Campagne de labellisation 2012-2015

Zone Atelier

1. Informations administratives
(dans la configuration prévue au 1er janvier 2012)

Intitulé complet de la Zone atelier

Zone Atelier Brest-Iroise

Responsable

M./Mme	Nom	Prénom	Corps-Grade	Etablissement d'enseignement supérieur d'affectation ou organisme d'appartenance
Mme	**GOURMELON**	**Françoise**	**DR2**	**CNRS - UMR 6554 LETG**
M	**RAGUENEAU**	**Olivier**	**DR2**	**CNRS - UMR 6539 LEMAR**

Établissement(s)/ laboratoire de rattachement de la structure (tutelles)

Établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche

Établissement de rattachement :

Université de Bretagne Occidentale

organisme(s) de recherche

organisme : **CNRS**
département ou comm. de rattachement :
Institut Universitaire Européen de la Mer

Autres partenaires de la structure :
Établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche : ……
Organisme(s) de recherche : **Ifremer**
Entreprise(s) : ……
Autres : ……

Coordonnées de la ZA
Localisation et établissement : IUEM
Numéro, voie : Technopôle Brest-Iroise, place Nicolas Copernic
Code postal et ville : 29280 Plouzané
Téléphone :
Adresse électronique : à titre provisoire
olivier.ragueneau@univ-brest.fr
francoise.gourmelon@univ-brest.fr

Unités coordinatrices de la ZA

Label et n°	Intitulé de l'unité	Responsable	Etablissement de rattachement support et institut	Domaine scientifique principal
UMR 6539	LEMAR « Sciences de l'Environnement Marin »	Ragueneau O.	UBO, INEE-CNRS	SDV SDU
UMR 6554	LETG « Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique »	Robin M.	UBO, INEE-CNRS	SHS

2. Dossier scientifique (pages 4-38)

Date et signature du responsable de la structure : Plouzané, le 12 janvier 2012

Zone Atelier Brest-Iroise

Candidature à la labellisation 2012

Coordination : Françoise Gourmelon[1], Olivier Ragueneau[2]

Ont participé à la rédaction du dossier : F. Gourmelon[1], O. Ragueneau[2], M.Raimonet[2], C. Delacourt[3], A. Hénaff[1], G. Thouzeau[2], F. Andrieux-Loyer[4], C. Labry[4], L. Brigand[1], C. Hily[2], M. Rouan[1], C. Tissot[1], C. Bacher[4], F. Chlous-Ducharme[5],S. Pennanguer[6], Y.-M. Paulet[2,7]

12 janvier 2012

[1] LETG (UMR 6554 CNRS-UBO-U.Nantes-UHB-U. Caen), Géomer, Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Brest
[2] LEMAR (UMR 6539 CNRS-UBO-IRD-Ifremer), Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Brest
[3] LDO (UMR CNRS-UBO), Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Brest
[4] DYNECO, Ifremer, Centre de Brest
[5] EA Géoarchitecture, Université de Bretagne Sud
[6] Région Bretagne
[7] UMS 3113, Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Brest

Sommaire

1. PROJET SCIENTIFIQUE 7
1.1. Problématiques scientifiques et sociétales 7
1.2. Intérêts/Enjeux 9
1.2.1. Les risques côtiers de type érosion et submersion 9
1.2.2. Perturbations anthropiques et état/réponse écologique de l'écosystème côtier 10
1.2.3. Création d'un parc naturel marin en Iroise (PNMI) 11
1.3. Présentation géographique 11
1.3.1. La rade de Brest et ses bassins versants 12
1.3.2. La mer d'Iroise 13
1.3.3. Les îles et les plages 13
1.4. Les thèmes scientifiques et les axes transversaux 14
1.4.1. THEME 1 : Vulnérabilité et risques côtiers 14
1.4.2. THEME 2 : Changement global (climat, anthropisation), état écologique, et perspectives socio-écosystémiques 17
1.4.3. THEME 3 : Gestion, usages, conservation 20
1.4.4. AXE TRANSVERSAL « Interactions entre Sciences et Société » 23
1.4.5. AXE TRANSVERSAL « Modèles, système d'information » 25
1.5. Effets structurants de la ZA 26
1.5.1. Effets structurants au niveau local et régional 26
1.5.2. Insertion dans des réseaux nationaux et internationaux 27

2. MISE EN OEUVRE 28
2.1. Equipes impliquées 28
2.2. Ressources financières 29
2.3. Ressources humaines 31
2.4. Dispositifs 33
2.4.1. Dispositifs d'observation à long terme 33
2.4.2. Bases de données 34
2.4.3. Outils de modélisation 34
2.4.4. Dispositifs expérimentaux 35
2.5. Mode de fonctionnement 35

3. PRINCIPALES PUBLICATIONS (2006-2011) des équipes coordinatrices 36

1. PROJET SCIENTIFIQUE

1.1.Problématiques scientifiques et sociétales

La problématique générale ambitionne d'améliorer nos connaissances du fonctionnement et de l'évolution du socio-écosystème côtier situé à l'interface entre Terre et Mer, dans un contexte de changements et dans une perspective de gestion intégrée ; ce qui implique la prise en compte de connaissances disciplinaires multiples, d'échelles spatiales et temporelles variées, d'observations à long terme des écosystèmes, et la mise en place de démarches et d'outils favorisant le partage des connaissances. Pour atteindre cet objectif, la ZA Brest-Iroise doit permettre de favoriser (stimuler, explorer...) la mise en œuvre d'une réelle interdisciplinarité entre Sciences Naturelles (SN) et Sciences Humaines et Sociales (SHS) afin d'accroître les connaissances relatives au fonctionnement et à l'évolution de ce socio-écosystème côtier, exemplaire de par les multiples enjeux dont il est porteur (conservation, état écologique, aménagement, usages...).

Par ailleurs, la dimension sociétale de la problématique étant évidente, le projet intègre également les conditions de l'appropriation des connaissances par les non-scientifiques ainsi que la mise en commun des connaissances scientifiques avec l'ensemble des savoirs qui sont distribués dans les différents pans de la société (Sue, 2011[*]). Le renforcement des partenariats avec la société civile sera organisé à tous les stades du processus de recherche, incluant l'aide à la décision. Il sera renforcé par la mise en œuvre de la plateforme "Science et Société" en cours d'élaboration à l'IUEM (Annexe 1).

La ZA Brest-Iroise s'étend de la rade de Brest à la Mer d'Iroise, depuis les bassins versants jusqu'aux îles (Sein, Ouessant, archipel de Molène). La diversité des écosystèmes, des contraintes humaines et naturelles et des méthodes de gestion qui s'y appliquent, permet d'aborder plusieurs problématiques auxquelles sont confrontées les zones côtières de par le monde. En réponse à la diversité des situations et des forçages, trois problématiques majeures déclinées sur trois sites préférentiels[**] sur lesquels plusieurs recherches sont actuellement menées, seront abordées par la ZA :

- La vulnérabilité aux risques côtiers de submersion et d'érosion, favorisée par l'intensification des évènements extrêmes et l'augmentation du niveau de la mer, ainsi que la perception et la réponse des sociétés face à ces changements seront principalement traitées au niveau des îles et des plages de la mer d'Iroise, ainsi qu'en fond de rade (thème 1).
- La réponse d'un écosystème côtier diversifié soumis au changement climatique et à de multiples activités humaines, à terre et en mer, constitue la problématique étudiée au sein de la rade de Brest (thème 2).
- Enfin, la création récente du Parc naturel marin d'Iroise, premier du genre, interroge sur l'évolution des représentations sociales des multiples acteurs, les conséquences sur les activités et les usages, notamment dans leur dimension économique, et sur la biodiversité. Cette problématique sera traitée sur les îles et la mer d'Iroise (thème 3).

La diversité des relations homme/milieu qui s'exercent au sein de cette zone et des enjeux qu'elle porte la rend exemplaire pour l'étude du fonctionnement, de l'évolution et de la vulnérabilité d'un socio-écosystème, dans une perspective de gestion intégrée de la zone côtière. L'objectif est d'étudier le

[*] Sue R. (2011). Sommes-nous vraiment prêts à changer? Le social au coeur de l'économie. Editions Les liens qui libèrent, 248 p.

[*]Non exclusifs à terme

fonctionnement et l'évolution du système côtier dans son ensemble en abordant le diverses questions traitées au sein du réseau des LTER (Long Term Ecological Research) (Fig. 1). De plus, la ZA Brest-Iroise peut représenter un cas d'école pour explorer la construction (1) d'une réelle interdisciplinarité entre SN et SHS, ainsi que (2) d'un partage réciproque des connaissances de l'ensemble des acteurs d'un territoire qui, par ailleurs, est particulièrement vulnérable aux changements climatiques (thème 1), constitue un « hot spot » remarquable au niveau de sa biodiversité (thèmes 2 et 3) et fait l'objet du premier parc marin créé en France (thème 3).

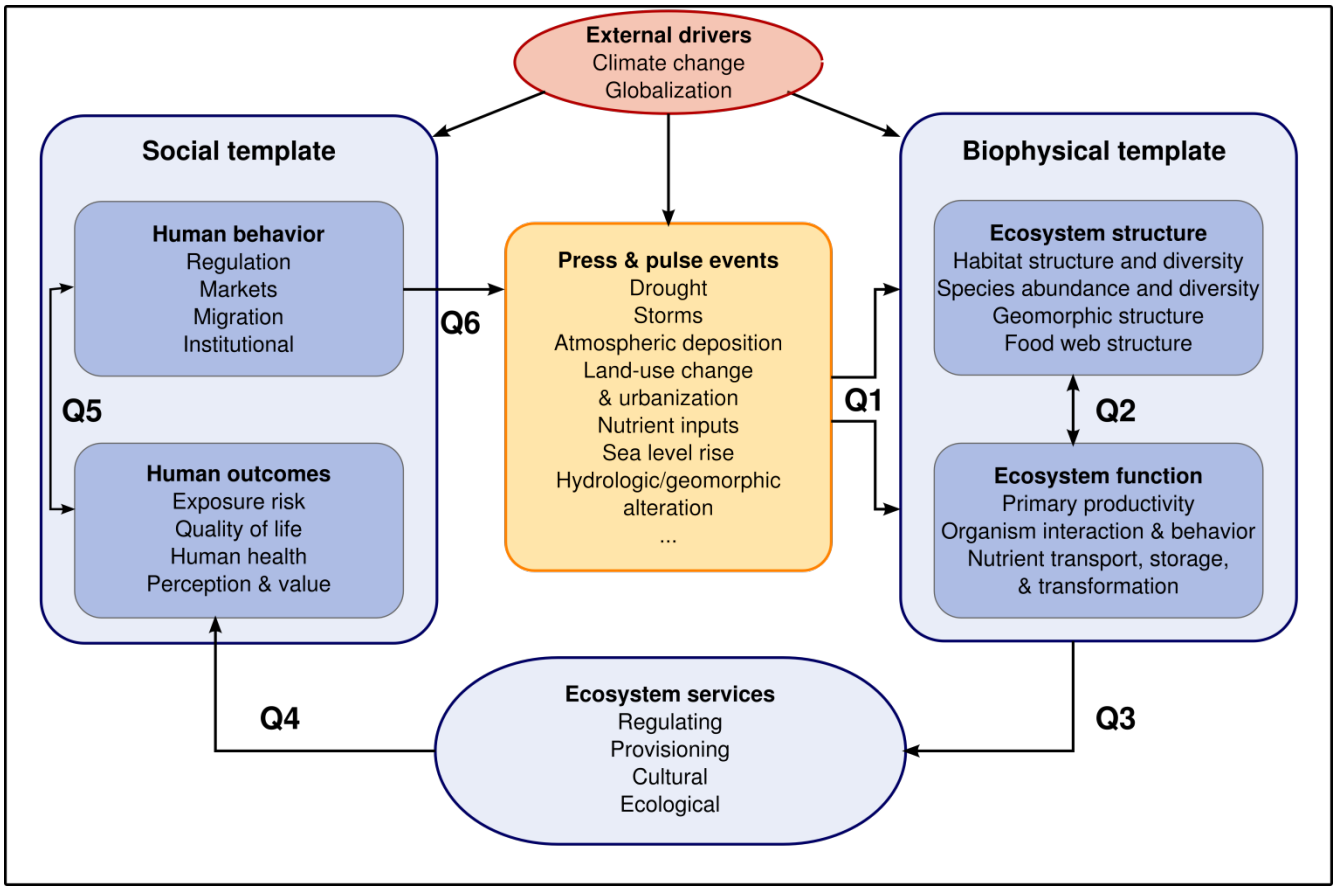

Figure 1: Schéma conceptuel du réseau des LTER (Long Term Ecological Research). Les questionnements scientifiques associés sont les suivants :

Q1 : How do long term press disturbances and short term pulse disturbancesinteract to alter ecosystem structure and function?

Q2 : How can biotic structure be both a cause and consequence of ecological fluxes of energy and matter?

Q3 : How do altered ecosystem dynamics affect ecosystem services?

Q4 : How do changes in vital ecosystem services alter human outcomes?

Q5 : How do perception and outcomes affect human behavior?

Q6 : Which human actions influence the frequency, magnitude, or form of press and pulse disturbance regimes across ecosystems, and what determines these human actions?

1.2.Intérêts/Enjeux

La ZA Brest-Iroise s'étend de la rade de Brest à la Mer d'Iroise, îles et bassins versants compris. La diversité des systèmes écologiques, des contraintes humaines et naturelles et des outils de gestion qui s'y appliquent, permet d'aborder plusieurs problématiques auxquelles sont confrontées les zones côtières à l'échelle mondiale (Cloern, 2001[*]). Plusieurs aspects du changement global sont en effet présents sur cette zone, des usages terrestres sur les bassins versants (agriculture, contaminations chimiques, bactériennes...) aux activités maritimes professionnelles (pêche, conchyliculture, transport maritime, industries navales, tourisme...) et de loisir (activités nautiques, pêche plaisance, pêche à pied…), dans un contexte de changement climatique.

1.2.1. Les risques côtiers de type érosion et submersion

En raison de leur localisation à l'extrémité nord-occidentale de la France, la rade de Brest et la façade d'Iroise (présentant 300 km linéaires de côtes) sont particulièrement soumises aux risques côtiers dans le contexte de changements globaux, e.g., augmentation du niveau de la mer, augmentation de l'amplitude et de la fréquence des tempêtes.

Ainsi, depuis les années 1990, les cordons littoraux bretons ont connu une succession de phases d'alimentation et d'érosion qui peuvent être mises en relation avec les stades positifs et négatifs de l'oscillation nord atlantique. Ces différentes phases, également observées dans le sud Finistère, ont aussi été conditionnées par les cycles marégraphiques qui jouent un rôle important dans le caractère morphogénique érosif ou constructif. Il faut également comprendre l'évolution plus lente du domaine côtier depuis l'échelle séculaire jusqu'à l'échelle plurimillénaire afin d'identifier le rôle respectif des différents forçages agissant sur de longues périodes. Des travaux pluridisciplinaires ont d'ores et déjà été menés pour la reconstitution, à différentes échelles de temps, des évènements météorologiques extrêmes ayant impacté les littoraux bretons.

La dynamique naturelle particulièrement active des côtes leur confère une mobilité intrinsèque, parfois exacerbée par les actions humaines. L'accélération contemporaine de la remontée du niveau marin laisse prévoir, dans un contexte de pénurie sédimentaire, l'accentuation de la tendance érosive actuelle. Or, lorsqu'elle entre en résonance avec les enjeux des sociétés, cette dynamique côtière devient source de risques. D'une part, le trait de côte tend à reculer vers les terres, d'autre part, les installations humaines se concentrent toujours plus près de la mer. L'évolution naturelle et l'occupation humaine des rivages ont ainsi abouti au cours du siècle passé à un prévisible "télescopage". Ces dynamiques convergentes sont à l'origine de l'émergence, puis de la multiplication des risques liés à la mobilité du trait de côte, qui tendent à se généraliser sur la plupart des littoraux urbanisés du monde. Le concept de vulnérabilité globale, permet d'appréhender de façon systémique cette problématique.

Dans ce contexte, les îles basses et les plages d'Iroise, ainsi que le fond de la rade de Brest, constituent une zone exemplaire pour étudier et mieux comprendre les boucles de rétroaction au niveau de la zone côtière (Fig. 1).

[*] Cloern, J.E. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophisation problem. Marine Ecology Progress Series 210 : 223-253

1.2.2. Perturbations anthropiques et état/réponse écologique de l'écosystème côtier

A l'interface entre Terre et Mer, la rade de Brest et ses abords constituent un écosystème caractéristique de l'ensemble des petits fleuves côtiers bretons. Bien que la taille de ces systèmes soit réduite comparée aux grands fleuves côtiers, leur importance n'en est pas moins grande (e.g., zone nourricière, zone refuge pour les oiseaux, production de matière organique, zone de filtre) mais reste encore trop peu étudiée. La rade de Brest présente une biodiversité exceptionnelle en termes d'habitats, de flore et de faune tout en subissant de multiples stress d'origine naturelle et anthropique (Fig. 2). De façon non exhaustive, les activités humaines conduisent notamment au développement localisé d'algues vertes, d'eaux colorées, et de microalgues toxiques, ainsi qu'à des contaminations bactériologiques. L'ensemble de ces modifications entraine d'importantes perturbations des activités humaines en rade de Brest (baisse des captures par la pêche professionnelle, perturbations des activités touristiques estivales, fermetures de récolte de coquillages...), ainsi que de nombreuses stratégies d'adaptation (repeuplement en coquilles par semis, usine de décorticage, mesures de réduction des rejets azotés...), générant des tensions et des conflits potentiels entre les multiples usagers, notamment entre agriculteurs, pêcheurs, conchyliculteurs et acteurs du tourisme.

Figure 2: Exemples d'activités anthropiques des bassins versants à la rade de Brest (épendages d'engrais, tourisme, pêche professionnelle).

Un autre type de perturbation d'origine anthropique auquel est soumis l'écosystème de la rade de Brest est la prolifération d'espèces invasives (Fig. 3). Au cours des dernières décennies, les études menées sur la colonisation des fonds subtidaux par la crépidule, *Crepidula fornicata*, ont permis de mettre en évidence son rôle dans les changements de la biodiversité benthique et la diminution du nombre de mollusques exploitables par la pêche (coquille Saint-Jacques principalement) par compétition spatiale entre les deux espèces, tout en contribuant à la limitation des efflorescences d'algues toxiques. De nouvelles espèces invasives sont également répertoriées en zone intertidale, dans les rias de la rade de Brest : des récifs d'huitre creuse (*Crassostrea gigas*) se forment sur les bancs de vase en aval, des champs de spartine (*Spartina alterniflora*), plante phanérogamme, prolifèrent dans les près salés en fond d'estuaire, et la gracilaire (*Gracilaria vermiculophylla*), algue rouge, envahit depuis peu les grandes étendues de vase molle.

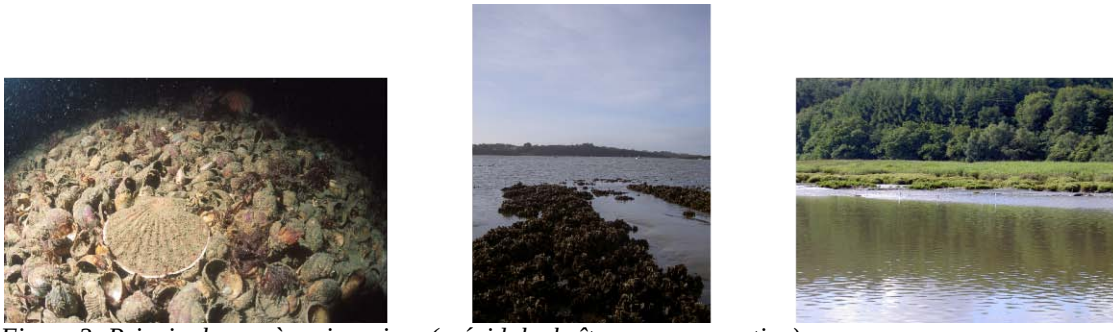

Figure 3: Principales espèces invasives (crépidule, huître creuse, spartine).

Dans ce contexte, l'atteinte du bon état écologique à l'horizon 2020 fixé par la commission européenne[*] constitue un enjeu majeur en rade de Brest.

Siège de perturbations multiples, qui interagissent entre elles, ce système représente un cas d'école pour appliquer le nouveau modèle d'eutrophisation proposé par Cloern (2001) et tendre vers cet objectif.

1.2.3. Création d'un parc naturel marin en Iroise (PNMI)

Etudiés par de nombreux naturalistes depuis les années 1950, la mer d'Iroise, ses îles et îlots, sont reconnus pour leur patrimoine paysager, naturel et culturel exceptionnel. Plusieurs instruments s'appliquent sur ce site, en tout ou partie. Il cumule les statuts de parc naturel régional, de réserve naturelle, de réserve de biosphère et, depuis 2007, de parc naturel marin. Cette labellisation a introduit un changement majeur du mode de gestion de ce territoire, même s'il n'est pas possible de parler véritablement d'une rupture. En effet, le projet de créer un parc marin a été énoncé dès 1988 et s'est construit progressivement en associant les acteurs du territoire mobilisés dans trois consultations et une enquête publiques, au sein de plusieurs conseils et comités, et lors d'une multitude de réunions d'information et de discussion. Ce processus a nécessité localement la conception d'un projet de territoire, et au niveau national la refonte de la loi sur les parcs nationaux et la création du statut de parc naturel marin en 2006. Le plan de gestion du PNMI, qui concerne les quinze prochaines années, a été adopté en septembre 2010. Ses conséquences à moyen terme sur l'évolution des représentations sociales, sur le déroulement des usages et des activités humaines et sur la biodiversité ouvrent un champ d'investigation pluridisciplinaire extrêmement riche.

1.3.Présentation géographique

Les problématiques décrites ci-dessus seront abordées sur certains sites privilégiés au sein de la ZA : le thème 1 sera essentiellement abordé au niveau des plages et îles, le thème 2 au niveau de la rade de Brest et le thème 3 au niveau de la mer d'Iroise (emprise du PNMI) et de ses îles et îlots. Il est important de noter que ces sites ne sont en rien exclusifs, et c'est l'un des objectifs de la ZA que de stimuler le montage de projets interdisciplinaires sur les différents sites où ces thématiques n'ont pas encore été abordées. Par exemple, les problématiques traitées dans le thème 1 commencent à être abordées sur les fonds de la rade de Brest. A moyen terme, nous espérons que les aspects biologiques et biogéochimiques des transferts de matière de la terre à la mer, abordés dans le thème 2, seront développés dans le thème 1 en complément aux études essentiellement sédimentologiques.

La ZA Brest-Iroise concerne environ 6690 km² dont 3730 km² en mer (Fig. 4) et près de 152 communes littorales.

[*] http://ec.europa.eu/environment/water/marine/ges.htm

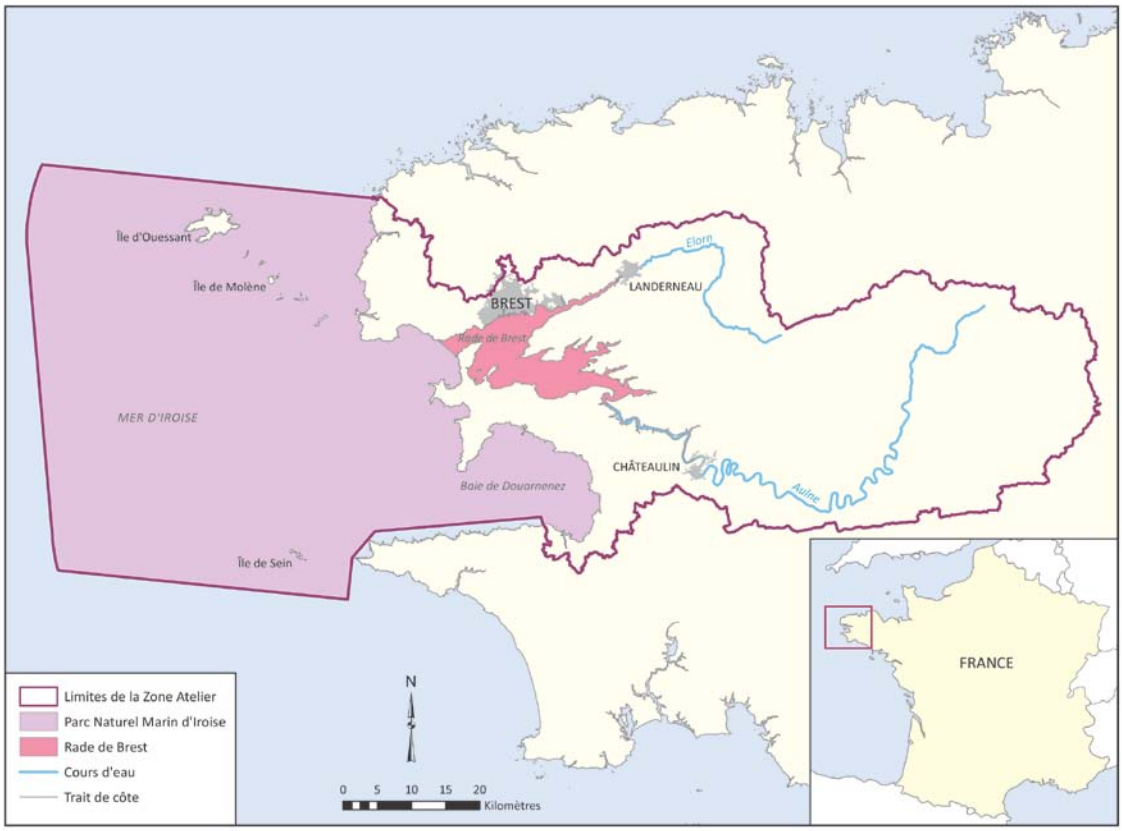

Figure 4 : Limites géographiques de la Zone Atelier Brest-Iroise.

1.3.1. La rade de Brest et ses bassins versants

Le bassin maritime de la rade de Brest s'étend sur près de 180 km² pour une profondeur moyenne de 8 mètres. Elle est limitée à l'Ouest par le parc marin et à l'Est par la limite de salure des eaux dans les estuaires de l'Elorn à Landerneau et de l'Aulne au niveau de l'écluse de Port-Launay, en aval de Châteaulin (Fig. 4). Le site étudié comprend également les zones intertidales et les bassins versants des cours d'eau se déversant dans la rade, les deux principaux bassins versants étant ceux de l'Elorn (280 km^2) et de l'Aulne (1822 km^2). Bien que le bassin versant de l'Elorn soit plus petit que celui de l'Aulne, il héberge néanmoins une plus forte population (285 000 habitants) répartie de façon hétérogène, avec de fortes densités de population autour de Brest, Landerneau et Landivisiau. La population du bassin versant de l'Aulne est plus faible (70 000 habitants) et se répartit de façon plus homogène. Un total de 121 communes, d'emprise plus ou moins étendue, regroupées en 19 communautés de communes, partagent le territoire de ces deux bassins versants. L'écosystème de la rade de Brest est riche et diversifié en termes d'habitats (Fig. 5), flore et faune, répertoriés dans REBENT[8]. Les zones estuariennes constituent quant à elles des zones de nourricerie et de reproduction pour de nombreuses espèces. L'écosystème de la rade de Brest rend également de nombreux services aux activités humaines professionnelles (pêche, conchyliculture, tourisme...) et de loisir (activités nautiques, pêche plaisance, pêche à pied…).

[8] Réseau Benthique de l'Ifremer

Figure 5: Banc de maërl, exemple d'habitat diversifié en rade deBrest.

1.3.2. La mer d'Iroise

La zone concernée par la ZA correspond à l'emprise maritime du PNMI, soit 3550 km² du Nord de l'île d'Ouessant au Sud de l'île de Sein (Fig. 4). Au large, sa limite correspond à la limite des eaux territoriales (12 milles marins). La mer d'Iroise présente une gamme quasi exhaustive et représentative des habitats marins côtiers de la façade Manche-Atlantique, des substrats rocheux et cailloutis aux sédiments meubles, et abrite une biodiversité remarquable que ce soit en zone intertidale ou subtidale. Sa situation géomorphologique et hydrologique particulière a généré un patrimoine naturel exceptionnel qui s'appuie sur une mozaïque d'habitats abritant notamment le plus grand champ d'algues en Europe (plus de 10 000 ha), la quasi-totalité des espèces de poissons inventoriées sur la façade Atlantique et en Manche (plus de 120 espèces), et le quart de la population française de mammifères marins (Fig. 6). Quelques espèces phares, indicatrices de la biodiversité et productivité du milieu, sont présentes sur ce site, comme par exemple, le phoque gris, la loutre européenne, le grand dauphin. Cette zone est également le siège d'une multitude d'usages et d'activités : plaisance, pêche, exploitation de macroalgues, transport maritime…

Figure 6: Quelques espèces remarquables en mer d'Iroise (bar, laminaire, phoque gris, requin pélerin).

1.3.3. Les îles et les plages

Le système insulaire d'Iroise comprend les îlots inhabités de l'archipel de Molène et trois îles habitées : Molène, Ouessant et Sein (Figs. 4 et 7). Leur population globale, forte d'environ 1500 insulaires, a décliné au cours du 20ème siècle (baisse des 2/3), alors que sur le continent, les 300 kilomètres de côtes sont occupés par environ 75 000 individus avec un taux de croissance en hausse à l'image du littoral métropolitain. Les îles connaissent, depuis les années 1920, une mutation importante en termes d'usage et d'occupation des sols liée à un fort déclin démographique. D'une activité agricole, les îles se tournent vers une activité de service en réponse à une fréquentation touristique en plein essor. L'activité agro-pastorale déclinant, les paysages se ferment, entraînant des modifications importantes en termes d'accessibilité, de visibilité et de biodiversité. Sur le continent, la déprise agricole que subissent les communes littorales, le développement des infrastructures routières et l'attractivité de la mer

provoquent une urbanisation qui se traduit par un mitage paysager. La diversité des paysages insulaires se traduit par une mosaïque de plages, falaises, criques et archipels, soumis à la violence des tempêtes hivernales et embruns, ainsi qu'aux variations de marée. Les plages de la mer d'Iroise sont constituées de sables fins à grossiers issus de la mobilisation des dépôts sédimentaires sous-marins et de l'érosion continentale et marine des falaises rocheuses de nature granitique ou métamorphique. Les apports fluviatiles sont inexistants, l'Aulne et l'Elorn charriant des particules fines qui sédimentent en rade de Brest. L'évolution des plages est principalement modulée par deux principaux forçages : l'érosion marine et la fréquentation anthropique.

Figure 7: Iles et plages en mer d'Iroise (à droite, île de Sein).

1.4.Les thèmes scientifiques et les axes transversaux

Le projet scientifique est organisé en trois thèmes aux problématiques spécifiques mais qui concourent globalement à la compréhension du fonctionnement et de l'évolution du système côtier (Fig. 1). Les problématiques sont d'ores et déjà abordées sur certains sites par des démarches pluridisciplinaires. L'ambition de la ZA est d'accompagner le suivi mis en œuvre sur ces chantiers, de favoriser une réelle interdisciplinarité permettant notamment des avancées sur le plan des interactions nature-sociétés, facilitée par les échanges proposés entre scientifiques et entre scientifiques et non-scientifiques, ainsi que par la mise à disposition de plateformes de mutualisation de savoir-faire et d'information.

1.4.1. THEME 1 : Vulnérabilité et risques côtiers

Coordinateurs : Alain Hénaff (UMR LETG-Géomer) et Christophe Delacourt (UMR LDO)

Introduction : Cette thématique pluridisciplinaire fédère les recherches menées, au sein de la ZA Brest-Iroise sur la vulnérabilité des sociétés et des territoires littoraux à risques soumis, d'une part, à un contexte contemporain de changements environnementaux agissant à l'échelle locale et régionale et, d'autre part, à une «littoralisation» croissante des activités humaines sur ces territoires intrinsèquement sensibles. Entre autres contraintes environnementales sont identifiées les conditions actuelles de pénurie ou de déséquilibres sédimentaires littoraux, les conséquences de l'élévation du niveau marin, les impacts de la variabilité des conditions climato et météo-océaniques et de l'hydrologie continentale. S'y additionnent les contraintes liées à l'augmentation de la pression démographique sur le littoral et son arrière-pays, l'attractivité résidentielle croissante et, de fait, l'augmentation des enjeux, l'artificialisation des territoires et, corrélativement, la dégradation des espaces et des dynamiques naturelles ainsi que les modifications qualitative et quantitative des apports sédimentaires telluriques des milieux estuariens en provenance des bassins versants. Les risques côtiers identifiés sont l'érosion

littorale et la submersion et dans une moindre mesure les pollutions anthropiques. Dans un premier temps, nous nous limiterons aux pollutions issues des bassins versants associées aux flux particulaires d'origine terrigène contribuant à la sédimentation estuarienne, de façon complémentaire aux flux biogéochimiques et biologiques abordés dans le thème 2 de la ZA Brest-Iroise. Les enjeux concernent le maintien des activités et des installations anthropiques sur les territoires littoraux, le patrimoine géomorphologique naturel et écologique, ainsi que, de manière indirecte, les chaînes trophiques. La vulnérabilité à ces risques côtiers est étudiée à travers ses quatre composantes que sont les aléas, les enjeux, la gestion et la perception à travers deux sous-thèmes :

- étude des aléas passés (historiques et holocènes) et actuels, via l'observation et la mesure de paramètres discriminants afin d'analyser les forces en jeu et de comprendre les processus de réactions, interactions et rétroactions des systèmes morpho-sédimentaires côtiers (sédimentation /évolution/résilience), à long, moyen et court termes en relation avec les processus de forçages climatiques, météo-marins et anthropiques (Fig. 1 ; Q1, Q3, Q4);

- étude des conséquences de ces réponses pour les territoires et les sociétés riveraines en termes de risques d'érosion-submersion et de politiques de gestion des risques, de perception, de gestion et d'adaptation à ces risques côtiers (Fig. 1 ; Q5, Q6).

Sites préférentiels : plages et formations sédimentaires littorales de galets (Iroise et rade de Brest), amas de blocs cyclopéens de l'archipel de Molène, île de Sein, fonds sédimentaires de la rade de Brest.

a. Sous-thème 1.1. Conséquences à long terme des variations des conditions climatiques, météo-océaniques et anthropiques sur les rivages d'accumulation de l'Iroise

Contexte scientifique et sociétal : La diversité des formations sédimentaires littorales présentes sur les rivages continentaux et insulaires de la ZA Brest-Iroise, leur variété d'exposition aux forçages météo-océaniques depuis les fonds estuariens de la rade de Brest jusqu'aux plages et îlots les plus exposés en mer d'Iroise, et les divers degrés d'anthropisation de ces territoires côtiers offrent un panel représentatif des situations littorales régionales. Cette diversité est exploitée à travers :

- l'observation des évolutions d'un échantillon de ces formations pour lesquelles des suivis topo-morphologiques sont effectués, depuis 2003, au sein de l'Observatoire du Domaine Côtier (IUEM) sur trois plages de l'Iroise, depuis 2002 sur les îlots de l'archipel de Molène et complétés, depuis 2011, par ceux effectués sur les rivages de l'île de Sein (ANR CoCoRisCo). Ces observations sont intégrées dans le SOERE « Trait de côte », co-présidé par l'IUEM ;

- la caractérisation de la sédimentation quaternaire, holocène et contemporaine en rade de Brest en réponse aux fluctuations environnementales, eustatiques et anthropiques par l'étude des corps sédimentaires, les analyses stratigraphiques et sédimentologiques sur carottage et les analyses géochimiques de traceurs isotopiques d'origine naturelle et anthropique (plomb, mercure et cadmium).

Problématique et objectifs : Il s'agit d'améliorer la connaissance des aléas érosion, submersion et apports de polluants d'origine tellurique. L'objectif est de produire et d'analyser les données de base qui, acquises à haute fréquence et sur le long terme, permettent de comprendre les impacts de la variabilité des conditions climatiques, météo-océaniques et anthropiques sur les évolutions des accumulations littorales et des fonds estuariens.

Dispositifs d'observation, méthode, outils :

- La série d'observations topo-morphologiques récurrentes (acquisition de mesures topographiques, DGPS drone, lidar et bathymétriques) des accumulations littorales de l'ODC-IUEM, effectuées soit mensuellement (rivages continentaux), soit saisonnièrement (rivages insulaires) croisées avec les enregistrements houlographiques au large (bouées houlographiques du Centre d'Archivage National de Données de Houle In Situ (CANDHIS), modélisation des conditions de mer au large (PREVIMER) et à la côte (mesures par capteurs de pression) ainsi que les données du réseau des stations météorologiques (Météo-France) ;
- la caractérisation 3D des objets *via* des données de sondage sismique Très Haute Résolution, des carottages et des analyses micropaléontologiques ;
- l'analyse des traceurs constitués par les isotopes radiogéniques de métaux potentiellement toxiques pour l'environnement (Pb, Hg, Cd) présents dans les sédiments de surface et en carottages.

Principaux partenaires scientifiques : OSU IUEM, UMR LETG-Géomer, UMR LDO, SHOM, Ifremer

Principaux partenaires non scientifiques : SEPNB-Bretagne Vivante, Parc naturel régional d'Armorique, Parc naturel marin d'Iroise, mairie de l'île de Sein, Cetmef

b. Sous-thème 1.2. Comment les risques côtiers d'érosion et de submersion sont-ils perçus et gérés, comment progresser vers des stratégies de prévention et de gestion ?

Contexte scientifique et sociétal : La croissance des enjeux sur les territoires littoraux à risques nécessite de progresser vers des stratégies de prévention et de gestion. Ces stratégies concernent en premier lieu les hommes et les biens exposés. Par exemple, l'île de Sein, confrontée à l'érosion littorale et particulièrement exposée à la submersion, dont plusieurs épisodes sont connus au cours des deux derniers siècles, constitue, à cet égard, un terrain d'étude particulièrement approprié et emblématique (ANR-CoCoRisCo). Ces stratégies s'appliquent également aux formations naturelles auxquelles des valeurs patrimoniales et/ou écologiques sont attribuées et pour lesquelles la définition et la mise en œuvre de politiques de conservation sont nécessaires. C'est le cas, en particulier, pour les sillons et cordons littoraux (flèches, cordons, tombolos, queues de comète) de la rade de Brest, pour lesquels une étude doit contribuer, à partir d'un inventaire précis, à la réflexion en amont du montage d'un dossier Contrat Nature.

Problématique et objectifs : Il s'agit de définir les enjeux (biens et personnes exposés aux risques côtiers, patrimoine naturel) et leur évolution dans le temps, puis de comprendre les politiques actuelles de gestion du littoral et les stratégies de gestion des risques côtiers. L'identification et l'analyse des représentations sociales de la notion de risques côtiers, d'une part, et, d'autre part, des jeux d'acteurs intervenant dans les prises de décision en la matière, feront l'objet d'une attention particulière.

Dispositifs d'observation, méthode, outils : Le dispositif d'observation s'appuie sur les études et le système d'information géographique mis en œuvre dans le projet ANR CoCoRisCo (référentiel topographique, enjeux, aléas historiques et actuels,...), les analyses spatiales, les diagnostics territoriaux, les analyses anthropologiques, l'identification et l'analyse des représentations sociales et des jeux d'acteurs, les enquêtes.

Principaux partenaires scientifiques : UMR LETG-Géomer, UMR LDO, UMR AMURE, UMR Laboratoire en Sciences de la Terre (Lyon), EA Géoarchitecture, Centre de Recherches en Psychologie,

Cognition et Communication (Rennes)

Principaux partenaires non scientifiques : sociétés Geos-AEL et Allegans, Parc naturel régional d'Armorique, mairie de l'île de Sein, Parc naturel marin d'Iroise, Conseil Général du Finistère, Cetmef

En **perspective** de ce thème « Vulnérabilité et risques côtiers », un sous-thème concernant les changements d'occupation des îles sur le temps longs pourrait se structurer à court terme. Il sera conditionné par la mise en place de collaborations avec l'OSUR (UMR6566 CReAAH "Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences, Histoire") et d'un projet franco-britannique, actuellement en cours de montage, associant les équipes d'archéologues et de paléo-environnementalistes des universités de Durham et de Cardiff, du CNRS (Muséum National d'Histoire Naturelle-UMR 7209, LGP-UMR 8591, LETG-Géomer), et de l'INRAP. Il vise à fédérer les initiatives de recherche concernant l'archipel des Silly, les îles anglo-normandes et l'archipel de Molène en mer d'Iroise. L'objectif est de retracer les principaux changements paléo-environnementaux intervenus depuis le début du Néolithique et d'en évaluer l'impact sur l'occupation de l'espace, l'exploitation des ressources et les échanges culturels, dans un contexte d'élévation du niveau marin conduisant à une fragmentation et un isolement progressifs des territoires insulaires.

1.4.2. THEME 2 : Changement global (climat, anthropisation), état écologique, et perspectives socio-écosystémiques

Coordinateurs : Gérard Thouzeau (UMR LEMAR) et Françoise Andrieux-Loyer (DYNECO, Ifremer)

Introduction : Ce thème prolonge l'effort de recherche conduit depuis plusieurs années notamment au sein du programme Rade de Brest et le Contrat de Baie (Brest Métropole Océane). Son objectif est d'ouvrir un chantier réellement interdisciplinaire sur la question des interactions entre dynamiques environnementales et dynamiques sociales dans un contexte de gestion intégrée. Dans cette perspective, il tentera de rapprocher les compétences et savoir-faire des SHS et des SN au sein de l'IUEM et de travailler en synergie avec les chercheurs de l'OSUR pour l'élaboration d'un modèle intégré bassin versant-mer côtière des interactions nature-sociétés. La rade de Brest, étudiée depuis plusieurs années par les scientifiques brestois, confrontée à de multiples enjeux environnementaux et sociétaux, apparaît comme un site expérimental représentatif sur le littoral métropolitain. Outre le changement climatique, de nombreuses activités humaines se déroulent le long du continuum terre-mer, de ses bassins versants à la Mer d'Iroise. Dans une démarche de gestion intégrée de la zone côtière, il est nécessaire de déterminer l'impact relatif des pressions anthropiques sur le fonctionnement de l'écosystème (Fig. 1 ; Q1, Q2), et en retour d'évaluer voire d'anticiper les conséquences des changements écosystémiques sur les activités humaines (Fig. 1 ; Q4). Parmi les contraintes anthropiques, dans un contexte de changement climatique, sont ciblées l'eutrophisation des bassins versants, l'introduction et la prolifération d'espèces exotiques (en lien avec le trafic maritime et les activités conchylicoles), les contaminants d'origine urbaine, la pêche professionnelle, ... Les notions d'intégration d'échelle seront abordées dans l'axe transversal « Modèles, système d'information ».

Site préférentiel : Rade de Brest (des bassins versants au proche Iroise).

a. *Sous-thème 2.1. Quels sont les effets des changements globaux (climat, anthropisation) sur les organismes marins et les populations ?*

Contexte scientifique : Les pressions de sélection induites par les changements globaux entraînent des processus d'adaptations des populations marines côtières. Un des principaux défis qui se pose aux biologistes concerne la compréhension des réponses adaptatives, observées à l'échelle individuelle, en termes de traits d'histoire de vie (ou plus largement de traits biologiques quantitatifs), et l'intégration de leurs conséquences à l'échelle des populations. L'objectif final est de prédire l'évolution de ces traits de vie face à un environnement changeant. La compréhension du potentiel adaptatif des espèces nécessite de mettre en œuvre différents outils moléculaires et physiologiques, et de mener une démarche de biologie comparée sur des espèces présentant des exigences écologiques contrastées et/ou étant identifiées sur une aire de répartition géographique large.

Dans ce contexte de changement global, la connaissance des interactions biotiques est essentielle à une meilleure compréhension des assemblages durables d'espèces ou groupes d'espèces au sein des communautés, des patrons engendrés, et de leurs évolutions. Les interactions entre espèces constituent en effet un des moteurs principaux de la dynamique évolutive des populations et des communautés. Pour les différents types d'interactions, il convient à la fois de décrire les modalités fonctionnelles des interactions et d'évaluer leurs relations avec la dynamique des populations des espèces concernées et des écosystèmes dans lesquels elles évoluent. La modélisation de l'évolution de l'écosystème (sous-thème 2.2) impose donc d'améliorer nos connaissances sur la réponse des organismes et des populations aux changements globaux (température, hypoxie, contaminants métalliques et organiques, …).

Problématique et objectifs : les objectifs généraux sont (1) d'étudier l'impact des facteurs abiotiques sur la physiologie des organismes marins, et (2) de comprendre les interactions entre espèces (dont les interactions trophiques), en tenant compte de la variabilité environnementale. L'implication des chercheurs de ce sous-thème dans plusieurs projets nationaux, européens et internationaux sur ces thématiques permettront d'effectuer des comparaisons avec d'autres sites, que ce soit le long d'un axe latitudinal ou de part et d'autre de l'Atlantique nord.

Dispositifs d'observation, méthodes, outils : approches intégrées d'écophysiologie (traits de vie) et de génomique fonctionnelle (réponses des organismes étudiées au niveau cellulaire, transcriptomique et protéomique) afin de mieux comprendre les processus de la réponse adaptative des organismes marins et de prévoir l'évolution des populations face aux changements globaux. Ce sous-thème fait appel à l'étude de différents modèles ou indicateurs biologiques (huîtres creuse et plate, coquille Saint-Jacques, moule, crépidule, ophiures, *Pseudo-Nitzschia*, autres micro-organismes), à l'identification de biomarqueurs de stress, dans un cadre expérimental (micro- et mésocosmes) ou *in situ*. Il s'appuie sur les données environnementales de plusieurs réseaux de suivi : observatoire OSU-IUEM (ODC), réseau VELYGER, REPHY et REMI Ifremer, réseau Vibrio (en cours de constitution)…

Principaux partenaires scientifiques : UMR LEMAR, LER-Ifremer, UMR 7144 Laboratoire Adaptation et Diversité en Milieu Marin (UPMC, Station Biologique de Roscoff), ISMER-Université de Rimouski-Québec (UQAR, Canada), Stazione Zoologica Anton Dohrn (Naples, Italie), Institut de biologie de Rio de Janeiro, CEREVE-Université Paris-Est (Créteil)….

Partenaires non scientifiques : CRC Bretagne Nord et Pays de Loire Vendée, Syndicat mixte pour le développement de l'aquaculture et de la pêche en Pays de la Loire, DPMA, CNC, bureaux d'études, centres techniques

b. *Sous-thème 2.2. Modélisation du fonctionnement et de l'évolution de l'écosystème sous l'impact du changement global*

Contexte scientifique et sociétal : dans le cadre du projet régional MOITEM (Modélisation des interactions terre-mer en rade de Brest : approche interdisciplinaire, 2007-2009), l'IUEM et le CAREN (Rennes) ont uni leurs efforts, en collaboration avec l'Ifremer et l'Université Paris VI, pour étudier les interactions terre-mer en rade sous l'angle de deux facteurs majeurs de stress de l'écosystème (nitrates et crépidules). L'objectif était de développer un modèle intégré de l'écosystème, depuis les bassins versants de l'Aulne et de l'Elorn jusqu'à la Mer d'Iroise, qui permette (1) de tester les hypothèses en cours sur le fonctionnement de l'écosystème et (2) d'élaborer des scénarios prospectifs constituant un outil d'aide à la décision en matière de gestion durable. Parmi les objectifs spécifiques, nous avons estimé la variation des flux d'azote (N), de phosphore (P) et de silicium (Si) à l'exutoire des bassins versants de la rade de Brest en fonction des pratiques culturales et de leur distribution spatiale (collaboration LEMAR/LETG à l'IUEM, SAS à l'OSUR, Sysiphe à Paris VI), et nous avons étudié les interactions entre les cycles biogéochimiques et le réseau trophique au sein de l'écosystème. Les études conduites en estuaires dans le cadre du projet EC2CO-MOITEM-Estuaires ont montré la nécessité d'approfondir certains processus notamment concernant le cycle du P, peu étudié sur ce site alors qu'il est bien établi que l'eutrophisation des bassins versants (augmentation des nitrates) a entraîné un fort déséquilibre N/P et un contrôle potentiel de la production primaire côtière par le P. Des outils de modélisation ont été développés, au niveau des bassins versants, des rivières et de la rade elle-même. Les résultats déjà acquis doivent permettre d'assurer le couplage entre ces modules marins et terrestres qui bénéficiera des résultats obtenus dans le cadre des programmes EC2CO-MICROCREP (modifications de la composition et du fonctionnement des communautés microbienne et macrozoobenthique associées à la prolifération de la crépidule en rade de Brest) et PROGIG (Prolifération de l'huître creuse du Pacifique *Crassostrea gigas*, LITEAU). Il s'appuiera, en termes de forçages au niveau du goulet, sur la modélisation physique et biogéochimique développée par l'UMR LPO et Ifremer.

Problématique et objectifs : Tout en poursuivant l'amélioration des modèles terrestres, notamment en lien avec l'OSUR (sur les problématiques de changements d'occupation et d'utilisation des sols) et marins développés dans le projet MOITEM, il reste à réaliser leur couplage et à utiliser le modèle intégré dans des scénarios prospectifs. Il faudra dans un premier temps coupler les modèles de bassins versants/rivières, de la rade de Brest et de la mer d'Iroise, en testant les sorties sur plusieurs périodes du passé sur lesquelles de nombreuses données sont disponibles. Une fois validé, le modèle couplé sera utilisé en mode d'exploration de scénarios. Des scénarios seront développés, qui mêleront changements de pratiques agricoles, gestion des espèces invasives, et changement climatique, de façon à étudier les réponses possibles de la rade à toute combinaison de ces perturbations. L'indispensable incorporation de l'aspect climatique implique de collaborer avec des spécialistes des méthodes de désagrégation d'échelle à partir des sorties de modèles climatiques prédictifs. La mesure des variations du niveau marin est également cruciale tout comme celles des conditions hydrodynamiques et de l'évolution des transferts de matières, ce qui impliquera de nouvelles collaborations avec l'UMR LDO (dynamiques sédimentaires, origines naturelles et anthropiques des sédiments, cf Thème 1). Le bilan des flux sédimentaires devra également tenir compte de l'impact des espèces invasives ingénieurs (huître, crépidule) sur les processus d'érosion-dépôt en rade. La caractérisation de l'impact relatif des processus physiques et biologiques sur le fonctionnement de l'écosystème de la rade de Brest, la définition d'indicateurs biologiques de l'état des milieux, le cycle du P (spéciation, interaction Si-P) et l'étude du couplage MOD/zooplancton/bactéries dans les estuaires, constitueront d'autres éléments étudiés dans ce sous-thème.

Dispositifs d'observation, méthodes, outils : Réseau Rade (Réseau d'Acquisition et d'analyses de Données sur l'Eau et l'environnement, et outil d'aide à la décision), Observatoire du Domaine Côtier de l'IUEM, Réseaux Ifremer : REPHY, REMI, PREVIMER (océanographie opérationnelle)... Ce sous-thème s'appuie sur l'utilisation couplée de plusieurs méthodes, expérimentales et de modélisation (bassins versants, hydrologique, modèles Rade 2D et 3D, SIG, PREVIMER).

Principaux partenaires scientifiques : UMR LEMAR, UMR LETG-Géomer- Costel (Rennes), Ifremer-DYNECO, UMR ECOBIO (Rennes), UMR SAS (Rennes), UMR Sisyphe (Paris), ULB (Belgique), UMR ECOSYM (Montpellier), UMR EPOC (Talence).

Principaux partenaires non scientifiques : Parc Naturel Régional d'Armorique, Conservatoire Botanique National de Brest, Brest Métropole Océane, SEPNB-Bretagne Vivante, communes, Parc naturel marin d'Iroise, Agence de l'eau

Perspectives. Dans l'optique de gestion intégrée de la zone côtière, l'objectif est de coupler les études en SN avec les études en SHS et la société civile (gestionnaires, acteurs…). Des projets ont déjà été menés ou sont en cours dans ce sens autour de la prolifération d'espèces invasives ou de la modélisation des usages en rade de Brest (projets INVABIO, PROGIG, Ra2Brest…) et vont être poursuivis, notamment sur la prolifération et la gestion d'espèces invasives dans les rias de la rade (projet LITEAU en cours de montage). A moyen terme, véritable valeur ajoutée de la ZA, le couplage du modèle intégré bassins versants-mer côtière avec un modèle des activités maritimes en cours de développement par l'UMR LETG (projet Ra2Brest, LITEAU III) sera envisagé. Il permettra de modéliser les conséquences des changements écosystèmiques liées aux perturbations climatiques et anthropiques (scénarios, sous-thème 2.2)sur certaines activités maritimes professionnelles. En collaboration avec les économistes de l'UMR AMURE, l'évaluation des services écosystémiques (Fig. 1 ; Q3) dans ce contexte dynamique, pourra être également abordée. Il s'agira d'une première étape vers une gestion intégrée de l'écosystème (Fig. 1 ; Q4, Q5 et Q6), qui impliquera une collaboration étroite avec les SHS ainsi qu'un travail de recherche approfondi à l'interface entre sciences et société. La co-construction de scénarios avec l'ensemble des acteurs et leur évaluation écologique, sociale et économique sont un des objectifs de l'axe transversal « Interactions entre Sciences et Société » de la ZA.

1.4.3. THEME 3 : Gestion, usages, conservation

Coordinateurs : L. Brigand (UMR LETG-Géomer) et C. Hily (UMR LEMAR)

***Introduction* :** En mer d'Iroise, la mer et les îles* constituent un espace où les faits humains interfèrent fortement avec les habitats naturels. Les changements d'usage de ces cinquante dernières années ont été majeurs et ont modifié à la fois les paysages naturels mais aussi les composantes sociales. Sur les grandes îles d'Ouessant, de Molène et de Sein, la démographie s'est effondrée. Les activités maritimes traditionnelles ont disparu au profit d'un développement touristique saisonnier lié aux résidents secondaires et aux excursionnistes. Les petites îles, autrefois mises en valeur pour des activités liées à la collecte des algues, ont été désertées et sont devenues de haut lieux de la conservation (réserve naturelle d'Etat, réserve de chasse et de faune sauvage, terrains du conservatoire…). La partie maritime

* 3 îles habitées en permanence, 6 îles habitées temporairement et une centaine d'îlots

a également connu des changements majeurs, liés notamment au développement sans précédent des activités nautiques récréatives, de la récolte mécanique des laminaires, du développement de la pêche côtière et de l'augmentation du trafic maritime. Dans ce contexte, la création récente d'un parc naturel marin constitue en soi un élément de changement notable, consacrant d'une part la valeur environnementale des habitats et des milieux, et d'autre part les nouveaux concepts de gouvernance liés aux politiques de développement durable. Au sein de la ZA Brest-Iroise, ce thème a pour objectif de mesurer les changements qui affectent les usages et les espaces terrestres et marins, de les mettre en perspective avec les politiques définies par les instances décisionnelles des différentes structures de gestion, partenaires du parc marin et du parc marin lui-même (Fig. 1 ; Q5, Q6), et d'étudier les conséquences à moyen terme sur la biodiversité (Fig. 1 ; Q1). La prise en considération des évolutions récentes, à la fois dans les modalités de gestion et de conservation (depuis les années 1960) sera envisagée, permettant ainsi de poser les bases d'une véritable réflexion interdisciplinaire associant l'ethnologie, la géographie, l'économie et la biologie.

Sites préférentiels : Mer d'Iroise (zone du parc marin), îles et îlots d'Iroise

a. Sous-thème 3.1. Quelles sont les conséquences de la création du parc sur les usages dans leur dimension spatiale et socio-économique?

Contexte scientifique et sociétal : Le parc marin, bien qu'il n'ait pas de pouvoir réglementaire propre, joue et jouera probablement dans l'avenir un rôle majeur dans les modalités de gestion des espaces maritimes, mais également terrestres et insulaires (même si ses prérogatives se limitent strictement à la partie maritime). En tant qu'organe de gouvernance doté de moyens humains et financiers significatifs, il peut introduire des éléments de changements dans les usages et fédérer par ses actions de nouveaux modes de mise en valeur et de protection. Plusieurs projets scientifiques qui débuteront en 2012 (AO Fondation de France, observatoire de la fréquentation, usages et gouvernance des aires marines protégées) alimenteront cette réflexion scientifique qui s'appuiera également sur des travaux plus anciens initiés dans les années 1980 dans le cadre de l'activité scientifique de la réserve de biosphère de la mer d'Iroise (programme Mab de l'UNESCO).

Problématiques et objectifs : Il s'agira dans un premier temps de dresser un inventaire aussi complet que possible des méthodes développées pour analyser les différents usages de l'espace maritime et intertidal dans la littérature scientifique internationale. Dans un second temps, les questions méthodologiques inhérentes à certaines de ces méthodes seront étudiées afin de permettre la production de données pertinentes et complémentaires pour alimenter une base de connaissance générale, de qualité dûment évaluée, de la fréquentation des espaces maritimes et intertidaux. Enfin, il conviendra de définir les modalités d'intégration de cet ensemble complexe de méthodes pour l'analyse de sites côtiers à différentes échelles (projet « Mobiliser les savoir‑faire pour l'analyse spatiale et dynamique des activités et des flux en mer côtière » Fondation de France). Il s'agira en parallèle de dresser un état des lieux de la fréquentation insulaire et maritime en Mer d'Iroise, en évaluant les impacts sociologiques de la fréquentation pour les populations résidentes des îles, d'évaluer les effets économiques induits par la fréquentation de loisir en mer et à terre et de préfigurer la mise en place d'un observatoire de la fréquentation à travers la définition des premiers indicateurs de suivi et l'émergence d'un réseau de partenaires autour du projet d'observatoire (projet en cours de développement avec le PNMI). Enfin, il conviendra de mesurer en quoi ces nouvelles modalités de gouvernance et de gestion ont une incidence en termes d'emplois et de retombées économiques plus particulièrement sur les îles de la mer d'Iroise (projet IDîles, dispositif « Action pour l'Appropriation Sociale des Sciences » de la Région Bretagne).

Dispositifs d'observation, méthode, outils : survols aériens, comptages à terre et en mer, enquêtes de terrain auprès des différents acteurs, SIG

Principaux partenaires scientifiques : LETG-Géomer-Géolittomer (Nantes), UMR AMURE, EA Géoarchitecture, Institut de Recherche de l'Ecole Navale

Principaux partenaires non scientifiques : Agence des Aires Marines Protégées, Parc naturel marin d'Iroise, Parc naturel régional d'Armorique, Nautisme en Finistère, Finistère Tourisme, Réserve naturelle de l'Iroise, Office national de la chasse et de la faune sauvage, Conservatoire du Littoral

b. Sous-thème 3.2. Comment, en accompagnant les changements d'usages, la gestion conservatoire permet-elle le maintien et la restauration de la biodiversité?

Contexte scientifique et sociétal : Le Parc marin met en place des mesures destinées à préserver la biodiversité marine tout en maintenant des activités d'exploitation durable des ressources. Sur les îles et îlots, d'autres outils de conservation sont également en place : réserve de biosphère de la mer d'Iroise, réserve naturelle nationale d'Iroise, sites du conservatoire du littoral, sites Natura 2000, réserve de l'ONCFS. Ils travaillent à la conservation des habitats et des espèces terrestres*. La très grande biodiversité naturelle a induit une large diversité des modes d'exploitation par l'homme des milieux et des ressources naturelles qu'il s'agit aujourd'hui d'ajuster pour éviter une érosion potentiellement amplifiée par les changements climatiques globaux.

Problématique et objectifs : Le projet envisage de développer une approche intégrée de la biodiversité fonctionnelle et de sa conservation à l'échelle de l'écosystème de l'Iroise en recherchant les différentes interactions, effets cascades et effets retour induits par les actions de gestion conservatoire et exploitation des ressources. Actuellement ces actions restent relativement indépendantes les unes des autres et visent des compartiments particuliers sans véritable lien avec le réseau global. Ce sous-thème fonctionnera comme une plateforme d'échange et de réflexion qui devrait permettre cette intégration des différentes approches et initier des projets novateurs. Le positionnement d'un modèle conceptuel général centré sur la biodiversité spécifique et fonctionnelle des compartiments faune/flore pourrait être la base d'une meilleure identification des processus essentiels à appréhender pour atteindre les objectifs de conservation de la biodiversité dans le cadre d'un développement durable. Le maintien des activités humaines traditionnelles et le développement de nouvelles activités misant sur cette biodiversité exceptionnelle devront intégrer les effets potentiels du changement climatique global. La démarche scientifique mise en œuvre dans ce sous-thème viendra en appui aux politiques de conservation menées par les acteurs à différentes échelles spatio-temporelles de l'Iroise. L'approche de seuils de tolérance et de résilience et de connectivité à plusieurs échelles serait particulièrement à développer et pourrait fournir les éléments sur lesquels bâtir des propositions de recherche rassemblant dans le domaine de la biologie de la conservation plusieurs acteurs scientifiques et gestionnaires déjà présents en mer d'Iroise.

Dispositifs d'observation, méthode, outils : Le dispositif d'observation s'appuie sur les réseaux déjà en place dans le cadre des suivis DCE, REBENT (Réseau Benthique), les séries biologiques de l'Observatoire du domaine côtier de l'IUEM. L'observation des évolutions de la biodiversité reste encore ponctuelle et ciblée sur quelques habitats et espèces d'intérêt particulier. Des protocoles sont progressivement mis en place pour évaluer les impacts des activités humaines sur les habitats particuliers comme les champs de laminaires, les herbiers de phanérogames, les bancs de maërl.

* Ou ayant une phase terrestre dans leur cycle de vie (oiseaux de mer)

Plusieurs programmes sont en cours ou en phase de démarrage sur les interactions entre les activités de pêche et les compartiments des réseaux trophiques, mammifères marins, oiseaux de mer, impact de la récolte des macroalgues sur les populations et les composantes fonctionnelles associées. En réponse à des appels d'offre nationaux tels que EC2CO, plusieurs projets ciblent également le forçage des activités humaines directement (piétinement des pelouses littorales) ou indirectement (marées vertes) sur la diversité flore et faune. Les séries biologiques de populations d'espèces emblématiques au fort enjeu patrimonial (oiseaux marins nicheurs ou mammifères marins : phoque gris, grand dauphin) sont également disponibles et vont se poursuivre. La plupart des outils de mesure, d'observation et d'analyse les plus récents sont déjà disponibles au sein des équipes.

Principaux partenaires scientifiques : UMR LEMAR, UMR LETG-Géomer, SB Roscoff, Ifremer Brest, UMS IUEM, EA Géoarchitecture, laboratoire d'étude des mammifères marins d'Océanopolis, UMR CERSP-Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris)

Principaux partenaires non scientifiques : Parc naturel marin d'Iroise, Parc naturel régional d'Armorique, SEPNB-Bretagne Vivante, Conservatoire du Littoral, Comité local des Pêches, Centre du Milieu d'Ouessant, Office national de la chasse et de la faune sauvage

1.4.4. AXE TRANSVERSAL « Interactions entre Sciences et Société »

Coordinateurs : Frédérique Chlous-Ducharme (EA Géoarchitecture) et S. Pennanguer (mission Mer, région Bretagne)

Les recherches concernant le littoral et l'espace maritime se heurtent souvent à la complexité des processus et à l'éparpillement des compétences et des données au sein de plusieurs disciplines et dans de multiples institutions. De plus, celles dont l'objectif est de contribuer à une gestion informée et socialement acceptable des territoires impliquent non seulement une approche systémique mais aussi une appropriation et un partage des connaissances par les acteurs de la société civile. Enfin, la notion de durabilité traduit plus spécifiquement le besoin de la société de réfléchir à l'avenir, renvoyant à la prospective environnementale et impliquant l'apparition de nouveaux questionnements.

Cet axe transversal se déclinera sous deux aspects qui pourront se nourrir mutuellement : (1) l'analyse de la circulation et appropriation des connaissances et questionnements entre sciences et société civile organisée, notamment dans une perspective de gestion intégrée de la zone côtière, et (2) un espace de débats et d'expérimentation d'outils innovants. A noter que les travaux proposés s'adosseront au groupe de travail « Territoire » de la plateforme PERISCOPE (Annexe 1).

a. Circulation, appropriation des connaissances et questionnements

« Aide à la décision » : Étude de la circulation, appropriation - par les politiques, les gestionnaires, les associations, les groupes professionnels - et transmission des connaissances scientifiques, sous ses différentes formes : études, bases de données, modélisation. À court et moyen terme, différents programmes de recherche ont développé une réflexion de ce type. À titre d'exemple, l'ANR CoCoRisCo tente de construire avec les gestionnaires un guide méthodologique permettant d'appréhender la gestion du risque littoral à travers ses composantes physiques et humaines ; le projet Ra2Brest a pour ambition de proposer une modélisation des principales activités humaines d'un bassin maritime anthropisé pour favoriser la concertation. Au sein du thème 2 de la ZA, l'objectif est de

développer des outils d'aide à la décision en co-construisant des scénarios avec les acteurs des bassinsversants et de la rade prenant en compte le continuum terre-mer et en construisant une analyse pluridisciplinaire et intersectorielle des scénarios, permettant de faciliter la gestion de l'écosystème rade de Brest. Plus généralement, les connaissances produites et outils créés pourront alimenter les réflexions concernant le plan de gestion du Parc naturel marin d'Iroise et plus généralement la gestion intégrée des zones côtières (GIZC). La région Bretagne s'investit particulièrement sur ce projet en mettant actuellement en place le réseau d'accompagnement des acteurs de la mer et du littoral. En expérimentant sur la ZA Brest-Iroise les collaborations sciences-société au sein de la démarche GIZC, l'objectif est d'enrichir les réflexions régionales.

« Science participative » : ce terme générique recouvre des aspects différents qui peuvent se traduire par :

- La participation des acteurs sociaux dans la production des questionnements scientifiques : c'est par exemple ce que cherche à mettre en place le projet SPICOSA à l'échelle européenne concernant la GIZC ; c'est aussi l'objet de l'ANR CO-SCIENCES (ANR « Sociétés innovantes ») à l'interface entre sciences et entreprises. L'objectif est d'étudier les conditions qui favoriseraient l'émergence de problématiques nouvelles, formulées par les acteurs sociaux, au sein des thèmes abordés par la ZA, voire au-delà si le besoin s'en fait sentir.

- La participation des acteurs dans la production de données : l'IUEM s'est déjà lancé dans cette direction à la fin des années 1990 avec le réseau ECOFLUX (suivi hebdomadaire de la qualité de 13 cours d'eau en Finistère, par des lycéens et des bénévoles) et réfléchit actuellement à la mise en œuvre d'une plateforme d'observation participative sur lelittoral. Le programme INPECMAN (dispositif « Appropriation Sociale des Sciences » de la Région Bretagne) porté par le Parc naturel marin d'Iroise associe chercheurs et comités locaux des pêches dans l'analyse des captures accidentelles de mammifères marins.

b. Espace de débats et d'expérimentation d'outils innovants

- Réflexion sur la construction de l'interdisciplinarité entre SN et SHS : les outils pour la mettre en œuvre ? Les conditions d'une analyse réflexive des pratiques et des résultats ?

- Réflexion sur la place du chercheur : la demande d'expertise est de plus en plus importante notamment si l'on s'intéresse aux aires marines protégées ou à la GIZC, quelles peuvent être les réponses apportées par les chercheurs, dans quel pas de temps, sous quelles conditions ? Quelles sont les limites de son implication ? Comment combiner les connaissances scientifiques avec les savoirs distribués dans les différents pans de la société civile ?

- En étroite relation avec le groupe de travail « Laboratoire d'idées » de la plateforme PERISCOPE (Annexe 1), participation à l'élaboration de nouvelles approches de la médiation science-société : exploration de controverses, réalité virtuelle, art et science…

Principaux partenaires scientifiques : UMR LEMAR, EA Géoarchitecture, LETG-Géomer, CRBC, CRPCC, PREFICS (Rennes), Océanopolis

Principaux partenaires non scientifiques : Collectivités territoriales, associations, groupements professionnels, Pôle de compétitivité Mer, Technopôle Brest-Iroise, Club des Entreprises Développement durable, …

1.4.5. AXE TRANSVERSAL « Modèles, système d'information »

Coordinateurs : Cyril Tissot et Mathias Rouan (LETG-Géomer), Cédric Bacher (DYNECO, Ifremer)

L'***objectif*** de cet axe transversal est de mutualiser les expériences, d'encourager les échanges sur les pratiques et les savoir-faire des laboratoires impliqués dans le développement et l'utilisation de modèles, la production et l'utilisation d'informations numériques (données d'observations, sorties de modèle, couches d'information géographique), et l'élaboration de scénarios.

a. Modélisation

Coordinateurs : C. Tissot (LETG-Géomer) et C. Bacher (DYNECO)

Les approches et les modélisations sont assez différentes dans leurs applications selon le milieu considéré et les facteurs et paramètres d'entrée/sortie. Mais, généralement, ces modélisations reposent sur des principes physiques et mathématiques qui sont communs, qu'il s'agisse de modélisations conceptuelles, empiriques, statistiques (bi-variées ou multivariées), numériques à base physique, par automates cellulaires et systèmes multi-agents, modèles intégrés… Plusieurs types de modèles sont ainsi mis en œuvre sur les problématiques abordées par la ZA Brest-Iroise : modèles hydrodynamiques (modèles opérationnels dans le cadre de PREVIMER, http://www.previmer.org), modèles hydro-sédimentaires, modèles biogéochimiques (eutrophisation, bilans de matières à l'interface bassin versant/rade de Brest, flux à l'interface colonne d'eau/sédiment), modèles prédictifs d'habitats (e.g. laminaires), modèles multi-agents (projet Ra2Brest, LITEAU III). D'autres démarches de modélisation, à valeur générique, sont également mises en œuvre : approche système développée dans le projet européen SPICOSA (www.spicosa.eu), modélisation bioénergétique des organismes marins testée et analysée dans le cadre du GDR AQUADEB (www.ifremer.fr/aquadeb) ou encore modélisation d'accompagnement pour l'élaboration de démarches concertées de gestion.

La constitution d'espaces d'échanges méthodologiques et thématiques visera à étudier la convergence des approches de modélisation développées pour contribuer à la compréhension de la variabilité des signaux bio-physiques et anthropiques en particulier de la rade de Brest (bassins versants, zones intertidale et marine). Des ateliers permettront ainsi de partager et comparer les savoir-faire pour aborder un certain nombre de questions : comment sont prises en compte les échelles spatiales et temporelles liées aux différentes composantes écologiques, physiques, humaines et sociales ; comment sont intégrées ces différentes composantes (co-construction) ; comment sont définis les scénarios d'évolution liés à l'anthropisation ; quels forçages et quelles conditions aux frontières de la zone étudiée sont utilisés ; peut-on co-développer des modules génériques ?

Principaux partenaires scientifiques : UMR LEMAR, UMR LETG (Brest-Nantes-Rennes), Ifremer-DYNECO, UMR AMURE

b. Système d'information

Coordinateur : M. Rouan (LETG-Géomer)

La compréhension du fonctionnement d'un système complexe sur le long terme implique la mise à disposition de séries de données d'observation acquises dans des conditions normalisées. La publication récente de normes et de standards (ISO, OGC…), l'accroissement de la vitesse des réseaux informatiques ainsi que le développement d'outils interopérables favorisent la mise en place

d'architectures distribuées. L'UMR LETG travaille actuellement à l'élaboration d'un référentiel de données et d'un dispositif d'aide à la décision dans le domaine de la mer et du littoral (GéoBretagne / Région Bretagne, http://geobretagne.fr/accueil/) couplé au projet de déploiement d'une Infrastructure de Données Spatiales distribuée sur les 5 sites de l'UMR et adossée aux 3 OSU de l'Ouest. La démarche sera transposée à la ZA de manière à élaborer une plate-forme de stockage, catalogage et porter à connaissance des initiatives et des connaissances produites, dans un souci d'interopérabilité avec les plates-formes existantes à différents niveaux (international, national, régional).

Dispositifs d'observation, méthode, outils : plateforme de mutualisation de données Géobretagne, Infrastructure de Données Spatiales LETG en cours de montage, Bases de données OSU

Principaux partenaires scientifiques : UMS IUEM, OSUR, OSUNA, ZA Armorique, UMR LETG (Brest-Nantes, Rennes)

Principaux partenaires non scientifiques : Région Bretagne (GéoBretagne), société Terra Maris

1.5.Effets structurants de la ZA

La ZA Brest-Iroise a pour objectif de renforcer les partenariats existant entre organismes de recherche impliqués sur l'environnement côtier, tant au plan local que régional, avec des effets structurants au niveau de l'IUEM, de l'UBO, du site brestois et de la région, ainsi qu'au niveau national et international par son insertion au sein de réseaux.

1.5.1. Effets structurants au niveau local et régional

La mise en place de la ZA Brest-Iroise favorisera les collaborations de recherche en environnement, au sein de l'IUEM et plus largement avec d'autres structures bretonnes (Ifremer, Station biologique de Roscoff, UBS, Rennes 1, Rennes 2).

Les questionnements scientifiques de la ZA s'inscrivent pleinement dans les prospectives de l'IUEM (2012-2016), en particulier dans l'axe « Vulnérabilité des milieux marins et des sociétés face aux changements locaux et globaux ». Ils permettront d'amplifier les collaborations entre écologues, biogéochimistes, géologues, géographes, économistes… appartenant à plusieurs laboratoires (UMRs LETG, LEMAR, LDO et AMURE). La ZA Brest-Iroise bénéficiera des acquis de l'OSU (INSU) et plus particulièrement des séries de l'Observatoire du Domaine Côtier (ODC), et de ses capacités d'observation (cf 2.4.1.). Les liens entre recherche et observation en seront renforcés, nécessitant un effort particulier au niveau de la bancarisation des données et de leur mise à disposition, tant pour les scientifiques que pour les acteurs de la société civile (Axe transversal « Modèles, système d'information »).

Sur la place brestoise, la ZA Brest-Iroise contribuera à renforcer les partenariats avec l'Ifremer. Dans la lignée du GIS « Europole Mer », l'IUEM et l'Ifremer sont depuis peu partenaires au sein du Labex Mer « A changing ocean » (2011-2021). Les problématiques abordées dans la ZA s'inscrivent dans l'axe 5 « Observation, modélisation, élaboration de scénarios en zone côtière » et l'axe 6 « Evolution des habitats marins et adaptation des populations » du Labex Mer. Dans le cadre du renforcement de l'interdisciplinarité et des liens entre sciences et société, la ZA Brest-Iroise aura également des effets structurants au niveau de l'UBO puisque quatre de ses composantes (IUEM, Faculté des Sciences,

IUFM et Faculté des Lettres et Sciences Humaines et Sociales) sont impliquées dans la plateforme PERISCOPE (Annexe 1) dont le groupe de travail « Territoire » entamera ses travaux en s'appuyant sur la ZA Brest-Iroise. L'enjeu à moyen terme est d'étendre l'interdisciplinarité à des disciplines telles que la sociologie, l'anthropologie, l'histoire des sciences ainsi que les sciences de l'éducation et de la communication.

Au niveau régional, la ZA Brest-Iroise permettra de renforcer les liens entre l'IUEM et l'OSUR (Rennes) pour « accroître la visibilité du potentiel scientifique existant dans l'ouest de la France et bénéficier de la complémentarité des compétences dans le domaine de l'environnement terrestre et marin » (convention signée en 2004). C'est dans ce contexte que plusieurs projets ont d'ores et déjà été réalisés. Ainsi, le PRIR MOITEM (Modélisation des interactions terre-mer en rade de Brest,2007-2009) a permis le développement d'outils de modélisation au niveau des bassins versants (collaboration UMRs LEMAR, LETG et SAS), des rivières (collaboration entre LEMAR, ECOBIO et Sisyphe à Paris VI) et de la rade de Brest. Un des objectifs majeurs du thème 2 de la ZA est de coupler ces différents modèles le long du continuum terre-mer, de concevoir avec les acteurs des scénarios prospectifs et de les simuler de manière à contribuer à la gestion intégrée. Il devrait donc permettre une collaboration privilégiée entre l'IUEM et l'OSUR sur les aspects « flux dans les bassins versants » ; l'Elorn et l'Aulne pouvant compléter le réseau de suivi des bassins versants bretons mis en œuvre par l'OSUR. Sur ce thème, notons également les potentialités de collaborations avec l'OSUNa (Nantes) sur les aspects « occupation des sols, activités humaines, couplage de modèles » pris en compte dans le thème « Environnement côtier et estuarien » de l'OSUNa piloté par l'UMR LETG-Géolittomer.

La ZA Brest-Iroise devrait donc avoir un effet structurant pour les universités de l'ouest, en particulier entre l'UBO, l'UBS, Rennes 1, Rennes 2, l'Université de Nantes. L'université Paris VI sera également impliquée de façon privilégiée dans les partenariats développés, dans la mesure où Sisyphe participe à la modélisation en rivière et où des chercheurs de la Station Biologique de Roscoff sont également impliqués dans la ZA Brest-Iroise.

1.5.2. Insertion dans des réseaux nationaux et internationaux

Au niveau national, les objectifs de la ZA sont en accord avec les enjeux du Grenelle de la mer et du groupe mer de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (Allenvi). Au sein du réseau des ZA, elle abordera un nouveau biome et des problématiques originales avec des approches et des compétences complémentaires, *via* des études interdisciplinaires menées à l'interface entre terre et mer, à la croisée entre sciences et société. Cette ZA s'insère également dans plusieurs réseaux nationaux (e.g., ECOSCOPE, RESOMAR, GDR MAGIS, GDR EXECO, ECOBIM), favorisant ainsi la diffusion des connaissances et expertises. De façon plus spécifique, le thème 3 de la ZA Brest-Iroise coïncide avec le projet de création d'un GIS « Fréquentation, Usages et gouvernance des aires marines protégées » de dimension nationale.

Les thématiques abordées dans la ZA s'insèrent dans les directives européennes d'atteinte de bon état écologique à l'horizon 2020 (GES 2020). Son lancement en 2012 coïncidera avec l'évaluation initiale de GES 2020 ayant pour objectif de déterminer l'état écologique des eaux marines et l'impact environnemental des activités humaines sur leur qualité. Une partie des résultats obtenus dans le cadre de la ZA s'insère également dans les perspectives de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (Millenium Ecosystem Assessment). L'inscription de cette ZA au sein du réseau LTER permettra de favoriser les collaborations avec d'autres structures de recherche impliquées sur les problématiques abordées.

2. MISE EN OEUVRE

2.1.Equipes impliquées

La ZA Brest-Iroise sera portée par 5 laboratoires de recherche et une unité de service, dont 4 appartenant à l'Institut Universitaire Européen de la Mer, en collaboration avec plusieurs partenaires scientifiques ou non, impliqués actuellement dans les recherches en cours.

- Laboratoires et structures de recherche porteurs :

UMR 6539 CNRS-UBO-IRD-Ifremer LEMAR Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (http://www-iuem.univ-brest.fr/UMR6539)

UMR 6554 UBO-CNRS LETG Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique (http://letg.univ-nantes.fr/fr/laboratoire/1/presentation)

UMR 6538 LDO UBO-CNRS Laboratoire Domaines Océaniques (http://www-sdt.univ-brest.fr/)

UMS 3113 IUEM UBO-CNRS-IRD Institut Universitaire Européen de la Mer (http://www-iuem.univ-brest.fr/connaitre/services-communs)

DYNECO-Ifremer Département Dynamique de l'Environnement Côtier (http://wwz.ifremer.fr/dyneco)

Institut de Géoarchitecture-UBO (http://geoarchi.univ-brest.fr/sited/lire.php?ndf=021101)

- Partenaires locaux :

UMR 101 AMURE UBO-Ifremer Aménagement des Usages des Ressources et des Espaces marins et littoraux, Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE), Institut de Recherche de l'Ecole Navale (IRENav), Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), LOS (Ifremer), Département Sciences et Technologies Halieutiques (STH, Ifremer), Océanopolis

- Partenaires nationaux :

UMR Sisyphe UMPC Paris 6, UMR 7144 Adaptation et Diversité en Milieu Marin (Station biologique de Roscoff), UMR SAS (Rennes), ECOBIO (Rennes), Agrocampus-Ouest (Rennes), UMR 7204 UMPC-CNRS-MNHN (Paris), UMR 8591 CNRS-LGP (Meudon), Laboratoire Environnement Ressources (LER) Ifremer (Sète), UMR 7144 Laboratoire Adaptation et Diversité en Milieu Marin UPMC (Paris), UMR 5570 Laboratoire en Sciences de la Terre (Lyon), Centre de Recherches en Psychologie, Cognition et Communication (Rennes), UMR 5805 EPOC (Bordeaux), UMR 5119 ECOSYM (Montpellier)

- Partenaires internationaux :

Université Laval-Québec (Canada), ISMER-Université de Rimouski-Québec (UQAR, Canada), ULB (Bruxelles, Belgique), Stazione Zoologica Anton Dohrn (Naples, Italie), Institut de biologie de Rio de Janeiro (Brésil)

- Partenaires non scientifiques :

Comités régionaux conchylicoles de Bretagne Nord et des Pays de Loire- Vendée, Syndicat mixte pour

le développement de l'aquaculture et de la pêche en Pays de la Loire, Parc naturel marin d'Iroise(PNMI), Ministère (DPMA), Comité national de la conchyliculture, Parc naturel régional d'Armorique (PNRA), Conservatoire botanique national de Brest (CBNB), Brest Métropole-Océane (BMO), Comité local des pêches, Région Bretagne (Mission Mer et Pôle Systèmes d'Information géographique), SEPNB-Bretagne Vivante, Centre d'Etude du Milieu d'Ouessant, Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres (CELRL), Centre d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu Rural du Finistère (CIVAM), Communauté de Communes du Pays d'Iroise (CCPI), Communauté de Communes du Cap Sizun (CCCS), Société de Géologie et Minéralogique de Bretagne (SGMB), Agence des Aires Marines Protégées (AAMP), Finistère Tourisme (CDT), Réserve naturelle de la mer d'Iroise, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), Réserve de biosphère de la mer d'Iroise, Nautisme en Finistère, Agence d'Urbanisme du Pays de Brest (ADEUPa), Société Terra Maris (Plouzané), Vigie Aviation

- Observatoires :

La ZA Brest-Iroise s'appuiera de manière privilégiée sur les observations réalisées dans le cadre de l'OSU IUEM. Ses thématiques permettront la mise en place de collaborations avec l'OSUR (bassins versants notamment) et l'OSUNa (environnement côtier et estuarien).

2.2.Ressources financières

Le tableau 1 liste les projets en cours ou en évaluation mis en œuvre sur les problématiques de la ZA. Les budgets indiqués correspondent aux financements acquis ou sollicités au titre de ces projets.

Tableau 1: Liste des projets en cours ou en évaluation en 2011

Acronyme	Financement	Période	Porteur	Budget (k€)
PERLE	Pole agronomique Ouest	2011-2013	consortium de laboratoires, CRCBN	269
VELYGER	Fonds d'état de la DPMA	2012 (renouvelé chaque année)	LEMAR/Ifremer	58
CRAPO	EC2CO + PNMI	2009-2012	LEMAR	52
RADESTU	LITEAU ou ANR	montage	LEMAR	-
PEMADAPT	SAD-FP7	2010-2012	LEMAR	70
Mytilgen	ANR	évaluation	LEMAR	-
BECOZ	Région + ANR Chivas	2010-2013	LEMAR	90
CHIVAS	ANR	2011-2013	LEMAR	540
CoCoRisCo	ANR	2010-2014	LETG-GEOMER	400

Ra2Brest (LITEAU III)	MEDDTL	2010-2012	LETG-GEOMER	100
Référentiel pour la création de BdD et d'un dispositif d'aide à la décision dans le domaine de la mer et du littoral	Région + LETG	Depuis 2010	LETG-GEOMER	153 + 2/an
Scénarios de gestion du littoral	Fondation de France	2012-2013	LETG-GEOMER	90
Mobiliser les savoir-faire pour l'analyse spatiale et dynamique des activités et des flux en mer côtière	Fondation de France	2011-2013	LETG-GEOMER	150
Etude FRAC-GPN des sillons de la RdB	Région Bretagne	2011	LETG-GEOMER	30
Mise en place d'un observatoire des activités et de la fréquentation des espaces insulaires de l'Iroise Ouessant, Molène et Sein	PNMI/PNRA/CDT	évaluation	LETG-GEOMER	285
ODC	INSU + recherche contractuelle	Depuis 2003	LETG-GEOMER	3,5/an
Suivi morphosédimentaire des formations littorales insulaires de l'archipel de Molène	DIREN Bretagne, ANR HEXECO	Depuis 2002	LETG-GEOMER	5,5/an
ISORADE		montage	LDO	-
SEDIRAB	acquisition dans le cadre d'enseignements	2012-2016	LDO	4
RABEAUH	COCORISCO, ARTEMIS, INSU	2011-2013	LDO	20
IMPECMAN	Région Bretagne (ASOSC)	2010-2012	EA Géoarchitecture /Océanopolis	30
CO-SCIENCES	ANR	2012-2014	EA Géoarchitecture	400
AEROTRAMP	UBO	2010-2012	EA Géoarchitecture	4,5
Total				**2593**

2.3.Ressources humaines

Le tableau 2 présente la liste des personnes qui seront impliquées dans la ZA Brest-Iroise *via* les projets en cours, en évaluation ou en élaboration.

Tableau 2: Liste nominative des participants à la ZA Brest-Iroise par laboratoire.

Nom	Prénom	Unité	Statut
Alunno-Bruscia	Marianne	LEMAR	CR Ifremer
Ar Gall	Erwan	LEMAR	MC UBO
Auffret	Michel	LEMAR	PR UBO
Bonnin	Marie	LEMAR	CR IRD
Boudry	Pierre	LEMAR	CR Ifremer
Chauvaud	Laurent	LEMAR	DR CNRS
Ecoutin	Jean-Marc	LEMAR	CR Ifremer
Fabioux	Caroline	LEMAR	MC UBO
Guillou	Monique	LEMAR	IR UBO
Hégaret	Hélène	LEMAR	CR CNRS
Hily	Christian	LEMAR	CR CNRS
Huvet	Arnaud	LEMAR	CR Ifremer
Jean	Frédéric	LEMAR	MC UBO
L'Helguen	Stéphane	LEMAR	CR CNRS
Lacroix	Camille	LEMAR	Doctorant UBO
Lae	Raymond	LEMAR	DR IRD
Le Goff	Manon	LEMAR	TCN CNRS
Leynaert	Aude	LEMAR	CR CNRS
Maguer	Jean-François	LEMAR	MC UBO
Mazurais	David	LEMAR	CR Ifremer
Mémery	Laurent	LEMAR	DR CNRS
Michaud	Emma	LEMAR	CR CNRS
Moraga	Dario	LEMAR	MC UBO
Moriceau	Brivaëla	LEMAR	CR CNRS
Narcy	Fanny	LEMAR	Post-doc GIS
Paillard	Christine	LEMAR	DR CNRS
Paulet	Yves-Marie	LEMAR	DR CNRS
Pernet-Coudrier	Benoit	LEMAR	MC UBO
Pichereau	Vianney	LEMAR	PR UBO
Pondaven	Philippe	LEMAR	MC UBO
Poupart	Nathalie	LEMAR	MC UBO
Pouvreau	Stéphane	LEMAR	CR Ifremer
Ragueneau	Olivier	LEMAR	DR CNRS
Raimonet	Mélanie	LEMAR	Post-doc
Robert	René	LEMAR	CR Ifremer
Soudant	Philippe	LEMAR	DR CNRS
Stibor	Herwig	LEMAR	CR GIS
Stiger-Pouvreau	Valérie	LEMAR	MC UBO
Thouzeau	Gérard	LEMAR	DR CNRS
Tito de Morais	Luis	LEMAR	DR IRD

Waeles	Matthieu	LEMAR	MC UBO
Zambonino	José	LEMAR	DR Ifremer
Brigand	Louis	LETG-GEOMER	PR UBO
Cuq	Véronique	LETG-GEOMER	IE UBO
David	Laurent	LETG-GEOMER	IE CNRS
Fichaut	Bernard	LETG-GEOMER	MC UBO
Gourmelon	Françoise	LETG-GEOMER	DR CNRS
Guidicelli	Nicolas	LETG-GEOMER	IE CDD CNRS
Hénaff	Alain	LETG-GEOMER	MC UBO
Hubert-Moy	Laurence	LETG-COSTEL	PR Rennes2
Le Berre	Iwan	LETG-GEOMER	MC UBO
Meur-Férec	Catherine	LETG-GEOMER	PR UBO
Nabucet	Jean	LETG-COSTEL	IE CNRS
Nicolescu	Simona	LETG-GEOMER	MC UBO
Peuziat	Ingrid	LETG-GEOMER	MC UBO
Rouan	Mathias	LETG-GEOMER	IE CNRS
Suanez	Serge	LETG-GEOMER	MC UBO
Tissot	Cyril	LETG-GEOMER	CR CNRS
Trouillet	Brice	LETG-GEOLITTOMER	MC Nantes
Gabarron	Nicolas	UMS 3113	IE CNRS
Grall	Jacques	UMS 3113	IR UBO
Le Duff	Michel	UMS 3113	IR UBO
Maguer	Marion	UMS 3113	CDD UBO
Amman	Jérome	LDO	IE CNRS
Cancouet	Romain	LDO	IE CNRS
Delacourt	Christophe	LDO	PR UBO
Deschamps	Anne	LDO	CR CNRS
Révillon	Sidonie	LDO	CR CDD
van Vliet-Lanoe	Brigitte	LDO	DR CNRS
Andrieux-Loyer	Françoise	DYNECO	CR Ifremer
Bacher	Cédric	DYNECO	DR Ifremer
Blanchet	Aline	DYNECO	Doctorante
Carlier	Antoine	DYNECO	CR Ifremer
Chapelle	Annie	DYNECO	CR Ifremer
Cugier	Philippe	DYNECO	CR Ifremer
Delmas	Daniel	DYNECO	CR Ifremer
Dubois	Stanislas	DYNECO	CR Ifremer
Labry	Claire	DYNECO	CR Ifremer
Le Hir	Pierre	DYNECO	DR Ifremer
Ménesguen	Alain	DYNECO	CR Ifremer
Sourisseau	Marc	DYNECO	CR Ifremer
Chlous-Ducharne	Frédérique	EA Géoarchitecture	PR UBS
Gallet	Sébastien	EA Géoarchitecture	MC UBO
Bailly	Denis	AMURE	MC UBO

Boncoeur	Jean	AMURE	PR UBO
Mongruel	Rémi	AMURE	CR Ifremer
Billen	Gilles	Sisyphe – UPMC	DR CNRS
Garnier	Josette	Sisyphe – UPMC	DR CNRS
Bonneau	Louis	Agrocampus Ouest	IR Agrocampus
Fontenelle	Guy	Agrocampus Ouest	PR Agrocampus
Bormans	Myriam	ECOBIO	DR CNRS
Lagadeuc	Yvan	ECOBIO	PR Agrocampus
Brosset	David	IRENAV	MC IRENAV
Davoult	Dominique	SBR – UPMC	PR UPMC
Valero	Myriam	SBR – UPMC	DR CNRS
De Pontual	Hélène	STH Ifremer	CR Ifremer
De Wit	Rutger	ECOSYM	DR CNRS
Durand	Patrick	SAS	CR INRA
Hassani	Samy	Océanopolis	Chargé de mission
Liret	Céline	Océanopolis	Directrice scientifique
Rognant	Anne	Océanopolis	Chargé de mission
Kerbiriou	Christian	MNHN	MC UPMC
Larzillière	Agathe	PNRA	Chargé de mission
Laurans	Maryline	UMR AMAP	CR CIRAD
Le Tixerant	Matthieu	Société Terra Marris	Chef d'entreprise
Michel-Guillou	Elizabeth	UFR Lettres – UBO	MC UBO
Pennanguer	Stéphane	Région Bretagne	Chargé de mission
Pernet	Fabrice	Ifremer Sète	CR Ifremer
Regnier	Pierre	ULB – Bruxelles	PR ULB
Schmidt	Sabine	EPOC – Bordeaux	DR CNRS
Stéphan	Pierre	LGP Meudon	CR CNRS

2.4.Dispositifs

Plusieurs dispositifs de réseaux d'observation, de bases de données, de modèles et d'expérimentation sont en place ou en cours de mise en place dans le périmètre de la ZA Brest-Iroise.

2.4.1. Dispositifs d'observation à long terme

La ZA Brest-Iroise s'appuie sur l'Observatoire du domaine côtier (ODC) au sein de l'IUEM reconnu comme Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU), présentant plusieurs séries labellisées : SOMLIT, MAREL-IROISE, ECOFLUX, Observatoire morphosédimentaire et trait de côte, Série maërl, Série herbiers, Série Evecos.

Les suivis SOMLIT-Brest et MAREL-Iroise sont deux stratégies complémentaires mettant en œuvre un système de mesures manuelles et une station autonome multi-instrumentée, permettant de mesurer les paramètres physico-chimiques des masses d'eau côtière à l'échelle de la semaine et de l'heure, respectivement.

Basé sur une démarche participative, le réseau ECOFLUX permet (1) la surveillance hebdomadaire des concentrations et flux de nitrates, phosphates et silicates des eaux des rivières finistériennes, au moyen de prélèvements fiables, et (2) la sensibilisation du public aux problèmes liés à l'eau.

L’objectif du suivi morpho-sédimentaire des estrans sableux de la mer d’Iroise (Observatoire morphosédimentaire-trait de côte) est triple, il s’agit (1) de détecter un signal des variations climatiques et/ou météorologiques à partir des changements morphologiques et sédimentaires observés sur le long terme, (2) de constituer une base de données sur l’évolution du trait de côte utilisable dans le cadre de la recherche fondamentale (travail des chercheurs) et appliquée (travail des multiples acteurs ayant en charge la gestion du littoral), (3) d’offrir des séries de données suffisamment longues et pertinentes pour la calibration des modèles existants (modèles 2D et 3D sur l’évolution des plages).

Le suivi des bancs de maërl, présentant la plus forte biodiversité marine en Europe, s'effectue en 4 stations, 2 situées en rade de Brest et 2 en mer d'Iroise (série Maërl). Les données acquises sur ce gradient permettront de mieux déconvoluer les signaux climatiques de perturbations anthropiques décelées dans la structure des communautés benthiques de la pointe de Bretagne.

Le suivi des herbiers sur 3 sites permet d’évaluer l'évolution de leur surface, des caractéristiques de leurs populations, ainsi que la structure et la biodiversité des peuplements de faune et flore associés.

Le suivi Evecos est basé sur l'enregistrement des variations de l’environnement et du climat par la coquille Saint-Jacques. Le suivi consiste à mesurer les propriétés des coquilles à haute résolution spatiale, permettant ainsi de suivre simultanément l’évolution de l’hydroclimat et les réponses d’un invertébré sédentaire à ces variations avec une précision temporelle de un jour.

L'ODC fait notamment partie intégrante du réseau des Stations et Observatoires marins (RESOMAR).

Plusieurs réseaux d'observations nationaux de l'Ifremer sont également présents au niveau du périmètre de la ZA : REMI, REPHY, VELYGER, …

Il est également important de noter d'autres réseaux tels que le Réseau Rade (**R**éseau d'**A**cquisition et d'analyses de **D**onnées sur l'**E**au et l'environnement (http://www.rade-brest.fr/VIPRR91/Interligo.Web.Front/front.aspx?SectionId=9).

2.4.2. Bases de données

Toutes les séries de l'ODC fournissent des données structurées dans des bases de données. Leur mise à disposition via un portail Web est actuellement en cours, en collaboration avec une initiative équivalente menée par l’UMR LETG (Axe transversal « Modèles, système d'information »).

2.4.3. Outils de modélisation

Plusieurs outils de modélisation sont disponibles et/ou continuent à être développés dans le domaine de la recherche : modèle des bassins versants (usages des sols), hydrologique (rivière), modèle de rade de Brest (2D, 3D), modèle des activités humaines en rade, SIG, PREVIMER, modèle SPICOSA.

Les modèles développés peuvent être utilisés à des fins opérationnelles et pour la diffusion au grand public (PREVIMER), ou pour l'aide à la décision (SPICOSA). Ce savoir-faire sera mis en commun dans le cadre de l’activité de l’axe transversal « Modèles, système d’information ».

2.4.4. Dispositifs expérimentaux

Plusieurs dispositifs expérimentaux existent et sont répertoriés ici, de façon non exhaustive : des microcosmes, couramment utilisés dans le cadre d'expérimentations en conditions contrôlées, à petite échelle, aux mésocosmes déployés *in situ*. L'IUEM dispose aussi de plateformes analytiques (analyses chimiques, spectrométrie de masse).

2.5.Mode de fonctionnement

Nous proposons d'organiser la ZA Brest-Iroise autour d'un comité de pilotage et d'un conseil scientifique.

Le comité de pilotage sera composé des 2 coordinateurs (O. Ragueneau et F. Gourmelon) et des responsables des 3 thèmes et des 2 axes transversaux qui structurent la ZA (A. Hénaff, C. Delacourt, G. Thouzeau, F. Andrieux-Loyer, L. Brigand, C. Hily, C. Tissot, C. Bacher, M. Rouan, F. Chlous-Ducharne, S. Pennanguer).

Le conseil scientifique rassemblera les 2 coordinateurs de la ZA (O. Ragueneau et F. Gourmelon), les directeurs des principaux laboratoires impliqués (O. Ragueneau, LEMAR, déjà cité ; L. Brigand, LETG-Géomer ; C. Delacourt, LDO ; P. Le Hir, DYNECO-Ifremer), le directeur de l'IUEM (Y.-M. Paulet), le Président du Conseil Scientifique des ZA et 3 gestionnaires.

La ZA Brest-Iroise pourra faire l’objet d’une convention tri-partite CNRS-UBO-Ifremer.

3. **PRINCIPALES PUBLICATIONS (2006-2011)** des équipes coordinatrices

Bougeard, M., Le Saux, J.C., Pérenne N., Baffaut, C., Robin, M., Pommepuy, M. (2011). Modeling of *Escherichia coli* fluxes on a catchment and the impact on coastal water and shellfish quality. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA): 1-17. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2011.00520.x

Bozec, Y., Merlivat, L., Baudoux, A.-C., Beaumont, L., Blain, S., Bucciarelli, E., Danguy, T., Grossteffan, E., Guillot, A., Répécaud, M., Tréguer, P. (2011). Diurnal to inter-annual dynamics of pCO2 recorded by a CARIOCA sensor in a temperate coastal ecosystem (2003-2009).Marine Chemistry 126 (1-4): 13–26

Chauvaud, L., Thébault, J., Clavier, J., Lorrain, A., Strand, O. (2011). What's Hiding Behind Ontogenetic δ13C Variations in Mollusk Shells? New Insights from the Great Scallop (*Pectenmaximus*).Estuaries and Coasts 34 (2): 211–220

Chlous-Ducharme, F., Lacombe, P. (2011). Pêches populaires et gestion des espaces maritimes. Espaces et sociétés 1 (144-145) :73-88

Chlous-Ducharme, F. (2011). Le transfert d'un jeu de rôles, de la recherche scientifique à la stratégie d'éducation. Revue « Education relative à l'environnement : regards ? Recherches - réflexions », La dimension politique relative à l'environnement, UQAM, Canada, 9 (2010-2011) : 265-271

Chlous-Ducharme, F., Gourmelon, F., Rouan, M. (2008). Modélisation et jeu de rôles sur l'île d'Ouessant : questions de sociologie. Socio-logos 3, mis en ligne le : 17 décembre 2008. URL : http://socio-logos.revues.org/document2112.html

Claquin, P., Ni Longphuirt, S., Fouillaron, P., Huonnic, P., Ragueneau, O., Klein, C., Leynaert, A. (2010). Effects of simulated benthic fluxes on phytoplankton dynamic and photosynthetic parameters in a mesocosm experiment (Bay of Brest, France). Estuarine, Coastal and Shelf Science 86 (1): 93–101

Delacourt, C., Allemand, P., Jaud, M., Grandjean, P., Deschamps, A., Ammann, J., Cuq, V., Suanez, S. (2009). DRELIO: An Unmanned helicopter for imaging coastal areas, Journal of Coastal research, V2, 56: 1489-1493

Delacourt, C., Allemand, P., Casson, B., Vadon, H., (2004). Velocity field of the "La Clapière" landslide measured by the correlation of aerial and QuickBird images, Geophysical Research Letter 31, L15619

Flanquart, H., Meur-Ferec, C., Deboudt, Ph., Morel, V., Longuépée, J. (2009). The littoral: facing constraints, initiating dialogue, takin action. Journal of Coastal Conservation 13 (2-3.2009), 9: 49-55

Fouillaron, P., Claquin, P., L'Helguen, S., Huonnic, P., Martin-Jézéquel, V., Masson, A., Ni Longphuirt, S., Pondaven, P., Thouzeau, G., Leynaert, A. (2007). Response of a phytoplankton community to increased nutrient inputs: A mesocosm experiment in the Bay of Brest (France). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 351 (1-2): 188–198

Gaudin, D., Delacourt, C., Allemand, P., Jaud, M., Ammann, J., Tisseau, C., Cuq, V. (2009). High resolution DEM derived from thermal infrared images : example of Aber Benoit (France), IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 1-5 : 3085-3088

Gandouin, E., Ponel, P., Franquet, E., Van Vliet-Lanoë, B., Andrieu-Ponel, V., Keen D. H., Brulhet, M., Brocandel, M. (2007).Chironomid responses (Insect: Diptera) to younger Dryas and Holocene environmental changes in a river floodplain from northern France (St-Momelin, St-Omer basin). The Holocene. 17 : 331 – 347

Gandouin, E., Ponel, P., Andrieu-Ponel, V., Guitera, F., de Beaulieu, J.L., Djamalia, M., Franquet, E., Van Vliet-Lanoë, B., Alvitrea, M., Meurisse, M., Brocandel, M., Brulhet, J. (2009). 10,000 years of vegetation history of the Aapalaeoestuary, St-Omer Basin, northern France Review OfPalaeobotany& Palynology 156 (3-4): 307-318

Gourmelon, F., Etienne, M., Rouan, M., Kerbiriou, C., Charles, M., Bioret, F., Chlous-Ducharme, F., Guermeur, Y., Hevrel, H. (2007). Eléments de prospective environnementale dans une réserve de biosphère. Cybergéo 429, mis en ligne le 25.09.2008, modifié le 06.10.2008. URL : http://www.cybergeo.eu/index 20343.html

Gourmelon, F., Rouan, M. Lefevre, J.F., Rognant, A. (2011). Role playing game and learning for young people about sustainable development stakes: an experiment in transferring and adapting interdisciplinary scientific knowledge. Journal of artificial Societies and Social Simulation (JASS) 14 (4), 31 octobre 2011, http://jasss.soc.surrey.ac.uk/14/4/21.html

Hénaff, A. (2008). Recherche d'indicateurs géomorphologiques de variation de l'orientation des houles sur les côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche au cours des 25 dernières années, analyse des données et comparaison avec les données de l'atlas numérique de houle EDF-LNHE. La Houille Blanche 1 : 61-71

Janin, A., Léna, J.P., Ray, N., Delacourt, C., Allemand, P., Joly, P. (2009). Assessing functional connectivity with calibrated cost-distance modelling: the impact of croplands on bufobufo populations. Journal of Applied Ecology, doi:10.1111/j.1365-2664.2009.01665.x

Le Berre, I., Hily, C., Morgane, L., Gouill, R. (2009). Un SIG dédié à la prolifération de l'huître creuse du Pacifique Crassostrea Gigas. Cybergéo 478

Kerbiriou, C., Le Viol, I., Robert, A., Porcher, E., Gourmelon, F., Julliard, R. (2009).Tourism in protected areas can threaten wild populations: from individual response to population viability of the cough (*Pyrrhocoraxpyrrhocorax*). Journal of AppliedEcology 46, 657-665

Laruelle, G., Regnier, P., Ragueneau, O., Kempa, M., Moriceau, B., Ni Longphuirt, S., Leynaert, A., Thouzeau, G., Chauvaud, L. (2009). Benthic pelagic coupling and the seasonal silica cycle in the Bay of Brest (France): new insights from a coupled physical-biological model. Marine Ecology Progress Series 385: 15–32

Le Tixerant, M., Gourmelon, F., Tissot, C., Brosset, D. (2010).Modelling of human activity development in coastal sea areas.Journal of Coastal Conservation: Planning and Management, DOI 10.1007/s11852-010-0093-4

Levrel, H., Etienne, M., Kerbiriou, C., Le Page, C., Rouan, M. (2009). Co-modeling process, negotiations and power relationships: some outputs from a MAB project in the island of Ouessant. Society and Natural Resources 22 (2): 172–188

Mangold, N., Quantin, C., Ansan, V., Delacourt, C., Allemand, P. (2004). Evidence for Precipitation on Mars from Dendritic Valleys in the VallesMarineris Area. Science 305, 5680: 78-81

Meur-Ferec, C., Deboudt, P., Morel, V. (2008).Coastal Risks in France: An Integrated Method For Evaluating Vulnerability. Journal of CoastalResarch, 24 (2): 178-189

Ni Longphuirt, S., Leynaert, A., Grall, J., Clavier, J., Le Loc'h, F., Le Berre, I., Chauvaud, L., Sainte-Marie J., F., Richard, J. (2007). Primary production and spatial distribution of subtidalmicrophytobenthos in a temperate coastal system, the Bay of Brest, France.Estuarine, Coastal and Shelf Science 74 (3): 367–380

Querné, J., Ragueneau, O., Poupart, N. (2011). In situ biogenic silica variations in the invasive salt marsh plant, *Spartinaalterniflora* : A possible link with environmental stress. Plant Soil, online first

Ragueneau, O., Chauvaud, L., Moriceau, B., Leynaert, A., Thouzeau, G., Donval, A., Le Loc'h, F., Jean, F. (2005). Biodeposition by an invasive suspension feeder impacts the biogeochemical cycle of Si in a coastal ecosystem (Bay of Brest, France). Biogeochemistry 75 (1): 19–41

Révillon S., Hureau-Mazaudier D. (2009). Improvements of digestion protocols for trace element and isotope compositions analyses of stream and lake sediment reference materials (JSd-1, JSd-2, JSd-3, Jlk-1 and LKSD 1).Geostandardsand Geoanalytical Research 33(3): 397-413

Révillon, S., Jouet, G., Bayon, G., M. Rabineau, Dennielou, B., Hémond, C., Berné S. (2011). The provenance of sediments in the Gulf of Lions, western Mediterranean Sea, Geochem.Geophys.Geosyst.12, Q08006, doi:10.1029/2011GC003523

Richard, J., Huet, M., Thouzeau, G., Paulet, Y.-M.(2006). Reproduction of the invasive slipper limpet, *Crepidulafornicata*, in the Bay of Brest, France. Marine Biology 149 (4): 189–801

Rouan, M., Kerbiriou, C., Levrel, H., Etienne, M. (2010).A co-modelling process of social and natural dynamics on the isle of Ouessant: Sheep, turf. Environmental Modelling & Software, special issue Modelling with Stakeholders 25: 1399-1412

Suanez, S., Cariolet, J.-M., Fichaut, B. (2010).Monitoring of Recent Morphological Changes of the Dune of Vougot Beach (Brittany, France) Using Differential GPS.Shore & Beach 78 (1): 37-47

Suanez, S., Cariolet, J.–M., Cancouët, R., Ardhuin, F., Delacourt, C. (2011). Dune recovery after storm erosion on a high–energy beach: Vougot beach, Brittany (France). Geomorphology 10.1016/j.geomorph.2011.10.014

Tallberg, P., Tréguer, P., Beucher, C., Corvaisier, R. (2008). Potentially mobile pools of phosphorus and silicon in sediment from the Bay of Brest: Interactions and implications for phosphorus dynamics. Estuarine, Coastal and Shelf Science 76 (1): 85–94

Thériault, M., Sparfel, L., Gourmelon, F., Le Berre, I. (2011). Modélisation des changements d'occupation et d'utilisation du sol. Cadres formels et exemple d'application. Revue Internationale de Géomatique 21 (3/2011): 267-295

Annexe 1 : PERISCOPE (platerforme d'échanges et de recherche interdisciplinaire entre Sciences et Société civile organisée)

PÉRISCOPE s'inscrit dans une démarche de création et de pérennisation d'une plateforme de recherche collaborative et interdisciplinaire visant à créer de l'innovation scientifique et sociale à l'interface entre sciences et société à l'échelle de la Bretagne.

PÉRISCOPE est constitué par un réseau d'acteurs motivés pour contribuer au dialogue sciences-société : des chercheurs issus des sciences de la nature et des sciences humaines et sociales, et des représentants de la société civile. Par exemple, ils sont issus de « l'enseignement » (public, agricole, privé, artistique, formation continue, enseignement supérieur, ...), des associations (d'éducation populaire, de protection de l'environnement, EEDD, ...), des collectivités territoriales (élus et techniciens), de l'art, CCSTI, des médias, des organisations professionnelles et associations de développement (Technopôle et pôle de compétitivité, …).

PÉRISCOPE est un espace de débat, de recherche et d'expérimentation, un outil de formation et de mobilisation des acteurs, de mutualisation des moyens et de capitalisation des expériences. Les objectifs sont d'expérimenter et d'analyser de manière réflexive les deux configurations des relations sciences et société : d'une part, la circulation et l'appropriation des connaissances qu'elles soient scientifiques, professionnelles ou d'usage et d'autre part, la participation des acteurs sociaux dans la production scientifique qu'il s'agisse de la production de données ou de l'élaboration des questionnements de recherche. Ainsi, la place des sciences dans la société, et celle de la société dans la science seront au cœur des projets. Les activités pourront prendre la forme de publications scientifiques, d'outils et de méthodologies, mais surtout de projets.

La recherche-action est au cœur de PÉRISCOPE, non seulement lors de projets ponctuels liés à une problématique particulière, à un public particulier, mais également lors de la construction et la gouvernance de cette plateforme elle-même.

La plateforme centrera, dans un premier temps, ses débats sur des questions environnementales. Les axes d'exploration peuvent être liés aux changements climatiques, à la gestion intégrée de la zone côtière, aux consommation et production durables, à la conservation et gestion durable de la biodiversité et des ressources naturelles...

ORGANISATION EN QUATRE GROUPES DE TRAVAIL

Lors d'une journée de mobilisation qui a réuni 130 personnes en février 2011, est apparue la nécessité de prendre, sur deux ans, le temps de co-construire cette plateforme afin de prendre en compte la diversité des acteurs et des points de vue.

PÉRISCOPE s'organise autour de quatre groupes de travail qui ont pour objectifs communs d'une part de recenser les forces en présence, de mobiliser les acteurs, de recueillir les attentes de l'ensemble des participants et d'autre part de proposer un cadre de travail pertinent, permettant d'explorer tous les aspects des relations sciences-société : état des lieux, débats, espace de problématisation commun, projets de recherche-action.

Deux groupes de travail transversaux:

Gouvernance: Groupe de travail constitué autour de la construction progressive et collaborative de la plateforme. L'objectif est de co-construire, en s'appuyant sur la diversité des acteurs, une vision globale et complexe de PÉRISCOPE et de son mode de fonctionnement.

Laboratoire d'idées : Le groupe de travail sera amené à définir des axes transversaux à explorer : boite à idées/débats (histoire des rapports sciences-société, place du scientifique dans les débats sociétaux, rôle des médias etc…), boite à outils (web 2.0, réalité virtuelle, arts et science etc…). Ce groupe de travail a pour objectifs d'explorer, d'expérimenter les approches transversales qui participeront à la construction de PÉRISCOPE.

Deux groupes de travail thématiques:

Territoire: L'objectif est de contribuer à une gestion informée et discutée des territoires qui implique non seulement une approche systémique mais aussi une appropriation et un partage des connaissances par tous. La notion de durabilité traduit plus spécifiquement le besoin de la société de réfléchir à l'avenir, renvoyant à la prospective environnementale et impliquant l'apparition de nouveaux questionnements. L'axe transversal « Interactions entre Sciences et Société » de la ZA Brest-Iroise pourra constituer un premier terrain d'expérimentation pour ce groupe de travail.

Éducation-Formation: Le Groupe de travail Éducation vise à renforcer les liens entre les scientifiques et le monde de l'éducation (éducation nationale, lycées agricoles, éducation à l'environnement, enseignement supérieur, formation professionnelle,…). Il a pour objectif de créer un espace de problématisation commun permettant l'émergence de questionnements partagés, de favoriser la recherche-action et l'innovation pédagogique, et de penser la transférabilité et la démultiplication des projets.