. 2007 Modelling the formation and the nonlinear evolution of crescentic bars of the Aquitanian coast, *La Houille Blanche*, in press.

Grasso, F. 2006. *Etude de la morphodynamique d'une plage et des ondes infra-gravitaires associées*. Rapport de M2R STUE, UJF Grenoble.

Grasso, F., Michallet, H. & Barthélemy, E. 2007. Infragravity waves in mobile-bed laboratory experiments. Accepté à *ASCE Coastal Sediments Conf.*, New Orleans, 13-17 May.

Hurthel, D., Michallet, H. & Gondran, X. 2007. Turbulent measurements in the surf zone suspension. Accepté à *J. Coastal Res.*

Kimmoun, O. & Branger, H., 2007, A PIV investigation on laboratory surf-zone breaking waves over a sloping beach, submitted to *J. Fluid Mech.*

Lubin, P., Branger, H., & Kimmoun, O., 2006, Large eddy simulation for regular waves breaking over a sloping beach, 2006, *ICCE 06*, Proceedings 30<sup>th</sup> International Conf. on Coast. Eng., San Diego, USA, 1-4 december, accepté, 2-8 September, 12 pp.

Michallet, H., Grasso, F. & Barthélemy, E. 2007. Long waves and beach profiles evolutions. *Accepté à J. Coastal Res.*

Pedreras, R., Bruneau, N., Bonneton, P., Dumas, F., Idier., D., 2006. Hydrodynamics and morphodynamics evolution of the nearshore zone using the coupling of SWAN, MARS and a sedimentary transport module. *Proceedings of the Operational Coastal Oceanography (Brest, France), October 2006.*

Roelvink, D., Reniers, Ad, Dongeren, Ap, Walstra, D. 2006 Modeling of Hurricane Impacts, Interim Report 2, UNESCO-IHE Institute for Water Education.

### Références complémentaires :

Aarninkhof, S.G.J., Ruessink, B.G., Roelvink, J.A., 2005a. Nearshore subtidal bathymetry from time-exposure video images. *J. Geophys. Res.*, 110, C06011, doi: 10.1029/2004JC002791.

Aarninkhof, S.G.A., Wijnberg, K.M., Roelvink, J.A., Reniers, A.J.H.M., 2005b. 2DH-QUantification of surf zone bathymetry from video. *Proc. Coastal Dynamics '05*, [CD-ROM], Barcelone, Espagne.

Booij, N., Ris, R.C., Holthuijsen, L.H., 1999. A third generation model for coastal regions. Part I: Model description and validation. *J. Geophys. Res.*, 104(C4), 7649-7666.

Damgaard, J., Dodd, N., Hall, L., Chesher, T., 2002. Morphodynamic modelling of rip channel growth. *Coastal Eng.*, 45, 199-221.

Deigaard, R., Dronen, N., Fredsoe, J., Jensen, J.H., Jorgensen, M.P., 1999. A morphological stability analysis for a long straight barred coast. *Coastal Eng.*, 36, 171-195.

Dronen, N., Deigaard, R., 2007. Quasi-three-dimensional modelling of the morphology of longshore bars. *Coastal Eng.*, 54, 197-215.

Garnier, R., Calvete, D., Falques, A., Caballeria, M., 2006. Generation and nonlinear evolution of shore-oblique/transverse sandbars. *Journal of Fluid Mechanics*, 567, 327-360.

Hoefel, F., Elgar, S., 2003. Wave-induced sediment transport and sandbar migration. *Science*, 299(5614), 1885-1887.

Hoefel, F., 2004. Observation and modeling of wave-acceleration-induced sediment transport in the surfzone. PhD Thesis

Holland, K.T., Puleo, J.A., Kooney, T.N., 2001. Quantification of swash flows using video-based particle image velocimetry. *Coastal Eng.*, 44, 65-77.

Karambas, T.V. & Christopher, C. 2002. Surf and swash zone morphology evolution induced by nonlinear waves, *ASCE J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 128(3).

Kennedy, A.B. & Thomas, D. 2004. Drifter measurements in a laboratory rip current, *J. Geophys. Res.*, 109, C08005.

Lesser, G.R., Roelvink, J.A., van Kester, J.A.T.M., Stelling, G.S., 2004. Development and validation of a three-dimensional morphological model. *Coastal Eng.*, 51, 883-915

MacMahan, J.H., Reniers, A.J.H.M., Thornton, E.B. & Stanton, T.P. 2004. Infragravity rip current pulsations, *J. Geophys. Res.*, 109, C01033, doi:10.1029/2003JC002068.

MacMahan, J.H., Thornton, E.B. & Reniers, A.J.H.M. 2006. Rip current review, *Coastal Engineering*, 53, 191-208.

Reniers, A.J.H.M., Roelvink, J.A., Thornton, E.B., 2004. Morphodynamic modeling of an embayed beach under wave group forcing. *Journal of Geophysical Research*, 109, C01030, doi: 10.1029/2002JC001586.

Ruessink B.G., G. Coco, R. Ranasinghe, and I.L. Turner, 2007 Coupled and noncoupled behavior of three-dimensional morphological patterns in a double sandbar system. *Journal of Geophysical Research*, in press.

Svendsen, I., Haas, K. & Zhao, Q. (2002) Q3D nearshore circulation model SHORECIRC. *CACR Report*.

Stive, M.J.F., Reniers, A.J.H.M., 2003. Sandbars in motion. *Science*, 299(5614), p.1885.

Wang, P.; Ebersole, B.A.; Smith, E.R. & Johnson, B.D., 2002. Temporal and spatial variations of surf-zone currents and suspended sediment concentration, *Coastal Eng.*, 46, 175-211.

Wang, P.; Ebersole, B.A. & Smith, E.R., 2003. Beach-profile evolution under spilling and plunging breakers, *ASCE J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 129(1), 41-46.

## MOYENS DONT DISPOSE LE PROPOSANT ET QUI SERONT AFFECTÉS À LA RÉALISATION DU PROJET

**1. Chercheurs et laboratoires impliqués** (établir une liste nominative avec indication précise du rôle de chacun et du pourcentage de temps qu'il consacrerà au projet)

NOM	Laboratoire	Fonction dans le projet (n° des thèmes)	Participant au projet		% participation à d'autres programmes (INSU, EUROPE)
			% de participation	Expertise	
Idier Déborah (IR)	BRGM	Modélisation 2.2	15		
Pedrerros Rodrigo (IR)	BRGM	Modélisation 2.2	30		PNEC 20%
Romieu Emmanuel (IR)	BRGM	Modélisation 2.2	30		
Kimmoun Olivier (MdC)	ECM	Exp. Labo 2.1.2	15		IDAO 25% INTAS 20%
Almar Rafael (Thésard)	EPOC	Vidéo 2.2.3	50		
Bonneton Natalie (MdC)	EPOC	Exp. labo 2.1.2	15		IDAO 25%
Bonneton Philippe (DR)	EPOC	Modélisation 2.1.1, 2.2	35		PNEC 25% IDAO 25%
Castelle Bruno (Post-doc)	EPOC	Modélisation 2.2	50		
Sénéchal Nadia (MdC)	EPOC	Vidéo 2.2.3	15		IDAO 20%
Bruneau Nicolas (Thésard)	EPOC-BRGM	Modélisation 2.2	50		
Bouchette Frédéric (MdC)	GM	2.1.2 et 2.2.1	10		IDAO 20%
X (post-doc)	GM	Exp Labo 2.2.1	40		
Certain Raphaël (MdC)	LEGEM	Exp Labo 2.2.1	10		IDAO 10% LITEAU 20%
Barthélémy Eric (Prof.)	LEGI	2.1 et 2.2.1	15		IDAO 20%
Grasso Florent (Thésard)	LEGI	Exp Labo 2.1	30		CE 10%
Michallet Hervé (CR)	LEGI	Exp Labo 2.1	25		IDAO 40% CE 10%
Dumas Franck (IR)	IFREMÉR	Modélisation 2.2	10		PNEC 10%
Branger Hubert (CR)	IRPHE	Exp Labo 2.1.2	15		IDAO 20% INTAS 30%
<b>Collaborations internationales</b>					
Brière Christophe (IR)	Delft Hydr. (Pays-Bas)	Modélisation 2.2	10		
Van Dongeren Ap (IR)	Delft Hydr.	Modélisation 2.2		5	
Walstra Dirk-Jan (IR)	Delft Hydr.	Modélisation 2.2		5	
Cienfuegos Rodrigo (Mdc)	PUC (Chili)	Modélisation 2.2.1	15		
Roelvink Dano (Prof.)	UNESCO-IHE (Pays-bas)	Modélisation 2.2	10		
Total équivalent temps plein			4.6		
Total avec collaborations internationales			5.05		

## **2. Equipement disponible pour la réalisation du projet (préciser dans quel laboratoire)**

- Action 2.1 : Les expériences seront réalisées grâce aux canaux et bassin à houle du LEGI et de la Sogréah. Les mesures seront faites à partir du parc instrumental transportable de l'équipe Houle du LEGI, de l'équipe hydrodynamique de l'ECM et de l'équipe Interaction Océan-Atmosphère de l'IRPHE (sondes à vagues, vélocimétrie, caméra Vidéo, PC, électronique d'acquisition de signaux, et divers matériels de visualisation).
- Action 2.2 : Les expériences in situ associées à la problématique vidéo (2.2.3) seront réalisées grâce au parc instrumental de l'équipe METHYS (EPOC) et du BRGM Orléans (courantomètres, capteurs de pression, DGPS, véhicules tout terrain, etc ...). Les simulations numériques pourront s'appuyer en partie sur les moyens des pôles de calcul de Bordeaux (pôle M3PEC) et du BRGM.

### **Autres financements attribués (en cours) ou demandés dans le cadre des programmes INSU (Equipements mi-lourds INSU, autre Programme National, Programmes Internationaux) :**

- Projet « Hydrodynamique du déferlement » financé par LEFE-IDAO (2006-2009) : 90 K€
- PEA ECORS : Campagne de mesures Truc Vert 2008 : 578 K€
- ANR VULSACO «Vulnerability, coast, beach, modelling socio-economy » (2007-2009) : 793 K€
- ANR COPTER « Conception, Optimisation et Prototypage d'Ouvrage contre l'erosion littoral » (2006-2008). Partenariat Institut de Mathématiques de Montpellier II (Bijan Mohamadi) et GEOSCIENCES-M (F. Bouchette). Montant: 340 K€
- Projet Région Aquitaine, système vidéo : 67 K€
- Projet Chilien FONDECYT N° 11060312 (2007-2009) : "NUMERICAL MODELLING OF NEARSHORE HYDRODYNAMICS AND CROSS-SHORE SEDIMENT TRANSPORT PROCESSES". Montant: 70 K€
- Demande de financement pour des échanges (missions chercheurs et étudiants) avec le Chili (laboratoire PUC) sur la thématique du présent projet : Programme international ECOS-Conicyt : 10 K€



## BUDGET

Poste	Type de coût	Descriptif	Année 1	Année 2	Année 3	Total par type (HT)
2.1.1 Modélisation Physique	Equipement					
	Fonctionnement	- sédiment, petit matériel, entretien granu. laser MALVERN: - réalisation film	15000	5000		20000
	Missions	participation aux expériences	6000			6000
2.1.2 Modélisation Physique	Equipement	achat sédiment	31200			31200
	Fonctionnement	Consommables	6000	8000		14000
	Missions	participation aux expériences		8000	3000	11000
2.2 Modélisation numérique et vidéo	Equipement	- Participation au système vidéo - 2 serveurs de calcul - 4 écrans - récepteur GPS - ADCP vagues - Portable Terrain	23580 10000 1200 25351 2856	20460		83447
	Fonctionnement	- 3 licences WinSurfer - Consommable informatique - Frais de suivi long terme vidéo	3000	1800 2000 3000	3000	12800
	Missions	- Echanges entre équipes	4000	7000	4000	15000
Gestion de projet	Equipement					
	Fonctionnement					
	Missions	Réunions de l'ensemble des équipes (lancement et suivi du projet)	6000	6000		12000
Valorisation du projet	Equipement					
	Fonctionnement	Frais de Publications		1200	3000	4200
	Missions	Participation aux	2400	3200	4400	10000

		<b>conférences</b>				
<b>Colloque</b>	<b>Equipement</b>					
	<b>Fonctionnement</b>	<b>Frais d'organisation</b>			<b>2000</b>	<b>2000</b>
	<b>Missions</b>	<b>15 intervenants du projet sur 1 journée</b>			<b>7500</b>	<b>7500</b>
			<b>Année1 136587</b>	<b>Année2 65660</b>	<b>Année3 26900</b>	<b>TOTAL 229147</b>

Année	Equipement	Fonctionnement	Missions	<b>TOTAL</b>
Année 1	94187	24000	18400	136587
Année 2	20460	21000	24200	65660
Année 3	0	8000	18900	26900

<b>TOTAL DES CRÉDITS DEMANDÉS à RELIEFS (HT) EN 2007 :</b> <b>136 587 €</b>
--

Total des crédits demandés (HT) pour l'ensemble du projet : 229 147 €

### **LISTE DES CONTRATS OBTENUS AU COURS DES 2 DERNIÈRES ANNÉES**

**dans le cadre du Programme**  
*(une page par contrat)*

**TITRE DU PROJET :**

**CRÉDITS OBTENUS :**

**RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX RÉSULTATS (20 lignes maximum) :**

**LISTE DES PUBLICATIONS :**