



Université  
de Bretagne-Sud

## Appel à Projets Transversaux d'Enseignement et de Recherche

### DOSSIER DE DEMANDE DE FINANCEMENT

ACRONYME	ASPEET
<b>Titre du projet</b>	<b>Approche Systémique du Pilotage Economique et Environnemental des Territoires</b>
<b>Résumé du projet</b>	L'approche de modélisation systémique et transverse du projet <b>ASPEET</b> permettra de mettre en place un pilotage économique et environnemental des territoires en conduisant à l'émergence d'une équipe de recherche structurante. Les retombées directes de cette collaboration pourront enrichir nos formations et nos liens avec les collectivités territoriales.
<b>Axes thématiques</b> <i>[plusieurs choix possibles]</i>	Axe «Développement Durable» X Axe «Ingénierie des Systèmes» X Axe «Management et Société» X Axe «Modélisation et Environnements numériques» X
<b>Impacts du projet</b> <i>[plusieurs choix possibles]</i>	Recherche et enseignement X Enseignement, recherche et services X Enseignement et services Recherche et services
<b>Coordinateur du projet</b>	Nom, Prénom, coordonnées, structure de rattachement gestionnaire du financement <b>Prof. Gilles Durrieu LMAM Université de Bretagne-Sud</b>

## 1. Description détaillée du projet

### 1.1. Contexte, état de l'art

Notre projet a l'ambition de répondre, à terme, à un triple défi : sociétal, scientifique et structurel. Du point de vue sociétal, les résultats de la recherche générés par notre projet contribueront à construire des outils pour le pilotage économique et environnemental des territoires (en particulier côtiers) ainsi que pour l'estimation et la gestion des risques inhérents à ce pilotage. Notre projet pluridisciplinaire couvre les champs des mathématiques, de la statistique, de l'informatique, des sciences biologiques, du vivant et de l'environnement, de la gestion et de l'économie. Cette étude implique des universitaires, mais également nos partenaires, entreprises et collectivités ; notre projet s'appuiera sur une démarche systémique. Cette démarche scientifique est la plus à même de permettre la synthèse des cultures scientifiques, des visions et des points de vue, tous pertinents mais très divers, des chercheurs, ingénieurs et décideurs impliqués dans notre projet. Il permettra ainsi un dialogue de qualité, fécond et structurant entre les disciplines universitaires impliquées. Il pourra donc par la suite amener naturellement l'émergence d'une structure de recherche et formation pluridisciplinaire, pérenne et structurante. De plus, il permettra de développer des relations stables, enrichissant toutes les parties, avec nos partenaires. Enfin, notre projet pourra enclencher des relations scientifiques entre nos divers partenaires, tout en donnant un rôle pivot à la recherche et à la formation. Ainsi il affirmera le rôle d'acteur que l'UBS entend jouer dans la structuration de son territoire. Dans l'immédiat, nous envisageons plusieurs actions. La première est la création d'un

**séminaire de systémique**, où nous inviterons des spécialistes de cette approche, afin d'initier notre dynamique scientifique et de créer l'esprit de notre projet. A ces séminaires seront conviés nos étudiants de licence et master.

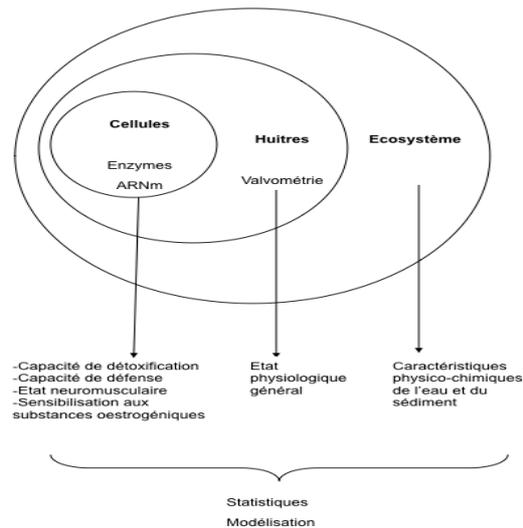
Notre démarche sera déclinée sous la forme de **deux sous-projets complémentaires** :

- l'un à l'interface des mathématiques, de la statistique, de l'informatique et des sciences biologiques, du vivant et de l'environnement (**Biomonitoring d'un Ecosystème par une approche SYstémique et STatistique BESYST**);
- et l'autre, à l'interface des mathématiques, de la statistique, de l'informatique et de la gestion et de l'économie (Modélisation **SYstémique du Réseau Economique Territorial MOSYRET**).

### 1.2. Problématique et objectifs du sous-projet **BESYST**

Les activités humaines sont responsables d'importants rejets d'agents polluants dans le milieu naturel. Ces polluants entraînent la dégradation de nombreux biotopes perturbant les écosystèmes et posant également des problèmes en termes de santé publique. Des réglementations et des contrôles sur la qualité des eaux ont été mis en place. Parmi ces contrôles, les bioindicateurs sont de plus en plus utilisés car ils peuvent se révéler très efficaces par leurs capacités à révéler la présence de traces (concentrations très faibles) de contaminant et par leur capacité d'intégration au cours du temps. Le modèle utilisé pour cette étude est un bivalve filtreur : l'huître. L'huître *Crassostrea gigas* représente une ressource économique importante dans le Morbihan. Native du Pacifique NW, elle a été introduite sur les côtes européennes dans les années 1970 à des fins aquacoles, et s'est si bien acclimatée à nos eaux côtières qu'elle s'y reproduit de façon naturelle. Depuis de nombreuses années, le fonctionnement des entreprises ostréicoles se traduit par le transfert des huîtres d'un bassin ostréicole à un autre (étang de Thau, bassin d'Arcachon, Marennes-Oléron, Morbihan, Normandie) mais également au sein d'un même bassin. En parallèle, l'origine des naissains a fortement évolué. Ces différentes pratiques ont permis dans un premier temps de réduire les risques et donc de réguler l'économie des entreprises. Mais depuis une dizaine d'années, des épisodes de mortalités d'adultes, puis depuis 3 ans de naissains, ont fortement déstabilisé les pratiques ostréicoles et donc l'équilibre économique des entreprises. Le fonctionnement d'une entreprise ostréicole dépend donc de nombreux paramètres dont l'imbrication complexe ne permet plus à l'ostréiculteur de s'adapter rapidement à ces variations : marché, comportement des autres ostréiculteurs, qualité de l'environnement (sédiments et masses d'eau), stabilité biologique et physiologique des huîtres (croissance, résistance, mortalité).

L'objectif général du projet est d'acquérir par une approche systémique et transversale une meilleure connaissance du fonctionnement physico-chimique du milieu ainsi que de l'écologie et du comportement de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans son environnement naturel. Nous recherchons à caractériser une signature comportementale spécifique d'un milieu par l'étude d'un bivalve filtreur (l'huître dans le golf du Morbihan), de la nature d'un contaminant ou d'un facteur du milieu. A court terme, une base de données comportant les données et les résultats du traitement statistique sera mise à disposition aux enseignants chercheurs de l'UBS. Cette approche fournira ainsi un outil de surveillance d'un écosystème aquatique.



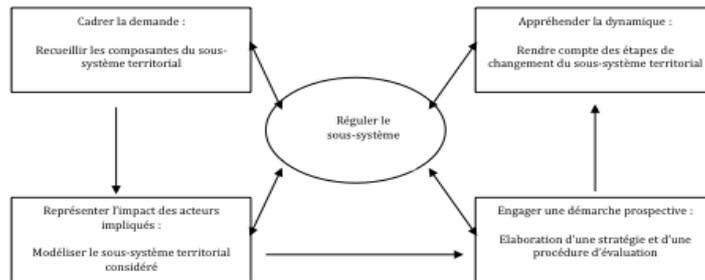
### 1.3. Problématique et objectifs du sous-projet MOSYRET

L'approche systémique permet d'éclairer la dynamique éminemment complexe du territoire économique local et d'identifier les points clés de sa dynamique de changement. L'approche systémique appliquée aux organisations repose sur un postulat de départ qui est que tout système humain est régi par des invariants. Nous pouvons noter que ce dernier point est aussi vrai pour tout système biologique. En d'autres termes, pour le territoire, au-delà de l'aléatoire et de la complexité des flux qui le caractérisent, se cachent des cycles qui présentent une invariance dynamique ou un équilibre dynamique induisant des structures résultantes stables. Nous allons donc ouvrir la «boîte noire» du territoire, c'est-à-dire rendre intelligible une partie des sous-systèmes qui le composent afin de clarifier les concepts et les dynamiques clés. Dans un premier temps, il s'agit d'identifier les acteurs impliqués dans la structuration du territoire ou du sous-système territorial analysé, de suivre le rôle joué par chacun d'eux. Il s'agit ensuite de caractériser les relations qui fondent le sous-système (modélisation synchronique) avant d'envisager sa dynamique (modélisation diachronique). Par l'approche systémique, qui éclaire les diverses complexités à affronter (économiques, sociales, relationnelles, matérielles, ...) et qui est particulièrement adaptée à la description puis à la modélisation de systèmes ouverts en équilibre dynamique, notre objectif général est de poser les bases d'une formulation stratégique territoriale à destination de ceux dont la mission est de «gérer» le territoire, notamment les collectivités territoriales. A terme, les terrains analysés doivent s'inscrire dans une démarche plus globale pouvant conduire à la mise en place d'un observatoire du territoire. Cet objectif global renvoie principalement à l'axe thématique d'enseignement et de recherche «Management et Sociétés» défini par l'Université de Bretagne-Sud. Il couvre néanmoins d'autres axes, notamment celui relatif au «Développement Durable».

D'un point de vue épistémologique, l'approche systémique par nature transversale suppose la mobilisation de plusieurs disciplines. Pour le projet MOSYRET, elle conduit à investir les champs de l'économie, de la gestion, des statistiques et des mathématiques. Qu'il s'agisse de réflexion sur les notions de localisation, de proximité, d'agglomération/dispersion, d'externalités ou d'analyse sous l'angle de la performance territoriale, de la politique publique locale, de son évaluation, de l'attractivité du territoire, chacune des disciplines évoquées apporte une contribution à l'analyse. Dans le même temps, les travaux de recherche initiés au sein du projet MOSYRET s'inscrivent dans des problématiques reconnues au niveau académique, notamment dans les disciplines de l'économie et de la gestion. En économie, au-delà de la seule modélisation de l'équilibre spatial par le courant de la Nouvelle Economie Géographique (Krugman, 1991), les travaux du projet MOSYRET pourront nourrir par exemple une réflexion engagée par l'Ecole Française de la Proximité (Dupuy et Burmeister, 2003) visant à soutenir l'analyse des actions économiques par un ancrage territorial local (Le Gall, 2007a, 2009). En

gestion, ils pourront également se prévaloir d'un axe considéré comme prometteur, notamment par l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS), qui se concrétise par la rencontre annuelle de chercheurs pluri-disciplinaires au sein d'ateliers sous la thématique «Stratégie, Espace et Territoire» (Le Gall, 2007b).

A court terme, une modélisation initiale du territoire économique local, bâtie sur des échanges croisés entre partenaires, doit permettre d'identifier les sous-systèmes territoriaux considérés comme structurants. Elle doit légitimer l'engagement de recherches ciblées. En s'inspirant de la méthode proposée par Bériot (2009), l'objectif est de procéder par étape en interrogeant les acteurs du territoire : identifier-cadrer leur demande (recueillir les composantes du système), modéliser (le système ou sous-système à considérer) et analyser (notamment dans une vision prospective).

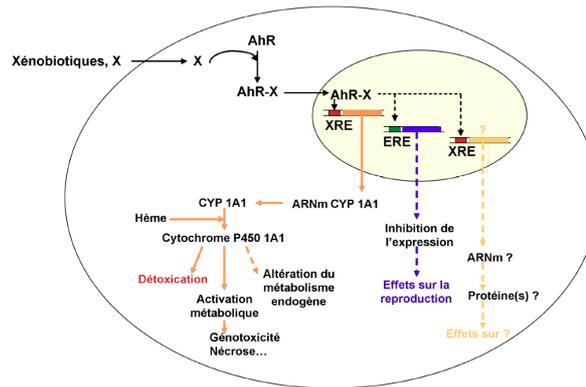


#### 1.4. Description des travaux et méthodologie du sous projet **BESYST**

Dans le cadre de ce projet, nous proposons d'installer un dispositif de «biomonitoring» dans le secteur ostréicole de Locmariaquer situé à l'entrée du Golfe du Morbihan. Ce dispositif de suivi serait installé au niveau de concessions ostréicoles accessibles à pieds à marée basse (N47°34,075' / W2°55,970'). Ce site situé à proximité de l'UBS (30 km, 30 minutes en voiture), est localisé à l'entrée du Golfe du Morbihan, sur la rive droite de la Rivière d'Auray. Ce secteur est caractérisé par la présence d'une quinzaine de concessions ostréicoles en estran, avec de l'élevage à plat pour les concessions proches de la côte et sur tables pour celles proches du chenal de la Rivière d'Auray. Une approche multiparamétrique combinant à la fois l'analyse régulière de l'activité d'enzymes impliquées dans les fonctions de détoxification et de réponse au stress ainsi que le dosage de la vitellogénine sera menée. En parallèle, le contrôle permanent de l'état physiologique des huitres sera assuré par un suivi continu de l'ouverture des valves (valvométrie).

#### **Analyse de bioindicateurs cellulaires**

L'analyse de l'activité d'enzymes impliquées dans les fonctions de détoxification repose sur une expérience récente. En effet, nous avons comparé la qualité de l'eau de deux ports de plaisance du Morbihan réputés pour leurs niveaux de pollutions distincts, le port de la Trinité-sur-mer étant plus pollué que le port du Crouesty. A cette fin, nous avons utilisé deux tests enzymatiques, réalisés sur la cione (*Ciona intestinalis*), invertébré marin filtreur largement répandu sur les côtes bretonnes : activités EROD (7-ethoxyrésorufine-O-dééthylase) et Acétylcholinestérase. L'activité EROD, ou activité O-désalkylante des oxydases à cytochrome P450 (Cytochrome P450 1A), peut être induite par des substrats xénobiotiques tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les halogénés (polychlorobiphényles) et les dioxines. Ces xénobiotiques, en se liant sur le récepteur aux hydrocarbures aromatiques (AhR), entraînent une cascade de réactions aboutissant à la synthèse *de novo* de nouvelles protéines P450 :



Ainsi, comme le montre la représentation schématique précédente, l'induction des enzymes de détoxification suite à l'exposition des organismes vivants à des substrats xénobiotiques est un bon critère d'évaluation de la qualité du milieu marin.

Des études menées également chez la cione ont montré que l'acétylcholinestérase est aussi un biomarqueur efficace pour la surveillance de la qualité du milieu marin. En effet, l'activité de l'acétylcholinestérase est inhibée par la présence des organophosphorés et des carbamates.

Ces travaux montrent donc une bonne corrélation entre la qualité des eaux d'une part et les caractéristiques morphologiques de la cione et les activités enzymatiques mesurées, d'autre part. Elles méritent d'être réitérées et appliquées à un nouvel environnement, sur un autre modèle biologique d'intérêt économique dans le cadre de ce projet. Un nouveau marqueur de réponse au stress sera utilisé en parallèle : le dosage de la GST (Glutathion-S-transferase), enzyme à la fois de détoxification et de réponse au stress oxydant. Plusieurs études menées chez l'huître ont permis de mettre en évidence une corrélation potentielle entre l'activité de cette enzyme et la qualité de l'eau (Zanette, 2006 ; Quiniou, 2007).

Enfin, concernant l'étude que nous mènerons en parallèle sur la **vitellogénine**, nous nous appuyerons sur l'expertise que nous avons développée chez la truite arc-en-ciel (Bouter, 2010). Nous avons mis en évidence par une approche de biologie moléculaire et cellulaire les éléments de régulation de ce biomarqueur cible du récepteur aux oestrogènes. Des études récentes ont démontré que l'exposition à des perturbateurs endocriniens pouvait induire une augmentation de la vitellogénine dans les gonades et se répercuter sur le sexe des bivalves (Andrew, 2010, 2008).

## Caractéristiques du biomonitoring

La valvométrie (mesure de l'activité des valves de mollusques) est une technique qui permet d'enregistrer in situ les réactions de bivalves, face aux changements de la qualité de l'eau dans laquelle ils vivent. Le principe du biocapteur est le suivant : nous collons sur les valves des électrodes (électro-aimants) légères (200 mg) et non invasives (l'animal ne doit ni les sentir, ni être entravé) qui permettent de mesurer en permanence leur état d'ouverture. Ces électrodes sont gérées par une carte analogique immergée, à côté des animaux, en boîtier étanche. Le tout est relié à une seconde carte électronique en surface pilotée sous Linux (développé au sein de l'UMR CNRS EPOC). Le tout consomme seulement 2 watts et est alimentable par panneaux solaires. Les données brutes sont transférées tous les jours du terrain au laboratoire par le réseau de la téléphonie mobile (GPRS) et internet (FTP) sur une station de travail. La fréquence d'échantillonnage est 10 Hz. Pour avoir un nombre d'animaux représentatif, nous travaillons sur des groupes de 16 animaux. Nous disposons donc d'un total de 864 000 triplets de points par jour. Une fois les données brutes arrivées au laboratoire, elles sont modélisées et traitées statistiquement. Une dizaine de minutes après le transfert depuis le terrain, les résultats sont mis automatiquement en accès public et/ou professionnel sur un site web (l'Œil du Mollusque [http://www.domino.u-bordeaux.fr/molluscan\\_eye](http://www.domino.u-bordeaux.fr/molluscan_eye)). Un 1<sup>er</sup> site équipé est devant la Station de Biologie Marine d'Arcachon. Il fonctionne depuis mars 2006. Ce sont des

huîtres que nous utilisons entre autres pour tenter de détecter l'arrivée de contaminants, en particulier des algues toxiques, dans le bassin d'Arcachon. Pour le 2<sup>ème</sup> site, nous avons installé 16 bénitiers dans le lagon Sud de Nouvelle Calédonie. L'idée est de participer à la création d'un Observatoire de l'Environnement, en relation avec la province sud de Nouvelle Calédonie et de suivre l'impact potentiel d'une nouvelle mine de nickel et de cobalt (Goro-Nickel). Un 3<sup>ème</sup> site est en préparation à Ny-Alesund, Svalbard, dans le cadre d'un projet international sur le suivi de l'impact du réchauffement global en Arctique, à 1200 km du Pôle Nord. Un 4<sup>ème</sup> en projet au Pays Basque espagnol dans le cadre d'un projet européen est accepté (Projet PORTONOVO, Interreg Arc Atlantique). Trois autres sont en projet dans le nord de la Norvège. L'installation de ce dispositif sur le secteur de Locmariaquer pose le problème de l'alimentation électrique. Une source de courant est disponible mais sans aucune protection (pas de cadenas). A défaut de trouver une solution, nous envisageons de fournir l'énergie électrique par batteries qui seront remplacées à intervalles de temps réguliers.

Au final, nous recherchons à caractériser une «signature» comportementale d'un milieu, de la nature d'un contaminant ou d'un facteur du milieu. Ces facteurs peuvent être soit des algues toxiques, soit des déchets de l'activité anthropique comme les métaux lourds, des pétroles, soit liés au réchauffement global. L'approche étant basée sur une étude à haute fréquence, il nous faut des moyens statistiques pour décrire et approfondir l'étude des réactions valvaires en fonction des variations des caractéristiques du biotope (physico-chimie, biologie). Nous avons pour objectif de mesurer :

- des paramètres physico-chimiques (équipe de géosciences marines de l'UBS) comme la température, la salinité, la chlorophylle a, la hauteur d'eau et les vitesses de courant à haute fréquence.
- des paramètres biologiques (Equipe Génie des Bioprocédés-Biomolécules du LIMATB, UBS) de façon à caractériser les effets de perturbations environnementales au niveau de la colonne d'eau sur la biologie des organismes. Les paramètres mesurés seront d'une part, des mesures d'activité enzymatique : acétylcholinestérase, éthoxyrésorufine-o-dééthylase (EROD) et, glutathion S-transférase (GST). D'autre part, nous analyserons le taux de vitellogénine (protéines et ARN messagers), dont l'activité est modulée par des perturbateurs endocriniens. Les mesures biologiques seront effectuées de manière individuelle à partir de 16 huîtres vivantes une fois toutes les deux semaines (mars, avril et septembre) et une fois par semaine de mai à juillet.

En parallèle à ces mesures, la croissance de l'huître (largeur, longueur et hauteur des coquilles) ainsi que la mortalité seront mesurées. Le plan d'expérience qui est un point crucial de ce projet sera dans un premier temps détaillé et discuté entre les collègues biologistes et statisticiens lors de la phase de mise en place du projet.

Notre projet, au niveau traitement du signal, consiste à développer des modèles et outils statistiques optimisés pour décrire et modéliser le comportement individuel et moyen des animaux afin de prédire un fonctionnement «normal» et «anormal» de l'animal. En bref, l'objectif est de caractériser chaque animal par un modèle statistique sur différentes périodes de temps (journée, semaine, mois, année). Nous avons dans un premier temps proposé un modèle de régression non paramétrique et comparé plusieurs estimateurs non paramétriques, récursifs ou non, de la fonction de lien (Durrieu et al. 2009; Sow, Durrieu et al. 2010; Schmidtt et al. 2010). A partir de ces estimateurs, il est possible par dérivation par rapport au temps de déterminer la vitesse d'ouverture ou de fermeture des animaux. Cette information est fondamentale puisque chez l'huître la vitesse de fermeture correspond à la vitesse de contraction du seul muscle de l'animal. En présence d'algues toxiques nous pouvons assister à une nécrose de ce muscle. La vitesse d'ouverture est tout aussi fondamentale puisqu'elle intègre la vitesse de relaxation du muscle et des informations sur l'élasticité de la charnière des valves (ici aussi, certaines atteintes pathologiques peuvent modifier cette dernière). La vitesse de fermeture fournit aussi des informations intégrées de comportement comme par exemple lors de la ponte ou d'états

de fébrilité anormale liée à un stress (caractérisé par des fermetures-ouvertures partielles rapides).

Un autre objectif important est de se positionner dans **un contexte écosystémique**. Le but est «d'apprendre à se servir de ces techniques sur le terrain», et de les coupler à des signaux supplémentaires obtenus en parallèle via des mesures sur le terrain et des analyses faites au laboratoire, collectant des données physico-chimiques et biologiques à des fréquences différentes. La recherche de corrélations entre de longues séries, à des fréquences d'échantillonnage différentes, est un autre challenge pour lequel nous devons développer de nouvelles techniques d'analyses statistiques. On peut en particulier s'intéresser aux problèmes de la présence de comportements extrêmes liés à des pollutions. Nous proposerons des modèles statistiques tenant compte de la présence de ces valeurs afin d'estimer des risques et d'aider à la surveillance. Nous pouvons citer les travaux (Grama and Spokoiny 2007, Grama and Spokoiny 2008, Grama, Tricot et Petiot sous presse).

### 1.5. Description des travaux et méthodologie du sous projet MOSYRET

Dans sa phase initiale, au-delà des seuls laboratoires de recherche (IREA-UBS, LMAM-UBS), le sous-projet est porté par différents partenaires institutionnels : **l'entreprise MGDIS, l'entreprise SAUR Grand Ouest, l'Institut de Management de Bretagne-Sud (IMABS) et le Conseil Général du Morbihan.**

Un premier audit «systémique» réalisé au sein de l'UBS témoigne de la diversité des thématiques susceptibles de s'intégrer au sous-projet MOSYRET (marketing territorial, acceptabilité des politiques publiques, pilotage des Universités, urbanisme commercial, ...). Par ailleurs, dans le cadre de sa mission officielle de gestion des relations de l'UBS avec les collectivités territoriales, l'IMABS a pu cerner une préoccupation du Conseil Général du Morbihan qui se situe aux interfaces entre politique publique et recherche. Deux thèmes considérés comme structurants émergent : la reprise-transmission des entreprises et l'urbanisme commercial. De son côté, **l'entreprise MGDIS affirme sa volonté de travailler sur le thème des politiques publiques à travers l'angle de leur suivi-évaluation et en y intégrant une vision ontologique.** L'objectif est également de traiter du thème du développement durable en mobilisant une approche transversale. Enfin, l'entreprise SAUR Grand-Ouest intègre dans ses problématiques stratégiques la question de l'ancrage territorial.

Selon la logique présentée auparavant, une première étape va consister à cadrer la demande des acteurs. En d'autres termes, il va s'agir de limiter l'analyse à un sous-système territorial. La modélisation du sous-système territorial qui résultera des échanges croisés permettra de lancer une collecte de données basée sur des éléments quantitatifs (MGDIS propose l'accès à de nombreuses informations caractérisant le territoire) mais également sur des données qualitatives. Le traitement et les premiers résultats devraient apparaître sur le troisième trimestre 2011 pour une présentation achevée sur le dernier trimestre et donnant lieu à une diffusion large. Néanmoins, l'étude de ce premier sous-système territorial doit ouvrir la voie à d'autres projets. Cette volonté de construire une relation sur la durée doit se concrétiser par le choix d'un thème traité dans le cadre d'une recherche doctorale. L'ancrage du sous-projet MOSYRET dans son environnement local peut également s'affirmer par l'organisation en 2012 d'un colloque autour des thématiques territoriales retenues. Ce sous-projet participe ainsi à un des objectifs forts de l'appel à projets transversaux, celui de favoriser l'inscription de l'UBS dans son environnement socio-économique.

### 1.6. Résultats attendus, valorisation de ces résultats

La démarche **de mise en place d'un séminaire** par des spécialistes du domaine de la systémique (une dizaine de séminaires) aura pour objectif de donner les éléments nécessaires à un travail interdisciplinaire et à la synthèse de compétences variées touchant aux domaines de la biologie, de l'environnement, de l'économie, des

mathématiques et de la statistique.

L'approche de modélisation systémique et transverse permettra de décrire et comprendre le fonctionnement et le dysfonctionnement d'un système complexe couplant différents niveaux systémiques (génétique, cellulaire, organisme, animal, environnement et effets aux niveaux des ostréiculteurs, PME, collectivités territoriales et décideurs politiques). Des modélisations originales dans ces domaines ont conduit à des publications par les auteurs (Durrieu et al. 2009; Cambier et al. 2010a; Cambier et al. 2010b).

Une base de données au niveau biologique et physico-chimique sera mise à disposition aux enseignants chercheurs. Nous proposerons de nouvelles méthodes de traitement mathématique et statistique de ces données dans le but d'aider à la surveillance de l'état de santé de l'écosystème.

**Les résultats attendus seront des publications communes avec les collègues des différentes disciplines et la participation à des conférences nationales et internationales.**

## **2. Aspects transversaux et structurants du projet**

De par la nature pluridisciplinaire et interdisciplinaire, ce projet couvre différents champs des mathématiques, de la statistique, de l'informatique, des sciences biologiques, du vivant et de l'environnement, de la gestion et de l'économie et implique des enseignants chercheurs de l'UBS mais également extérieurs à l'UBS (UMR EPOC CNRS 5805 Arcachon) et nos partenaires des entreprises et des collectivités. Ce projet doit permettre l'émergence d'une équipe de recherche structurante autour de ces thématiques et conduire à des publications. Si certains angles sont privilégiés en phase initiale du projet, l'ambition des porteurs du projet n'est pas de limiter le champ d'investigation *ex ante* mais de considérer que ce champ ne peut se construire que «chemin faisant», par une interaction nourrie entre les différentes parties prenantes, collectivités territoriales, entreprises privées et laboratoires de recherche.

### **Attendus pédagogiques**

Notre projet met clairement à contribution des compétences diverses et complémentaires autour d'une problématique environnementale ciblée. De la collecte de données sur le terrain à la conception d'un modèle en passant par leur traitement et interprétation, ce projet requiert un croisement de savoir-faire appliqués à un objet unique. Cette approche projet d'une problématique nécessite une ingénierie spécifique qui, en soi, est déjà innovante. L'ambition est donc bien d'aller au-delà de la simple juxtaposition de disciplines et de développer un modèle de travail aux interfaces. Notre démarche, scientifique par essence, vise également à développer un projet pédagogique multi-compétences devant déboucher sur de l'innovation pédagogique. Le domaine des sciences environnementales est largement représenté dans nos formations mais souvent en mettant l'accent sur tel ou tel aspect, local ou global, technique ou conceptuel. Ces «briques» de connaissances sont souvent acquises au niveau de la Licence. Notre projet est donc de valoriser notre approche et notre objet de recherche dans les formations qui s'y réfèrent. A titre d'exemple à l'extérieur, nous pouvons citer la licence Bio-Maths développée par la Station Biologique de Roscoff. A l'UBS, les compétences ne manquent pas que ce soit dans le domaine des mathématiques appliquées, de la Biologie, des espaces littoraux ou des effets anthropiques qui permettent de reformer le lien qui devrait être indissociable entre Sciences Humaines et Sociales et Sciences «dures».

Donc, concrètement, parmi les attendus de notre projet, figurera en bonne place l'irrigation progressive des parcours de licence visant à sensibiliser nos étudiants à une approche complexe, systémique des questions environnementales. Les niveaux Licence et Master paraissent pertinents pour proposer des stages et des réflexions globales sur les méthodologies et stratégies à mettre en œuvre dans de pareils cas. Cette ingénierie de projet très particulière sera également à valoriser auprès des organismes de surveillance comme l'ADEME par exemple. **La dynamique de projet ne pourra d'ailleurs se renforcer, et la vision à moyen-long terme (période 2012-2015) ne s'affirmer, qu'à**

travers l'intégration en son sein d'une recherche doctorale dont le sujet et les modalités de financement restent à définir (soutien de l'UBS, collectivités territoriales, région).

### 3. Répartition des tâches et planification

La collecte des échantillons et les analyses biologiques et chimiques seront effectuées par les laboratoires LIMATB-EG2B (UBS) et le laboratoire de GéoArchitecture - Géosciences marines et Géomorphologie littorale (tableau ci-dessous). La modélisation et le traitement statistique des données se feront au fur et à mesure de l'acquisition des données de février 2011 à février 2012 au sein du laboratoire LMAM en collaboration étroite avec les collègues biologistes. Pour le projet ASPEET, nous considérons que chaque partenaire va contribuer de manière égale. Les 2 tableaux ci-dessous présentent la répartition du projet en tâches pour les deux sous-projets **BESYST** et **MOSYRET**.

Répartition des tâches (sous-projet BESYST)													
Echantillonnage	2011											2012	
	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév
semaine 1	Installation												
semaine 2	Installation												
semaine 3													
semaine 4													
Valvométrie	installation*												
Nombre cumulé de prélèvements		2	4	8	12	16	18	20	22	24	26	28	30
Traitement des données													

\*date à fixer suivant possibilité des collègues de l'UMR EPOC

Répartition des tâches du sous-projet MOSYRET							
	2011				2012	2013	2014
	1	2	3	4			
<b>Progre ssion</b>	Cadrer la demande des acteurs	Modélisation théorique et collecte des données	Analyses qualitative et quantitative	Présentation des résultats. Articles de recherche. Bilan annuel	Application de la méthode à de nouveaux projets territoriaux	Id.	Id.
<b>Autre</b>	<b>Financement pour une recherche doctorale</b>			<b>Recherche doctorale</b>			

#### 4. Moyens demandés et justifications pour l'année 2011

<b>Postes budgétaires</b>	<b>Montant global (projet ASPEET)</b>
Frais d'Equipement (matériel >800€ H.T.)	22350 € H.T.
Frais de Personnel <i>Préciser les types de personnel concernés (stage, technicien, IGE, etc..) :</i>	3753 € H.T. (stages master)
Frais de Fonctionnement (petit matériel inférieur à 800€ H.T., missions, déplacements, etc.)	15900 € H.T.
<b>Total de la demande d'aide</b>	<b>42003 € H.T.</b>

Le détail des moyens demandés pour chaque partenaires est précisé dans l'**annexe «bilan financier»**.

#### 5. Description des partenaires

<b>Laboratoire</b>	<b>Nom et prénom du responsable pour le projet</b>	<b>Chercheurs et Enseignants chercheurs</b>	<b>Activités menées dans le cadre du projet</b>
Laboratoire de Mathématiques et Applications des Mathématiques (LMAM - UBS) Campus de Tohannic, BP573, 56017 Vannes, France Tel (secrétariat) : 0297017070/ Fax: 0297017175 <a href="http://web.univ-ubs.fr/lmam/">http://web.univ-ubs.fr/lmam/</a>	Gilles Durrieu LMAM (UBS) Tel : 0297017178/Mob : 0615880956 Fax: 02 97 01 71 75 Email : gilles.durrieu@univ-ubs.fr	Gilles Durrieu (Pr), Emmanuel Frenod (Pr), Ion Grama (Pr), Jean-Marie Tricot (MCF), Evans Gouno (MCF), Rabih Damaj (doctorant)	Modélisation et traitement statistique des données
Laboratoire d'Ingénierie des MATériaux de Bretagne (LIMATB-UBS) Equipe de recherche : Génie des Bioprocédés-Biomolécules (EG2B)	Hélène Duval, Véronique Le Tilly et Valérie Maxime	Hélène Duval(MCF) Véronique Le Tilly (MCF) Valérie Maxime (MCF-HDR)	Suivi de bioindicateurs : Indicateurs de détoxification et de défense Indicateur d'activité neuro-musculaire Indicateur de reproduction : Vitellogénine
GéoArchitecture - Géosciences Marines et Géomorphologie littorale (GAGMGL-UBS)	Evelyne Goubert Mouncef Sedrati	Evelyne Goubert (MCF) Mouncef Sedrati (MCF)	Instrumentation physico-chimique et suivis de terrain Suivi des sédiments et des bioindicateurs benthiques
Laboratoire de l'IREA Faculté de Droit, d'Economie et de Gestion (UBS)	Sébastien Le Gall Tél: 02.97.01.26.58 Fax: 02.97.01.26.10 Email : sebastien.le-gall@univ-ubs.fr	François Bellego (MCF) Sébastien Le Gall (MCF) Michel Gentric (MCF) Frédérique Festoc-Louis (MCF) Patricia Le Maitre (MCF)	Modélisation Recueil des données Analyse quantitative et qualitative
GEMA/UMR CNRS 5805 EPOC et Université Bordeaux 1 Environnements et Paléoenvironnements Océaniques Place du Dr Peyneau 33120 Arcachon Tel : 0556223920/Fax : 0556549383 <a href="http://www.epoc.u-bordeaux.fr/">http://www.epoc.u-bordeaux.fr/</a>		Pierre Ciret (IR CNRS) Damien Tran (CR CNRS) Jean-Charles Massabuau (DR2 CNRS)	Mise en place d'un valvomètre dans le secteur ostréicole de Locmariaquer à l'entrée du Golfe du Morbihan

### Partenaire institutionnel

<p>MGDIS Parc d'Innovation Bretagne-sud – CP 10 56038 Vannes Cedex Tel : 02 97 68 18 28 Fax : 02 97 68 18 27</p>	<p>MGDIS, éditeur de logiciels d'aide à la décision et au pilotage , sera un partenaire essentiel du projet MOSYRET, étant donné son expertise dans la réponse aux besoins des collectivités locales.</p> <p>Contact : Jean-Marc Bienvenu, PDG</p>
<p>SAUR Grand-Ouest D.R. Ouest – 21 rue Anita Conti 56000 Vannes Tel : 02 97 54 52 00</p>	<p>La SAUR est un opérateur de gestion déléguée des services de l'eau pour les collectivités territoriales et les industriels. La SAUR Grand Ouest désire développer un axe de réflexion sur la dimension territoriale dans le champ stratégique.</p> <p>Contact : Anne De Bagneux, Directrice Générale Grand Ouest</p>
<p>Institut de Management de Bretagne-Sud (IMABS) Faculté DSEG 1 rue de la Loi 56000 Vannes</p>	<p>Le projet de recherche MOSYRET pourra s'appuyer sur la mission officielle de l'IMABS qui est celle de la gestion des relations de l'UBS avec les collectivités locales</p> <p>Contact : François Bellego, Directeur</p>
<p>Conseil Général du Morbihan Hôtel du département 2 Rue Saint-Tropez BP 400 56009 Vannes Cedex</p>	<p>Le Conseil Général du Morbihan donnera l'impulsion au projet MOSYRET par l'identification des projets économiques qu'il juge structurant pour le territoire, et pour lesquels il exprime un besoin d'expertise.</p> <p>Contacts : Erwan Robert, directeur des territoires Jean-Yves Pironnec, directeur adjoint du développement économique et de l'emploi..</p>

## Références

Andrew MN, Dunstan RH, O'Connor WA, Van Zwieten L, Nixon B, MacFarlane GR. (2008) Effects of 4-nonylphenol and 17 $\alpha$ -ethynylestradiol exposure in the Sydney rock oyster, *Saccostrea glomerata*: Vitellogenin induction and gonadal development, *Aquatic Toxicology*, 88, 39-47.

Andrew MN, O'Connor WA, Dunstan RH, Macfarlane GR. (2010) Exposure to 17 $\alpha$ -ethynylestradiol causes dose and temporally dependent changes in intersex, females and vitellogenin production in the Sydney rock oyster. *Ecotoxicology*, 19, 1440-51.

Bériot D. (2009) *Manager par l'approche systémique*, Eyrolles, Editions d'Organisation.

Bouter A, Buisine N, Le Grand A, Mouchel N, Chesnel F, Le Goff C, Le Tilly V, Wolff J, Sire O. (2010) Control of vitellogenin genes expression by sequences derived from transposable elements in rainbow trout. *Biochimica Biophysica Acta.*, 1799, 546-54.

Briollais L., Durrieu G. and Upathilake R. (2007) New approach for genome scan meta-analysis of rheumatoid arthritis : a kernel based estimation procedure. *BMC proceeding*, 1, 1-6.

Cambier S., Gonzalez P., Durrieu G. and Bourdineaud J.P. (2010a) Cadmium induced genotoxicity in zebra fish at environmentally relevant dose, *Ecotoxicology and environmental safety*, 73(3), 312-319.

Cambier S., Gonzalez P., Durrieu G., Boudou A. and Bourdineaud J.P. (2010b) Serial analysis of gene expression in the skeletal muscle of zebra fish fed with methylmercury contaminated diet, *Environmental science and technology*, 44(1), 469-475.

Dupuy C., Burmeister A. (Eds.) (2003) *Entreprises et territoires: les nouveaux enjeux de la proximité*, La documentation française.

Durrieu G. and Briollais L. (2009) Sequential design for microarray experiments. *Journal of the American Statistical Association*, 104(486), 650-660.

Durrieu G., Nguyen T.M.N et Sow M. (2009) Comparaison d'estimateurs de régression non paramétriques : application en valvométrie. *Proc. de la Société Française de Statistique* <http://hal.inria.fr/docs/00/38/67/16/PDF/p147.pdf>

Grama I. and Spokoiny V. (2007) Pareto approximation of the tail by local exponential modeling. *Bulletin of the Academy of Sciences of Republic of Moldova*, 53(1), 1-22.

Grama I. and Spokoiny V. (2008) Statistics of extremes by oracle estimation. *Annals of statistics*, 36(4), 1619-1648.

Grama I., Tricot J.M. and Petiot J.F Estimation of the survival probabilities by adjusting a Cox model to the tail. *Comptes rendues de l'académie des sciences Paris*, sous presse.

Krugman P. R. (1991), *Geography and trade*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Le Gall S. (2007a), La localisation de l'investissement internationalement mobile: le choix du cluster, *Revue Economie et société coll. K*, n° 5, 803-833.

Le Gall S. (2007b) La localisation de l'investissement mobile étranger : une approche par les ressources, *Atelier de l'AIMS - « Loin, proche, la dimension spatiale dans le management des organisations*, Novembre, 1-23

Le Gall S. (2009) Les stratégies de localisation et leurs rapports au territoire, *Actes de la XVIII<sup>ème</sup> Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS)*, Juin, Grenoble, 1-30.

Quiniou F, Damiens G, Gnassia-Barelli M, Geffard A, Mouneyrac C, Budzinski H, Roméo M. (2007) Marine water quality assessment using transplanted oyster larvae. *Environmental Int*, 33, 27-33.

Schmitt F.G., De Rosa M., Durrieu G., Sow M., Ciret P., Tran D. and Massabuau J.C. Statistical analysis of bivalve high frequency microclosing behavior: scaling properties and shot noise modeling, *soumis International Journal of Bifurcation and Chaos*.

Sow M., Durrieu G. and Briollais L. (2010) A robust statistical framework for eQTL analysis, *Proc. American Statistical Association joint meeting*, sous presse.

Sow M, Durrieu G, Briollais L., Ciret P. and Massabuau J.C. Water quality assessment by means of valvometry and high frequency data modelling . *Environmental monitoring and assessment*, sous presse.

Zanette J, Monserrat JM, Bianchini A. (2006). Biochemical biomarkers in gills of mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* from three Brazilian estuaries. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol.*, 143, 187-95.

## Annexe (bilan financier)

### GéoArchitecture - Géosciences marines et Géomorphologie littorale (UBS)

		Quantité	P.U. HT	Total
<b>Terrain</b>	Huîtres, tables, poches, petits matériels	1	1 000€	1 000€
	Missions	30	100€	3 000€
	Batteries	15	90€	1 350€
<b>Instrumentation labo</b>	Module houle/pression	1	3 000€	3 000€
	Analyses foraminifères	36	28€	1 000€
	Analyses granulométriques	36	28€	1 000€
<b>Stagiaires</b>	2 Stagiaires Master (2 x 3 mois)	2	1 251€	2 503€
<b>TOTAL</b>				<b>12 853€</b>

### Laboratoire d'Ingénierie des MATériaux de Bretagne (LIMATB-UBS)

		Quantité	P.U. HT	Total
<b>Instrumentation labo</b>	étude vitellogénine (protéine, ARN)	1	6 000€	6 000€
	dosages enzymatiques (acétylcholinestérase, GST et EROD)	1	3 000€	3 000€
	sonde ultra-sons	1	500€	500€
	consommables		1 000€	1 000€
<b>Stagiaires</b>	3 Stagiaires Master	3	1 250€	1 250€
<b>Déplacements</b>	déplacements		1 000€	1 000€
<b>TOTAL</b>				<b>12 750€</b>

### Laboratoire de l'IREA - Faculté de Droit, d'Economie et de Gestion (UBS)

		Quantité	P.U. HT	Total
<b>Informatique</b>	ordinateur portable	1	1 500€	1 500€
<b>Missions</b>			5 500€	5 500€
<b>TOTAL</b>				<b>7 000€</b>

### Laboratoire de Mathématiques et Applications des Mathématiques (LMAM - UBS)

		Quantité	P.U. HT	Total
<b>Informatique</b>	station de travail	1	1 500€	1 500€
<b>Informatique</b>	ordinateur portable	1	1 500€	1 500€
<b>Missions</b>	Présentation des résultats dans conférences + mission installation valvomètre		2 400€	2 400€
<b>TOTAL</b>				<b>5 400€</b>

### Organisation de séminaires systémiques

		Quantité	P.U. HT	Total
<b>Invitations</b>	specialistes de l'approche systémique	10	400€	4 000€
<b>TOTAL</b>				<b>4 000€</b>

<b>Bilan total demandé (projet ASPEET)</b>				<b>42 003€</b>
--------------------------------------------	--	--	--	----------------