

**LA MER ET LE LITTORAL EN BASSE-NORMANDIE :
RECHERCHE, ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET INNOVATION**

RAPPORT

présenté au Conseil Economique, Social et Environnemental Régional

de Basse-Normandie

par Josette TRAVERT

Décembre 2010

REMERCIEMENTS

Le Rapporteur témoigne sa profonde reconnaissance à l'ensemble des personnes auditionnées, consultées dans le cadre de cette étude et sollicitées dans la phase d'expertise du projet de rapport, sans lesquelles cette réflexion n'aurait pu voir le jour et notamment :

- *les laboratoires et les équipes de recherche de l'Université de Caen - Basse-Normandie, du CNAM-INTECHMER, de la station IFREMER de Port-en-Bessin, de l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nationale (IRSN), de l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs des Travaux de la Construction (ESITC) de Caen, de l'Institut Supérieur de Plasturgie d'Alençon (ISPA) et de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen (ENSICAEN),*
- *les établissements de formations,*
- *les structures d'interface et d'innovation comme le Syndicat Mixte pour l'Équipement du Littoral de la Manche (SMEL), la station marine - CREC de Luc-sur-Mer, le CRITT CORRODYS, Normandie Incubation, ADRIA-Normandie, la MIRIADE, l'Agence SYNERGIA,*
- *les associations environnementales à vocation scientifique,*
- *les structures publiques comme le GIP Seine-Aval, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, le Conservatoire du Littoral, le Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel, les Laboratoires Départementaux d'Analyses,*
- *les représentants professionnels comme le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Basse Normandie, le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord, l'Organisation de Producteurs Marins Pêcheurs de Basse-Normandie, Normandie Fraîcheur Mer, la Filière Nautique Normande (F2N), la Chambre de Commerce et d'Industrie de Cherbourg - Nord-Cotentin, l'Association Normande des Entreprises Alimentaires (ANEA),*
- *les entreprises des secteurs de la pêche et de la conchyliculture, de la construction navale et du nautisme, de la transformation du poisson, les mareyeurs, les fabricants de compléments alimentaires, les entreprises en cours d'incubation...*

Un remerciement particulier s'adresse aux Directions du Conseil Régional contactées ou auditionnées dans le cadre de cette réflexion. Lors de la phase de finalisation du rapport, un échange constructif a pu en outre avoir lieu.

Le Rapporteur tient également à témoigner sa reconnaissance aux Membres de la Commission n° 6 "Enseignement Supérieur - Recherche - Prospective - Relations Internationales et Interrégionales" du CESER ainsi qu'au Groupe de Travail composé de MM. BIENFAIT, CORNIER, COSTARD et GUERREAU.

Enfin, il remercie tout particulièrement Philippe HUGO, Chargé de Mission au CESR de Basse-Normandie, pour son implication à toutes les étapes de la réalisation de cette étude.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I. LA BASSE-NORMANDIE DANS LE CONTEXTE EUROPEEN ET NATIONAL.....	3
I.1. LA RECHERCHE MARINE ET MARITIME : UN NOUVEL AXE STRATEGIQUE POUR L'EUROPE	3
I.2. LA MOBILISATION ET L'ENGAGEMENT DES REGIONS PERIPHERIQUES MARITIMES	6
I.3. LE CADRE NATIONAL.....	7
I.3.1. Les implications du Grenelle de la Mer	7
I.3.2. La stratégie nationale pour la mer et les océans	8
I.3.3. Les pôles de compétitivité en lien avec la mer.....	12
I.3.4. Le cluster maritime français	14
I.3.5. L'opportunité du programme "Investissements d'avenir" pour les recherches sur la mer et le littoral	15
I.3.6. Les principaux lieux de compétences scientifiques sur la mer et le littoral en France hors Normandie	16
II. LES LABORATOIRES DE RECHERCHE ET LES FORMATIONS SUPERIEURES DANS LES DOMAINES DE LA MER ET DU LITTORAL EN BASSE-NORMANDIE	19
II.1. LES STRUCTURES DE RECHERCHE DIRECTEMENT CONCERNEES PAR LA PROBLEMATIQUE "MER ET LITTORAL"	19
II.1.1. Le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" (IFREMER - UCBN)....	20
II.1.2. Les laboratoires de la station IFREMER de Port-en-Bessin	24
II.1.2.1. Le Laboratoire "Ressources Halieutiques"	25
II.1.2.2. Le Laboratoire "Environnement Ressources de Normandie"	28
II.1.3. Le Laboratoire d'Etudes et de Recherches Marines de l'Institut National des Sciences et Techniques de la Mer (CNAM-INTECHMER) à Cherbourg-Octeville	31
II.1.4. Le laboratoire "Morphodynamique Continentale et Côtière" (CNRS - UCBN - Université de Rouen)	35
II.1.5. Le laboratoire GEOPHEN (GEOgraphie Physique et ENvironnement) - UCBN.....	40
II.2. LES LABORATOIRES ET LES EQUIPES DE RECHERCHE MOBILISES SUR DES TRAVAUX EN LIEN AVEC LA MER ET LE LITTORAL	42
II.2.1. Des travaux autour de la santé et de l'environnement en lien avec la mer	42
II.2.1.1. La radioécologie marine, activité historique du LRC-IRSN de Cherbourg-Octeville	42
II.2.1.2. Les recherches en Microbiologie de l'Environnement appliquées au milieu marin	47
II.2.1.3. Ecotoxicologie marine et chémoinformatique au Centre d'Etudes et de Recherche sur le Médicament de Normandie de l'Université de Caen	48
II.2.1.4. Les céphalopodes comme modèle d'étude des processus d'apprentissage et de mémoire à l'Université de Caen	50
II.2.1.5. Les ressources marines comme réponses à des pathologies de la matrice extracellulaire.....	52
II.2.2. Des travaux autour des matériaux et composants ainsi que de leurs interactions avec le milieu marin	53
II.2.2.1. La thématique "Interaction Matériaux et Milieu Marin" de l'Equipe de Recherche en Physico-chimie et Biotechnologies (ERPCB) - UCBN.....	54
II.2.2.2. Le matériau nacre : de la paléontologie au biomédical en passant par la physique	56
II.2.2.3. L'Ecole Supérieure d'Ingénieurs des Travaux de la Construction de Caen et les travaux conduits sur la valorisation des sédiments marins	57
II.2.2.4. Les recherches appliquées conduites au CNRT "Matériaux"	58
II.2.2.5. Les recherches conduites au Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC) - UCBN	61
II.2.2.6. L'ISPA et la filière "bois-polymère" : des applications prometteuses dans la plaisance.....	62
II.2.3. Les sciences humaines, économiques et sociales fortement impliquées dans les recherches en lien avec la mer et le littoral.....	64
II.2.3.1. Le Pôle "Espaces maritimes, sociétés littorales et interfaces portuaires" de la MRSH - Université de Caen.....	64
II.2.3.2. La maritimité comme axe majeur de recherche de la géographie sociale	67
II.2.3.3. Le laboratoire GEOSYSCOM (CNRS - UCBN).....	69

II.2.3.4.	L'étude des risques et des vulnérabilités appliquée aux milieux littoral et maritime	71
II.2.3.5.	Les travaux de recherche dans les secteurs maritime, portuaire et logistique de l'Ecole de Management de Normandie et au sein du NIMEC (IAE - UCBN)	72
II.3.	LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE DES ASSOCIATIONS ENVIRONNEMENTALES	75
II.3.1.	Le Groupe d'Etudes des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL)	75
II.3.2.	L'Association du Patrimoine Géologique de Normandie (APGN)	75
II.3.3.	Le Groupe Mammologique Normand (GMN)	76
II.3.4.	Le Groupe Ornithologique Normand (GONm)	76
II.3.5.	Le Groupe d'Etude des Cétacés du Cotentin (GECC)	77
II.4.	LES FORMATIONS SUPERIEURES PORTANT SUR LA MER ET LE LITTORAL	78
II.4.1.	Les formations dispensées à (et par) INTECHMER-Cherbourg	78
II.4.2.	Le Master Pro "Biologie, santé" spécialité "Exploitation des ressources vivantes côtières" AQUACAEN	80
II.4.3.	Le Master mention "Sciences de l'Environnement" spécialité "Ingénierie et Géosciences du Littoral"	81
II.4.4.	Le Master 2 "Aménagement et Gestion Intégrée des Ressources Environnementales"	83
II.4.5.	La Licence Professionnelle "Spécialisation Transformation et Commercialisation des Produits de la Mer"	84
II.4.6.	Les formations agroalimentaires supérieures en lien avec la mer en Basse-Normandie	85
II.4.7.	Les formations supérieures autour de la logistique et du management maritime et portuaire de l'Ecole de Management de Normandie	86
II.4.7.1.	La formation continue "logistique maritime et portuaire"	87
II.4.7.2.	La formation initiale "logistique maritime et portuaire"	87
II.4.8.	Le BTS technico-commercial option nautisme et services du Lycée Julliot de la Morandière de Granville	89
II.4.9.	Le département "Génie Biologique" de l'IUT de Caen	90
III.	LES EQUIPEMENTS STRUCTURANTS, LES STRUCTURES D'INTERFACE ET LES PROGRAMMES FEDERATEURS	93
III.1.	LE CENTRE DE RECHERCHES EN ENVIRONNEMENT COTIER (CREC) : UNE PLATE-FORME PIVOT DES RECHERCHES UNIVERSITAIRES MARINES	93
III.2.	L'IMPLICATION DE L'INSTITUT FEDERATIF DE RECHERCHE ICORE DANS LES TRAVAUX DE RECHERCHE SUR LA MER ET LE LITTORAL	96
III.3.	LE PLATEAU TECHNIQUE ALGOBANK CAEN	98
III.4.	LE PROJET REGIONAL "GESTION DES RESSOURCES, RISQUES ET TECHNOLOGIES DANS LE DOMAINE COTIER" (GR ² TC) DU CPER 2007-2013	100
III.4.1.	L'esprit général du projet fédérateur	100
III.4.2.	Le contenu des sous-projets	102
III.4.2.1.	Les sous-projets du volet A "Risques environnementaux sur le littoral"	102
III.4.2.2.	Les sous-projets du volet B "Contaminations, corrosions et traitements de matériaux et substrats en environnement naturel ou confiné"	104
III.4.2.3.	Les sous-projets du volet C "Appui scientifique aux filières professionnelles pour la gestion et l'exploitation des ressources et des infrastructures"	105
III.5.	LES STRUCTURES ET PLATES-FORMES D'INTERFACE	106
III.5.1.	Le Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral	107
III.5.1.1.	Les missions du SMEL	107
III.5.1.2.	Les champs d'activités du SMEL	108
III.5.1.3.	Les ressources humaines et les moyens techniques	111
III.5.1.4.	La mobilisation du SMEL sur la problématique de la mortalité des huîtres	112
III.5.1.5.	L'implication du SMEL dans des programmes régionaux, interrégionaux et internationaux	113
III.5.1.6.	L'avenir du SMEL en question	114
III.5.2.	Le CRITT CORRODYS, centre technique pour la corrosion marine et la biocorrosion	115
III.5.3.	ADRIA Normandie	118
III.5.3.1.	Les travaux sur la valorisation des produits et coproduits de la mer	118
III.5.3.2.	Un axe "innovation - produit" fort dans le domaine des produits de la mer	119
III.5.4.	La démarche scientifique du Laboratoire Départemental Frank Duncombe concernant la mer et le littoral	120
III.6.	LE ROLE D'IMPULSION ET D'EXPERTISE DE STRUCTURES PUBLIQUES AUTOUR DE LA RECHERCHE MARINE ET LITTORALE	122
III.6.1.	Le GIP Seine-Aval	122
III.6.1.1.	Zoom sur le programme Seine-Aval	123
III.6.1.2.	La valorisation des recherches	131
III.6.1.3.	Les perspectives	132

III.6.2.	Le rôle majeur du Conservatoire du Littoral	133
III.6.2.1.	La recherche et l'information scientifique	134
III.6.2.2.	La concrétisation d'un Réseau d'Observation du Littoral Normand-Picard en 2010	135
III.6.2.3.	Les autres problématiques de recherche	136
III.6.3.	L'impulsion forte de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie dans la recherche en lien avec le littoral et la mer	136
III.6.3.1.	Les missions de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie concernant les eaux littorales et marines	137
III.6.3.2.	Les principaux réseaux de surveillance impliquant l'Agence de l'Eau Seine-Normandie	139
III.6.3.3.	L'implication de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie dans les démarches scientifiques en lien avec la mer et le littoral	140
III.6.4.	La démarche scientifique impulsée par le projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel	144
III.6.4.1.	Une mobilisation scientifique ancienne	144
III.6.4.2.	Les recherches en cours en lien direct avec le projet	145
III.6.4.3.	Les perspectives d'études et de recherches	147
III.7.	LES COLLABORATIONS DANS LE CADRE DES POLES DE COMPETITIVITE	149
III.8.	LES PROGRAMMES EUROPEENS TRANSFRONTALIERS ET TRANSNATIONAUX CONSACRES AUX PROBLEMATIQUES MARITIMES ET LITTORALES	150
III.8.1.	Les projets du programme INTERREG IV A - France (Manche) - Angleterre associant la Basse-Normandie, en lien avec la mer et le littoral	151
III.8.1.1.	Le projet SETARMS portant sur la valorisation des sédiments marins	153
III.8.1.2.	Les projets CRESH et CHARM consacrés à l'étude des ressources marines	153
III.8.1.3.	Les projets AQUAMANCHE et CHRONEXPO portant sur les risques environnementaux en milieu maritime	154
III.8.1.4.	CAMIS : un projet de coopération pour développer une gouvernance notamment dans le domaine maritime	155
III.8.1.5.	Le programme opérationnel des "2 Mers" - priorité commune	157
III.8.2.	Les coopérations dans le cadre de l'Espace Atlantique en lien avec la mer et le littoral	158
III.8.2.1.	La forte implication du Conseil Régional de Basse-Normandie au sein de la Commission Arc Atlantique pour les questions maritimes	158
III.8.2.2.	Les projets retenus dans le cadre du programme INTERREG IV B	159
III.8.3.	Les autres programmes de coopération internationale impliquant la Basse-Normandie	163
IV.	LA RECHERCHE MARINE ET LITTORALE : UNE PREOCCUPATION MAJEURE DES SECTEURS PROFESSIONNELS	165
IV.1.	LES START-UP SUR LA MER ET LE LITTORAL	165
IV.2.	LES ENJEUX DE RECHERCHE ET D'INNOVATION DU SECTEUR PECHE MARITIME, CONCHYLICULTURE ET CULTURES MARINES	172
IV.2.1.	La conchyliculture en Basse-Normandie : une activité ostréicole fragilisée	173
IV.2.1.1.	La problématique de mortalité des huîtres au cœur des préoccupations de la recherche	174
IV.2.1.2.	Les perspectives quant au développement de techniques et pratiques innovantes dans la filière conchyliculture	177
IV.2.1.3.	La Recherche et Développement au cœur de l'activité de la SATMAR	177
IV.2.1.4.	Les innovations dans la commercialisation conchylicole	180
IV.2.2.	L'adaptation de la pêche aux nouveaux défis par la recherche et l'innovation	182
IV.2.2.1.	Une connaissance scientifique renforcée de la ressource pour une meilleure adéquation de l'effort de pêche	182
IV.2.2.2.	Innovations technologiques et navire de pêche du futur	184
IV.2.3.	La valorisation des produits, coproduits et sous-produits de la pêche et des cultures marines	187
IV.2.3.1.	Des activités de transformation des produits de la mer tournées vers des démarches innovantes	188
IV.2.3.2.	Les perspectives de valorisations innovantes des produits de la mer	191
IV.2.3.3.	Les activités en lien avec la thématique "Mer et Santé/Bien-être"	193
IV.2.3.4.	La valorisation des coproduits et sous-produits de la pêche et des cultures marines	196
IV.3.	L'INNOVATION AU CŒUR DE LA CONSTRUCTION NAVALE ET DE LA FILIERE NAUTIQUE EN BASSE-NORMANDIE	200
IV.3.1.	DCNS - Cherbourg : un acteur majeur dans le développement de la recherche et de l'innovation en lien avec la mer	200
IV.3.1.1.	Les missions et les nouvelles stratégies du Groupe DCNS dans le domaine maritime	200

IV.3.1.2.	Les potentiels d'innovations et de R&D dans le domaine maritime de DCNS - Cherbourg.....	201
IV.3.2.	La démarche de R&D et d'innovation des Constructions Mécaniques de Normandie	204
IV.3.3.	L'innovation au cœur des PME de la filière nautique bas-normande	206
IV.3.3.1.	Secteur construction - rénovation - entretien	207
IV.3.3.2.	Secteur étude architecture - conception et réalisation composites - matériaux bio-sourcés - environnement	209
IV.3.3.3.	Secteur équipementier.....	210
IV.3.3.4.	Secteur maintenance/hydraulique/automatisme/électronique embarquée.....	211
IV.3.3.5.	Secteur informatique/aide à la décision/ingénierie du design	212
IV.4.	LES ENERGIES DE LA MER : LES COMPETENCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES EN PRESENCE	213
IV.4.1.	Les compétences au sein des laboratoires de recherche dans le domaine des EMR	215
IV.4.2.	Les entreprises impliquées dans une démarche de développement innovant des énergies marines.....	216
CONCLUSION		217
ANNEXES		219
INDEX DES SIGLES		237

*Quelle idée d'appeler cette planète Terre
alors qu'elle est clairement Océan !*

Arthur C. CLARKE (1917-2008)

INTRODUCTION

Couvrant les trois quarts de la surface de notre planète, la mer a de tout temps représenté une ressource vitale pour l'humanité. Dès l'Antiquité, les peuples qui ont maîtrisé et dominé les mers ont acquis un rayonnement sans égal. Comme preuve de l'attractivité que la mer suscite chez les hommes, les littoraux concentrent dans le monde les territoires les plus peuplés. Aujourd'hui, les zones côtières et l'espace maritime sont le lieu de nombreuses activités comme le trafic maritime et portuaire, la plaisance, le tourisme, la pêche, la conchyliculture, l'industrie et demain, l'énergie offshore. Cette concentration d'activités, souvent gérées sans vue d'ensemble, génère une véritable compétition entre les secteurs pour l'occupation des rivages et l'exploitation des espaces marins et aboutit très souvent à des conflits d'usage sans parler des atteintes préjudiciables à l'environnement marin. Les effets de l'exploitation excessive des ressources marines comme la dégradation des milieux (pollutions multiformes) causée par l'homme sont très préoccupants sans parler des changements climatiques qui fragiliseront encore davantage les écosystèmes marins (faune et flore) sans oublier l'impact sur la dégradation des côtes. Avec la montée des eaux attendue, l'ONU évalue à plusieurs dizaines de millions le nombre d'habitants qui pourraient être contraints de quitter leur lieu de vie en raison des conséquences du changement climatique d'ici le milieu du présent siècle, ces populations devenant ainsi les premiers réfugiés climatiques.

Tirer parti de toutes les richesses de la mer de manière durable est une condition sine qua non pour la survie de l'humanité. Ce défi est à la mesure de l'engagement en faveur d'une meilleure compréhension des environnements marins et littoraux. En outre, on estime que la mer est un lieu de ressources encore insoupçonnées utiles pour la santé humaine. Les experts au niveau mondial s'accordent d'ailleurs à reconnaître l'impérieuse nécessité d'une stratégie renforcée et partagée au bénéfice de la recherche et de l'innovation. Tel est l'esprit de la **Stratégie pour la Recherche Marine et Maritime** impulsée récemment par l'Europe ou encore, au niveau français, de la **Stratégie Nationale pour la Mer et les Océans** dans lesquelles les aspects concernant la recherche et l'innovation tiennent une place majeure. C'est d'ailleurs l'un des objectifs principaux du Grenelle de la Mer. D'ailleurs, le Comité Opérationnel "Recherche et Innovation" installé dans le cadre du Grenelle de la Mer et qui a rendu son rapport en mars 2010 indique *"la recherche marine prend en effet aujourd'hui une dimension à la fois scientifique, sociale, environnementale, économique, technologique et industrielle. Si le terme de recherche marine désigne en général la recherche conduite en milieu marin ou portant sur des objets de la mer, les recherches nécessaires [...] s'étendent à toutes les disciplines, portant non seulement sur l'environnement, le vivant, les interactions des humains avec leur milieu, mais également plus généralement aux sciences humaines et sociales, ainsi que sur des objets de recherche aussi variés que les matériaux, la diversité biologique, les biotechnologies, les technologies pour l'observation, l'exploration et l'exploitation durable des ressources marines, la gestion intégrée des zones côtières, et le devenir du littoral et le développement d'activités marines comme le transport, l'aquaculture, la*

pêche pour ne citer que les plus visibles". Ce texte résume parfaitement la démarche du CESER et l'esprit qui l'a guidé dans la réalisation de cette étude qui a fait l'objet d'une saisine de la part du Président du Conseil Régional.

Avec ses **470 kilomètres de côtes**, la Basse-Normandie fait partie des principales régions maritimes françaises ; elle en tire d'ailleurs un bénéfice non négligeable du fait des nombreuses activités économiques générées par la mer et le littoral comme la **pêche** (3^{ème} rang national en volume et 2^{ème} en valeur), la **conchyliculture** (2^{ème} place au niveau national), le **trafic transmanche** (1,6 million de passagers) ou encore le **tourisme**. Par ailleurs, les activités liées à la **construction navale** et à la **plaisance** ont donné lieu à la création d'une filière nautique en région et des perspectives prometteuses s'expriment à travers le développement des **énergies marines renouvelables**. Malgré ce potentiel d'activités important et contrairement à d'autres régions françaises, la mer n'apparaît pas parmi les priorités de la Basse-Normandie. Le normand, entend-on souvent, est peu tourné vers la mer... Mais est-ce réellement le cas ? A travers les multiples domaines de la recherche et de l'innovation, la surprise a été de constater la richesse et la grande variété des sujets réellement exploités. Manque-t-il alors une véritable approche intégrée pour rendre visible ces atouts insoupçonnés ? C'est ce que le rapport du CESER a voulu démontrer par un travail approfondi sur la recherche marine et littorale qui concerne de multiples sujets et disciplines et les nombreux acteurs, de la recherche fondamentale à l'entreprise en passant par les structures de formations supérieures et les centres techniques. Le champ de l'étude concerne donc les recherches et les innovations ayant pour thèmes :

→ la **mer** et, plus particulièrement la Manche, terrain d'études et d'expérimentations sur les ressources vivantes, le benthos et les processus morphodynamiques ainsi que sur son exploitation économique (pêche, activités portuaires, constructions navales, nautisme, énergies marines...);

→ le **littoral**, trait de côte ou zone intertidale (estran) situé à l'interface entre la terre et la mer et composé d'une exceptionnelle variété de faciès et de paysages où alternent espaces dunaires, havres, baies et estuaires, marais et autres zones humides, falaises et côtes rocheuses. Lieux d'études de l'évolution hydrosédimentaire, d'observation du trait de côtes et lieux d'expression d'activités qui s'expriment tout particulièrement sur les côtes basses et sableuses (comme la conchyliculture et le tourisme balnéaire), le littoral fait l'objet de nombreuses démarches scientifiques en Basse-Normandie.

Le CESER n'ambitionnait pas de faire un rapport exhaustif sur l'ensemble des sujets ayant trait à la mer et au littoral¹. Seules les thématiques faisant l'objet de recherches et de formations supérieures ont été traitées. Après avoir brièvement rappelé le contexte européen et national (partie 1), le présent rapport consacrera un développement sur l'ensemble des dispositifs et des compétences scientifiques, à savoir les structures de recherche fondamentale et les formations supérieures (partie 2). Les équipements structurants et les programmes fédérateurs (partie 3) révéleront l'intérêt d'officialiser un réseau des acteurs bas-normands. Enfin, la dernière partie aura pour thème l'interface et les passerelles laboratoires - entreprises et les liens avec les principaux secteurs professionnels concernés.

¹ Cette réflexion est complémentaire de deux autres études récentes ; l'une sur "les risques technologiques majeurs en Basse-Normandie" avec un volet sur la sécurité maritime - juin 2010 et l'autre sur "les énergies marines renouvelables : potentialités et perspectives en Basse-Normandie" - septembre 2010.

I. LA BASSE-NORMANDIE DANS LE CONTEXTE EUROPEEN ET NATIONAL

I.1. LA RECHERCHE MARINE ET MARITIME : UN NOUVEL AXE STRATEGIQUE POUR L'EUROPE

En 2005, la Commission Européenne a indiqué dans ses Objectifs Stratégiques pour la période 2005-2009² qu'il était *"particulièrement nécessaire de développer une politique maritime exhaustive visant à assurer une économie maritime prospère, acceptable pour l'environnement et soutenue par l'excellence de la recherche scientifique, de la technologie et de l'innovation dans le secteur maritime"*. Par cette déclaration, la Commission soulignait la nécessité de promouvoir l'excellence de la recherche et du développement technologique en science marine, en conformité avec les stratégies de Göteborg et de Lisbonne, cette démarche s'inscrivant d'ailleurs complètement dans l'objectif affiché en 2000 d'instaurer un Espace Européen de la Recherche (EER).

En juin 2006, la Commission Européenne a adopté un **Livre Vert** intitulé "Vers une politique maritime de l'Union : une vision européenne des océans et des mers" dont la finalité était d'ouvrir un débat sur une future politique maritime communautaire caractérisée par une approche intégrée des problématiques concernant les mers et les océans. La consultation qui suivra la parution de ce document d'étape fut l'occasion pour les communautés scientifiques, via de nombreuses et de substantielles contributions, d'appeler de leurs vœux une redynamisation de la recherche marine et maritime dans l'Union Européenne.

Une autre étape importante faisant suite à ces démarches fut la **conférence EurOCEAN de juin 2007 à Aberdeen**. La déclaration d'Aberdeen invitait la Commission à prendre l'initiative d'une stratégie européenne de la recherche marine et maritime et à instaurer un processus soutenu destiné à en superviser la mise en œuvre et la matérialisation sous la forme de résultats dans le cadre d'une véritable politique maritime européenne. Dans sa communication d'octobre 2007 intitulée "Une politique maritime intégrée pour l'Union européenne", la Commission Européenne a réaffirmé son objectif de créer des conditions optimales pour permettre la croissance des secteurs maritimes et des régions côtières, tout en veillant à ce que les objectifs de la législation environnementale de l'Union -en particulier la directive-cadre "Stratégie pour le milieu marin"- soient atteints.

En octobre 2007, la Commission présentait sa vision pour une politique maritime intégrée au sein de l'Union Européenne. Le document de prospective -aussi appelé **Livre Bleu**- était accompagné d'un programme détaillé dans lequel la recherche maritime européenne constituait un fil conducteur omniprésent dans l'ensemble du document.

² Commission des Communautés Européennes, Objectifs Stratégiques 2005-2009, Europe 2010 : un partenariat pour le renouveau européen, Prospérité, solidarité et sécurité, janvier 2005.

A la suite de quoi, un plan d'actions a été approuvé, annonçant l'élaboration d'une **stratégie pour la recherche marine et maritime** qui fera l'objet d'une communication en septembre 2008. L'objectif de la stratégie est de proposer des moyens pour mieux intégrer la recherche marine et maritime au sein des politiques de l'Union Européenne. La démarche vise à promouvoir des mesures et des mécanismes concrets pour améliorer l'efficacité et l'excellence de la recherche marine et maritime afin de relever les défis et d'exploiter les possibilités que recèlent les mers et les océans. Cette stratégie ambitionne de dépasser l'approche purement sectorielle et thématique de la recherche marine et maritime. Cette problématique n'est d'ailleurs pas exclusive à la recherche puisque, jusqu'à présent, les politiques qui touchent à la mer sont nombreuses mais sont le plus souvent dispersées car gérées secteur par secteur.

La stratégie se propose en premier lieu de mieux intégrer des programmes ambitieux de recherche en lien avec la mer dans le cadre d'une politique communautaire partagée développant des synergies entre les Etats membres. Pour cela, il est notamment suggéré de mieux utiliser les instruments communautaires existants tels que le 7^{ème} Programme Cadre de Recherche et Développement (PCRD) pour la période 2007-2013 et le Programme cadre pour l'Innovation et la Compétitivité (PIC) qui s'adresse aux PME innovantes ainsi que les autres fonds de la politique de cohésion à même d'intensifier les investissements publics et privés.

Sont encouragés une approche multithématique de la recherche, l'optimisation des infrastructures de recherche existantes, le développement de clusters régionaux ainsi que le développement des transferts de connaissance et de technologie.

La communication de la Commission Européenne a insisté sur le fait que les recherches en lien avec la mer sont à la croisée de diverses disciplines scientifiques et technologiques et estime donc que *"l'intégration est le passage obligé d'une approche interdisciplinaire"*. Les thèmes listés par la stratégie sont les suivants :

- changement climatique et océans,
- incidences des activités humaines sur les écosystèmes côtiers et marins et sur leur gestion,
- approche écosystémique de la gestion des ressources et de l'aménagement de l'espace,
- biodiversité et biotechnologie marines,
- marges continentales et grands fonds,
- océanographie opérationnelle et technologies marines,
- exploitation des sources d'énergie renouvelables marines.

Un deuxième volet consiste à faire émerger de nouvelles formes de gouvernance de la recherche qui privilégient le consensus entre toutes les parties concernées et créent un dialogue continu entre les chercheurs, les responsables politiques, les industriels et les représentants de la société.

Pour bien résumer, le sujet maritime à l'échelon européen est à l'interface de plusieurs approches et outils et donne lieu à divers programmes.

La première approche concerne **la politique régionale européenne** puisqu'un axe concerne la coopération territoriale européenne à travers les programmes INTERREG. Comme nous le verrons au cours du présent rapport, dans le domaine

maritime, la région Basse-Normandie est éligible à deux programmes : Espace Atlantique et France (Manche) - Angleterre, aujourd'hui mis en œuvre et qui recueillent un grand succès au regard de la participation active des acteurs scientifiques. Au total, une vingtaine de projets INTERREG mobilise une quarantaine de partenaires bas-normands avec une dimension recherche et innovation très affirmée. Pour être validés, les projets doivent démontrer l'implication forte des acteurs au sein des régions concernées (notion d'impact territorial). Par ailleurs, un travail de valorisation auprès du grand public est prévu pour chaque programme.

Précisons que cette politique régionale européenne va entrer dans une phase de révision en 2010/2011 avec des inconnues concernant son avenir.

Le deuxième volet porte sur **la politique maritime intégrée** de l'Union Européenne lancée en 2006 suite au constat que, précédemment, les réalisations dans ce domaine avaient été inefficaces et inopérantes. Ce concept fut donc porté par l'ancien Commissaire Européen à la pêche et aux affaires maritimes, Joe BORG, avec lequel la Région Basse-Normandie a tissé des liens dans le cadre de la Présidence de la Commission Arc Atlantique qu'elle assurait à cette période. C'est sous la direction dudit Commissaire qu'ont été réalisés les Livre Vert et Livre Bleu précédemment évoqués. Ce dernier document est, rappelons-le, un instrument de mise en cohérence nécessaire des différentes politiques européennes autour de la politique maritime de l'Union Européenne.

La politique maritime intégrée européenne se justifie d'autant plus que la Commission Européenne a aussi mis en exergue un déficit de connaissances en lien avec la mer et les conflits d'usages ou d'intérêts entre les différentes activités ayant comme théâtres la mer et le littoral. L'objectif de cet exercice est double : d'une part connaître pour mieux maîtriser les impacts des activités maritimes et d'autre part innover pour tirer partie d'une "croissance bleue". L'espace marin n'ayant pas de frontières, un travail coopératif entre régions et Etats intégrant notamment un fort axe recherche et innovation s'avère dans ce cadre nécessaire.

S'est tenue en mai 2010 le Maritime Day à Gijon, manifestation annuelle à l'initiative de la Commission Européenne. Mme Maria DAMANAKI, nouveau Commissaire Européen à la pêche et aux affaires maritimes, a annoncé à cette occasion la présentation prochaine d'un projet de règlement financier pour porter la politique maritime intégrée européenne. Autrement dit, des instruments financiers vont se mettre en place. La recherche et l'innovation seront au cœur des priorités puisque l'objectif est de tirer bénéfice du secteur maritime pour renforcer la croissance économique et créer des emplois durables.

Le troisième volet d'intervention de la politique européenne concerne **le Programme Cadre de Recherche et Développement (PCRD)** qui a désormais intégré une dimension maritime. Le document dénommé "stratégie pour la recherche marine et maritime" constitue une première étape pour l'instauration d'un espace européen de la recherche. L'actuel 7^{ème} PCRD pour la période 2007-2013 permet de financer des travaux collaboratifs y compris avec des pays situés hors Union Européenne.

La Région Basse-Normandie s'est particulièrement impliquée dans toutes ces démarches en faveur de la recherche marine et maritime dès l'origine. Précisons d'ailleurs qu'au terme des deux années de la présidence bas-normande de l'Arc Atlantique, la Commission Européenne a entériné la publication d'un document sur la mise en œuvre d'une politique maritime intégrée sur l'Espace Atlantique.

Soulignons enfin que dans ses conclusions, le Conseil Européen qui s'est tenu en juin 2010 a invité la Commission Européenne à présenter, d'ici à juin 2011, **une stratégie européenne pour la région Atlantique**. Une consultation publique sur le développement d'une stratégie maritime pour le bassin atlantique a été mise en ligne sur Internet sur le site de la Commission européenne. Les Etats, les Collectivités territoriales, les associations, les organisations de professionnels, les entreprises et les particuliers ont été appelés à répondre à un questionnaire. Une communication est attendue au printemps ou à l'été 2011. Le Président du Conseil Régional de Basse-Normandie a souhaité présenter aux élus des régions atlantiques une contribution de la région à cette consultation.

I.2. LA MOBILISATION ET L'ENGAGEMENT DES REGIONS PERIPHERIQUES MARITIMES

Le lancement par la Commission Européenne de la stratégie pour une politique favorisant une recherche marine et maritime intégrée et partagée a fortement mobilisé les Régions membres de la Conférence des Régions Périphériques Maritimes (CRPM)³ qui avaient fait part de leurs contributions dans le cadre de la consultation suivant la publication du Livre Vert et qui ont renouvelé leur engagement durant la phase de mise en œuvre du Livre Bleu et de son plan d'actions. Les Régions maritimes de l'Europe étaient intervenues dans le débat pour demander que l'approche intersectorielle prônée par la Commission se traduise de manière concrète dans la politique communautaire de recherche et développement, et singulièrement dans la structure du 7^{ème} Programme-Cadre (PCRD).

Dès l'automne 2007, sur proposition de la Bretagne, le groupe **Aquamarina** a été créé, sous la présidence du Président de la Région Bretagne. Il est composé d'une quarantaine de Régions qui couvrent tous les bassins maritimes européens.

Parmi la trentaine d'actions figurant dans le Livre Bleu, le groupe de Régions a décidé de retenir 10 thèmes qu'elles jugent prioritaires, classées par priorité et touchant à la Gouvernance des politiques maritimes (priorité n° 1), aux clusters maritimes, à la pêche (priorités n° 2), à l'aménagement du territoire maritime, aux ports maritimes, aux énergies marines, à la qualité du milieu marin, au tourisme côtier et maritime, au financement des politiques maritimes (priorités n° 3) et les partenariats entreprises - assemblées politiques - chercheurs pour les sciences marines (priorité n° 4), etc.

Les aspects en lien avec la recherche sont omniprésents dans bon nombre des thématiques retenues, le groupe Aquamarina a d'ailleurs constitué un sous-groupe consacré à la recherche marine et aux clusters. Aquamarina a permis de réunir des exemples d'initiatives régionales, de natures diverses (projets de recherche, structurations, documents stratégiques) qui montrent la richesse des expériences et le dynamisme des Régions de la CRPM en matière de recherche marine et maritime. Dans le cadre de ces travaux, a été notamment intégré le projet de recherche interrégional CLAREC (Contrôle par Laser Aéroporté des Risques Environnementaux Côtiers) piloté par la Région Basse-Normandie. Nous reviendrons plus avant sur ce projet dont l'objectif est d'étudier les conséquences du changement climatique et l'intensification des risques environnementaux sur la façade maritime des régions allant de la Baie du Mont-Saint-Michel à la frontière belge.

³ La CRPM comprend 160 Régions issues de 28 pays.

Suite à la Communication de la Commission Européenne en date du 3 septembre 2008 sur la stratégie pour la recherche marine et maritime, le Bureau de la CRPM a adopté un avis le 23 janvier 2009 qui salue en premier lieu cette initiative communautaire. Pour la CRPM, *"la recherche marine et maritime doit se développer dans toutes ses composantes : en tant que soutien pour l'innovation et la compétitivité, comme point d'appui pour la décision publique et en tant qu'un ensemble de disciplines où des recherches fondamentales sont indispensables, fondées sur des financements publics nationaux et européens à la hauteur des enjeux"*.

Du fait de leurs politiques en faveur de la recherche et de l'innovation, les Régions sont au cœur de cette stratégie européenne et souhaitent s'inscrire pleinement dans la dynamique *"d'intégration de l'Espace européen de la recherche et ce, notamment dans le domaine de la recherche marine et maritime"*. La CRPM insiste sur quatre volets ayant trait :

- au renforcement des capacités de recherche tant en infrastructures qu'en moyens humains ;
- à la mise en réseau des centres de recherche et instituts en soutenant parallèlement une approche pluridisciplinaire intégrant tous les domaines concernés au-delà même des recherches spécialisées sur la mer comme les sciences humaines et sociales ou encore l'observation spatiale ;
- à la mise en œuvre d'une meilleure synergie, au niveau européen, entre les différents programmes de financement de la recherche marine et maritime afin de permettre aux Régions d'accéder à ces différents instruments ;
- à l'instauration d'un nouveau dispositif de gouvernance qui associe les décideurs publics, les industriels et les chercheurs, les Régions de la CRPM souhaitant en la matière être pleinement reconnues et associées pour le rôle qu'elles jouent pour promouvoir la recherche marine et maritime.

I.3. LE CADRE NATIONAL

A la tête du second espace maritime mondial (après les Etats-Unis) avec près de 11 millions de km², la France possède l'énorme atout d'avoir accès à tous les océans du globe du fait de ses départements et collectivités d'outre-mer. Sans égaler certains pays comme la Grande-Bretagne, la puissance maritime française est reconnue au plan international dans les domaines de la surveillance maritime, de la flotte hauturière, de la recherche pétrolière offshore ou encore de la recherche océanographique. Mais, malgré tous ces aspects, la France a depuis longtemps insuffisamment mis en avant sa vocation maritime. Par ailleurs, toutes les actions en lien avec la mer ont bien souvent été abordées là encore de manière sectorielle sans vue ni stratégie d'ensemble. Le gouvernement français a ainsi souhaité conduire une réflexion visant à donner à toutes ces actions une cohérence d'ensemble en conformité avec les choix communautaires.

I.3.1. Les implications du Grenelle de la Mer

C'est dans ce contexte que fut annoncé en février 2009, par le Ministre d'Etat, Ministre de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du territoire, le Secrétaire d'Etat aux Transports, le Secrétaire d'Etat à l'Ecologie, et le Secrétaire d'Etat à l'Aménagement du Territoire, le lancement du **Grenelle de la Mer** dans le prolongement du Grenelle de l'Environnement pour les aspects "mer et littoral".

La réflexion s'est appuyée sur cinq collègues : représentants de l'Etat, élus, partenaires sociaux (employeurs et salariés) et associations de protection de l'environnement, auxquels se sont jointes des personnes morales associées et des personnes qualifiées, choisies selon les thématiques abordées et qui ont traité ensemble les évolutions de la politique de la mer et du littoral, en métropole et en outre-mer, entre avril et mai 2009. Réunis en quatre groupes de travail, consacrés aux problématiques des zones côtières, des ressources et potentialités de la mer (alimentation, énergie, etc.), des métiers (pêche, marine marchande, etc.) et des niveaux de gouvernance (mondial, européen, national), ils ont élaboré 600 propositions. Après une consultation publique, la tenue de tables rondes finales en juillet 2009 a permis d'entériner une série de propositions en faveur notamment de la protection de la biodiversité, du développement des énergies marines ou encore d'une pêche durable. L'ensemble de ces conclusions sont retranscrites dans le "**Livre bleu des engagements sur le Grenelle de la mer**" rendu public le 28 juillet 2009 et qui contient un chapitre consacré au développement de la connaissance et de l'observation sur le patrimoine maritime, les milieux, les risques et les potentialités.

Sur les aspects recherche et innovation proprement dits, les priorités sont déclinées en 5 grandes thématiques. Tout d'abord, l'accent est mis sur **la gouvernance de la recherche maritime française** qui vise notamment à promouvoir et piloter une politique nationale ambitieuse au bénéfice des sciences de la mer. Ce point insiste notamment sur la nécessité de favoriser la recherche fondamentale et appliquée, les approches interdisciplinaires, les dispositifs de formations, la R&D et l'innovation. Il s'agit également d'associer davantage scientifiques et professionnels de la mer pour construire en commun les scénarios d'évolution des écosystèmes marins.

Le **développement des coopérations internationales et européennes** encourage l'intégration de la communauté scientifique marine française dans une dimension mondiale. Au niveau européen, le document recommande de s'appuyer sur les programmes et budgets existants en mobilisant les instruments appropriés du 7^{ème} PCRD.

Les **pôles de compétitivité et les réseaux de pôles d'excellence** doivent être des structures d'appui majeures. Autre point important, est envisagé le lancement d'un appel à un projet "Pôle d'excellence, littoral et maritime" pour apporter un nouvel élan aux projets territoriaux encourageant initiatives et innovation.

Des **programmes nationaux et thèmes de recherche** prioritaires sont énoncés, portant notamment sur des sujets émergents comme les biotechnologies bleues, les énergies marines renouvelables, les constructions navales, la lutte contre les pollutions sur les organismes marins, la maîtrise des risques, etc.

Enfin, le dernier point concerne la **diffusion des innovations et le partage de la connaissance**.

I.3.2. La stratégie nationale pour la mer et les océans

De manière concomitante, lors de sa venue au Havre le 16 juillet 2009, le Président de la République a souhaité qu'un **Livre Bleu** soit rédigé pour définir la politique maritime de la France. Celui-ci a été diffusé en décembre 2009 avec le sous-titre : "**Stratégie nationale pour la mer et les océans**". Parmi les priorités du document et en conformité avec les autres démarches précitées, le chapitre "Mieux

connaître pour mieux gérer" insiste sur le fait que la stratégie nationale de recherche et d'innovation prendra en compte l'engagement de la France pour développer la recherche marine et maritime aux niveaux national et communautaire. Selon le document, une importance particulière sera portée à la compréhension et la modélisation de l'évolution du climat et de la biodiversité, à la compréhension des interactions entre le vivant et les activités humaines (notamment dans les domaines de la toxicologie et de l'écotoxicologie), à la maîtrise des risques, à l'observation de la mer et des zones côtières, et enfin à la poursuite de l'exploration des océans et de l'inventaire des ressources marines. A partir de ces objectifs, le Ministre de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer a lancé, le 6 novembre 2009, plusieurs chantiers opérationnels destinés à définir les modalités concrètes de mise en œuvre des 137 engagements du Grenelle de la Mer.

Organisés sous différents formats, en fonction de la nature des sujets à traiter et de leurs degrés d'avancement, composés de membres issus des cinq collèges du Grenelle, les chantiers opérationnels proposent des modalités concrètes et concertées de mise en œuvre des engagements. Des **COMités OPérationnels (COMOP)** ont été mis en place à cette fin. En avril 2010, sept Comités opérationnels ont rendu leurs synthèses et, parmi eux, celui qui avait pour thème "**Recherche et Innovation**", rapporté par Françoise GAILL, Directrice de l'Institut Ecologie et Environnement, du CNRS. Utilisant dans son rapport le terme de "déficit abyssal" des connaissances de l'environnement marin et des écosystèmes qui le peuplent, le Comité a mis l'accent, en préalable, sur la nécessité d'accroître la visibilité des actions entreprises dans ce domaine, et de disposer d'une stratégie de recherche partagée par l'ensemble des acteurs agissant dans ce milieu. L'objectif formulé est ainsi de rassembler les énergies autour d'un "Programme Mer" déclinant la diversité des thèmes étudiés et des acteurs du domaine mais également de coordonner les moyens afférant aux actions de formation, de communication, de valorisation et d'innovation. Le rapport fait le constat que les actions de recherche sur les sujets en lien avec la mer mobilisent une grande diversité d'acteurs, de thématiques, de canaux de financement et que, bien souvent, les projets ont des liens forts avec des sujets ou applications sortant du champ marin. Le domaine marin a tout à gagner d'une meilleure coordination de la programmation des activités de recherche entre les opérateurs et avec les parties prenantes. Par conséquent, le comité opérationnel en est arrivé à la conclusion qu'il n'était pas souhaitable de concentrer l'ensemble des actions de recherche sur la mer dans un programme de financement unique. Il a estimé au contraire que des interactions avec les autres domaines de recherche, d'enseignement supérieur et d'innovation ne pouvaient que contribuer à accroître le nombre et l'importance des projets consacrés à la mer, à condition d'assurer une meilleure visibilité des projets et de bien identifier la mer dans tous les autres programmes concernés.

Pour résumer, les 20 recommandations du comité qui figurent en annexe n° 1 du présent document s'articulent autour de quatre grandes actions :

- mettre en place une gouvernance à l'échelle nationale en s'appuyant sur le Conseil National de la Recherche Marine et Littorale, engagement 130b du Grenelle de la Mer, le COMER,

- coordonner les programmes de recherche et d'observation au sein d'un Programme Mer s'appuyant sur l'Alliance pour l'environnement "Alimentation, Eau, Climat, Territoires" (AllEnvi)⁴,
- assurer un continuum entre la recherche, l'innovation et l'expertise, en s'appuyant sur les pôles de compétitivité, sur un dispositif spécifique d'appui technique dans le domaine des ressources vivantes, et généraliser les processus pour l'expertise partagée,
- donner de la visibilité aux engagements financiers en proposant de créer une Fondation d'une part, et d'autre part en coordonnant les projets Mer qui seront proposés dans le cadre du Grand Emprunt.

Signalons également qu'un Comité Opérationnel (portant le n° 12) était consacré au "**Navire du futur**". Déjà, l'engagement n° 130c du Grenelle de la Mer confirmé par le Comité Interministériel de la MER (CIMER) du 8 décembre 2009 portait sur la création d'un Conseil d'Orientation de la Recherche et de l'Innovation pour la Construction et les Activités Navales (CORICAN) ayant pour mission de définir une stratégie française à moyen et à long terme pour la recherche, le développement technologique notamment par la définition d'un programme industriel "**Navire du futur**" pour des bâtiments plus économes en énergie, plus propres, plus sûrs et plus intelligents. Il est prévu que les pôles de compétitivité, et en particulier les pôles Mer PACA, Mer Bretagne et EMC2, plus spécifiquement impliqués à ce jour dans la filière navale (en complémentarité avec d'autres pôles sur des sujets spécifiques) jouent un rôle important dans la mise en place des projets coopératifs concernés par ce programme de recherche, mais également dans les actions conduites en termes de compétitivité de la filière de la construction navale. Les actions en faveur du développement du **navire de pêche du futur** sont intégrées à cette réflexion avec le projet de mise en place de prototypes opérationnels de navires de pêche polyvalents innovants. Il est ainsi proposé par le groupe de travail de mettre en œuvre cinq navires en métropole du fait de la grande variété des modes de pêche en fonction des techniques utilisées et des bassins concernés. La répartition de cette flotte expérimentale serait la suivante :

- deux pour la Manche - un navire pour la pêche aux arts traînants (chaluts, dragues), un pour la pêche arts dormants (filets, casiers, palangres...),
- deux pour la façade atlantique - un navire pour la pêche aux arts traînants (chaluts pélagiques, dragues) d'un type différent de celui développé pour la Manche, un pour d'autres types de pêche (senne, nasses, etc.),
- un pour la Méditerranée.

Comme nous le verrons, des entreprises bas-normandes sont engagées dans cet objectif sur la base de compétences fortes. Citons également des mesures encouragées pour développer l'innovation afin d'améliorer la protection des

⁴ AllEnvi regroupe 12 acteurs clés de la recherche française : le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement (Cemagref), le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), le Centre National de Recherche Scientifique (CNRS), la Conférence des Présidents d'Université (CPU), l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER (IFREMER), l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), MétéoFrance et le Muséum National d'Histoire Naturelle.

mammifères marins. L'objectif global est de mieux connaître la diversité et l'intensité des sources acoustiques diffusées dans le milieu marin par les activités humaines et d'en réduire les conséquences sur les mammifères marins, ceci pour éviter les collisions avec les navires.

Le COMOP n° 11 portait sur le thème "**Sédiments de dragage**", la problématique de valorisation de ces sédiments répondant en cela à l'engagement 29a du Grenelle de la mer qui consiste à "mettre en place une filière de traitement des boues et de récupération des macro-déchets associés". Parmi les recommandations du Comité, citons la volonté de "décliner le guide méthodologique sur la valorisation des déchets en technique routière en un guide sur la valorisation des sédiments en technique routière" et d' "élaborer des guides méthodologiques sur la valorisation des sédiments pour les travaux maritimes et les travaux d'aménagement".

Cette thématique est importante lorsque l'on sait que les sédiments issus du dragage représentent en France environ chaque année 50 millions de m³ pour les ports et 6 millions de m³ pour le réseau fluvial, mais les voies pour leur traitement et leur valorisation sont confrontées aux nouvelles exigences réglementaires et aux attentes sociétales.

Impulsé par le Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais et l'Etat et soutenu depuis dans le **pôle de compétitivité TEAM²** (Technologies de l'Environnement Appliquées aux Matières et Matériaux), le projet SEDIMATERIAUX a pour ambition d'apporter une réponse adaptée et dimensionnée à la problématique de la gestion et de la valorisation terrestre des sédiments de dragage portuaires et fluviaux. Pour concevoir ce projet, une phase de préfiguration a été initiée le 10 juin 2009 avec la signature d'une charte par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer et les acteurs locaux.

En Basse-Normandie, des laboratoires de recherche ainsi qu'une entreprise innovante sont impliqués dans cette problématique qui mobilise également un programme INTERREG auquel la région est associée.

L'abandon de l'Alliance nationale pour les Sciences de la Mer

Le 29 septembre 2009 s'est tenu le premier colloque sur les Sciences de la Mer consacrant une Alliance Nationale pour les Sciences de la mer qui aurait dû regrouper, autour de l'IFREMER, le CNRS et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Cette première manifestation se fixait pour objectif de jeter les bases d'une coordination et d'un pilotage de la recherche marine au niveau national. L'Alliance Nationale pour les Sciences de la Mer appelée de ses vœux par le Livre Bleu des engagements sur le Grenelle de la Mer devait s'inscrire également dans la volonté du Gouvernement de mettre en place une nouvelle organisation de la recherche française tournée davantage vers la coordination et le partenariat entre tous les acteurs et tenant compte des recommandations émises par l'Agence d'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (AERES). La Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche a d'ailleurs souhaité voir se développer ce mode de gouvernance qui pourrait être décliné dans d'autres disciplines. L'Alliance Nationale pour les Sciences de la Mer se fixait quatre objectifs principaux :

- mettre en place une gestion commune et intégrée pour l'exploitation et l'évolution de la flotte océanographique française ;

- coordonner et développer une programmation scientifique conjointe sur des études et des programmes de recherche marine lancés à l'échelle nationale ;
- mieux exploiter la richesse maritime française qui, grâce à l'Outre-Mer, possède l'un des plus importants domaines au monde ;
- permettre à la communauté de la recherche maritime française de parler d'une seule voix à l'échelon européen et mondial, dans toutes les instances impliquées dans les Sciences de la Mer.

Cette Alliance pour la Mer n'a pas abouti. Les aspects concernant la mer sont en fait intégrés, pour partie, dans l'Alliance pour l'Environnement (AllEnvi) qui regroupe une douzaine d'organismes nationaux. L'Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Energie (ANCRE) aborde, pour sa part, les énergies marines.

I.3.3. Les pôles de compétitivité en lien avec la mer

Deux pôles de compétitivité à vocation mondiale sont consacrés au développement des activités marines et maritimes. Il s'agit des Pôles **Mer Bretagne** et **Mer PACA**. Ces pôles "jumeaux", reconduits pour la période 2009-2011, ont conforté leur stratégie basée sur les deux axes fondateurs communs : le besoin de "sécurité et sûreté" et la nécessité d'un "développement durable". Un Comité de pilotage et de coordination interrégional est chargé de développer la coopération croisée entre les deux pôles et de veiller à la cohérence des projets labellisés par les deux pôles, afin d'éviter tout redondance et de favoriser une possible complémentarité. Au plan détaillé, cinq thématiques de travail communes aux deux pôles sont développées, à savoir :

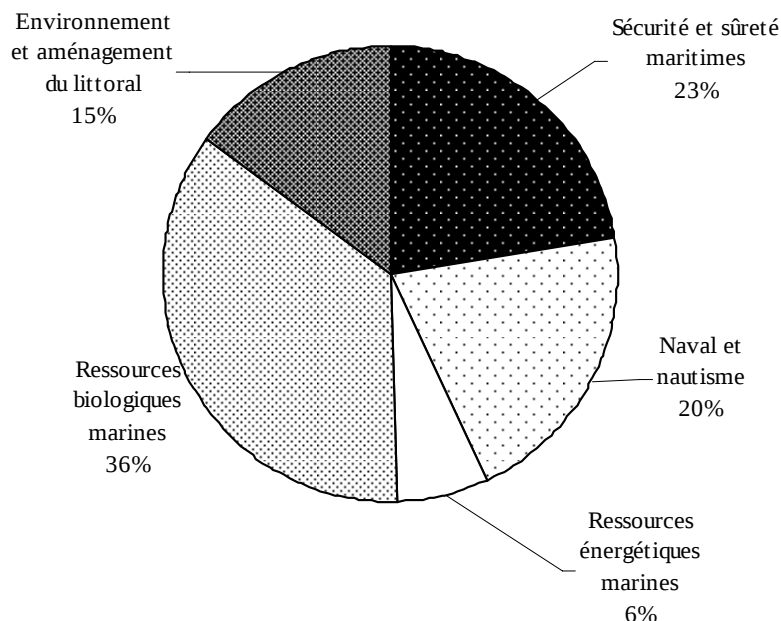
- sécurité et sûreté maritimes,
- naval et nautisme,
- ressources énergétiques marines,
- ressources biologiques marines, pêche et aquaculture, biotechnologies,
- environnement et aménagement du littoral.

Le **Pôle Mer Bretagne**, pour ce qui le concerne, est le noyau d'un réseau où grands groupes, PME, centres de recherche et d'enseignement supérieur conjuguent leurs idées et leurs compétences pour monter des projets collaboratifs innovants dans la filière maritime.

Il faut au moins deux entreprises et un laboratoire de recherche pour monter un projet qui doit avoir un caractère innovant, présenter des perspectives économiques avec création ou maintien d'emplois et rentabilité à moyen terme. Les sources de financement sont l'Etat (FUI, ANR, OSEO...), les collectivités territoriales, l'Europe et les financements privés. 93 projets ont été labellisés au 31 décembre 2009.

A l'issue de l'évaluation des pôles de compétitivité qui s'est déroulée en 2008, il a été admis que l'économie maritime ne s'arrêtait pas aux limites administratives d'une région. Si la coopération avec la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur permet une couverture plus large et complémentaire du domaine maritime, il est apparu indispensable de s'ouvrir à d'autres régions voisines comme la Basse-Normandie et les Pays de la Loire.

Depuis quelques années, la Basse-Normandie avait déjà des collaborations avec le Pôle Mer qui mobilisaient des laboratoires de l'Université de Caen. Puis la Région Basse-Normandie et le Pôle Mer ont souhaité structurer et officialiser davantage ces relations.



Répartition des projets labellisés par thème au 31 décembre 2009

Source : Pôle Mer Bretagne

Trois motivations ont incité le Conseil Régional bas-normand à accompagner l'ouverture du Pôle Mer :

- valoriser les laboratoires bas-normands et encourager leur capacité à développer des collaborations,
- inciter les entreprises du secteur à porter des projets,
- profiter des réseaux d'acteurs dont bénéficie le Pôle Mer aux niveaux national et communautaire.

La Commission permanente du Conseil Régional de Basse-Normandie en date du 5 mars 2010 a accordé au Pôle Mer Bretagne une subvention de 25 000 euros lui permettant de déployer ses activités sur le territoire bas-normand. La Région n'est pas membre du pôle mais soutient la démarche via cette aide et en mettant à disposition, via la MIRIADE (Mission Régionale pour l'Innovation et l'Action de Développement Economique), 20 % du temps d'un chargé de mission pour conduire l'animation de la structure. L'ouverture territoriale du pôle à la région Basse-Normandie a été officialisée le 27 septembre 2010 lors d'une manifestation au CNAM-INTECHMER à Toulerville.

Il s'agit d'une première phase qui, si elle est concluante, pourra à court ou moyen terme engager une nouvelle étape via cette fois-ci une "extension territoriale" qui nécessiterait une refonte de la gouvernance et des statuts du pôle et, probablement, un changement de dénomination.

La démarche entreprise priorise aujourd'hui en Basse-Normandie essentiellement les aspects environnement côtier, aquaculture, énergies marines renouvelables et navire du futur. Des structures d'enseignement supérieur et de recherche comme

l'Université de Caen Basse-Normandie et plusieurs entreprises et fédérations d'entreprises (Filière Nautique Normande par exemple) ont à ce jour adhéré au pôle.

Il convient également de faire référence au pôle de compétitivité **VALORIAL** (VALOrisation pour la Recherche et l'Innovation ALimentaire) portant essentiellement sur l'aliment de demain porté par la Bretagne et que la Basse-Normandie a rejoint en 2008, un an après la région Pays de la Loire qui avait alors fait de même.

Au sein de VALORIAL, il existe un groupe de travail "produits de la mer" dans le cadre du Pôle Agronomique Ouest (PAO). Il est à relever une complémentarité et des passerelles entre les pôles VALORIAL et Mer Bretagne puisque des projets accompagnés peuvent être co-labellisés s'ils intègrent à la fois un volet "ressources marines" et un volet "transformation".

Parmi les autres pôles de compétitivité, le pôle de compétitivité de niveau national **AQUIMER** du Nord-Pas-de-Calais, autour du centre de compétences et des activités de Boulogne-sur-Mer, porte sur la valorisation des produits et coproduits de la pêche et de l'aquaculture et le renforcement de la technicité et de l'environnement des entreprises et l'amélioration de la sécurité sanitaire dans ce domaine. Un temps menacé, ce pôle a été confirmé dans sa labellisation et reconduit par le CIADT du 11 mai 2010. Comme le pôle précédent, des laboratoires de recherche bas-normands et des entreprises régionales sont impliqués dans des programmes labellisés.

D'autres pôles de compétitivité ont, peu ou prou, des thématiques qui ont trait à la mer. Citons par exemple le pôle de compétitivité **EMC2** (Ensembles Métalliques et Composites Complexes) en Pays de la Loire dont l'un des domaines sectoriels concerne la construction navale, civile et militaire.

Le pôle de compétitivité **TEAM**² du Nord-Pas-Calais précité portant sur le recyclage et la valorisation des déchets est notamment mobilisé sur des problématiques concernant les sédiments de dragages.

I.3.4. Le cluster maritime français

Le réseau européen des clusters maritimes, l'ENMC (European Network of Maritime Clusters), a été fondé le 4 novembre 2005 à Paris par les organisations maritimes de dix pays, avec l'objectif de promouvoir et renforcer la dimension européenne des clusters maritimes. L'ENMC regroupe actuellement 12 clusters nationaux.

Né de la volonté d'acteurs privés et sous l'égide de l'Institut Français de la Mer⁵, dont il est indépendant et complémentaire, le **Cluster Maritime Français** (CMF) a été officiellement créé début 2006. Le CMF mène des actions de lobbying et de communication sur des sujets thématiques transversaux ou particuliers, pour mettre en valeur les réalisations effectuées par ses membres, ou, d'une manière générale, pour promouvoir leur activité ou défendre leurs positions.

⁵ L'Institut Français de la Mer (IFM) est une association Loi 1901 qui a pour objectif de sensibiliser les Français au rôle fondamental de la mer dans tous les domaines et d'œuvrer par tous moyens au développement des activités maritimes de la France. Les domaines concernés relèvent de l'économie, de la défense, du droit, des sciences et techniques, de la culture, des loisirs, enfin de l'histoire maritime et de la géographie de la mer.

Partant du constat que la France a négligé pendant des décennies ses capacités maritimes, privilégiant le paradigme terrien, l'objectif est de susciter des programmes structurants de grande envergure en lien avec la mer comme le furent en leur temps le supersonique Concorde ou les fusées Ariane. Deux grands projets sont portés par le cluster comme **SeaOrbiter**, vaisseau unique au monde développé par l'architecte Jacques ROUGERIE qui doit être un nouveau concept d'observation sous-marine des océans par l'homme en continu. Il permettra une meilleure compréhension des phénomènes marins, notamment ceux liés à la problématique du réchauffement climatique, et un nouvel inventaire de la richesse des océans pour une préservation de leurs ressources. C'est enfin un projet industriel innovant, véritable plateforme de tests permettant la mise en œuvre de nombreuses solutions technologiques novatrices, notamment liées à l'utilisation des énergies marines renouvelables. L'autre projet viserait à reconstruire un **nouveau paquebot France**, d'un concept innovant.

Les Pôles Mer Bretagne et Mer PACA sont membres du Cluster Maritime Français.

I.3.5. L'opportunité du programme "Investissements d'avenir" pour les recherches sur la mer et le littoral

La mise en place du programme "Investissements d'avenir" dans le cadre du Grand Emprunt national constitue une opportunité pour de nombreux champs scientifiques et notamment la recherche sur la mer et le littoral. Sur les 35 milliards d'euros qui seront mobilisés, 21,9 milliards seront dédiés à l'enseignement supérieur et à la recherche. L'Agence Nationale de la Recherche (ANR) a été désignée comme le principal opérateur des actions de ce programme, de la mise en œuvre des appels à projets et du suivi des réalisations financées. Ces actions de grande ampleur ont pour objectif d'amplifier les capacités d'innovation de la France, et de jouer un rôle moteur dans la dynamique de croissance de demain.

Un premier appel à projet, dénommé **EQUIPEX**, a été lancé durant l'été 2010 visant à doter l'ensemble des secteurs scientifiques d'équipements de haut niveau capables d'offrir aux chercheurs un environnement de travail répondant aux critères internationaux de qualité les plus exigeants. Il doit permettre de financer des équipements indispensables à la mise en œuvre de projets de recherche fédérateurs au niveau national, et compétitifs à l'échelle internationale. Ces équipements, en renforçant significativement le potentiel des laboratoires français, devraient permettre d'accélérer le rythme des innovations issues de notre système de recherche.

Les sciences de l'environnement ont alors été ciblées du fait de la nécessité de structurer, d'harmoniser et de pérenniser des infrastructures régionales et nationales de systèmes d'observation, d'expérimentation sur le long terme et de gestion des données dans un cadre européen et international. Les recherches sur la mer et le littoral trouvent toute leur place dans cet appel à projet.

Comme nous le verrons au fil du rapport, des laboratoires bas-normands ont participé au dépôt d'une candidature, en septembre 2010, dans le cadre du **Réseau des Infrastructures expérimentales MARines** (RIMA) porté au niveau national par le CNRS et plus précisément par l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU).

Cette démarche a été (et sera) suivie d'appels à projets ayant pour objectif de sélectionner des Laboratoires d'Excellence (LABEX) ayant une visibilité internationale,

afin de les doter de moyens significatifs pour leur permettre de faire jeu égal avec leurs homologues étrangers, d'attirer des chercheurs et des enseignants-chercheurs de renommée internationale et de construire une politique intégrée de recherche, de formation et de valorisation de haut niveau. Là encore, les compétences des laboratoires bas-normands sur la mer et le littoral peuvent justifier des réponses en partenariat avec d'autres sites dans un contexte de coopération interrégionale.

I.3.6. Les principaux lieux de compétences scientifiques sur la mer et le littoral en France hors Normandie

Au niveau national (France métropolitaine), hors Normandie, plusieurs pôles de recherche et d'enseignement supérieurs dans le domaine de la mer et du littoral apparaissent particulièrement bien identifiés, les centres de compétences les plus visibles étant ceux qui affichent une fédération des équipes et acteurs scientifiques. De manière non exhaustive et en essayant d'éviter une liste "à la Prévert", nous présentons ci-dessous quelques centres majeurs du nord au sud de la France.

Tout d'abord, en région **Nord-Pas-de-Calais**, l'Université des Sciences et Technologies de **Lille** et l'**Université du Littoral Côte d'Opale** présentent des compétences dans le secteur des géosciences marines. Tel est notamment le cas de l'UMR 8187 LOG (Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences), unité de recherche associée au CNRS, qui mène des travaux sur le fonctionnement des écosystèmes côtiers et avec laquelle l'Université de Caen a des partenariats.

La région **Bretagne** rassemble une concentration de compétences très forte en partenariat étroit avec des structures comme l'IFREMER dont la recherche est fortement implantée dans cette région. L'**Institut Universitaire Européen de la Mer** porté par l'**Université de Bretagne occidentale Brest Plouzané** en lien avec l'IFREMER présente trois grands axes pluridisciplinaires que sont "Aquaculture et bioproductions marines", "Interactions aménagements / environnement / ressources" et "Risques, Règles et Remédiations". Il rassemble les laboratoires suivants :

- l'UMR M 101 "Aménagement des usages des ressources et des espaces marins et littoraux" - Centre de Droit et d'Economie de la mer,
- l'UMR 6538 "Domaines Océaniques",
- le Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes (LM2E) - UMR 6197,
- le Laboratoire de Physique des Océans (LPO) - UMR 6523,
- le Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin (LEMAR) - UMR 6539,
- le Laboratoire d'Ecophysiologie et Biotechnologie des Halophytes et Algues Marines (LEBHAM) - EA 3877,
- Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique (LETG), Equipe Géomer (UMR6554).

L'UMR 5178 "Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques" (BOREA) est rattachée au CNRS, au Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), à l'Université Pierre et Marie Curie ainsi qu'à l'Institut de Recherche pour le Développement. Elle est répartie sur plusieurs sites dont la station marine de **Concarneau** et le Centre de Recherche et d'Enseignement sur les Systèmes Côtiers (CRESCO) de **Dinard**, les deux sites historiquement liés au MNHN.

La **Station biologique de Roscoff** est, pour sa part, un centre de recherche et d'enseignement en biologie marine expérimentale et en océanologie. Elle dépend de l'**Université Pierre et Marie Curie - Paris VI**, du CNRS et de l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU).

Les UMR rattachées sont :

- l'UMR 7139 : Végétaux Marins et Biomolécules (CNRS - Université Pierre et Marie Curie),
- l'UMR 7144 : Adaptation et Diversité en Milieu Marin (CNRS - Université Pierre et Marie Curie),
- l'UMR 7150 : Mer & Santé (CNRS - Université Pierre et Marie Curie).

Notons la constitution actuelle d'un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) "**Institut de génomique marine**" dans l'enceinte de la station biologique de Roscoff.

L'UMR 6553 ECOBIO à l'Université de **Rennes I** mène des recherches sur la compréhension du fonctionnement des écosystèmes notamment marins.

Sur la façade atlantique, l'**Université de Nantes** comprend une Equipe d'Accueil "Mer Molécule Santé" dont les axes de recherches portent sur les réseaux trophiques marins littoraux (côtiers et estuariens) et la diversité et valorisation (organismes, métabolites).

L'**Université de La Rochelle** se distingue pour les recherches conduites d'une part dans les connaissances sur les mammifères marins avec l'équipe "Ecologie & Conservation des Mammifères Marins" et le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins et, d'autre part, en sciences et génie des matériaux, vouées aux problèmes de corrosion, dégradation et protection des matériaux et notamment en milieu marin via le Laboratoire d'Étude des Matériaux en Milieux Agressifs (LEMMA) - Equipe d'Accueil 3167. Par ailleurs, le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins (CRMM) et le laboratoire Littoral, Environnement et Sociétés (LIENSs) - UMR 6250 portent des travaux sur la géographie physique, les écosystèmes anthropisés, la réponse des animaux, les molécules actives et la biotechnologie environnementale.

L'UMR 5805 CNRS - Université de **Bordeaux 1** EPOC (Environnements et Paléoenvironnements Océaniques), partie intégrante de l'Observatoire Aquitain des Sciences de l'Univers, poursuit des travaux scientifiques sur l'écologie littorale, l'écotoxicologie en milieux aquatiques, l'étude du trait de côte, la paléoclimatologie, la sédimentologie...

En descendant plus au sud sur la façade méditerranéenne, l'Observatoire océanologique hébergé par la station marine de **Banyuls-sur-Mer** fédère plusieurs laboratoires comme :

- l'Unité de recherche "Biologie Intégrative des Organismes Marins" (BIOM) rattachée à l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD),
- le Laboratoire d'Ecogéochimie des Environnements Benthiques,
- le Laboratoire d'Océanographie Microbienne (OMIC), unité mixte Université Pierre et Marie Curie Paris VI- CNRS rattachée à l'INSU.

La thématique "Biocomplexité des écosystèmes coralliens de l'Indo-Pacifique" est en outre développée avec l'Institut de Recherche pour le Développement.

L'UMR 5119 CNRS - IFREMER - IRD Université de **Montpellier 2** "Ecosystèmes Lagunaires" (ECOLAG) étudie les effets des changements locaux et globaux liés à l'anthropisation sur les écosystèmes lagunaires et marins côtiers.

L'Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-Mer constitue un des principaux campus français en sciences de la mer en assurant la triple mission de recherche, d'enseignement et d'observation. Dans une approche pluridisciplinaire, il accueille deux laboratoires reconnus par le CNRS dédiés à la biologie cellulaire, à l'océanologie pélagique, biologique, biochimique, physique et chimique :

- le laboratoire de Biologie du Développement (BioDev) - CNRS (UMR 7009),
- le Laboratoire d'Océanographie de Villefranche/Mer (LOV) - CNRS (UMR 7093).

L'Observatoire accueille également dans ses locaux le Laboratoire GéoAzur (UMR 6526 au CNRS et UR 082 à l'IRD), unité de recherche qui dépend de l'**Université de Nice Sophia-Antipolis** et qui est rattachée à l'Observatoire de la Côte d'Azur.

Pour résumer, la plupart des principaux centres nationaux de recherche marine hors Normandie sont actuellement situés en Bretagne (Rennes, Brest, Roscoff), en Atlantique (Bordeaux, La Rochelle, Nantes) et en Méditerranée (Villefranche-sur-Mer, Marseille, Montpellier, Banyuls-sur-Mer).

Sur l'aspect des ressources marines, le rapport de MM. Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, Alain FEMENIAS, Philippe VANNIER intitulé "*La recherche, l'expertise et l'appui technique à la filière ostréicole : Etat des lieux et propositions d'amélioration*" remis en février 2010 aux Ministre de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, Ministre de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et au Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche a indiqué que de nombreuses Universités (Paris VI, Nantes, Brest, Caen, La Rochelle, Le Havre, Montpellier, Poitiers, Angers, Polynésie française, Orsay, Bordeaux) et de Grandes Ecoles (ENITIAA et ENV de Nantes, AgroCampus Ouest) "*intervenaien*t de manière plus ou moins importante sur des problématiques liées à la conchyliculture". Le rapport précise que du point de vue des établissements de recherche et d'enseignement supérieur, l'Université de Caen Basse-Normandie avec le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" était l'un des acteurs les plus impliqués sur les problématiques liées à la conchyliculture avec les unités de Montpellier (Ecologie Lagunaire, Immunologie des Mollusques), de Nantes (Laboratoire d'Economie Maritime LEN-CORRAIL) et de Bordeaux (en particulier le Laboratoire d'Océanographie Biologique d'Arcachon).

II. LES LABORATOIRES DE RECHERCHE ET LES FORMATIONS SUPERIEURES DANS LES DOMAINES DE LA MER ET DU LITTORAL EN BASSE-NORMANDIE

Ce présent chapitre est l'aboutissement des entretiens approfondis menés avec l'ensemble des structures de recherche fondamentale implantées en Basse-Normandie, qu'il s'agisse de laboratoires universitaires ou d'établissements publics (voire d'association de type 1901⁶). Ces organismes, pour la plupart orientés "recherche fondamentale", mènent toutefois, comme nous le verrons, des travaux parfois très appliqués notamment dans le cadre de programmes structurants et de partenariats avec les professionnels sur le terrain ou des entreprises.

Il s'est alors agi de procéder à une cartographie des acteurs mais surtout des principales compétences scientifiques. Bien entendu, ce développement ne prétend pas à l'exhaustivité car détailler l'ensemble des travaux de recherche conduits au sein des équipes mériterait un développement beaucoup plus conséquent. Seront également brièvement évoquées les participations des équipes de recherche à des programmes fédérateurs dans la mesure où ces derniers feront l'objet d'un développement dans la troisième partie du rapport.

Ce chapitre présente en premier lieu les laboratoires dont la totalité (ou la grande majorité) des activités sont consacrées à la mer et au littoral et, dans un deuxième temps, ceux qui offrent des "briques" scientifiques et technologiques mobilisables en liaison avec notre thématique d'étude.

II.1. LES STRUCTURES DE RECHERCHE DIRECTEMENT CONCERNEES PAR LA PROBLEMATIQUE "MER ET LITTORAL"

Cinq structures sont en première ligne en région pour les recherches conduites sur la mer et le littoral qui occupent la totalité ou une importante partie de leurs activités. Elles portent d'une part sur les **ressources marines** et, d'autre part, sur les **géosciences marines** et la **géographie physique**.

La première thématique implique le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" de l'Université de Caen, les laboratoires de la station IFREMER de Port-en-Bessin ainsi que deux équipes du Laboratoire d'Etudes et de Recherches Marines (LERMA) de l'Institut National des Sciences et Techniques de la Mer (CNAM - INTECHMER). La seconde thématique mobilise les laboratoires "Morphodynamique Continentale et Côtière" et "Géographie Physique et Environnement" de l'Université de Caen ainsi qu'une équipe du LERMA du CNAM - INTECHMER.

⁶ Cas de l'Ecole de Management de Normandie.

II.1.1. Le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" (IFREMER - UCBN)

L'UMR M 100 IFREMER - Université de Caen Basse-Normandie "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" (PE2M) a été créée le 1^{er} janvier 2004, concrétisant de façon officielle une très longue collaboration entre l'ancien "Laboratoire de Biologie et Biotechnologies Marines" (LBBM) de l'Université de Caen Basse-Normandie et le "Laboratoire de Physiologie des Invertébrés" d'IFREMER Brest. L'écloserie expérimentale d'Argenton (Finistère) inaugurée en 2001 est également rattachée à l'unité. Cette UMR est partie intégrante de l'Institut Fédératif de Recherche 146 ICORE (Interactions Cellules ORganismes Environnement) de l'Université.

Les grandes thématiques scientifiques de PE2M portent à la fois sur l'amélioration des connaissances en biologie et en physiologie des mollusques marins, la compréhension et la gestion des écosystèmes conchylicoles et les recherches "amont" en appui au développement de la filière professionnelle.

PE2M comprend aujourd'hui quatre équipes⁷.

■ L'équipe "**Exploration fonctionnelle et valorisation des génomes**" se distingue tout particulièrement par les travaux très fondamentaux qui y sont conduits comme le séquençage du génome de l'huître réalisé en partenariat avec le Génoscope d'Evry. L'exploitation et la valorisation des résultats sont des éléments déterminants.

Les données génomiques concernant les espèces marines (bivalves et céphalopodes) sont exploitées comme outil d'investigation fonctionnelle de la physiologie, mais également comme outil diagnostique pour mieux comprendre l'influence des paramètres d'élevage ou les contraintes environnementales sur ces espèces d'intérêt économique.

Les principaux travaux de recherche fondamentale portent ainsi sur :

- l'étude des gènes spécifiques de la gonade de l'huître au cours d'un cycle reproducteur,
- la caractérisation de peptides régulateurs de la reproduction chez l'huître *Crassostrea Gigas* et chez la seiche *Sepia Officinalis* aboutissant à des travaux appliqués avec des valorisations zootechniques,
- la régulation épigénétique du développement précoce et saisonnier de la gamétogenèse de l'huître.

■ L'équipe "**Proliférations cellulaires et gamétogenèses**" consacre ses travaux à l'étude du déterminisme du sexe et au développement gonadique chez l'huître creuse (*Crassostrea Gigas*), l'identification de marqueurs précoces de la spermatogenèse chez la roussette (*Scyliorhinus Canicula*) et chez *Crassostrea Gigas* ainsi que la gestion des réserves et allocation énergétique de la reproduction chez l'huître creuse.

■ L'équipe "**Qualité des milieux et des productions marines, bio-minéralisation**" porte son attention sur les écosystèmes côtiers qui subissent une pression importante du fait, notamment, des activités humaines croissantes. Bien que restant relativement faible en comparaison de celle d'autres écosystèmes, la contamination du milieu marin est en revanche constante et les espèces sont exposées

⁷ Pour des informations plus détaillées des recherches conduites par les quatre équipes : <http://www.unicaen.fr/ufr/ibfa/umr100/pe2m/spip.php?rubrique5>

de façon chronique à différents polluants. Les activités liées à l'exploitation des ressources vivantes côtières (pêche et aquaculture) nécessitent une excellente qualité du milieu afin de s'inscrire dans un contexte durable. C'est pourquoi l'équipe évalue les réponses physiologiques des organismes aux effets des contraintes environnementales (notamment d'origine anthropique). Ses travaux de recherche concernent donc l'effet des contaminants d'origine anthropique (écotoxicité) sur les mollusques marins exploités, l'étude des réponses physiologiques des mollusques marins aux contraintes environnementales (exemple de la biominéralisation) et la valorisation des composantes de la fraction minérale des coquilles de mollusques marins dans les domaines de l'alimentation animale, de la nutraceutique ou de la dermo-cosmétique.

L'équipe est également impliquée dans des recherches sur l'amélioration de la qualité de la perle en lien avec le Groupement De Recherche (GDR) IFREMER ADEQUA ou encore sur la micro-propagation des macroalgues marines d'intérêt économique.

■ L'équipe "**Biologie des écosystèmes côtiers**" consacre ses travaux à la caractérisation et à la compréhension du fonctionnement des écosystèmes côtiers exploités pour la conchyliculture et la pêche essentiellement sur la Manche, mais également sur d'autres écosystèmes littoraux.

Parmi les grandes thématiques de recherche, il convient de citer :

- l'écophysiologie des producteurs primaires (micro et macroalgues marines) ;
- les interactions trophiques de l'huître et de ses compétiteurs alimentaires ;
- la caractérisation des habitats et ressources marines.

Dans le cadre de la préparation du prochain contrat quadriennal 2012-2015 de l'Université de Caen, est évoquée l'hypothèse d'une fusion des deux premières équipes autour de la thématique du génome et de la reproduction.

Concernant les effectifs, le site de Caen comprend actuellement 21 enseignants-chercheurs, 8 techniciens et ingénieurs, 1 post-doctorant et 18 doctorants.

Bon nombre de recherches conduites au sein de PE2M concernent d'une part la protection et la qualité de l'environnement marin et littoral et d'autre part la valorisation des ressources de ces milieux. Elles mobilisent une forte collaboration avec d'autres laboratoires et équipes de recherches et s'intègrent dans des programmes nationaux et européens voire des partenariats avec des entreprises.

Concernant **la protection et la qualité de l'environnement marin et littoral**, l'UMR participe au suivi de la contamination des organismes marins par l'étude de l'écotoxicité des contaminants (métalliques, chimiques, radioéléments) sur les organismes marins.

L'étude des réponses physiologiques des mollusques marins aux contaminants d'origine anthropique s'appuie ainsi sur des collaborations avec l'Equipe de Recherche en Physico-Chimie et Biotechnologies (ERPCB) de l'Université de Caen autour des problématiques d'impact de la dégradation des anodes sacrificielles en zinc dans le milieu marin ; avec le Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg de l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) dans le cadre du programme d'étude INTERREG IV A que celui-ci pilote sur les conséquences d'une exposition chronique des espèces marines aux polluants industriels dans la Manche (programme

CHRONEXPO) ou encore avec le Centre de Recherche et d'Etude sur le Médicament de Normandie (CERMN) autour d'un programme EMERGENCE financé par la Région Basse-Normandie dénommé "Structuration d'un programme de recherche santé-chimie-environnement : développement de nouvelles méthodes *in silico* et *in vitro* pour l'évaluation des substances chimiques vis-à-vis d'espèces marines exploitables".

L'objectif de ces études collaboratives et programmes sur lesquels nous reviendrons au cours de la troisième partie du rapport est d'évaluer la notion de stress environnemental et de définir des marqueurs précoces précédant les atteintes physiologiques en relation avec le concept de qualité des écosystèmes littoraux.

Le volet écotoxicologie marine mobilise de fortes coopérations entre l'équipe "Qualité des milieux et des productions marines, bio-minéralisation" et le Centre d'Etudes et de Recherche sur le Médicament de Normandie (CERMN), le Groupe de Recherche sur le Cancer (GRECAN) et le laboratoire d'éco-toxicologie de l'Université du Havre (dont il est étudié une fusion à terme avec l'UMR 100 de l'Université de Caen), l'IRSN et l'ERPCB et intéresse le Pôle Mer Bretagne.

Le deuxième grand axe portant sur **la valorisation des ressources naturelles marines et littorales** intègre un aspect important autour de la gestion des ressources vivantes côtières. Des partenariats ont notamment été développés sur la pêche de céphalopodes en Manche dans le cadre du Contrat de Projets Etat-Région.

L'étude de l'aire de recrutement des céphalopodes fait d'ailleurs l'objet d'un programme INTERREG IV A, CRESH (Cephalopod Recruitment from English Channel Spawning Habitats) piloté par le laboratoire UMR M 100 PE2M et portant sur l'habitat naturel des seiches et leurs zones de ponte, point essentiel pour le maintien de la ressource.

PE2M est également impliqué dans le programme INTERREG IV A CHARM 3 (CHannel integrated Approach for marine Resource Management), piloté par IFREMER Boulogne-sur-Mer, qui développe une approche intégrée pour la gestion des ressources marines en Manche. L'objectif est d'améliorer la connaissance de la zone maritime Manche par une démarche écosystémique et d'aider à la mise en place d'une gestion durable des ressources. L'intervention de PE2M porte sur les analyses physicochimiques, la flore totale, la photosynthèse, la matière en suspension, le carbone et l'azote organique particulaire.

Des études ont aussi été initiées sur la pêche aux bulots et aux coques ainsi que sur les aspects mortalité des huîtres en lien avec le Laboratoire Départemental d'Analyses du Calvados Frank DUNCOMBE et le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord.

Des recherches relatives à l'influence des facteurs environnementaux sur la production portent par ailleurs sur l'étude de la chaîne trophique dans les bassins ostréicoles (intervention du CPER).

L'UMR M 100 est également partie prenante d'un programme blanc⁸ de l'Agence Nationale de la Recherche, dénommé VASIREMI, sur le rôle trophique des biofilms microbiens dans les vasières intertidales⁹, piloté par le laboratoire "Littoral Environnement et Sociétés" de l'Université de La Rochelle. Les actions développées visent à étudier le déterminisme de la production bactérienne et algale du biofilm (Exopolysaccharides, herbivorie, phagotrophie, lyse virale) et le devenir de cette production bactérienne dans l'écosystème.

Le laboratoire est impliqué dans le programme **REPROSEED (REsearch to improve PROduction of SEED of established and emerging bivalve species in European hatcheries)** sur la période 2010-2013 dans le cadre du 7^{ème} Programme Cadre de Recherche et Développement (PCRD), qui a pour objectif d'améliorer la production de naissains de bivalves en Europe. Coordonnés par l'IFREMER - Brest et impliquant 10 partenaires, les travaux portent sur quatre espèces : huître (*C. gigas*), Coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*), palourde (*Ruditapes decussatus*) et moule (*Mytilus edulis*, *Mytilus galloprovincialis*). Quatre actions portent sur :

- le contrôle de la reproduction et de la qualité des gamètes,
- l'optimisation de la production de larves véligères,
- l'amélioration de la métamorphose,
- la production algale pour le développement des larves.

Dans le même esprit, des travaux conduits au sein de l'UMR M 100 portent sur l'aquaculture innovante (ormeaux et mollusques) et la production d'algues de qualité avec, par exemple, le développement de filières en mer.

La valorisation des coproduits de la pêche est un autre sujet important du fait des enjeux de développement durable et des potentiels économiques qu'elle sous-tend. Des travaux portent notamment sur les céphalopodes dont les coproduits peuvent être utilisés en alimentation aquacole (aide du Contrat de Projets Etat-Région) en partenariat avec la société innovante IVAMER, née de la recherche menée au sein du laboratoire PE2M.

Egalement sur ce thème, le programme **SEAMINEROIL** (2009-2012), labellisé par le pôle de compétitivité AQUIMER, implique les laboratoires bas-normands PE2M et "Matrice Extracellulaire et Pathologie" et porte sur la valorisation des fractions minérales des coproduits issus de la pêche et de l'aquaculture avec, comme débouchés la nutrition animale, la nutraceutique et la dermo-cosmétique. Ce programme est soutenu par le Fonds Unique Interministériel (FUI) - 7^{ème} appel à projets. Il mobilise les deux Universités de Caen Basse-Normandie (UCBN) et de Lille 2 ainsi que trois principaux partenaires industriels, à savoir la Coopérative de Traitement des Produits de la Pêche COPALIS de Boulogne-sur-Mer, EURONOR, armement à la pêche hauturière du port de Boulogne-sur-Mer et la société ECOPSI (Etude et COMMercialisation des Produits Secondaires Industriels) implantée près d'Arras. A noter que le groupe de partenaires s'appuiera également sur l'intervention de sous-traitants, dont l'entreprise bas-

⁸ Le programme "blanc" de l'ANR a pour objectif de donner une impulsion significative à des projets ambitieux qui se positionnent favorablement dans la compétition internationale et qui présentent des objectifs originaux, en rupture avec les itinéraires de recherche bien balisés. Il couvre l'ensemble des domaines de la recherche.

⁹ Les vasières intertidales sont un système clé du réseau étroitement connecté d'écosystèmes qui forment la transition entre le bassin versant et le domaine océanique.

normande IVAMER, dans le but de compléter ses travaux dans des domaines d'applications différents. Dans SEAMINEROIL, les modèles privilégiés sont locaux : coquille Saint-Jacques, moule et huître.

La recherche de biomolécules actives implique, dans un cadre partenarial, l'UMR M 100 IFREMER et l'UMR INRA-Université de Caen "Ecophysiologie Végétale, Agronomie et Nutritions" à travers un programme labellisé par le pôle de compétitivité Mer Bretagne qui porte sur l'utilisation d'extraits de macroalgues comme éliciteurs (croissance et défense) de végétaux supérieurs.

Le programme **SEALACIAN**[®] (2006-2009), labellisé par le pôle de compétitivité Mer Bretagne, auquel a participé le laboratoire PE2M, a consisté en l'identification de nouveaux peptides bioactifs, à activités anticancéreuses ou anti-infectieuses par décryptage systématique du protéome de la sphère génitale mâle de la roussette (*Scyliorhinus canicula*). Cette collaboration a impliqué les sociétés C-RIS Pharma (société pharmaceutique localisée à Saint Malo), Innova Proteomics (Rennes) et l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes. Le programme **PEPTISAN** lui a succédé.

Cette description du laboratoire paraît bien synthétique au regard des nombreux travaux et compétences que cette structure développe réellement et qui auraient mérité certainement un développement plus important de ce chapitre. Toutefois, au cours du rapport et principalement dans les chapitres consacrés aux équipements structurants, aux programmes fédérateurs et aux relations avec le monde professionnel, l'occasion sera donnée de développer d'autres actions de PE2M reconnu aujourd'hui pour la qualité de ses travaux aux niveaux national et international.

II.1.2. Les laboratoires de la station IFREMER de Port-en-Bessin

L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER (IFREMER) est un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) créé en 1984 de la fusion de l'ISTPM et du CNEXO¹⁰ et placé sous la tutelle conjointe des Ministères en charge de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche. L'IFREMER contribue, par ses travaux et expertises, à la connaissance des océans et de leurs ressources, à la surveillance du milieu marin et littoral et au développement durable des activités maritimes. A ces fins, il conçoit et met en œuvre des outils d'observation, d'expérimentation et de surveillance, et gère une partie de la flotte océanographique française pour l'ensemble de la communauté scientifique. L'IFREMER est source de connaissances, d'innovation, de données de surveillance et d'expertise pour le monde de la mer, à la fois en termes de politique publique et d'activités socio-économiques. Il est la seule structure de ce type couvrant l'ensemble des thématiques "mer" en Europe. L'Institut rassemble 1 400 personnes à terre auxquels s'ajoutent 300 navigants. Le siège est à Paris et cinq centres sont répartis sur le littoral (Boulogne, Brest, Nantes, Toulon et Tahiti). L'Institut a coordonné, en toute légitimité, l'Alliance pour les Sciences de la Mer créée en 2009 au niveau national et présentée dans la première partie du rapport.

La station IFREMER de Port-en-Bessin dépend du Centre Manche Mer-du-Nord de Boulogne-sur-Mer. Cette implantation bénéficie d'une couverture géographique très

¹⁰ Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, organisme d'Etat et Centre National pour l'Exploitation des Océans, organisme de recherche.

large, de la baie du Mont-Saint-Michel à la baie de Somme. C'est en revanche une petite station avec une trentaine de permanents, un budget de 250 000 euros de fonctionnement (hors programmes de recherche et personnels), des moyens nautiques performants et deux laboratoires portant sur un large champ thématique. La station côtière de Port-en-Bessin a pour vocation :

- de développer des recherches en vue d'acquisition de connaissances,
- de mettre en place des indicateurs qui permettent aux gestionnaires de prendre les bonnes décisions tant au niveau de la pêche qu'en ce qui concerne la conchyliculture et l'environnement.

II.1.2.1. Le Laboratoire "Ressources Halieutiques"

Le **Laboratoire "Ressources Halieutiques"** de la station de Port-en-Bessin (RHPEB) est une petite équipe constituée de 5 chercheurs et de 3 techniciens. Il a une triple mission :

- collecter des données validées pour contribuer scientifiquement à la gestion des pêches (pêcheries régionales et pêcheries internationales sur le plan européen) et alimenter les programmes de recherche ;
- assurer un rôle d'expert scientifique auprès des partenaires (administration et professionnels du secteur), du local à l'international ;
- mener ou participer à des programmes de recherche essentiellement en coopération avec d'autres équipes de l'IFREMER et des laboratoires universitaires.

La mission de collecte des données porte à la fois sur un échantillonnage sous criée permettant d'obtenir la structure en taille des débarquements pour un panel d'espèces, suivi d'un travail en laboratoire de recueil de paramètres biologiques (taille, âge, sexe, maturité sexuelle sur les espèces les plus importantes pour la profession en région comme la sole, le cabillaud ou des coquillages de pêche) en vue de l'obtention de clés taille-âge (la station de Port-en-Bessin est pilote national). L'objectif de ces collectes est de connaître le potentiel de renouvellement des populations. Le laboratoire participe également à six campagnes océanographiques annuelles dont quatre qu'il pilote directement. Concernant les données issues des flux déclaratifs (documents que les pêcheurs professionnels sont tenus de remplir), il n'y plus d'intervention de l'IFREMER, qui se limite désormais à un rôle d'expert auprès de la direction des pêches pour la validation de ces données¹¹. Au niveau local, la station suit l'activité de toutes les flottilles de la région avec la mise en place d'un calendrier annuel des métiers (engin x espèce cible) des deux zones principales et gradients côte-large par métier (par enquêtes directes ou indirectes). Ces données complètent les statistiques officielles. Des enquêtes économiques sont en outre réalisées auprès d'un panel de navires représentatifs de différents métiers.

Depuis quelques temps, la Commission Européenne a demandé aux Etats membres de réaliser des observations en mer. Des personnels sont embarqués à bord des navires de pêche pour observer l'ensemble des captures réalisées tenant compte

¹¹ Les informations utiles pour établir des diagnostics sont très disparates et concernent tout d'abord les déclarations des professionnels de la pêche (fiches de pêche ou journaux de bord) pour les informations de captures, d'effort et de débarquements via le réseau inter-créées (non exhaustif) gérés aujourd'hui par France Agrimer. La pesée obligatoire de toute espèce capturée en mer (loi pêche de 1992) reste fragmentaire.

de la capture rejetée (espèces non commerciales qui ont cependant un rôle dans l'écosystème, espèces commerciales mais qui n'ont pas atteint la taille admissible, espèces commerciales pour lesquelles la pêche est fermée ou par choix du pêcheur). La France a mandaté l'IFREMER pour réaliser ces observations partiellement sous-traitées. Le pilotage national de l'ensemble de cette thématique regroupant la mise en place et le suivi des protocoles d'échantillonnage très rigoureux, l'animation du réseau des observateurs, les liens avec les sous-traitants, la validation et le traitement des données est réalisé par Port-en-Bessin.

Un autre grand volet d'activités du laboratoire concerne les avis et les expertises. Citons dans ce cadre un contrat de partenariat entre l'IFREMER et EDF portant sur l'impact des rejets d'eaux réchauffées et chlorées des centrales nucléaires de Flamanville (suivi de la population de gros crustacés) et Paluel/Penly (suivi de la macrofaune halieutique). La station a également un rôle de suivi et d'expertises s'agissant des ressources régionales (moules, buccins en lien avec les partenaires universitaires et professionnels, ormeaux et pêche à pied professionnelle). Elle procède à l'évaluation directe du stock de coquilles Saint-Jacques de la baie de Seine (taille des spécimens, répartition...), un des rares gisements classés au niveau national et des plus productifs, via la campagne COMOR (COquilles Manche ORientale) qui s'inscrit dans le cadre de la convention établie entre la station IFREMER de Port-en-Bessin et le Conseil Régional de Basse-Normandie. Elle intervient aussi en appui scientifique institutionnel. A l'échelle européenne, elle apporte sa contribution à la fixation de Totaux Admissibles des Captures (TAC) communautaires (sole et plie en Manche Est). Un chercheur du laboratoire "Ressources Halieutiques" est spécialiste et participe aux groupes de travail européens sur ce sujet.

La station dispose en outre d'un expert qui est coordinateur du sous-comité Statistiques et Information de la Commission Générale des Pêches en Méditerranée et Mer Noire, et apporte ainsi son expertise auprès de la Commission Européenne (DG-MARE) sur les questions liées à la collecte des données pour la pêche. La station joue également le rôle d'expert scientifique au niveau de la Baie de Granville dont l'accord du 4 juillet 2000 assure la conservation et la gestion efficace des ressources halieutiques.

La recherche scientifique marine menée au sein du laboratoire est axée sur la compréhension du fonctionnement de l'écosystème marin. La station participe à ce titre à plusieurs projets et programmes collaboratifs.

COLMATAGE s'inscrit dans le programme Seine-Aval, programme de recherche finalisée et d'aide à la décision dans un cadre multi-partenarial. Ce projet de recherche pluridisciplinaire prévu sur la période 2008-2011 a pour objectif de définir une typologie des habitats et peuplements (macrobenthos et poissons) de la partie aval de l'estuaire de Seine, par des approches complémentaires physique - sédimentologie - biologie auxquelles participent des universités, IFREMER (Port-en-Bessin, Nantes et Brest), le CNAM-INTECHMER, la Cellule de Suivi du Littoral Normand¹²...).

¹² La Cellule de Suivi du Littoral Normand est une association type loi 1901, créée en 1986. Elle s'est donnée pour but essentiel d'améliorer les connaissances concernant le littoral et son environnement, de participer à la recherche et de diffuser les acquis aux autorités chargées de sa gestion. Les principaux partenaires scientifiques sont le Muséum National d'Histoire Naturelle, le CEMAGREF, l'IFREMER et le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL).

Dans le projet INTERREG IV A **CRESH** (Cephalopod Recruitment from English Channel Habitats), dont l'Université de Caen est chef de file, et qui vise à proposer des recommandations aux pêcheurs et utilisateurs du milieu marin pour une utilisation durable de ces ressources marines (sur lequel nous reviendrons plus avant dans la suite du rapport), la station IFREMER de Port-en-Bessin pilote l'un des axes portant sur des recommandations pour la protection des habitats des céphalopodes en Manche. La station est aussi partie prenante dans le projet INTERREG IV A **CHARM 3**, piloté par l'IFREMER Boulogne, et qui consiste en l'étude globale des habitats essentiels des populations halieutiques en Manche Est (réalisation d'un Atlas des habitats, caractérisation des frayères et nourriceries, fonctionnement de l'écosystème dont réseau trophique...).

La station IFREMER de Port-en-Bessin via le laboratoire de Ressources Halieutiques participe à d'autres projets européens comme :

- **COST** qui s'est terminé début 2010 et qui portait sur la validation et la certification des données biologiques nécessaires à l'évaluation des stocks à l'échelle de l'Union Européenne dans le cadre de la Politique Commune de la Pêche (création à Port-en-Bessin d'un outil de référence en OpenSource) ;
- **FishACE** et **FinE**, deux programmes de recherche fondamentale axés sur les changements génétiques et les réponses adaptatives des populations halieutiques à l'exploitation (en capturant les plus gros spécimens, la pêche entraîne une sélection car, en termes de survie, les poissons se reproduisent plus tôt, plus jeunes, d'où des effets sur la taille, des modifications dans les chaînes trophiques...) ;
- **SOLEBEMOL** qui a pour objectif de mesurer l'impact de la contamination organique sur le développement des juvéniles de soles (caractérisation et qualité des habitats).

Piloté par le laboratoire "Ressources Halieutiques", en partenariat avec l'autre laboratoire de la station de Port-en-Bessin (Laboratoire Environnement Ressources de Normandie), le projet **COMANCHE** (Interactions écosystémiques et impacts anthropiques dans les populations de COquilles Saint-Jacques de la MANCHE) a vocation à améliorer les connaissances sur la coquille Saint-Jacques à l'échelle de l'ensemble de la Manche, à travers une approche écosystémique des pêcheries et en faisant appel à un large éventail de disciplines scientifiques (physique, chimie, génétique, écologie, géostatistique, modélisation, économie...). Sont notamment étudiés les poussées d'algues toxiques en baie de Seine et l'impact sur la pêche de coquilles Saint-Jacques, les deux crises sanitaires de 2004 et de 2005 ayant entraîné sa fermeture totale et/ou partielle. L'objectif est de comprendre les mécanismes d'apparition de ces poussées d'algues toxiques. Ce projet associe cinq partenaires français : l'IFREMER au travers de sept départements dans six implantations différentes, l'Université de Bretagne Occidentale (deux UMR), la station biologique de Roscoff et l'Université de Caen (PE2M).

Le déroulement du projet, prévu sur trois ans, est organisé en quatre phases :

- campagnes en mer (échantillonnage) et analyse des coquilles Saint-Jacques ;
- culture d'algues toxiques *Pseudo-Nitzschia* - travaux in vitro (Université de Caen) ;
- développement de sondes génomiques (identification rapide d'espèces toxiques) ;
- modèle statistique et/ou modèle hydrobiologique - relations entre des blooms d'algues toxiques et les conditions hydrométéorologiques.

Déposé auprès de l'ANR en mars 2010 (appel à projets Systerra) et accepté en fin d'année 2010, COMANCHE intègre huit actions de recherches réparties en trois axes principaux, avec une entrée essentiellement halieutique :

- la structure et les caractéristiques des populations de la Manche (identification biogéographique des gisements, connectivité entre gisements et variabilité du recrutement) ;
- la coquille Saint-Jacques dans son écosystème (place et rôle dans le réseau trophique -modélisation-, dynamique des communautés phytoplanctoniques, étude des espèces invasives (dont les crépidules) ;
- les usages et les impacts de l'exploitation sur le substrat en partenariat avec le Comité Régional des Pêches Maritimes vers des scénarios de gestion écosystémique (mise en place d'un éco-label), étude d'un nouveau mode de gouvernance.

II.1.2.2. Le Laboratoire "Environnement Ressources de Normandie"

Le **Laboratoire "Environnement Ressources de Normandie"** (LERN) est né en 2004 de la fusion d'un laboratoire "Environnement Littoral" et d'un laboratoire "Ressources Aquacoles". Il représente un potentiel humain de 20 agents permanents (auxquels s'ajoutent des stagiaires, des doctorants, des post-doctorants et des personnels en CDD), soit l'équivalent de 40 000 heures/an. Il dispose d'un budget annuel de 1,5 million d'euros (masse salariale + fonctionnement + investissement). Les compétences scientifiques du laboratoire portent sur l'hydrologie, la microbiologie, l'étude du phytoplancton et des phycotoxines, l'écophysiologie des mollusques bivalves et les modélisations à la fois hydrobiologique et bio-énergétique. Son aire d'étude géographique s'étend du Mont-Saint-Michel à la baie de Somme pour les aspects environnement et est élargie à la frontière belge pour les aspects ressources conchylicoles¹³. Le laboratoire dispose de moyens de prélèvements en mer et sur estran, de moyens de métrologie, d'écophysiologie, de lecture des flores phytoplanctoniques, et de moyens pour la recherche de phycotoxines, d'*Escherichia coli* reconnus par le COmité FRançais d'ACcréditation (COFRAC), gage de compétence et de qualité des résultats et en cours de reconnaissance pour les analyses hydrologiques.

La première mission du LERN concerne le suivi de la qualité de l'environnement (eaux, milieux et productions conchylicoles) dans le cadre des réseaux nationaux comme le **REseau Microbiologique des coquillages** (REMI) géré du Mont-Saint-Michel jusqu'à la baie de Somme, le **REseau de surveillance du PHYtoplancton** notamment toxique (REPHY) et le **Réseau d'Observation de la Contamination CHimique** (ROCCH) du milieu marin. Pour le REMI et le REPHY, le laboratoire gère l'ensemble du processus, du prélèvement à la diffusion du résultat. Pour le ROCCH en revanche, il n'a qu'un rôle de préleveur, les analyses étant réalisées à Nantes.

Parallèlement, le LERN conduit en tant que maître d'ouvrage le **Réseau Hydrologique Littoral Normand** (RHLN), en partenariat avec l'Agence de l'Eau et le Conseil Régional, le Conseil Général de la Manche et différents services de l'Etat, pour

¹³ Même si l'étendue géographique du LERN concerne les deux régions normandes (du Mont-Saint-Michel à la baie de Somme), il y a beaucoup plus de projets finalisés avec la Région Basse-Normandie. La particularité du LERN repose sur les partenariats locaux très actifs.

répondre au double objectif de respect des exigences de la Directive Cadre de l'Eau et de suivi des niveaux d'enrichissement en sels nutritifs des eaux littorales de Normandie et des effets induits sur les peuplements phytoplanctoniques.

D'autres réseaux sont orientés "ressources" tels que :

- le **REseau PATHologie des MOLLusques** (REPAMO) qui a pour objet de suivre l'état de santé des peuplements sur les gisements naturels ou dans les zones de production conchylicole ;
- le **REseau MOLLusques des Rendements Aquacoles** (REMORA) dont l'objectif est d'évaluer, chaque année et sur l'ensemble des zones de production conchylicole françaises, les niveaux de survie, la croissance et la qualité des huîtres creuses ; ce réseau permet d'élaborer des aides à la gestion des bassins ostréicoles (données de base pour l'élaboration des schémas des structures) et sert de référentiel pour des études scientifiques (sur les écosystèmes et leurs productivités respectives, sur les mortalités estivales et la recherche de leurs causes...) ;
- le réseau **SUMO** (SUivi de la dynamique spatiale et temporelle des MOrtalités) qui consiste dans le suivi de la dynamique spatiale et temporelle des mortalités en Baie des Veys¹⁴.

Le LERN participe également à la mise en œuvre du **réseau IGA** (Impact des Grands Aménagements), suivi annuel de la qualité du milieu environnant les centrales nucléaires contractualisé entre l'IFREMER et EDF (Gravelines, Penly, Paluel, Flamanville et Le Blayet). Il s'agit de l'étude des rejets non actifs (impact des rejets d'eaux réchauffées et chlorées), le suivi des rejets actifs étant de la compétence de l'IRSN. Le laboratoire "Ressources Halieutiques" fait pour sa part un suivi sur deux sites (Penly/Paluel et Flamanville + Baie de Somme) avec étude d'impacts potentiels sur les populations halieutiques locales (suivi des nourriceries de poissons plats sur Penly et gros crustacés sur Flamanville).

Un axe de recherche émergent concerne le suivi et la compréhension des phénomènes d'eutrophisation et d'efflorescences d'algues toxiques au travers de programmes et de projets. Parmi eux, **NEREIS** (Nutrient Export Role on Eutrophisation - Indicators and model Scenarios) conduit dans le cadre du programme Seine-Aval, en partenariat avec l'Université Paris VI et les laboratoires d'Ecologie Benthique et le Département DYNAmique de l'Environnement COTier (DYNECO) de l'IFREMER Brest-Plouzané, consiste à coupler un modèle de bassin versant avec un modèle hydrodynamique. Cela permet d'estimer ce que la Seine rejette en éléments nutritifs et quel est l'impact sur les niveaux d'eutrophisation des masses d'eau.

Une deuxième mission importante du LERN concerne, depuis 10 ans, l'engagement dans des projets orientés "recherche appliquée" ou aide à la décision en termes de gestion du littoral avec le soutien de la Région Basse-Normandie, des Départements de la Manche et du Calvados et de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Tel est l'esprit du projet **AGIL BN** (Aide à la Gestion Intégrée du Littoral Bas-Normand) qui consiste à la mise en place d'une base de données de connaissances géoréférencées disponible sur Internet¹⁵. Dans le cadre de ce même projet, ont

¹⁴ Il convient de noter que jusqu'en 2005 existait le programme MOREST, pour MORTalités ESTivales d'huîtres, programme national de l'IFREMER portant sur l'étude des facteurs responsables des phénomènes observés.

¹⁵ http://wwwz.ifremer.fr/envlit/region/basse_normandie

également été développés des modèles hydrodynamiques et hydrobiologiques (advection et dispersion), programmes informatiques capables de recréer des courants et simuler la dispersion d'un polluant dissous en mer et de mieux connaître le devenir de rejets en mer et le développement phytoplanctonique. Ces simulations sont réalisées à la demande de communes ou de différents partenaires. Une interface web simplifiée a été développée afin de mettre à disposition ces modèles, permettant ainsi aux communes littorales qui le souhaitent de réaliser leur profil de vulnérabilité (impact de leur rejet en mer sur les usages).

Un autre projet, **OGIVE** (Outils d'aide à la Gestion Intégrée et à la Valorisation des Ecosystèmes conchylicoles de Normandie), orienté "ressources", a pour objectif général d'acquérir des connaissances sur les écosystèmes conchylicoles normands afin d'élaborer des outils pour la profession et les décideurs permettant d'optimiser la production tout en préservant la qualité environnementale de ces écosystèmes. Ces outils, utilisant les systèmes d'information géographique et la modélisation mathématique et hydrobiologique, doivent produire de l'aide à la décision en matière de gestion des espaces conchylicoles (impact de la création de concessions, de l'augmentation de densités...). Ils sont créés à destination des principaux acteurs de la gestion du Domaine Public Maritime (Directions Départementales des Territoires et de la Mer) et de la filière conchylicole (Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord). Prévu pour une durée de 8 ans, le projet OGIVE a été scindé en 3 phases. La première phase (2005-2007) a été financée par l'IFREMER et par l'Union Européenne, via le Fonds IFOP (Instrument Financier d'Orientation de la Pêche), le Conseil Régional de Basse-Normandie, le Conseil Général du Calvados et l'Agence de l'Eau Seine Normandie. Le Conseil Général de la Manche participe également au projet via la collaboration active de l'équipe du SMEL. Le projet est aujourd'hui dans sa seconde phase (2008-2010) et bénéficie de l'aide financière des mêmes partenaires, excepté le fonds IFOP qui a été remplacé par le FEP (Fonds Européen pour la Pêche). La troisième et dernière phase du projet (2011-2013) sera présentée tout prochainement aux partenaires scientifiques et financeurs.

Citons aussi l'implication dans le projet d'océanographie côtière opérationnelle - **PREVIMER** (observations et prévisions de l'état et de la qualité des eaux côtières) porté par l'IFREMER qui s'adresse à un large public souhaitant, à titre personnel ou professionnel, obtenir des prévisions à court terme sur l'environnement côtier des trois façades métropolitaines Manche, Atlantique et Méditerranée.

Dans les années qui viennent, d'autres axes de recherche pourraient être développés au sein de la station IFREMER de Port-en-Bessin autour des thématiques de biogéochimie, pollution par les métaux pour répondre aux problématiques de polluants Cadmium, PCB et dioxines (souhait de développer un pôle bio-géo-chimie) et d'énergies renouvelables.

En résumé, la station s'inscrit dans les grands programmes nationaux mais travaille parallèlement, depuis de nombreuses années, sur des sujets locaux pérennes. De façon plus pragmatique, elle est la porte d'entrée de l'ensemble des thématiques de l'IFREMER. En cas de sollicitation de la part des professionnels de la pêche et des cultures marines, même en l'absence de compétences avérées au sein de la station, le site bas-normand aiguille vers les bonnes compétences.

II.1.3. Le Laboratoire d'Etudes et de Recherches Marines de l'Institut National des Sciences et Techniques de la Mer (CNAM-INTECHMER) à Cherbourg-Octeville

L'Institut National des Sciences et Techniques de la Mer (INTECHMER) a été créé en octobre 1981 par arrêté du Ministre de l'Education Nationale et confié, en tant qu'Institut de sciences appliquées, au Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM), grand établissement d'enseignement supérieur et de recherche, placé sous la tutelle du Ministère en charge de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. INTECHMER s'est installé en octobre 1986 sur le site de Collignon à Tournelville près de Cherbourg-Octeville dans des bâtiments conçus par Jacques ROUGERIE, architecte de nombreuses structures dédiées à la mer. Le site est à la fois pôle de formation et dispense à ce titre six formations couvrant au total un large éventail de métiers scientifiques et techniques du milieu marin (sur lesquels nous reviendrons plus en détail ci-après) et pôle de recherche avec le **Laboratoire d'Etudes et de Recherches Marines** (LERMA), créé en 1987. Il s'agit d'une équipe pluridisciplinaire mobilisant différentes compétences touchant tous les champs de l'océanographie et des environnements marins ; elles se répartissent dans deux grandes thématiques :

- les **géosciences marines** avec notamment l'étude de l'influence des stress environnementaux au niveau de l'interface eau-sédiment,
- la **biologie marine** avec trois volets qui concernent les photobiotechnologies, les bactéries et microalgues et enfin les macroorganismes benthiques dans le cadre d'un programme collaboratif (SPONTOX).

Au plan plus détaillé, le LERMA comprend trois grands axes.

L'axe "**Processus actuels et fossiles à l'interface eau-sédiment**" est actuellement développé au sein du Groupe d'Etudes et de Recherches sur l'Environnement Marin (GEREM) par 4 enseignants-chercheurs et 1 ingénieur. Les recherches concernent l'étude des environnements marins des domaines épicontinental et profond, principalement au niveau de l'interface eau-sédiment. L'étude de cette interface (actuelle et fossile) est abordée à la fois de manière directe (par analyse d'échantillons après prélèvements) et de manière indirecte (par la mise en œuvre d'outils géophysiques d'imagerie acoustique), en menant des études en laboratoire et sur le terrain dans des contextes environnementaux permettant de comprendre l'influence de divers paramètres. Le GEREM, partie prenante du programme GR²TC du CPER, entretient des relations avec le laboratoire universitaire M2C (cf. ci-après) notamment dans la mise en commun d'équipements lourds.

Le groupe pilote également le programme local **CHERRAD** (rade de Cherbourg) qui porte sur la connaissance du milieu dans toutes ses composantes (sédimentologiques, biologiques, chimiques) et notamment la détermination des teneurs métalliques dans les sédiments à partir du modèle de l'Anse Sainte-Anne (partie Ouest de la rade). Cette approche est conduite en partenariat avec l'entreprise d'élevage Saumons de France. A cet égard, le LERMA intervient depuis l'origine sur l'étude de l'impact des cages à saumons sur l'environnement et, inversement, de l'impact de l'environnement sur l'élevage. Le GEREM développe par ailleurs des collaborations internationales notamment avec l'Université de Safi au Maroc dans le cadre d'un programme **VOLUBILIS** 2007-2010 qui mobilise un Programme d'Actions Intégrées (PAI) et qui vise à développer un programme d'enseignement à Safi et susciter des

travaux de thèse. En 2010, deux doctorants marocains en co-tutelle de thèse sont ainsi accueillis à Tournaville sur des travaux qui portent sur la gestion intégrée d'un site littoral.

L'axe "**Photobiotechnologies - Ecophysiologie et Biotechnologies des microorganismes photosynthétiques extrêmophiles**" comprend 2 enseignants-chercheurs permanents et des doctorants. Il est principalement centré sur l'étude des processus physiologiques de résistance et d'adaptation de microorganismes marins photosynthétiques extrêmophiles (micro-algues, cyanobactéries). Les travaux de recherche portent plus particulièrement sur les contraintes environnementales appliquées à des cellules cultivées en photoréacteur. Cette unité a développé des collaborations avec une UMR de Nantes-Saint-Nazaire autour du génie des procédés et des biotechnologies.

L'axe "**Micro-organismes, Métaux et Toxicité**" (MIMETOX) est porté par 3 enseignants-chercheurs et 1 ingénieur d'études. Il concerne quelques aspects des mécanismes physiologiques et biochimiques associés à la pollution de micro-algues et bactéries marines par des métaux, essentiels ou non essentiels. Sont ainsi étudiées la prise de dioxygène (respiration des bactéries) et l'émission de dioxygène (photosynthèse de micro-algues), ces deux mesures traduisant l'état physiologique global de chaque type de microorganismes. En parallèle est menée une étude protéomique permettant de caractériser les protéines dont l'abondance relative a été perturbée par le stress de la pollution. Les objectifs sont de détecter des protéines ou peptides détoxifiants comme les métallothionéines ou les phytochélatines, et de comprendre quel métabolisme de tolérance à la pollution a été mis en place par les microorganismes. MIMETOX est impliqué dans le programme GR²TC du Contrat de Projets Etat-Région et principalement dans le volet B intitulé "contaminations, corrosions et traitements de matériaux et substrats en environnement naturel ou confiné".

Un autre thème de recherche du LERMA consiste à étudier l'**incidence de la protection cathodique**, système de protection contre la corrosion des infrastructures portuaires, sur le milieu marin. C'est dans le cadre de ces recherches sur l'impact des activités portuaires que le programme collaboratif **SPONTOX** a vu le jour (cf. encadré ci-après).

Le LERMA n'est à présent plus reconnu comme équipe d'accueil par le Ministère en charge de la Recherche pour le nouveau contrat quadriennal du fait de sa taille jugée trop modeste, des spécialités étudiées, du caractère pluridisciplinaire de la structure¹⁶ et du nombre insuffisant de publications et de personnes habilitées à diriger des recherches (HDR)¹⁷ et, par conséquent, de doctorants. Malgré cette situation et le manque de crédits de fonctionnement qu'elle entraîne, le LERMA poursuit ses travaux de recherche en privilégiant les coopérations avec d'autres laboratoires et équipes de recherche. INTECHMER est en revanche bien soutenu du point de vue de l'investissement par le Conseil Régional et le Syndicat Mixte du Cotentin (comprenant le Conseil Général de la Manche, la Communauté Urbaine de Cherbourg et 13 communautés de communes).

¹⁶ Aspect qui est le propre des structures basées dans des territoires situés en dehors de centres universitaires (problématiques constatée sur l'ensemble des antennes universitaires).

¹⁷ Le LERMA compte toutefois 3 HDR.

Pour les responsables de la structure, la véritable perspective de développement possible est, à terme, de se rapprocher davantage des laboratoires de l'Université de Caen (principalement PE2M et ERPCB) et du CRITT CORRODYS, voire, plus largement, des compétences présentes sur le Grand Ouest pour regrouper les potentiels existants. Toutefois, selon la direction d'INTECHMER, la localisation à Cherbourg-Octeville souffre d'un éloignement préjudiciable et du manque d'autres structures locales travaillant sur des thématiques proches.

Aux trois équipes du LERMA sont rattachées des structures de transfert de technologies et des centres de compétences et de moyens.

Tout d'abord, issu du LERMA, l'**Incubateur d'entreprise "Ressources Marines Vivantes"** (RMV) a vu le jour en 1995 avec l'aide financière de l'Europe (FEDER), de l'Etat (FNADT) et des collectivités territoriales. Cette structure bénéficie de la présence d'équipements lourds (pilotes de production d'algues, pilotes d'extraction de fractions moléculaires d'intérêt industriel, équipements de contrôle qualité et d'analyses biochimique et microbiologique), qui sont mis à la disposition de jeunes entreprises ou de créateurs d'entreprises, afin qu'ils puissent mener à bien des projets de recherche-développement. Depuis sa création, l'incubateur RMV a mis ses compétences et ses moyens au service de quatre jeunes entreprises des secteurs agroalimentaire et parapharmaceutique dans le domaine des micro-algues implantées hors région. Depuis 2001, il fonctionne en partenariat avec l'Incubateur Régional "Normandie-Incubation" qui apporte l'accompagnement administratif. Pour la direction d'INTECHMER, il conviendrait d'initier en région des mesures foncières facilitant l'installation d'entreprises innovantes sur le littoral. A défaut de quoi, les jeunes entreprises s'installent hors région.

Concernant les relations avec les entreprises, il peut être envisagé la mise à disposition de savoir-faire et d'équipements performants comme des serres dotées de photoréacteurs ou le hall de biotechnologie algale.

Une banque de souches de micro-algues dénommée **Algobank** a été créée en 1996 avec l'aide des collectivités territoriales par regroupement des deux collections de micro-algues existant en Basse-Normandie (au CNAM-INTECHMER et à l'Université de Caen). L'objectif était de constituer un centre de compétences et de moyens proposant différents produits et prestations de services dans le domaine de la valorisation des micro-algues. Le partenariat entre les deux sites de Caen et de Cherbourg n'a toutefois pu réellement se concrétiser et il existe aujourd'hui deux structures, Algobank-Caen et Algobank-Cherbourg qui ont, chacune, leur stratégie propre. La banque de micro-algues relevant d'INTECHMER-Cherbourg aide, de manière contractuelle et confidentielle, les professionnels de la filière pour la mise en route et le développement de leur production par le biais de conseils et de stages de formation.

Les relations avec le secteur professionnel se concrétisent surtout par des contacts directs avec les enseignants-chercheurs et lors des réunions de l'Association pour la Promotion de l'Economie Maritime (APEM), instance de concertation du Syndicat Mixte pour l'Equipeement du Littoral (SMEL) auquel participe INTECHMER-Cherbourg.

Le **Pôle Régional de Géophysique Côtière** est un centre de compétences et de moyens créé en 2000 avec le soutien financier de la Région Basse-Normandie, du Département de la Manche et de la Communauté Urbaine de Cherbourg. Il regroupe les équipements géophysiques et les outils d'acquisition et de traitement informatique de

deux équipes de recherche, le LERMA/GEREM du CNAM-INTECHMER et l'UMR 6143 "Morphodynamique Continentale et Côtière" de l'Université de Caen, avec le double objectif de constituer une chaîne complète d'acquisition et de traitement en géophysique côtière et de contribuer à améliorer la connaissance des fonds sédimentaires côtiers par prospection géophysique.

Enfin, mis en place fin 2001, le serveur de données environnementales marines **GEOCOM** a pour objectif de mettre à disposition des partenaires scientifiques les données acquises lors de campagnes scientifiques en mer. Accessible par Internet, ce serveur doit permettre aux personnes autorisées de télécharger des données sous divers formats, depuis des fichiers textes, jusqu'aux données géophysiques brutes (données sonar par exemple), en passant par des images. Cet outil représente une aide importante à la gestion des informations environnementales dont le volume et le rythme d'acquisitions croissent continuellement.

INTECHMER a été associé dans le cadre des projets européens **AQUAPROTECT** déposés à Porto le 5 juin 2009 dans le cadre du deuxième appel à projets INTERREG IV B Espace Atlantique et est partie prenante du programme **PORTONOVO** relatif à la qualité des eaux portuaires et du projet **FISHECO** concernant le comportement du poisson d'élevage, programme qui n'a pas été retenu mais qui va faire l'objet d'une nouvelle candidature en 2010. Sur ce sujet, une thèse est en cours sur la variabilité et le déterminisme génétiques des poissons sauvages et d'élevage (bars) en relation avec des équipes d'IFREMER de La Rochelle et de Montpellier et en collaboration avec des universités islandaise et espagnole. Comme preuve de son implication dans des collaborations internationales, le LERM accueille des post-doctorants étrangers.

Le programme collaboratif de recherche SPONTOX : vers un modèle spongiaire pour l'évaluation de la qualité des eaux littorales en Manche

*Initié en 2010, le programme SPONTOX se fixe pour objectifs de connaître les potentialités des spongiaires en tant que bioindicateurs. Cette démarche collaborative associe l'ERPCB, l'antenne de l'UFR Sciences de l'Université de Caen sur Cherbourg, CORRODYS, le CNAM-INTECHMER et le SMEL avec le soutien financier du Conseil Régional de Basse-Normandie, de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et du Syndicat Mixte du Cotentin. Il consiste à développer et à valoriser un outil de suivi in-situ de la qualité des eaux à partir du modèle biologique de variétés d'éponges présentes sur le littoral bas-normand utilisées comme marqueurs de pollution (bioindicateurs) et sa comparaison à l'actuel modèle "moule", espèce sentinelle du Réseau d'Observation de la Contamination CHimique (ROCCH) de l'IFREMER. Il s'agit d'une première car, cette démarche, déjà développée en Méditerranée, est inédite sur le littoral de la Manche. La zone d'étude des populations de spongiaires s'étend sur les 15 zones littorales de la Directive Cadre sur l'Eau en Basse-Normandie. En 2010, 518 échantillons ont été prélevés sur 296 points d'échantillonnage dont les stations définies par l'IFREMER afin de pouvoir comparer avec le modèle "moules". La stratégie d'échantillonnage vise à distinguer trois zones de prélèvement sur les estrans : haut des plages, partie intermédiaire et partie inférieure. 27 espèces différentes d'éponges ont été collectées et, parmi elles, une espèce est présente partout en grande quantité ; il s'agit d'*Hymeniacidon perlevis*. Les chercheurs ont procédé au dosage des contaminants métalliques en commençant en 2010 par le zinc, le cuivre et le cadmium. Un travail consiste également à détecter des traces d'hydrocarbures et les polluants organiques (PCB-HAP). Les analyses sont sous-traitées au Laboratoire Municipal de Rouen retenu par le réseau ROCCH. Une collaboration va démarrer avec le laboratoire Départemental d'Analyses de la Manche. Dès 2010, le SMEL a procédé à des expérimentations de*

spongiculture, l'objectif étant de mettre en place des cages contenant l'espèce sentinelle dans des zones où elles ne se trouvent pas naturellement comme dans la grande rade de Cherbourg en collaboration avec Ports Normands Associés ou sur la plage de Lion-sur-Mer en raison de l'envasement qui empêche l'éponge de se fixer. Des travaux d'expérimentation en laboratoire vont consister à comparer la cinétique d'accumulation et de décontamination de l'espèce sentinelle par comparaison au modèle moule actuel.

II.1.4. Le laboratoire "Morphodynamique Continentale et Côtière" (CNRS - UCBN - Université de Rouen)

Le laboratoire de Morphodynamique Continentale et Côtière (M2C) qui associe le CNRS aux deux universités de Caen et de Rouen conduit des travaux ayant trait à l'identification et l'analyse des mécanismes qui régissent l'évolution des formes des reliefs continentaux, du littoral et des plates-formes marines immergées, à différentes échelles de temps. Il mène également des recherches qui permettent d'évaluer l'impact anthropique sur le milieu littoral, les sédiments et la qualité des eaux de surfaces et souterraines. Le laboratoire M2C comprend deux équipes.

L'équipe **Dynamique des surfaces continentales** porte ses objectifs sur :

- l'étude du rôle de la déformation intraplaque sur l'évolution des surfaces continentales,
- le décryptage de l'histoire des surfaces continentales enregistrée par les formations superficielles,
- l'approche intégrée des bassins versants sous contrôles hydro-climatique et anthropique.

L'équipe **Dynamique des systèmes côtiers** plus directement concernée par le thème du présent rapport affiche les objectifs suivants :

- comprendre les processus physiques, sédimentaires et biogéochimiques et déterminer les flux associés qui caractérisent le domaine côtier,
- définir les facteurs qui contrôlent l'évolution morphodynamique et la préservation des littoraux, et quantifier leur impact relatif.

Les compétences dans le domaine côtier sont très développées sur Caen, historiquement liées à l'existence dans le passé du laboratoire de géologie marine. Le site de Rouen a en revanche davantage développé les aspects de morphodynamique continentale sachant toutefois qu'il existe sur les deux sites des compétences croisées.

En ce qui concerne la partie côtière de l'UMR, il s'agit d'étudier l'évolution des côtes et, point fondamental, leur devenir d'un point de vue physique du fait des évolutions naturelles et des impacts de l'activité humaine à l'exemple de la problématique de l'ensablement de la baie des Veys face aux activités conchylicoles. Les objectifs consistent à répertorier les zones à risques et à trouver des solutions mobilisant des compétences fortes en ingénierie (d'où l'existence d'un Master Professionnel spécialisé en "ingénierie littorale").

En matière d'aménagement, des travaux portent sur l'étude de solutions innovantes de protection du littoral, préoccupation majeure en Normandie et sujet

faisant l'objet d'une préoccupation accrue des autorités nationales depuis les ravages de la tempête Xynthia sur la côte Atlantique en février 2010.

Une autre voie de diversification concerne les énergies marines du fait du potentiel technique et instrumental important (partie mécanique des fluides du laboratoire).

Un volet transversal concerne les applications et les développements et mobilise les deux équipes avec un appui important sur l'équipe côtière concernant les problématiques d'ingénierie littorale et côtière et d'énergies marines. C'est dans ce cadre que sont développées des prestations de service avec des bureaux d'études privés (jusqu'à 700 000 euros de contrats par an à comparer avec les 70 000 euros de la ressource CNRS).

Etant donné l'intérêt des acteurs économiques pour des approches plus appliquées, le laboratoire a développé une action transversale permettant la valorisation des travaux en s'appuyant sur l'expertise scientifique des chercheurs. Ainsi, quatre thèmes intéressant la demande sociétale ont été retenus :

- le développement instrumental,
- la conception de technologies marines innovantes,
- l'évaluation des impacts anthropiques et climatiques,
- la mise en place d'outils et de méthodes de gestion.

Le grand intérêt de l'UMR M2C est de rassembler en son sein plusieurs disciplines et sciences associées comme la physique et la biologie. Les nombreux savoir faire du laboratoire concernent les points suivants :

- analyse sismotectonique et géomorphométrique pour l'évaluation de l'aléa sismique,
- imagerie géoélectrique du sous-sol,
- modélisation physique des processus d'érosion en canal à houle et courant, études de stabilité des ouvrages côtiers et de prototypes en énergies marines,
- modélisation en chambre froide de l'évolution des versants lors de la fonte d'un pergélisol (sous-sol gelé en permanence, utilisé comme indicateur du réchauffement climatique),
- expertise en hydrogéologie et karstologie,
- analyse géophysique des fonds marins (nature substratum géologique, nature et épaisseur couverture sédimentaire),
- quantification des flux hydrosédimentaires en "continu" par des stations de mesures haute-fréquence (infra-horaire),
- modélisation de la dynamique des pathogènes bactériens dans un contexte environnemental (hydrogéologie, hydrosédimentologie, pluviométrie, caractéristiques des bassins versants),
- expertise en taxonomie et typage moléculaires des bactéries dans des matrices complexes (sols, sédiments),
- analyse du risque microbiologique dans les eaux : dynamique et déterminisme de la contamination par des bactéries d'origine fécale (approche multidisciplinaire : microbiologie, hydrogéologie, hydrosédimentologie, pluviométrie, caractéristiques géologique des sols et usage des bassins versants),
- caractérisation de la taille des particules (technique laser ou mécanique),

- caractérisation des minéraux par diffractométrie RX (minéraux argileux principalement),
- topographie par laser aéroporté (LIDAR) et photographies aériennes verticales,
- expertise en suivi de l'évolution du littoral (trait de côte, plages, baies et estuaires),
- cartographie des risques littoraux (érosion du trait de côte, submersion).

Le laboratoire M2C est, depuis longtemps, mobilisé dans deux grands programmes de recherche : les programmes **Seine-Aval** successifs et le **projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel** où il siège dans le Comité de suivi hydrosédimentaire compte-tenu de l'expertise acquise dans les travaux sur la baie depuis les années 70. Deux thèses encadrées ont été ou sont financées par le Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel, maître d'ouvrage, et le Conseil Régional.

Le Laboratoire M2C est aussi particulièrement impliqué dans le **projet GR²TC** (Gestion des Ressources, Risques et Technologie du domaine Côtier) inscrit dans le CPER 2007-2013 qui a pour objectif de mieux appréhender les risques d'origines naturelle et anthropique sur la frange littorale, de trouver des solutions pour les prévenir, les prévoir et s'en défendre mais aussi de valoriser les ressources exploitables et servir de point d'appui aux filières économiques. C'est un premier niveau de structuration important permettant de bénéficier d'une dynamique. Le projet fédérateur GR²TC qui sera détaillé plus avant dans la suite du rapport est structuré en 4 volets, 2 plateaux technologiques et 7 sous-projets ciblés. Dans le cadre du CPER, il faut aussi souligner un partenariat entre M2C et le CRITT CORRODYS localisé à Cherbourg-Octeville dans le cadre d'une convention annuelle avec l'Université de Caen Basse-Normandie sur des sujets liés au milieu marin ou littoral.

Sur le plan des équipements, M2C possède deux canaux à houle permettant de procéder à des modélisations physiques ou analogiques de situation à échelle réduite (test de digues, fondation d'éoliennes, ancrage d'hydroliennes...). Il existe en la matière un fort potentiel exploitable. En l'occurrence, M2C intervient dans la cartographie des fonds marins, équipé d'outils géophysiques pour procéder à la reconnaissance sous-marine (étude et cartographie de la nature des fonds marins). En 2009, un travail sur la prospection offshore (ferme éolienne) a été conduit. Un certain nombre d'opérateurs privés spécialisés dans les énergies marines renouvelables ont dernièrement fait appel aux expertises du laboratoire comme les sociétés WPD et SAIPEM afin de bénéficier d'essais dans les canaux à houle.

L'existence de plusieurs bourses CIFRE au sein de M2C ces dernières années est révélatrice de partenariats importants. Il y a aussi des contrats dans le cadre du Centre de Recherches en Environnement Côtier (CREC) au bénéfice de Communautés de Communes, du Ministère en charge de l'Environnement, de bureaux d'études pour certaines mesures du fait des outils analytiques performants (mesure laser, granulométrie, diffractométrie...).

Un laboratoire précurseur dans le suivi de l'évolution des côtes

Dans la continuité des travaux menés par le Laboratoire de Géologie Marine, l'un de ses laboratoires fondateurs, M2C a été précurseur à l'échelle nationale dans les études globales en matière de défense des côtes au départ dans la Manche depuis 1991 (côte Ouest du Cotentin) avec une approche économique, de connaissance du milieu naturel poussée et bien sûr

technique, démarche étendue ensuite aux autres façades de la Basse-Normandie dont le Calvados (1995) avec réalisation d'une cartographie des risques d'érosion et de submersions en 1996 réactualisée en 2006. Localisé à la station marine de Luc-sur-Mer, le Groupe de Recherche sur les Environnements Sédimentaires Aménagés et les Risques Côtiers (GRESARC), aujourd'hui intégré au sein du Centre de Recherche en Environnement Côtier, est mobilisé sur ces études en sédimentologie côtière et participe à des projets d'aménagement le long du littoral. Il se situe clairement à l'interface entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée. Il travaille pour les collectivités territoriales, des partenaires publics et des bureaux d'études spécialisés et participe à des programmes de recherche fondamentale français.

Le suivi de l'évolution des plages et du trait de côte du Département de la Manche concerne l'ensemble des côtes de la baie des Veys à la baie du Mont-Saint-Michel. Il fait suite aux deux phases d'études concernant la défense contre la mer des côtes du Département de la Manche (1989 - 1994 pour la côte ouest du Cotentin et 1995 - 1999 pour les côtes nord-ouest, nord et est). Ces suivis reposent sur un réseau de repères implantés sur les hauts estrans des plages du Département.

L'objectif de cette démarche est double : d'une part, ajuster les hypothèses retenues en termes d'évolution prévisionnelle du trait de côte dans la phase économique de l'étude globale de défense contre la mer et d'autre part, affiner, à moyen terme, l'évolution du volume du stock sédimentaire côtier car les extractions de sables passées ont considérablement affaibli le stock de sédiments sableux des plages du Département de la Manche.

Depuis 1995, le suivi de l'évolution du littoral du département du Calvados couvre l'ensemble des côtes sableuses de la baie des Veys à l'embouchure de la Seine. Ce suivi repose sur un réseau de repères balisant 35 stations de mesures réparties sur 7 secteurs distincts qui couvrent 18 communes littorales. Le réseau de repères mis en place permet de mesurer l'évolution altimétrique des plages et l'évolution planimétrique du trait de côte. Le suivi de l'évolution actuelle du littoral du Calvados a pour objectif :

- *de préciser et de moduler la tendance évolutive pluriannuelle du trait de côte,*
- *d'affiner la définition des causes des phénomènes d'érosion à partir de mesures réalisées à des saisons différentes,*
- *de compléter quantitativement, sur une échelle de temps plus longue, les observations concernant l'évolution morphologique de l'estran et des dunes bordières,*
- *de mesurer l'évolution dans le temps des volumes de sables sur les plages,*
- *d'obtenir une meilleure appréciation de l'instabilité de la ligne de rivage en fonction de l'intensité des événements météorologiques.*

Il existe au total 150 stations de mesures (relevées dans un premier temps 3 fois par an, aujourd'hui 1 fois dans la Manche et 2 dans le Calvados)

M2C a rédigé la version de préfiguration du guide méthodologique pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux à la fin des années 90 pour le Ministère de l'écologie. Pour le suivi du trait de côte, l'approche LIDAR avec le programme CLAREC devrait d'ici 1 à 2 ans remplacer les techniques de levé terrestre actuelles.

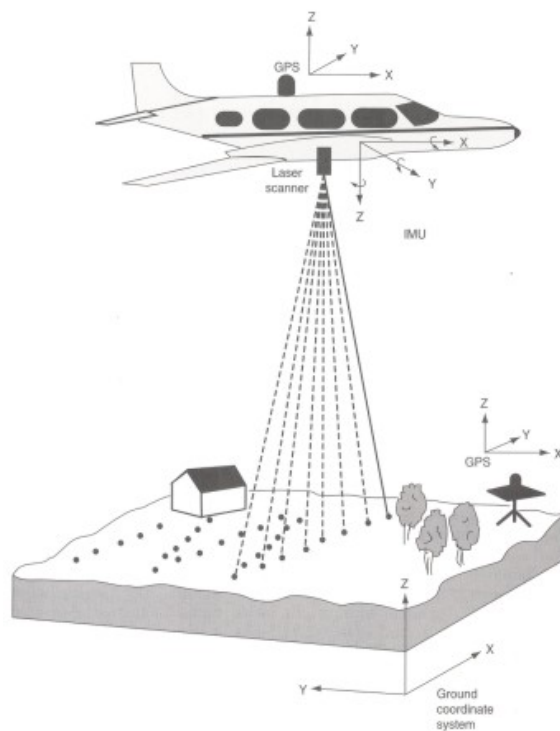
Il convient d'insister sur l'ambitieux programme **CLAREC** (Contrôle par Laser Aéroporté des Risques Environnementaux Côtiers) porté par le laboratoire M2C, chargé de l'exploitation opérationnelle d'un équipement topographique de très haute performance : le LIDAR (Light Detection And Ranging), un laser à balayage latéral aéroporté qui effectue jusqu'à 200 000 mesures laser par seconde pour des relevés en 3D de surfaces au sol, avec une précision altimétrique de +/- 7 centimètres à 1 écart

type sur sol nu. L'objectif du projet est d'étudier les conséquences d'un changement climatique sur les aléas pouvant affecter la façade maritime des régions allant de la Baie du Mont-Saint-Michel à la frontière belge.

CLAREC est coordonné par M2C sur l'ensemble de ce territoire et mené en partenariat avec le laboratoire de "GEOgraphie PHysique de l'ENvironnement" (GEOPHEN) de l'Université de Caen et le "Laboratoire d'Océanographie et de Géosciences" (LOG-CNRS) de l'Université du Littoral - Côte d'Opale.

L'utilisation de cet équipement fera entrer le laboratoire M2C dans le cercle très fermé des quelques unités de recherche munies d'un tel instrument à l'échelle mondiale¹⁸. Ce projet, de plus d'un million d'euros, est principalement financé par quatre régions : Basse-Normandie, Haute-Normandie, Picardie et Nord-Pas-de-Calais et est soutenu par des moyens financiers et humains du CNRS. Les laboratoires partenaires du projet sont organisés en un Groupement d'Intérêt Scientifique à l'échelle interrégionale.

Ses principales applications concernent l'érosion du trait de côte, les zones de submersion, les mouvements de terrain, les zones d'ensablement. Les premiers vols test ont été réalisés au dessus de la région caennaise, de la baie du Mont-Saint-Michel et de la côte ouest du Cotentin.



Principe du LIDAR

Il s'agit d'un projet phare pour le laboratoire M2C qui va être valorisé à travers plusieurs types d'actions (partenariats public-privé, extension nationale du projet, labellisation INSU CNRS...). Le champ d'application concerne le littoral de la Manche, de la baie du Mont-Saint-Michel à la frontière belge. CLAREC est toutefois limité par les moyens humains pour répondre aux potentiels de l'outil du fait du travail de traitement de données très lourd. Cet outil de précision remarquable exige en effet des moyens humains importants en la matière et notamment en ce qui concerne le nettoyage du signal originel, sachant qu'il faut faire la part entre le relief naturel et le bâti tous deux repérés comme un point par le laser. Les campagnes de mesures ont débuté en février 2009 mais l'année 2010 marque un passage à une réelle exploitation opérationnelle. L'équipe opérationnelle qui assure la mise en œuvre de l'outil travaille aussi sur son optimisation à travers des recherches sur l'intensité de retour du signal (thèse financée par le CNRS et collaboration avec l'ENSICAEN), des améliorations de calcul de trajectoires (stages et collaboration avec l'ESGT -Ecole Supérieure de Géomètres Topographes du Mans- et le Centre National d'Etudes Spatiales -CNES-) ou encore sur l'interfaçage avec d'autres capteurs (caméra Très Haute Résolution).

¹⁸ Il existe trois ou quatre LIDAR en France mais il s'agit là du seul consacré à la recherche universitaire publique.

Notons également les collaborations entre M2C et l'une des équipes du Laboratoire Universitaire de Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC) dénommée "Mécanique des Fluides et Rhéologie" sur des applications maritimes et littorales présentées ci-après.

S'agissant des moyens en personnels, le site caennais de M2C comprend 44 équivalents temps pleins répartis en 15 enseignants-chercheurs, 1 directeur de recherche CNRS, 2 Assistants Temporaires d'Enseignement et de Recherche (ATER à 50 %), 15 ingénieurs, assistants ingénieurs et techniciens (UCBN et CNRS), 2 personnels en CDD dans le cadre du programme CLAREC ingénieur et techniciens et environ 10 doctorants (en novembre 2010).

Au-delà de l'UMR multi-sites, il existe un projet de **réseau thématique "Mer-Interface Littorale"** (MIC) qui regrouperait, au sein des deux régions de Basse et de Haute-Normandie, tous les acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche en lien avec la mer. La recherche côtière est prête à se structurer en Normandie à travers un réseau thématique bien identifié. La difficulté réside toutefois dans une structuration différente en Haute-Normandie où il n'existe pas de recherche côtière identifiée dans le Contrat de Projets Etat-Région contrairement à celui de Basse-Normandie, cet aspect étant intégré dans le volet "environnement" qui comprend une partie côtière.

II.1.5. Le laboratoire GEOPHEN (GEOgraphie PHysique et ENVironnement) - UCBN

GEOPHEN (GEOgraphie PHysique et ENVironnement) est un laboratoire de recherche de l'Université de Caen Basse-Normandie, composante de l'UMR 6554 "Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique" (LETG)¹⁹. Les travaux du laboratoire sont orientés vers les aspects fondamentaux de la géographie physique, les problèmes environnementaux et les recherches appliquées et partenariales liées à l'aménagement et, plus précisément sur le continuum terre-mer via les problématiques de bassins-versants et littoraux (espace intertidal) avec, comme dénominateur commun, la ressource en eau. Des chercheurs du laboratoire se sont ainsi spécialisés sur des aspects concernant les versants littoraux. Cette dimension littorale se retrouve à la fois dans la recherche et les enseignements dispensés. GEOPHEN est mobilisé dans le projet régional fédérateur GR²TC inscrit au CPER 2007-2013 sur la question du risque littoral. Différentes actions sont menées :

- le projet régional **OLIBAN** (Observatoire du Littoral BAs-Normand sur lequel nous reviendrons) via une intervention sur le bassin versant de la Seulles,
- la dynamique des versants littoraux (étude des mouvements de terrains),
- la participation à divers programmes interrégionaux (de la Normandie au Nord-Pas-de-Calais) dont le projet interrégional **CLAREC**, GEOPHEN et GEODAL (laboratoire de l'Université de Dunkerque) ayant été associés à M2C pour le portage du projet dans sa phase de montage.

Un axe important de recherche du laboratoire porte sur les risques naturels en milieu littoral et, plus précisément, sur la dynamique des falaises et sur les submersions de tempêtes. Avec un chercheur climatologue-météorologue du laboratoire, ces travaux

¹⁹ UMR qui regroupe le CNRS et quatre laboratoires rattachés aux Universités de Bretagne Occidentale, Nantes, Rennes 2 et Caen.

autour du transport eau-matières intègrent la dimension atmosphérique. Les travaux regroupent également des aspects temps courts/temps longs avec des études conduites sur des estuaires tels celui de la Dives sur l'évolution quaternaire.

Autres aspects, face à la problématique des risques naturels particulièrement prégnants auxquels est confrontée une partie du littoral de la Manche (transit sédimentaire, recul des falaises, submersion marine) dans un contexte de changement climatique, les trois Régions de Basse-Normandie, Haute-Normandie et Picardie, tout particulièrement confrontées à ces risques, ont souhaité conduire une réflexion autour de la création d'un **Réseau Interrégional d'Observation du Littoral**. Ce projet a fait l'objet d'une mission de préfiguration, menée d'avril à septembre 2009, confiée au Syndicat Mixte Littoral Normand, structure constituée des Régions Haute-Normandie et Basse-Normandie, et de la Délégation Normandie du Conservatoire du Littoral. Le réseau assurerait ces missions sur les trois thèmes suivants :

- la mobilité de la bande côtière, depuis la compréhension des phénomènes et l'identification des aléas à la gestion des risques côtiers associés (submersion marine, en particulier),
- l'analyse des enjeux environnementaux et socio-économiques sur le littoral,
- l'adaptation aux changements globaux affectant le littoral (et notamment le changement climatique avec ses conséquences sur le niveau marin et les niveaux extrêmes de la mer).

L'un des objectifs du réseau interrégional d'observation consistera à réaliser des mesures topographiques via le CLAREC présenté précédemment.

A ces programmes s'ajoutent des travaux de thèses financés par les collectivités territoriales et les tutelles du laboratoire. Ainsi, une thèse est en cours sur l'érosion des falaises et la submersion en cas de tempête. Des contacts existent avec la station IFREMER de Port-en-Bessin mais les relations majoritaires concernent le Centre IFREMER de Brest - Plouzané, Brest étant le site de l'Ecole Doctorale des Sciences de la Mer qui s'appuie sur un réseau d'une trentaine de départements, laboratoires ou équipes d'accueil en France dont le GEOPHEN via l'UMR multi-sites.

Associé à M2C - site de Rouen, le laboratoire GEOPHEN était impliqué dans le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Granulats Marins dans le cadre du Contrat de Plan Etat-Région Haute-Normandie 2000-2006 et précisément sur la recherche de nouveaux secteurs d'extractions.

GEOPHEN est aussi partenaire du **projet interrégional CLIMASTER** (changement climatique, systèmes agricoles, ressources naturelles et développement territorial) qui a pour principal objectif de développer collectivement un programme portant sur les interactions entre le changement climatique et le développement régional.

Cette démarche doit permettre aux acteurs régionaux une anticipation raisonnée des évolutions à venir et des conséquences en termes de gestion et de pratiques relatives aux activités agricoles et à la gestion des ressources naturelles et notamment des ressources en eau. CLIMASTER est financé par le CEMAGREF, l'INRA, les

Régions Bretagne, Basse-Normandie et Haute-Normandie. Ce projet s'inscrit dans le PSDR²⁰ Grand-Ouest.

Notons aussi qu'à la fin des années 90 et au début des années 2000, GEOPHEN a été à l'initiative de projets INTERREG, programmes qui ont permis de nouer des relations durables outre Manche, notamment avec l'Université de Brighton.

La thématique mer et littoral mobilise, au sein du GEOPHEN, 3 enseignants-chercheurs, 3 ingénieurs ou techniciens et 4 doctorants.

II.2. LES LABORATOIRES ET LES EQUIPES DE RECHERCHE MOBILISES SUR DES TRAVAUX EN LIEN AVEC LA MER ET LE LITTORAL

Bien que ne traitant pas exclusivement du milieu marin, bon nombre d'autres laboratoires ou équipes de recherche en Basse-Normandie conduisent des travaux scientifiques en lien avec ce sujet. Les recherches sont d'ailleurs souvent réalisées dans le cadre de programmes conduits en partenariat avec les structures décrites dans le précédent chapitre dans une démarche interdisciplinaire. Ces travaux vont être présentés à travers quelques grands items : "santé - environnement", "sciences humaines et sociales" et "matériaux".

II.2.1. Des travaux autour de la santé et de l'environnement en lien avec la mer

II.2.1.1. La radioécologie marine, activité historique du LRC-IRSN de Cherbourg-Octeville

La radioécologie marine est l'activité historique de l'actuel **Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg-Octeville** (LRC) de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) créé en 1963 sous la dénomination de Laboratoire de Radioécologie Marine sur le site de l'usine de traitement des combustibles usés de La Hague au moment même où celle-ci entrait en activité. Il avait pour mission première d'évaluer l'impact de cette nouvelle activité industrielle sur le milieu marin. Depuis le début des années 90, le LRC a diversifié ses activités en élargissant ses compétences initialement dédiées à la radioécologie marine au domaine de la dispersion atmosphérique des radionucléides. Le LRC a aujourd'hui pour mission d'étudier le comportement des radionucléides d'origine naturelle ou artificielle dans les écosystèmes dans la perspective d'évaluer, de façon réaliste, le risque sanitaire et environnemental. Ses activités de recherche contribuent à renforcer ses capacités d'expertise dans ses domaines de compétences. En 1994, le laboratoire a rejoint le site universitaire de Cherbourg-Octeville²¹. Dans sa configuration actuelle, la structure représente 2 200 m² de laboratoires, bureaux et ateliers. Elle comprend 8 ingénieurs de

²⁰ Les PSDR (Pour et Sur le Développement Régional) sont des programmes de recherche au niveau national, mis en œuvre dans les régions, avec l'appui d'organismes de recherche, de conseils régionaux et d'acteurs du développement.

²¹ Dans le domaine de la radioécologie marine, l'IRSN dispose également d'une antenne à Toulon dont les travaux qui portent sur la Méditerranée et le delta du Rhône sont complémentaires de ceux conduits à Cherbourg-Octeville. L'outil de crise marine est développé en concertation entre le LRC et la station de Toulon.

recherche et 5 techniciens auxquels s'adjoignent stagiaires, doctorants et post-doctorants accueillis au sein du laboratoire. Le LRC dispose de matériels performants pour les interventions et les mesures sur le terrain, à terre ou en mer, certains d'entre eux ont été conçus spécifiquement par les ingénieurs et techniciens du site.

Pour la présente étude, ne seront développés que les aspects en lien avec les compétences historiques du laboratoire bien que dans l'étude de la dispersion atmosphérique des polluants, il existe de facto une interface avec le milieu marin (ex : émission d'aérosols en milieu portuaire ; échanges gazeux et particulaires à l'interface air-mer). La radioécologie marine a ainsi pour objectif de rendre compte des processus de transfert des radionucléides dans la chaîne trophique ; il existe pour cela des bioindicateurs dans le milieu naturel (moules, algues, patelles) et/ou des espèces consommées (huîtres, crustacés, poissons) dont les facteurs de concentration sont bien documentés²².

Les compétences du laboratoire en radioécologie marine intègrent un potentiel important d'activités. Les études portent sur le transport des radionucléides²³ par les masses d'eau et les particules sédimentaires déposées ou en suspension, leur transfert aux espèces vivantes et la recherche d'éventuels effets de la radioactivité à faible dose. Elles s'appuient pour cela sur des modélisations, des observations de terrain (prélèvements d'eau, de sédiments, d'espèces...), des expérimentations en laboratoire et le développement de modèles permettant de prédire les concentrations en radionucléides dans les écosystèmes marins en situation nominale ou accidentelle. Le laboratoire conduit ses programmes propres mais intervient également en qualité d'expert à la demande de l'Autorité de Sûreté Nucléaire ou de différents opérateurs. Le LRC a également une mission de surveillance²⁴. A ce propos, le laboratoire est régulièrement sollicité et apporte son expertise scientifique dans le cadre de la Commission OSPAR (Oslo-Paris) visant à la protection de l'environnement marin de l'Atlantique du Nord-Est.

Les vecteurs de radionucléides en milieu marin sont de trois types : l'eau de mer, les particules sédimentaires en suspension ou déposées sur le fond et les espèces vivantes. A ces trois compartiments sont rattachés des grands types de processus :

- **physiques** avec l'étude des phénomènes de transport des radionucléides par l'eau et les sédiments,

²² En termes de concentration en contaminants, la mise à l'équilibre d'une espèce avec l'eau qui l'environne, n'est pas instantanée et obéit donc à une certaine dynamique. Au bout d'un temps caractéristique, l'espèce atteint une concentration dite concentration à l'équilibre.

²³ De nombreux radionucléides artificiels ont été introduits dans le milieu marin par le développement des applications nucléaires civiles et militaires. Les quantités d'éléments radioactifs émis par les activités humaines dans l'environnement sont globalement bien connues. Ces éléments peuvent donc être de très bons marqueurs de masses d'eau ou de transport sédimentaire. Ils ont récemment été mis à profit dans le cadre de la thèse de Carole DUBRULLE, "Les sédiments fins dans un système macrotidal actuel - continuum Seine-Baie de Seine : caractérisations géochimiques et minéralogiques, identification des sources" - M2C - Université de Caen - 2007.

²⁴ Du fait de la localisation dans la presqu'île du Cotentin, le LRC contribue au programme de surveillance du territoire national au titre du Réseau National de Mesures (RNM) et réalise des prélèvements de bio-indicateurs sur la frange littorale conditionnés et transmis au Laboratoire de Veille Radiologique de l'Environnement (IRSN-Le Vésinet) pour analyses.

- **chimiques** (ou réactivité) avec l'étude des changements de spéciation chimique des radionucléides²⁵ qui peut avoir une incidence sur leur cheminement au sein des différents écosystèmes, incluant la spéciation des radionucléides à l'état dissous dans l'eau de mer, ainsi que les processus réactifs à l'interface eau-sédiment et à l'intérieur de la colonne sédimentaire (diagenèse),
- **biologiques** qui conduisent les radionucléides initialement contenus dans les compartiments physiques à pénétrer la chaîne alimentaire (de la bactérie aux espèces consommées).

A l'intérieur de chacun de ces grands domaines de compétence, trois types d'activités sont représentés à des niveaux différents au LRC :

- des **observations de terrain** sur la base de l'héritage en savoir-faire (connaissances des modes d'intervention) et en matériel sur la frange côtière ou à bord des navires océanographiques²⁶,
- des **expérimentations en laboratoire** qui sont de deux natures complémentaires. En premier lieu, des expérimentations permettent de reproduire dans des conditions contrôlées des processus naturels et, en second lieu, des expérimentations avec traceurs radioactifs mettent à profit les radionucléides comme traceurs de certains processus, pour les identifier ou les quantifier,
- des **modélisations** dans la perspective de prévoir l'impact sur les écosystèmes marins d'une émission de radionucléides chronique ou accidentelle liée au cycle ou au transport du combustible. Par exemple, une modélisation 2D sur la Manche et la Mer du Nord a été mise en œuvre avec l'IFREMER.

Au plan détaillé, les actions du LRC peuvent être examinées par processus. Il en est ainsi tout d'abord de **l'étude du transport et de la dispersion des radionucléides** liés aux masses d'eau. Depuis le début des années 80, le laboratoire a réalisé des milliers de mesures en Manche, Mer d'Irlande, Mer du Nord et proche Atlantique qui ont permis de valider un modèle de dispersion des radionucléides dissous sur le plateau continental nord-ouest de l'Europe. Ce modèle validé permet de faire des prédictions en Manche telles qu'elles ne s'éloignent pas de plus de 50 % des valeurs réelles. Ce travail de recherche alimente des démarches plus appliquées dans le cadre de situations accidentelles. L'IRSN utilise ce modèle pour suivre le devenir de tout polluant dissous à partir d'un point quelconque et jusqu'à 100 points répartis sur la zone précitée. Ce modèle demande toutefois encore d'être amélioré pour qu'il devienne un véritable outil de crise opérationnel. Pour y parvenir, il faut qu'il puisse avoir été testé dans des conditions de crise (scénarios-types d'accidents) pour préciser dans quels délais pourront être apportées les réponses aux autorités. Ce programme appelé **STERNE** doit arriver à son terme d'ici fin 2013.

Un travail de recherche est en cours sur le devenir du tritium émis par les centrales nucléaires sur la façade atlantique. Sa détection à très bas niveau permet de suivre la répartition de leur panache dans les eaux fluviales, les estuaires, les zones d'influence et les processus de mélange.

²⁵ En chimie, la spéciation désigne l'ensemble des espèces chimiques sous lesquelles un élément se présente dans un environnement donné.

²⁶ Via la flottille côtière mise à la disposition des chercheurs par l'INSU-CNRS.

S'agissant des **transports particuliers** (transport de radionucléides liés aux particules sédimentaires), on connaît bien actuellement la dynamique du transport des radionucléides dans les sédiments en Manche. Un modèle opérationnel a été récemment amélioré grâce aux travaux d'une thèse réalisée avec le laboratoire M2C-Rouen. Ce travail a consisté à développer un outil d'observation vidéo de l'interface eau-sédiment permettant d'utiliser les images acquises pour décrire *in situ* les processus qui gouvernent le déplacement des particules en fonction des conditions locales dans des faciès sédimentaires hétérométriques (mélange complexe entre petites et grosses particules). Il s'agissait de trouver une équation qui rende compte de ces processus complexes et soit capable de décrire des phénomènes de masquage des petites particules par les grosses. Pour cela a été développé le DySPI (Dynamic Sediment Profile Imagery), équipement innovant mis au point par l'IRSN et l'IFREMER²⁷. Ces travaux de recherche ont permis de progresser sur la connaissance des processus fins qui gouvernent le transport des radionucléides.

Il convient aussi d'indiquer que dans le cadre d'un contrat de trois ans avec AREVA - La Hague est développé un outil 3D d'étude de la dispersion des radionucléides à proximité immédiate du point de rejet en mer de cette installation. Le tritium est utilisé comme traceur et les campagnes de prélèvement génèrent 10 000 échantillons. La stratégie consiste à prélever simultanément à 10 niveaux différents et toutes les 30 secondes des échantillons d'eau de mer pour y mesurer le tritium dans la masse d'eau. A ainsi été développé un lest dynamique avec systèmes de prélèvement intégrés. Pour ce faire, un robot a été mis au point avec le LUSAC.

Il existe un savoir faire important au sein du LRC en matière d'**interprétation des signaux enregistrés dans les carottes sédimentaires** en termes de pollution radioactive ou métallique. Le programme dénommé **RHAPSODIS** (Reconstitution de l'Histoire des Apports Particulaires à la Seine par l'Observation De leur Intégration Sédimentaire) porté par le LRC dans le cadre de Seine-Aval a pour ambition de reconstituer l'historique sur le dernier demi-siècle des apports en contaminants (radioactifs, métaux, contaminants organiques voire microbiologiques) piégés dans les sédiments d'une darse du port de Rouen non draguée depuis plusieurs décennies en s'appuyant sur des carottes de sédiments sur lesquelles sont appliquées des études sédimentologiques (radiographies), minéralogiques (diffractométrie aux rayons X), géochimiques (éléments stables radioémetteurs alpha et gamma dont certains servent de marqueurs temporels). La campagne de carottages a eu lieu et les sédiments sont en cours d'analyse.

Une autre activité autour de l'**expertise radiologique des sédiments dragués** est en développement. Son but est d'évaluer l'impact du dragage de sédiments potentiellement contaminés. Le LRC est intervenu récemment pour une expertise dans le cadre du projet d'agrandissement du port de La Rochelle.

Des collaborations historiques entre le LRC et l'UMR Morphodynamique Continentale et Côtière (M2C)

L'exutoire de la Seine, fleuve majeur de la Mer de la Manche dont le bassin versant englobe un pourcentage important de la population et de l'activité économique françaises a, depuis les années 90, fait l'objet dans sa partie estuarienne et marine (la Baie de Seine), d'une

²⁷ On relèvera la coopération existante entre le LRC et l'IFREMER depuis le début des années 80 concrétisée par une convention.

réactivation des recherches scientifiques dans le cadre de programmes européen (MAST Flumanche), national (PNEC Baie de Seine) et interrégional (Seine-Aval). L'un des "fils rouges" de ces programmes a reposé et consiste en l'identification des processus hydrosédimentaires pilotant le transport, le dépôt et l'érosion des particules fines (silts et argiles) pour lesquelles les différents contaminants ont une affinité toute particulière.

L'UMR Morphodynamique Continentale et Côtière (M2C) CNRS-Universités de Caen et de Rouen a pris une part active dans ces programmes portant sur la dynamique sédimentaire concernant la Mer de la Manche et son littoral, en particulier en collaboration avec le Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg (LRC-IRSN) depuis une bonne trentaine d'années. Ainsi, plusieurs projets ont été menés depuis 1995 de concert entre sédimentologues de l'Université de Caen et géochimistes de Cherbourg. Ils ont par exemple démontré, grâce aux traceurs radioactifs artificiels étudiés par le LRC (dont Co-60 et Cs-137), que les sédiments fins d'origine marine (marqués par le passage des masses d'eaux face à l'usine de retraitement des combustibles irradiés de La Hague) associés -même en faibles quantités- aux sédiments sableux, cheminent au fond de la Baie de Seine en direction de l'estuaire. Ensuite, la remontée de stocks de particules marquées fut identifiée très à l'amont dans l'estuaire, à 100 km de l'embouchure (attestant de l'énergie de la marée et de la complexité des processus) ; les taux de déplacements sont variables avec les années selon les conditions hydrologiques (débits de la Seine). Une thèse récente a été co-encadrée (M2C/LRC-IRSN) sur le marquage des particules fines depuis l'amont du barrage de Poses (limite amont de l'estuaire) jusqu'au littoral de l'Est du Cotentin et les fonds de la Baie de Seine. Les radionucléides y sont extrêmement précieux, puisqu'ils permettent de marquer la source marine au système estuarien et de pister son influence dans l'estuaire et au sein des petits estuaires bas-normands (Orne, Dives, Touques). Une nouvelle thèse en cours en collaboration avec M2C porte sur le suivi des métaux et des radionucléides par carottage dans l'Estuaire de la Seine, la région rouennaise et en amont de Poses.

La recherche conduite au LRC sur les **processus réactifs** a porté sur les processus diagénétiques dans les vasières estuariennes (projet MEDIANs - Seine Aval) et sur le comportement du plutonium dans les sédiments de la Mer d'Irlande (programme européen REMOTRANS).

Un nouvel axe de recherche a pour objectif de mettre en évidence un effet éventuel de la radioactivité dispensée en milieu marin à faible dose en situation d'exposition chronique. Tel est l'objet du programme INTERREG IV A **CHRONEXPO** qui a débuté fin 2009 et auquel participent des laboratoires français et anglais. Ce programme que nous détaillerons dans le chapitre sur les programmes INTERREG concerne également d'autres contaminants tels que les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), métaux, radionucléides.

Concernant l'implication dans des formations supérieures, dans le cadre d'une convention de trois ans reconductible entre l'IRSN et l'Université de Caen Basse-Normandie et l'Université de Rouen, des chercheurs du LRC dispensent quelques cours en M1, M2 Recherche et M2 Pro.

Dans le domaine de la formation des ingénieurs nucléaires de l'Ecole d'Applications Militaires de l'Energie Atomique (EAMEA), le LRC réalise trois conférences dans l'année.

Par ailleurs, dans le secteur de la radioécologie marine, il convient aussi de citer les compétences présentes à l'**Ecole des Applications Militaires de l'Energie Atomique** (EAMEA) de Cherbourg-Octeville qui accueille en son sein le **Groupe**

d'Etudes Atomiques (GEA), laboratoire d'études et de recherche dans le domaine de la radioécologie disposant de compétences et de moyens performants pour l'étude des éléments radioactifs dans les milieux atmosphériques et marins.

II.2.1.2. Les recherches en Microbiologie de l'Environnement appliquées au milieu marin

Rattaché à l'Institut de Biologie Fondamentale et Appliquée (IBFA) de l'Université de Caen, le Laboratoire de Microbiologie de l'Environnement (LME), équipe d'accueil 956, USC²⁸ INRA 2017, étudie notamment les interactions existant entre une bactérie modèle, *Enterococcus faecalis*, et les paramètres physico-chimiques des différents milieux qu'elle peut coloniser.

Le LME consacre ses recherches dans ce domaine à l'étude de l'origine des pollutions des eaux littorales à fonction conchylicole ou récréative. Un travail de génétique comparative permet ainsi de déterminer avec exactitude l'origine des pollutions des eaux littorales (humaine, type d'élevage animal : bovin, ovin, porcin...). Une coopération s'est instaurée sur cette thématique tout d'abord avec l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, la SAUR puis, plus récemment, l'IFREMER - Brest.

Un axe appliqué en lien avec les microbiologistes d'IFREMER concerne tout particulièrement l'étude des origines (humaine ou animale) de cette bactérie dans les apports à la mer et la contamination des coquillages marins. Cet aspect représente un enjeu majeur au sein d'une terre d'élevage comme la Normandie et le Grand Ouest en général.

Du fait de ses compétences reconnues, le LME participe aujourd'hui au programme INTERREG IV A France (Manche) Angleterre **Aquamanche** (Aquatic Management of Catchments for Health & Environment - Gestion des eaux des bassins versants pour la Santé et l'Environnement), initiative transfrontalière qui permettra de disposer d'outils pratiques pour améliorer la prévision, réduire les risques et faciliter la gestion des eaux continentales et littorales de la zone France (Manche) - Angleterre.

Des perspectives prometteuses s'offrent pour le laboratoire sur des collaborations plus étroites à l'avenir avec d'autres structures de recherche ou des programmes en lien avec la mer et le littoral en Normandie.

²⁸ Unité Sous Contrat.

II.2.1.3. Ecotoxicologie marine et chémoinformatique au Centre d'Etudes et de Recherche sur le Médicament de Normandie de l'Université de Caen

Conduite en partenariat avec le laboratoire PE2M, cette thématique mobilise les compétences à la fois du **Centre d'Etudes et de Recherche sur le Médicament de Normandie** (CERMN)²⁹, via l'une de ses équipes spécialisées en chémoinformatique³⁰, biologie systémique (dont modélisation moléculaire, toxicologie et écotoxicologie et fouilles de données) et du **Groupe de Recherche en Informatique, Image et Instrumentation** (GREYC), UMR 6072 CNRS - Université de Caen - ENSICAEN et plus précisément deux de ses équipes : "Algorithmique" et "Données, Document et Langue" (DoDoLa). La collaboration scientifique porte sur l'analyse informatique de données biologiques.

Au CERMN, des travaux spécifiques s'orientent vers un axe écotoxicologie développé depuis plusieurs années qui s'inscrit dans une thématique "Santé-Environnement" initiée au niveau européen dans le cadre de la réglementation REACH (Registration, Evaluation Autorisation of CHemicals) entrée en vigueur en juillet 2007 et visant à combler les déficits de connaissances sur les risques sanitaires et environnementaux des substances chimiques. Au sein du GREYC, ce sont les compétences de quatre chercheurs (un professeur, un maître de conférence, un post-doctorant et un doctorant) autour des thématiques "graphes³¹ et contraintes" et "fouille de données" qui sont mobilisées. Cette collaboration entre les aspects chimie, modélisation couplés à l'informatique (algorithme et fouille de données) appliqués à l'écotoxicologie représente une originalité au niveau national voire à l'échelon européen.

Conformément au Plan National Santé-Environnement qui mettait en avant l'insuffisance des capacités de recherche et d'expertise en la matière, l'un des objectifs majeurs à l'échelon régional était de limiter les risques afférents sur la qualité des eaux, y compris marines. Des études comme celles réalisées dans le cadre du programme Seine-Aval ont révélé des problématiques de présence de substances dangereuses, produits phytosanitaires, composés pharmaceutiques dans les eaux superficielles et les milieux marins. L'accumulation de ces substances dans l'environnement marin au sein des organismes consommables peut représenter un risque pour la santé humaine et la mise en danger de filières économiques (pêche et conchyliculture). Du fait de ces enjeux, un pôle régional "Santé-Environnement" a été structuré en vue d'anticiper le

²⁹ Unité Propre de Recherche de l'Enseignement Supérieur (EA 4258) et membre de la Fédération de Recherche CNRS 3038 - INC3M (Institut Normand de Chimie Moléculaire, Médicinale et Macromoléculaire).

³⁰ La chémoinformatique est une discipline scientifique relativement récente à l'interface entre la chimie et l'informatique. Elle porte sur le développement, la création, l'organisation, le stockage, la diffusion, l'analyse, la visualisation et l'utilisation de l'information chimique. Actuellement, les méthodes spécifiques de la chémoinformatique sont devenues indispensables pour le développement de nouveaux composés, matériaux et processus. Les nouveaux problèmes rencontrés en chimie sont si complexes que l'utilisation de l'informatique a été rendue indispensable. Des méthodes ont ainsi été développées pour prédire les propriétés chimiques, physiques et biologiques des matériaux et des composés chimiques. Ces méthodes ont aussi été développées pour la représentation des médicaments, l'élucidation des structures cristallines, dans la prédiction des réactions chimiques et dans la représentation des molécules organiques. L'activité modélisation moléculaire fait de plus en plus appel à la chémoinformatique.

³¹ On entend ici par le terme "graphe", un ensemble relationnel, modélisation la plus courante des molécules en vue de leur classification au regard de leur niveau de toxicité par exemple.

risque toxique et écotoxique des contaminants préoccupants en milieu marin pour permettre d'assurer à la fois le bon fonctionnement des écosystèmes et la qualité des produits. Le CERMN a ainsi déposé un projet dans le cadre du programme **EMERGENCE**, initié et porté par le Conseil Régional de Basse-Normandie, dénommé "Structuration d'un programme de recherche santé-chimie-environnement : développement de nouvelles méthodes in silico et in vitro pour l'évaluation des substances chimiques vis-à-vis d'espèces marines exploitables pour la période 2009-2012". Ce programme régional associe l'équipe "Qualité des milieux et des productions marines, biominéralisation" du laboratoire PE2M qui est en charge des tests in vitro et in vivo et le GREYC pour le développement des outils in silico. Le CERMN est quant à lui à l'interface des deux autres laboratoires pour les aspects écotoxicologie-chimie et les méthodologies in silico et in vivo.

Les approches in silico permettront, dans un second temps, d'évaluer la qualité de prédiction des modèles (QSAR³²). Les PCB (PolyChloroBiphényles) en tant que Polluants Organiques Persistants (POP) sont les contaminants tout particulièrement analysés dans cette étude du fait de leur forte concentration dans la baie de Seine et des fortes concentrations détectées dans certaines espèces marines. Les données concernant le milieu apparaissent en effet aujourd'hui très disparates et superficielles.

L'aide de la Région de 270 000 euros permet le financement d'une thèse répartie entre le CERMN et le laboratoire PE2M et un post-doctorant au GREYC. Huit enseignants-chercheurs sont mobilisés sur ce projet dont deux du CERMN. Ponctuellement, l'intervention du laboratoire "Ecotoxicité, Santé Environnementale" (UMR 7146) de l'Université de Metz est sollicitée pour les aspects cancérogénèses. Dans le cadre des coopérations au plan national, il convient de souligner les liens avec le laboratoire ISM (Institut des Sciences Moléculaires) UMR 5255 de Bordeaux.

Toutes ces collaborations ont abouti au dépôt d'un **nouveau projet ANR** en mars 2010 sur le **risque toxique des substances pharmaceutiques pour les espèces marines**, substances relâchées en continu dans le milieu et pour la plupart d'entre elles non traitées par les stations d'épuration. Les études écotoxicologiques réalisées se sont limitées à une quinzaine de molécules avec toutefois peu de données sur leurs métabolites. On ne dispose pour l'heure d'aucune donnée sur l'effet de certaines molécules comme les psychotropes ou certains anti-inflammatoires sur le milieu marin, sans compter les interactions entre molécules et les effets sur le long terme (perturbateurs endocriniens). Une expertise est en train d'être développée au CERMN sur l'aspect santé, chimie et environnement, en lien avec les autres équipes concernées, et principalement sur l'effet des polluants émergents vis-à-vis des espèces marines exploitables.

Localement, de nouvelles collaborations avec le Groupe Mémoire et Plasticité comportementale (GMPc) de l'Université de Caen ont abouti à l'organisation d'un sujet de Master 2 recherche en lien également avec ces aspects d'écotoxicologie.

³² Les Stratégies de Test Intégrées (STI) que préconise le règlement REACH font une place importante aux QSAR (Quantitative Structure Activity Relationships) susceptibles de réduire d'un facteur 3 à 4 le recours à l'expérimentation animale s'ils sont utilisés pour évaluer la toxicité des substances chimiques. L'objectif de la modélisation QSAR est de prédire par des méthodes statistiques les effets biologiques d'une variation de la structure moléculaire provoqués par un produit toxique en fonction de ses propriétés physico-chimiques.

Sur les aspects valorisation de la recherche, le CERMN est engagé dans la création de la société innovante **PREDIREACH** spécialisée dans la prestation de services pour l'évaluation toxicologique et écotoxicologique de substances chimiques sur un plan réglementaire, problématique qui peut toucher au domaine maritime.

Enfin, il convient de noter qu'une collaboration passée entre le laboratoire PE2M et le CERMN a également porté sur l'extraction de substances bioactives issues de macroalgues en vue d'étudier le comportement de molécules ayant potentiellement des propriétés anticancéreuses. Ces recherches ont révélé des réponses intéressantes sans aller plus avant en raison du départ pour l'Université de Strasbourg du chercheur qui les menait au sein de l'Université de Caen. Toutefois, de tels travaux pourraient s'inscrire dans le cadre d'axes de recherche ultérieurs.

II.2.1.4. Les céphalopodes comme modèle d'étude des processus d'apprentissage et de mémoire à l'Université de Caen

Les céphalopodes³³ sont étudiés pour leurs capacités cognitives, ces espèces constituant un potentiel insoupçonné pour explorer les processus d'apprentissage et de mémoire. Cet aspect, de même que la plasticité comportementale et les réseaux neuronaux, constituent un thème d'études majeur du **Groupe Mémoire et Plasticité comportementale** (GMPc), Equipe d'Accueil (EA) 4259 créée à l'occasion du contrat d'établissement 2008-2011 de l'Université de Caen suite à la fusion des laboratoires préexistants de "Pharmacologie-Physiologie" du CERMN et du Laboratoire de Physiologie du Comportement des Céphalopodes.

Le GMPc comprend 11 enseignants-chercheurs (dont 1 émérite et 7 HDR -Habilités à Diriger des Recherches-), 6 IATOS, 5 doctorants et 4 étudiants en Master 2 Recherche.

Pour les études de recherche fondamentale sur la seiche, les activités du GMPc s'appuient sur les équipements et systèmes d'élevage du Centre de Recherches en Environnement Côtier (CREC) de Luc-sur-Mer dont l'ancien laboratoire de "Physiologie du Comportement des Céphalopodes" a d'ailleurs été l'une des équipes fondatrices. Le laboratoire est impliqué dans le programme GR²TC en lien avec le CREC via les sous projets ANIMEX et OLIBAN.

Quatre thématiques ou axes de recherches du GMPc sont en lien avec la mer :

- neurobiologie de la mémoire et de l'apprentissage chez l'adulte et le jeune céphalopode,
- développement normal et pathologique du système nerveux, cognition périnatale,
- biophysique et sciences cognitives - perception et intégration de la lumière polarisée³⁴,
- écotoxicologie en milieu marin.

³³ Auxquels appartiennent les pieuvres, seiches et calamars. On estime le nombre de neurones de la pieuvre à 200 millions contre 950 000 pour l'abeille. En matière de développement cérébral et cognitif (apprentissage, mémoire, capacités sensori-motrices...), les céphalopodes ont une situation évolutive parmi les invertébrés tout à fait comparable à celle des Primates au sein des vertébrés.

³⁴ L'homme n'est pas capable de voir si la lumière est polarisée contrairement à certains animaux et notamment les céphalopodes qui utilisent cette lumière (envoi de flashes de lumière polarisée) pour communiquer entre congénères.

Cette dernière thématique menée en partenariat avec le CERMN (molécules pharmaceutiques en milieu marin) et le laboratoire PE2M fait l'objet d'un projet financé par l'ANR (**Phar@ecotox** 2011-2015). Cet axe ouvre la voie à des travaux de recherche appliquée en termes de protection de la seiche comme espèce d'intérêt régional, mais aussi à des travaux plus fondamentaux sur les mécanismes comportementaux tels que l'apprentissage, la mémoire et certaines fonctions cognitives (appelées fonctions exécutives chez l'humain). Ces études participeront également à la recherche de nouveaux modèles animaux pour certaines pathologies comme la dépression ou les troubles du sommeil.

L'étude du modèle "seiche" et ses comparaisons avec l'homme sont porteuses de développement. Ainsi, il faut savoir que chez la seiche comme chez l'homme, les structures du cerveau qui se mettent en place le plus tardivement chez le jeune sujet sont également les zones qui vont dégénérer le plus tôt (exemple de la mise en place de l'hippocampe). Il faut en revanche intéresser des entreprises pharmaceutiques à ces pistes et les convaincre d'investir dans ces domaines.

On notera que, par le passé, l'équipe "Physiologie du Comportement des Céphalopodes" a collaboré avec un groupe pharmaceutique pour tester le Tanakan® sur des modèles "seiche", du fait du vieillissement accéléré du cerveau de ces animaux, pour valider ou infirmer les effets soupçonnés du médicament sur la neurodégénérescence. Ce modèle peut de nouveau être proposé à des fins de tests ou recherches cliniques dans le cadre de la lutte contre la maladie d'Alzheimer (programme scientifique actuellement en recherche de nouveaux modèles alternatifs). Toutefois, le modèle "seiche" n'est pas jusqu'à présent le modèle de référence pour les laboratoires pharmaceutiques, ce qui laisse un potentiel et des perspectives d'innovation importants dans ce type de recherche.

Au niveau international, les recherches autour du développement du cerveau de la seiche ne peuvent être faites qu'en Basse-Normandie car le milieu côtier présent est le seul propice pour suivre cet animal dans le temps et connaître l'âge des spécimens par exemple. A ce titre le Centre de Recherches en Environnement Côtier de Luc-sur-Mer est une structure très convoitée par les spécialistes du domaine (notamment USA, Canada, Japon, Israël, Taïwan, Italie, Grande Bretagne...) et plusieurs d'entre eux sont venus au CREC à des fins de recherche dans ce domaine.

Le GMPc est impliqué dans un projet INTERREG IV B (Espace Atlantique) **FISHECO** piloté par l'IFREMER, sur l'étude des écosystèmes marins, projet non accepté en 2010 mais qui sera de nouveau proposé en 2011.

Une demande de soutien dans le cadre du programme EGIDE du Ministère des Affaires Etrangères³⁵ vise à développer des collaborations avec Israël sur des espèces de seiche très proches qui ont évolué en Mer Rouge et en Manche, dans des milieux extrêmement différents.

S'agissant de la diffusion de la culture scientifique, le laboratoire est co-organisateur de manifestations et d'animations grand public comme l'exposition "Histoires tentaculaires" au Palais de la Découverte.

³⁵ Créé en 1960, EGIDE organise chaque année l'accueil et le séjour de plus de 30 000 étudiants, professionnels, scientifiques et personnalités invités en provenance du monde entier, venus se former, s'informer ou séjourner sur le territoire français, ainsi que l'envoi de 10 000 experts, étudiants et chercheurs français à l'étranger.

En termes de perspectives, les responsables du GMPc affichent une volonté de développer les collaborations locales (autres laboratoires universitaires normands en lien avec la thématique "mer") aujourd'hui paradoxalement moins importantes que les collaborations nationales et internationales. L'équipe de recherche est très intéressée par un renforcement de coopérations avec la Bretagne du fait des actions de partenariats déjà conduites avec cette région³⁶.

Au final, les enjeux autour des céphalopodes apparaissent majeurs. Tout, dans cet animal, est construit autour du cerveau, d'où l'intérêt d'intégrer des problématiques comportementales et toxicologiques à des problématiques de ressources halieutiques. L'exemple de l'étude des sites de ponte est parlant sachant que d'une année sur l'autre, les ressources en seiche apparaissent erratiques dans le temps. L'équipe a commencé à réfléchir en lien avec le laboratoire PE2M sur les comportements de ponte des femelles sur les sites de nidification avec des retombées applicatives potentielles sur les activités de pêcheries. La perspective du prochain contrat quadriennal de l'Université de Caen peut-être l'occasion de réfléchir à l'évolution des thématiques et des partenariats.

II.2.1.5. Les ressources marines comme réponses à des pathologies de la matrice extracellulaire

L'équipe de recherche "**Matrice Extracellulaire et Pathologie**" de l'Université de Caen mène des recherches sur la caractérisation des mécanismes moléculaires impliqués dans le dysfonctionnement des matrices extracellulaires (MEC), dans des pathologies dégénératives ou, au contraire, dans celles caractérisées par un dépôt excessif de MEC. Plus précisément, les recherches sont centrées sur les mécanismes de dégradation de l'os et du cartilage articulaire (arthrose) et les possibilités de réparer ce tissu. L'équipe étudie également la régulation de la matrice extracellulaire dans les cellules de la peau afin de comprendre des maladies telles que les réactions fibrotiques et la sclérodermie ou le vieillissement cutané. Le laboratoire développe ainsi des aspects de recherche fondamentale et appliquée.

La biologie marine révèle que l'océan est une ressource intarissable de substances utiles dont un très grand nombre reste à découvrir. L'équipe Matrice Extracellulaire et Pathologie conduit des recherches en lien avec cette thématique, que ce soit dans le cadre de programmes appliqués en partenariat avec des industriels ou de programmes de recherche plus ouverts. Depuis une quinzaine d'années, des projets collaboratifs sont menés avec le laboratoire PE2M comme le projet **SEAMINEROIL** précité consistant, sur une durée de trois ans, au développement de nouveaux produits valorisant les fractions minérales et lipidiques des coproduits de la pêche et de l'aquaculture, labellisé par le pôle de compétitivité AQUIMER. Parmi les débouchés attendus de la valorisation de ces coproduits à très forte valeur ajoutée, les utilisations à des fins pharmaceutiques et dermo-cosmétiques intéressent directement les travaux conduits sur les pathologies de la matrice extracellulaire et notamment certaines pathologies de la peau. Sont ainsi testées diverses substances d'origine marine en lien avec des industriels. Il est tout d'abord nécessaire de trouver s'il existe des activités biologiques exploitables au sein de fractions d'origine marine et de découvrir celles qui

³⁶ Précisons que le GMPc appartient au Groupe de Recherche du CNRS "Ethologie" (GDR 2822) au niveau national. Ce GDR réunit, entre autres, des équipes d'Orsay, Toulouse, Dijon, Strasbourg, Montpellier, Tours, St Etienne, Nanterre avec Paris XIII, Rennes I et Caen.

sont les plus bénéfiques pour des applications thérapeutiques en vue d'une valorisation industrielle. Des manipulations sur des cellules *in vitro* et *in vivo* devront être réalisées à cette fin³⁷. Dans le cadre du programme SEAMINEROL, une thèse en co-tutelle entre l'équipe "Matrice Extracellulaire et Pathologie" et le laboratoire PE2M a démarré en septembre 2009. Egalement en étroite liaison avec PE2M, l'équipe a intégré le Groupement De Recherche (GDR) **SEApr** porté par une équipe IFREMER de Nantes et associant de nombreux établissements de recherche et d'enseignement supérieur du Grand Nord-Ouest dont l'objectif est de trouver des applications pour la totalité de la biomasse marine en minimisant les déchets résiduels³⁸. Au sein de ce GDR, un projet ANR déposé en 2010 dénommé **SEANIOR** dont l'objectif était d'aider à une meilleure maîtrise de l'hydrolyse enzymatique de protéines de poisson en vue d'applications nutritionnelles et alimentaires et même la production de compléments alimentaires innovants ayant un effet préventif sur les dégénérescences ostéo-articulaires destinés aux personnes âgées n'a pas été retenu mais l'équipe envisage de répondre désormais sur ce sujet aux appels d'offres FUI.

Par ailleurs, les travaux conduits au sein du **Laboratoire de CRISTallographie et Sciences des MATériaux (CRISMAT) UMR 6508 CNRS - Université de Caen - ENSICAEN** sur la nacre (cf. infra) mériteraient d'être rapprochés de ces compétences. Du fait des potentiels existants, des pistes très prometteuses associant le laboratoire PE2M et l'équipe "Matrice Extracellulaire et Pathologie" sont également envisageables sur la base d'un partenariat avec le laboratoire "Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques" du Muséum d'Histoire Naturelle associé au CNRS sur les propriétés de la nacre en ingénierie tissulaire du cartilage avec culture de cellules souches.

II.2.2. Des travaux autour des matériaux et composants ainsi que de leurs interactions avec le milieu marin

La science des matériaux fait partie des points forts de la recherche en Basse-Normandie. Au-delà des thématiques portant sur la mise au point de nouveaux matériaux et composants pour le milieu marin, des équipes mènent également des travaux sur l'interaction physico-chimique avec le milieu marin, rejoignant là des problématiques précédemment étudiées autour de l'écotoxicologie et l'impact sur l'environnement de matériaux utilisés par certaines activités. Sans constituer un ensemble bien organisé et visible, des recherches menées autour des matériaux pour le milieu marin ont été repérées dans le cadre de notre étude. Sans être exhaustive, cette présentation aborde les principaux travaux conduits en la matière.

³⁷ La perspective que le GDR SEApr puisse répondre à de nouveaux appels à projets européens (comme ce fut le cas dans le passé à l'occasion du 6^{ème} PCRD) ouvre des perspectives prometteuses pour l'équipe "Matrice Extracellulaire et Pathologie", le réseau de partenaires et d'experts étrangers impliqué dans le projet ANR SEANIOR constituant à cet égard une solide base de collaborations mutuelles. Via le GDR et en prolongement de ce projet ANR, de nouveaux projets pourraient également s'inscrire dans le cadre du pôle de compétitivité Mer Bretagne.

³⁸ Après avoir isolé des fractions présentant une activité biologique intéressante, il s'agira de voir quelles sont les molécules réellement actives, éléments qui intéressent les laboratoires de recherche fondamentale (chimiothèque). En revanche, les industriels souhaitent disposer d'un extrait garantissant un effet biologique sans avoir supporté le temps (et souvent les moyens) d'identifier le principe actif qui nécessite des processus coûteux de purification poussés. Toutefois, dans ce type de recherche, il faut avoir conscience que parfois, l'activité maximale constatée avec un extrait non purifié est amoindrie ou disparaît une fois purifié et isolé de son environnement initial.

II.2.2.1. La thématique "Interaction Matériaux et Milieu Marin" de l'Equipe de Recherche en Physico-chimie et Biotechnologies (ERPCB) - UCBN

L'Equipe de Recherche en Physico-Chimie et Biotechnologies (ERPCB) - EA 3914 - UCBN fédère des compétences en microbiologie, biochimie, physico-chimie, génie des procédés. Elle développe des technologies analytiques appliquées à la qualité et à l'analyse de matériaux biologiques (aliments, environnement), des bio-procédés en agro-industries et traitement biologique des pollutions, l'étude de la spéciation des métaux et de la biocorrosion.

La thématique "**Interaction Matériaux et Milieu Marin**" (I3M) de l'ERPCB rassemble trois grandes compétences ayant des liens avec des problématiques mer et littoral :

- électrochimie d'interfaces,
- chimie analytique,
- écotoxicologie.

Les sujets d'études concernent notamment :

- **l'étude du dépôt calcomagnésien** formé à la surface des matériaux métalliques sous protection cathodique, la synthèse des structures calcaires en milieu marin et l'impact environnemental ;
- **la biocorrosion** du fait des compétences de l'ERPCB en électrochimie, en analyse chimique, en microbiologie ;
- l'impact de la protection cathodique par anodes sacrificielles sur la qualité de l'eau des ports et l'environnement marin, l'analyse et la spéciation des métaux en milieu marin, avec un volet caractérisation et étude écotoxicologique (moules, oursins, huîtres, éponges) ; un programme de recherche européen (EFFORTS - Effective Operation in Ports) vient de se terminer sur cette thématique reprise dans le Work Package dirigé par l'ERPCB et coordonné par CORRODYS ; il portait également sur le traitement des eaux de ballast avec des essais de biocides en grandeur nature réalisés sur un tanker, thématique qui rejoint l'analyse des contaminations des eaux portuaires ; les terrains d'expérimentation de ces études concernaient les ports du Havre et de Cherbourg ;
- le traitement et la valorisation des sédiments de dragage et des déchets coquilliers (avec l'ESITC).

Au plan détaillé, l'ERPCB mène des travaux d'intérêt scientifique sur la formation et la caractérisation des dépôts calcaires et calcomagnésiens en milieux marin et saumâtre sur la base de recherches pluridisciplinaires. Ces travaux ont de multiples applications (mise en place de systèmes de protection cathodique, anti-tartre, nacre dans le domaine biomédical et synthèse des structures calcaires en milieu marin). Ce dernier point représente un nouveau projet de recherche innovant ouvrant des applications en termes de modification des courants marins, de stabilisation et de protection du littoral. Ces travaux peuvent conduire, outre la réparation des récifs coraliens, à la construction de jetées naturelles dans la mer contribuant dans le même temps à un bilan carbone positif et à la création d'abris marins biologiques. Ces techniques fonctionnent très bien en mer chaude mais des perspectives peuvent également concerner les espaces littoraux de nos latitudes. L'utilisation d'énergies

renouvelables (solaire) peut être mise à profit dans ce cadre. Une enquête est en cours pour faire un point des brevets existants dans ce domaine.

Au sein de l'équipe de recherche, une thèse a porté sur les dépôts formés en milieu naturel en présence des sédiments marins - impact des anodes sacrificielles avec expérimentation dans le bassin d'eau de mer de la station marine de Luc-sur-Mer.

L'ERPCB est impliqué dans le programme **SETARMS** (Sustainable Environmental Treatment and Reuse of Marine Sediments) dont l'objectif est de trouver des solutions économiquement viables et acceptables sur le plan environnemental pour la valorisation des sédiments de dragage maritime portuaire dans le cadre d'INTERREG IV A France (Manche) - Angleterre. Ce programme associe, aux côtés de l'Université de Caen, l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs des Travaux de la Construction de Caen (ESITC), l'Université de Brighthon, l'Université d'Exeter, l'Association des Ports Locaux de la Manche, l'Ecole des Mines de Douai, le Conseil Général des Côtes d'Armor, Eurovia, le Port Autonome du Havre, le Laboratoire d'Analyses, de Surveillance et d'Expertise de la Marine et Ports Normands Associés.

Une thèse soutenue en février 2010 a porté sur l'incidence en termes de toxicité de la dégradation des anodes sacrificielles en zinc chez deux mollusques marins (l'huître creuse *Crassostrea gigas* et l'ormeau *Haliotis tuberculata*) - approches in-vivo et in-vitro en partenariat avec PE2M et INTECHMER.

Avec INTECHMER et le Syndicat Mixte d'Equipeement du Littoral (SMEL), l'ERPCB participe au programme collaboratif **SPONTOX** (cf. supra) de développement et valorisation d'un outil de suivi in-situ de la qualité des eaux à partir du modèle biologique de variétés d'éponges locales pouvant être utilisées comme marqueurs de pollution (bioindicateurs). De réelles perspectives s'ouvrent en la matière.

L'ERPCB, par l'intermédiaire de son enseignante-chercheur en poste à Cherbourg, est également impliqué dans une procédure **REI** (Recherche Exploratoire et Innovation) initiée par la Délégation Générale de l'Armement et portée par CORRODYS en lien avec DCNS-CETEC, l'Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer et l'IFREMER de Brest. La participation de l'ERPCB prévue sur 36 mois porte sur la composition minérale et métallique des biofilms qui seront reproduits par CORRODYS au Hall des Flamands (Cherbourg) en eau de mer naturelle. Ce programme bénéficie de financements du Ministère de la Défense.

L'équipe noue de nombreuses collaborations dans le domaine de la mer aux niveaux international, national et régional comme avec l'Université de Bejaia en Algérie, le Centre de Recherche et des Technologies des Eaux de Tunis, l'UPR 15 du CNRS (Université Paris VI Pierre et Marie CURIE), le Laboratoire d'Etude des Matériaux en Milieux Agressifs (LEMMA) de l'Université de La Rochelle et, localement, le Laboratoire PE2M, INTECHMER, l'IFREMER, le CRISMAT, le CRITT CORRODYS et le SMEL. L'ERPCB est actuellement partenaire-associé au programme INTERREG IV B PORTONOVATO qui a démarré fin 2009 et dont le leader principal est l'Université de Cantabria (Espagne). PORTONOVATO a pour objectif d'uniformiser les différentes méthodes européennes utilisées aujourd'hui pour évaluer la qualité des eaux portuaires. Le programme SPONTOX a été mis en place cette année pour aider à répondre à cet objectif avec les partenaires associés.

Pour l'axe "Interactions Matériaux Milieu Marin", l'équipe mobilise sur Caen et sur Cherbourg un professeur, 8 enseignants-chercheurs (dont un associé de l'ESITC pour

la valorisation des sédiments de dragage ou des coquillages et un en cours d'association -avec INTECHMER- ainsi qu'un ATER) et 0,4 technicien.

II.2.2.2. Le matériau nacre : de la paléontologie au biomédical en passant par la physique

L'équipe Cristallographie du Laboratoire de CRISTallographie et Sciences des MATériaux (CRISMAT), UMR 6508 CNRS - ENSICAEN - Université de Caen, conduit depuis quelques années des travaux sur la nacre en lien avec une équipe du Muséum d'Histoire Naturelle, le Bureau des Ressources Géologiques et Minières (BRGM), l'Institut des Sciences de la Terre de l'Université d'Orléans - CNRS, l'Université de Nancy et l'Université de Berkeley pour les aspects de paléontologie. Cette thématique ouvre les compétences sur l'analyse de texture au sein du CRISMAT à d'autres disciplines comme la paléontologie et le médical. Ces recherches trouvent leur origine, au milieu des années 90, dans les travaux du Muséum d'Histoire Naturelle sur la nacre et la bio-ostéoinduction c'est-à-dire sa capacité à régénérer de la formation osseuse³⁹.

En premier lieu, un travail a consisté à sélectionner les mollusques nacrés les mieux à même à répondre à ces études auxquels ont été ajoutées des espèces non nacrées. Les coquilles sont en effet composées de calcites et/ou d'aragonite, certains coquillages comprenant les deux formes, comme l'ormeau. Les études se sont élargies sur le plan textural pour aboutir, au niveau paléontologique, à un arbre phylogénétique des mollusques. L'analyse de texture peut être envisagée comme un outil complémentaire de classification phylogénique, pour les mollusques, ce qui intéresse les paléontologues, les géologues et les biologistes.

Un premier échantillon d'environ 150 couches de plus de 70 espèces de mollusques (nacriers pour la plupart) a déjà été étudié dont certaines espèces d'intérêt local (ormeaux, huîtres, palourdes...). Ajoutons que beaucoup d'espèces sont éteintes, et, dans ce cas, seuls sont disponibles des fossiles pour lesquels les analyses ADN sont très souvent inopérantes. L'analyse de texture permet de sonder la part cristalline de l'animal, la seule qui demeure dans les fossiles. Par similarité texturale, on a pu ainsi reconstituer des branches de l'arbre phylogénétique et relier des espèces éteintes à des espèces actuelles. Des travaux scientifiques plus récents ont étendu l'étude texturale à l'étude des aspects structuraux.

De cette recherche très fondamentale, les travaux conduits deviennent applicatifs avec la perspective d'extraire de la nacre des molécules actives vis-à-vis des os et de la peau pour régénérer des tissus. Des applications thérapeutiques potentielles existent dans différents domaines comme l'orthopédie⁴⁰, la lutte contre l'ostéoporose ou l'arthrose, la parodontie, la dermatologie...

En lien avec l'ERPCB, des travaux ont été conduits pour étudier le dépôt, sur du titane, de carbonate de calcium ou de l'aragonite texturé proche de la nacre, d'où les perspectives prometteuses pour la fabrication de recouvrement de prothèses, afin de conférer à ces dernières un caractère ostéoinducteur. Une thèse soutenue en septembre 2009 dans le cadre de l'école doctorale SIMEM (Structure, Information,

³⁹ Les molécules extraites de la nacre sont en effet reconnues par les cellules constitutives de notre squelette osseux, de notre cartilage mais aussi par celles de notre peau.

⁴⁰ La limitation actuelle est la taille car il n'existe pas de coquillages assez gros pour réaliser des implants de type prothèse de hanche.

Matière Et Matériaux) intitulée "Couches polycristallines orientées d'aragonite biomimétique, synthétisées par voie électrochimique"⁴¹ a notamment montré la possibilité du revêtement par cette méthode, en incluant des extraits naturels de nacres. Une autre thèse, fin 2008, a été conduite dans le cadre d'une co-tutelle avec une université algérienne (collaborant également avec l'ERPCB) concernant deux espèces de mollusques.

Les études révèlent que des extraits de molécules organiques issues des coquilles peuvent être intégrés dans le procédé d'électrochimie. Pour aller plus avant dans cette voie en termes de faisabilité industrielle prothétique, un projet d'ANR intitulé **SABIONACR** associant le CRISMAT, l'ERPCB, le BRGM, l'Université de Nancy et le Muséum d'Histoire Naturelle, va être déposé. Côté entreprises, une participation de la société Stryker France, l'un des leaders mondiaux du marché de l'orthopédie et l'une des plus importantes sociétés de dispositifs médicaux dont un établissement est localisé à Hérouville-Saint-Clair, est envisagée. Des contacts entre les chercheurs du CRISMAT et des orthopédistes du CHU sont aussi à relever. Des coopérations avec l'équipe "matrice extracellulaire et pathologie" seraient également à développer du fait des thématiques scientifiques très proches.

D'autres applications concernent la bijouterie et les aspects "contrôle" des perles naturelles par spectrométrie Raman à partir de travaux menés au sein du CRISMAT. Tous ces sujets particulièrement interdisciplinaires mériteraient d'être appuyés par des collaborations locales, de nouveaux travaux de thèses et une implication forte d'entreprises.

II.2.2.3. L'Ecole Supérieure d'Ingénieurs des Travaux de la Construction de Caen et les travaux conduits sur la valorisation des sédiments marins

Membre de la Conférence des Grandes Ecoles et reconnue par l'Etat, l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs des Travaux de la Construction de Caen (ESITC Caen) forme en 3 ou 5 ans des ingénieurs pour le Bâtiment et les Travaux Publics. Elle accueillait 381 élèves-ingénieurs à la rentrée 2010.

Les activités du Laboratoire de Recherche de l'ESITC Caen, créé en 1993, ont pour objet de répondre aux problématiques du BTP en matière de construction durable. Les recherches du laboratoire portent sur le thème "Matériaux et Environnement". Les activités recherche de l'école se sont considérablement développées au cours des trois dernières années avec un laboratoire doté d'objectifs et de moyens qui bénéficie d'un positionnement accru sur des thématiques de recherches appliquées ouvertes aux partenariats tant sur le plan régional (avec l'Université de Caen par exemple) que sur le plan international. Un créneau porteur actuellement développé porte sur la construction durable dans le cadre d'une approche scientifique tournée vers les entreprises. Le laboratoire comprend 12 personnes en R&D.

Partant du constat de la raréfaction attendue des sources de granulats dans les 20 prochaines années en vue d'un **moindre impact environnemental d'activités de carrières et d'extraction marine**, d'autres ressources vont devoir être valorisées dans une optique de développement durable à l'instar des **sédiments marins**. Cet aspect des sédiments est d'ailleurs intégré aux réflexions du Grenelle de la Mer. La réflexion

⁴¹ Thèse présentée par M. Christopher KRAUSS.

engagée tient également compte des réglementations sur les interdictions d'immersion en mer des sédiments de dragage pollués.

Le laboratoire de l'ESITC Caen a acquis une véritable expertise sur le sujet à travers deux axes structurants : d'une part **la géotechnique environnementale** portant sur le traitement et la valorisation des sédiments et des sols et d'autre part, **matériaux et éco-construction**. Il existe sur ces aspects un travail en réseau avec appel à des compétences telles que celles de l'ERPCB pour les analyses physico-chimiques adaptées au sol et aux sédiments ou encore du CNRT "Matériaux" pour les aspects d'analyses microstructurales.

L'ESITC est partenaire du programme INTERREG IV A France (Manche) - Angleterre **SETARMS** (Sustainable Environmental Treatment and Reuse of Marine Sediments) - voir le chapitre sur les programmes européens- et coordonne l'axe de travail sur "la valorisation des sédiments marins dans le BTP". Le traitement et la réutilisation des matériaux de dragage représentent des enjeux économiques et environnementaux majeurs pour les autorités portuaires.

Au-delà, l'enjeu pour la Basse-Normandie à travers ce travail et ces compétences, est de structurer une filière de valorisation des sédiments marins répondant à des problématiques locales. S'il existe en France deux autres sites de recherche et développement reconnus sur ce thème dans le Nord-Pas-de-Calais (projet Sédimatériaux) et dans le Var, chaque lieu présente des caractéristiques physico-chimiques propres. Même s'il peut exister des concurrences, les compétences se créent essentiellement localement et sont peu délocalisables.

Dans le passé, deux thèses au sein de l'ESITC Caen et une Habilitation à Diriger des Recherches (HDR) ont été consacrées à la valorisation des sédiments de dragage. L'une des thèses a porté sur le traitement et la valorisation de la tangue de la baie du Mont Saint-Michel avec l'entreprise ARD. Cette thèse a abouti à des réalisations concrètes telles que la construction de voies vertes. L'ESITC Caen reste ouverte à toute proposition de collaboration sur la valorisation de la tangue du Mont-Saint-Michel issue des prochains travaux et opérations de dragage.

Par ailleurs, le laboratoire de recherche sur les matériaux de construction de Caen s'intéresse à la valorisation des sous-produits marins. Suite à une réflexion menée conjointement avec la MIRIADE et les acteurs de la pêche et de la conchyliculture, l'ESITC Caen a lancé des travaux de recherche. Une thèse est en cours sur la valorisation des sous-produits coquilliers dans les matériaux de construction. Parallèlement, deux projets, l'un régional et l'autre européen, permettront de conduire ces recherches avec des partenaires : universitaires et industriels français et européens.

II.2.2.4. Les recherches appliquées conduites au CNRT "Matériaux"

Centre de ressources et passerelle active entre les industriels et les laboratoires, le **Centre National de Recherche Technologique (CNRT) "Matériaux"** a pour mission de faciliter les échanges entre industriels et chercheurs afin d'apporter des réponses adéquates et de favoriser la mise en place de projets de développement. En février 2010, le CNRT Matériaux est devenu une Unité Mixte de Service (UMS 3318) -CNRS - ENSICAEN - Universités du Havre et de Caen- qui a pour mission de renforcer une recherche technologique partenariale de haut niveau dans les domaines

spécifiques des matériaux thermoélectriques et des matériaux composites en vue d'économie d'énergie et, ponctuellement, dans le domaine plus large des matériaux. Elle regroupe les compétences de trois laboratoires : le "Laboratoire Ondes et Milieux Complexes" du Havre (LOMC - FRE 3102), le "Laboratoire de Chimie Moléculaire et Thio-organique" (LCMT - UMR 6507) et le "Laboratoire de CRISTallographie et Sciences des MATériaux" (CRISMAT - UMR 3508). Elle contribue à la valorisation du potentiel scientifique en développant des partenariats technologiques dans les secteurs du transport, de l'éco-construction et des technologies de l'Information. Le CNRT dispose d'un réseau d'entreprises qui permet de catalyser des énergies et mettre en réseau des compétences. Il peut aider les entreprises à favoriser des opérations de transfert de technologies.

Le CNRT mène plusieurs projets ou contacts en lien avec la mer et plus précisément **la filière nautique** du fait des compétences présentes en élaboration de matériaux composites. L'un des premiers projets finalisé, mi 2010, a consisté dans la caractérisation d'un mat carbone pour l'entreprise nautique **SHORE TEAM**. D'autres problématiques ont été identifiées concernant deux entreprises de taille moyenne du secteur. Il s'agissait tout d'abord de **MCIM** spécialisée dans l'électronique et l'informatique embarquées, qui rencontrait des problématiques de corrosion des composants, avec la perspective de procéder à des multi-couches afin d'accroître leur protection. Avec **OLEOSYSTEM**, autre entreprise de la filière nautique spécialisée dans l'hydraulique, l'automatisme et la maintenance, un partenariat porte sur la mise en œuvre d'un vérin composite. Avec la pépinière nautique NORLANDA, des échanges ont eu lieu sur les différentes problématiques innovantes comme le concept de port sec vers lequel s'illustrent des sociétés innovantes comme ACG CHANU-GARNIER dans l'Orne qui a développé les premiers ascenseurs à bateaux, idée qui permet de répondre au déficit d'anneaux.

Des contacts d'entreprises via OSEO ont en outre concerné la mise en œuvre des procédés d'infusion⁴², techniques que le CNRT maîtrise parfaitement et qui représentent une alternative à l'utilisation des composés organiques volatils dans les chantiers navals. Au niveau national, une démarche consiste à transférer, vers la filière nautique, ces technologies développées dans l'aéronautique. Des laboratoires de recherche sur Caen, Le Havre et Lorient ainsi que des centres de formations comme les AFPA (métiers de stratifieurs) ou l'ISPA en Basse-Normandie se sont mobilisés pour développer ces nouveaux procédés. Le CNRT est porteur du programme de mise en œuvre des matériaux composites et en particulier d'infusion - LCM (Liquid Composite Molding). L'objectif est de faire évoluer le métier de stratifieur et d'accompagner ainsi la démarche artisanale et de s'assurer que les personnels des chantiers navals de Normandie ne soient plus en contact avec les résines (amélioration notable des conditions de travail en termes de santé ainsi que de protection de l'environnement exigées par la réglementation et les dispositions REACH). Se développent dans ce cadre les bio-polymères. Avec l'utilisation des procédés d'infusion, on modifie également complètement la stratégie de dimensionnement et de propulsion des structures navales. C'est une évolution du métier de la conception et de l'architecture navale. Le numérique associé trouve alors toute sa place.

Concernant la filière nautique, si la porte d'entrée pour les matériaux est le CNRT, il existe des relais nationaux facilement mobilisables pour d'autres sujets comme la

⁴² Le procédé d'infusion consiste à utiliser un moule fermé.

propulsion (aspects moteurs) ou les voiles (compétences à La Rochelle ou en PACA). L'ouverture du Pôle Mer Bretagne à la région Basse-Normandie est un aspect positif en ce sens que le CNRT a des projets avec le LIMATB (Laboratoire d'Ingénierie des MATériaux de Bretagne) à Lorient autour des enjeux des composites dans le secteur nautique et notamment sur la place des fibres naturelles. Des séminaires communs ont été organisés en Bretagne. L'accès à l'expertise de l'IFREMER Brest dont un laboratoire est spécialisé dans l'étude de la durabilité des matériaux composites en milieu marin (en partenariat avec Lorient) apparaît positif. Les premiers travaux ont porté sur des matériaux composites à base de fibres de lin. Les algues font également l'objet de recherches du fait de leurs propriétés pouvant constituer un intérêt réel.

Dans le cadre du Pôle Mer Bretagne, des partenariats privilégiés sont envisagés avec BRESMAT (Bretagne RESeau MATériaux), réseau de chercheurs en Bretagne autour des nouveaux matériaux. A été proposé un axe commun entre le CNRT "Matériaux" et BRESMAT autour des matériaux naturels (dont le lin). Le porteur de cette action est le CRISMAT en Basse-Normandie et le LIMATB en Bretagne. Un projet de GDR-CNRS a même été proposé autour des bio-composites.

Dans le cadre de sa participation à ECOVIA⁴³, cluster bas-normand de l'innovation verte, le CNRT a abordé la valorisation des sous-produits marins en lien notamment avec l'ESITC.

L'une des actions envisageables du CNRT est d'aider, dans un cadre bien précis, des opérations de transferts si l'occasion se présentait. Le Centre est très impliqué dans les programmes (FUI, ANR...) et les recherches partenariales mais son rôle ne va pas au-delà du démonstrateur et ne franchit pas le stade du prototype. Si l'occasion en était donnée dans le domaine en lien avec la mer, il serait souhaitable d'accompagner une démarche de valorisation et d'incubation d'entreprise en coopération avec les organismes compétents en région. Deux expériences d'entreprises sont actuellement incubées avec un accompagnement du CNRT en région.

Notons enfin que l'UMS porte actuellement un projet de programme de coopération transnationale "Espace Atlantique" dénommé **ENERMAT**. Les objectifs de ce projet sont de promouvoir des recherches interdisciplinaires transnationales de qualité dans les domaines des matériaux et de l'énergie et de mettre en œuvre une politique concertée de développement et d'exploitation mutualisée de plateformes technologiques autour de cet axe matériaux/énergie et d'amplifier et faciliter les opérations de partenariat. Les terrains d'applications sont très variés. Des travaux autour des diodes électroluminescentes organiques (OLED)⁴⁴ peuvent avoir des applications dans le domaine marin.

La problématique des **Energies Marines Renouvelables** constitue un autre sujet d'intérêt pour le CNRT du fait des forts potentiels en termes de zones d'applications possibles pour l'hydrolien en Basse-Normandie. Ce sujet fait notamment appel aux savoir-faire de l'IFREMER sur la tenue des matériaux en milieu marin. L'objectif est de proposer de nouveaux concepts d'hydroliennes et la Basse-Normandie possède des

⁴³ Mis en place dans le cadre de l'appel à candidatures pour la création de nouveaux pôles de compétitivité dédiés aux écotechnologies lancé le 30 juin 2009. Malgré sa non-labellisation, le réseau ECOVIA a pour vocation la coordination et la mise en place d'actions concrètes favorisant l'innovation et le développement des éco-industries et des compétences R&D de la région dans ce domaine. Les Energies Marines Renouvelables font partie des sujets prioritaires abordés.

⁴⁴ Organic Light-Emitting Diode.

pépites parmi des entreprises qui s'impliquent de plus en plus sur ce sujet comme l'entreprise **WIBEE** spécialisée dans l'éolien urbain et qui entreprend une diversification vers l'hydrolien dont un prototype est étudié au sein du laboratoire M2C. Une demande de financement de thèse a été effectuée auprès du Conseil Régional en vue de développer un nouveau concept d'hydrolienne. Des contacts ont également lieu avec DCNS - Cherbourg pour les aspects "matériaux en milieu marin".

II.2.2.5. Les recherches conduites au Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC) - UCBN

Le Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC) est composé de trois équipes :

- Céramique, Capteurs Composants et Procédés,
- Composants et Systèmes Electroniques,
- Mécanique des Fluides et Rhéologie.

La dernière équipe, "**Mécanique des Fluides et Rhéologie**", associe des enseignants-chercheurs des sites de Cherbourg et de Saint-Lô (IUT Cherbourg-Manche) et conduit des travaux de recherche autour de la modélisation des transports et échanges de matière en milieux environnementaux (transport sédimentaire, érosion, lien entre les propriétés rhéologiques et l'érosion, modélisation du mélange eau-vase...). Plusieurs thématiques ont des applications dans le domaine marin et littoral. Du fait de ses compétences, le groupe participe au projet INTERREG IV B "Espace Atlantique" PORTONOVO.

La thématique "Transports et échanges de matière en milieux environnementaux", est directement liée aux milieux marins et côtiers avec, notamment, l'étude des problématiques d'envasement sur le barrage de la Rance⁴⁵ ou l'étude de clapage⁴⁶ de matériaux vaseux en mer en lien avec le CETMEF (Centre d'Etudes Techniques Maritimes Et Fluviales) et le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement de Chatou. Les aspects transport de matières sont abordés par la voie de la modélisation numérique. Des outils de caractérisations ainsi que de modélisations ont été développés au LUSAC. Des études mobilisant le LUSAC portent également sur les échanges de particules en suspension et le fond. Les travaux permettent de faire le lien entre l'érosion sédimentaire et les caractéristiques mécaniques du sol vaseux (ou caractéristiques rhéologiques).

Une problématique récente suivie par le LUSAC concerne l'éolien urbain, l'éolien offshore et l'hydrolien, le laboratoire travaillant notamment sur des concepts d'éoliennes (voire hydroliennes) à axe vertical. Concernant l'hydrolien, il existe une coopération avec un chercheur du laboratoire "Morphodynamique Continentale et Côtière" avec le suivi de deux projets accompagnés par la Région et la MIRIADE et soumis actuellement à l'ADEME. Le premier concerne la société **GEOCEAN** avec la problématique d'implantation d'un démonstrateur hydrolien de 20 mètres de hauteur dans le Raz Blanchard. La seconde société est **WIBEE**, entreprise en cours d'incubation au sein de Normandie Incubation qui porte un projet d'hydrolienne reposant sur un concept novateur qui lui a valu le dépôt d'un brevet. Dans le cadre de la collaboration avec M2C,

⁴⁵ Le LUSAC bénéficie d'un partenariat avec le Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance.

⁴⁶ Clapage : vidange en mer des produits de dragage en un lieu réservé à cet effet.

le rôle du LUSAC est d'étudier l'impact hydrosédimentaire à l'aide de modélisations physiques et numériques. Il s'agit aussi d'étudier les scénarios d'interactions entre des hydroliennes. Au niveau mécanique, l'accent est porté sur l'interaction fluide/structure et la génération de vibrations. Sur ce sujet, le LUSAC a la volonté de travailler dans ce domaine en étroite coopération avec les autres structures du Pôle Mer Bretagne, profitant du fait que l'Université de Caen Basse-Normandie est adhérente du Pôle de Compétitivité.

Relevons également que l'accord de partenariat entre l'ESIX-Cherbourg et DCNS - Cherbourg, intervenu en 2009, permet de développer des collaborations qui doivent permettre d'aller plus loin en matière de recherche dans les mois à venir du fait des compétences du Centre d'Essais Techniques et d'Evaluation (CETEC) de DCNS - Cherbourg autour de l'interaction fluides/structures. Le LUSAC interagit déjà sur ce point avec les projets d'étudiants au sein de l'Ecole d'Ingénieurs en lien avec DCNS.

Les deux autres équipes, à savoir **"Céramique, Capteurs Composants et Procédés"** et **"Composants et Systèmes Electroniques"** développent également certains travaux qui se rapportent à des problématiques marines.

La première mène des travaux sur des capteurs en lien avec la mer. La deuxième équipe est également mobilisée sur des sujets touchant au maritime à travers la problématique de stockage d'énergie renouvelable et le vieillissement des composants. Cela concerne notamment le secteur de la plaisance (énergie embarquée à bord des bateaux qui suscite des partenariats avec des PME régionales). Un travail consiste dans le développement d'une pile à combustible et son intégration dans le milieu marin et participe ainsi aux travaux sur le bateau de l'avenir (secteur du nautisme) avec un ambitieux concept d'alimentation à base d'eau de mer. Autrement dit, la recherche technologique conduite porte sur l'intégration d'une pile à combustible et du stockage de l'énergie à bord des bateaux, démarche qui fait l'objet de collaborations avec des sociétés de la filière nautique (dont Allure Yachting).

Sur un effectif total de 20 enseignants-chercheurs, le LUSAC comprend 7 enseignants-chercheurs mobilisés sur des problématiques maritimes et littorales ainsi que 3 doctorants.

II.2.2.6. L'ISPA et la filière "bois-polymère" : des applications prometteuses dans la plaisance

Depuis plusieurs années, le centre de recherche de l'**Institut Supérieur de Plasturgie d'Alençon** (ISPA) œuvre à l'émergence d'une filière bois-polymères⁴⁷ à travers le projet **COMPO'LIGNE** lancé en janvier 2010⁴⁸ et associant des professionnels des secteurs bois-ameublement et plasturgie. Un débouché intéressant de cette filière concerne le nautisme. Il existe à cet égard un partenariat actif entre l'ISPA et l'entreprise JAMES Ebéniste localisée dans la Manche spécialisée dans la réalisation d'agencements haut de gamme, mettant en œuvre les projets de décoration

⁴⁷ Filière d'ailleurs encouragée par l'avis du CESER sur la forêt et la filière bois en Basse-Normandie de 2003.

⁴⁸ L'objectif affiché par COMPO'LIGNE qui a reçu le soutien du Pôle Polymers Technologies porté par l'ISPA est de développer en région un réseau de compétences et d'applications industrielles innovantes et porteuses d'emplois. Le but est d'instituer un consortium, de communiquer autour des savoir-faire et de participer à des forums et salons. Le projet est doté d'un financement de 2,8 millions d'euros avec participation du FEDER, du Conseil Régional et de l'Etat.

d'architectes et prescripteurs reconnus notamment pour les yachts de luxe (qui représentent une partie de l'activité). Dans le secteur de la plaisance, l'objectif recherché par les constructeurs est en effet de disposer de matériaux légers pour l'ameublement et les agencements intérieurs. Les matériaux en bois-polymères répondent tout à fait à cette exigence et se prêtent aisément au développement d'un design original grâce à des techniques adaptées de thermoformages. Ce matériau bois-polymères est l'aboutissement de travaux de recherches fondamentale et appliquée conduits en Basse-Normandie sur les formulations, mobilisant des compétences au sein de l'ISPA et d'entreprises (comme la SARL BARRAIN Extrusion localisée dans le Sud-Manche) et qui ont permis de disposer d'un matériau intégralement bio-sourcé et totalement recyclable. Selon les types de matériaux, la proportion de farines de bois oscille entre 50 et 80 %.

Plusieurs sociétés, notamment dans la filière nautique, sont aujourd'hui très intéressées pour développer de telles innovations. COMPO'LIGNE est d'ores et déjà sollicitée par la Bretagne et les Pays de la Loire, cette dernière région regroupe un potentiel important dans le travail du bois et la plaisance. Des partenariats avec le pôle de compétitivité ligérien "Ensembles Métalliques et Composites Complexes" (EMC2) n'est pas à exclure. Plus largement, cette nouvelle technologie peut conduire à une véritable révolution du secteur bois-ameublement⁴⁹ -avec notamment des applications fortes dans le domaine maritime- et place les compétences bas-normandes en pointe au niveau national voire à l'échelon mondial comme en témoignent les contacts de partenaires intéressés en Europe et aux Etats-Unis.

D'autres applications en lien avec les activités marines et maritimes pourraient être à explorer d'autant que des matériaux à partir de bois réifiés laissent entrevoir des utilisations extérieures comme la construction de pontons par exemple. Restent à étudier des utilisations dans les secteurs conchylicoles voire dans la constitution de systèmes pour bloquer l'avancée des dunes littorales par exemple. Le rapprochement de professionnels inter-filières comme ce qui a été réalisé pour le bois-polymères mériterait d'être développé afin de bien connaître les besoins et les contraintes des différentes activités potentiellement intéressées par de telles innovations qui naissent souvent de démarches pluridisciplinaires.

Des perspectives existent également dans le domaine du nautisme avec les coques de navires en matériaux polymères thermodurcissables classiques pour l'heure non recyclables et qu'il va falloir démanteler et traiter à terme, filière qui pourrait être développée en région. Un projet consiste à développer des matériaux thermodurcissables recyclables plus adaptés dans un premier temps à de petites embarcations (barques, pédalos, planches à voiles...). L'ISPA peut apporter en la matière son savoir-faire dans la conception et la réalisation de matériaux comme des plastiques renforcés par des fibres de verre. Diverses autres applications de la plasturgie dans les enduits de voiles, les voiles elles-mêmes ou encore des filets de pêche biodégradables laissent entrevoir des perspectives prometteuses. Ajoutons également que le secteur de la plasturgie est actuellement mobilisé avec des constructeurs français de panneaux photovoltaïques dont la plaisance est utilisatrice.

⁴⁹ Les enjeux concernant la formation continue des secteurs bois et ameublement avec l'arrivée de ces nouveaux composés bois-polymères sont très importants et l'ISPA est à même de répondre à ces besoins.

D'autres pistes consistent également à valoriser les ressources marines (à l'instar des ressources d'origine agricole) et notamment les alginates en vue de la réalisation de matériaux bio-sourcés.

II.2.3. Les sciences humaines, économiques et sociales fortement impliquées dans les recherches en lien avec la mer et le littoral

Au-delà de l'implication des disciplines issues des sciences dites "exactes", un nombre important de travaux de laboratoires et équipes en sciences humaines et sociales portent directement sur la mer et le littoral.

II.2.3.1. Le Pôle "Espaces maritimes, sociétés littorales et interfaces portuaires" de la MRSH - Université de Caen

Au sein de la Maison de la Recherche en Sciences Humaines (MRSH), Unité Mixte de Services Université de Caen - CNRS, le Pôle de recherche à vocation pluridisciplinaire "**Espaces maritimes, sociétés littorales et interfaces portuaires**" rassemble différentes compétences et disciplines sur des sujets en lien avec la mer et le littoral. Outre les travaux de recherches, le pôle organise des séminaires associant chercheurs et professionnels. Ce groupe pluridisciplinaire créé en 2003 à l'instigation d'un professeur d'histoire moderne à l'Université de Caen s'est étoffé au fil du temps intégrant principalement des juristes, des linguistes, des géographes, des économistes, des sociologues et des ethnologues (collaboration avec le CRÉCET⁵⁰).

Au plan plus détaillé, depuis plusieurs décennies, au sein du **Centre de Recherche d'Histoire Quantitative** (CRHQ)⁵¹, un axe de recherche porte sur les activités maritimes et côtières. Cette démarche consiste à faire redécouvrir, à travers des travaux universitaires, l'importance de la maritimité en Basse-Normandie, aspect qui fut dans le passé beaucoup plus développé qu'actuellement. Dans l'histoire, les communautés de gens de mer ont largement rayonné sur le territoire régional et au-delà. A travers la valorisation du patrimoine maritime de la région, cette démarche fédératrice visait aussi à mettre en place un outil de réflexion, d'expertise et d'action à destination des collectivités territoriales et décideurs publics. L'un des principaux sujets étudié concerne l'histoire des activités en mer et des équipages, s'appuyant sur un patrimoine local représenté par les Archives de l'Inscription Maritime conservé au Service Historique de la Marine à Cherbourg. Un travail porte sur la constitution de la base **CIMARCONET** (Consultation de l'Inscription MARitime du COtentin sur InterNET) qui a pour but de numériser les données contenues dans les registres des matricules des gens de mer des anciens quartiers d'inscription maritime du département de la Manche au XIX^{ème} siècle : La Hougue, Cherbourg et Granville. Le rayonnement au-delà des frontières régionales de ces travaux est une réalité comme en témoigne la participation à des colloques internationaux ou la présence du CRHQ au sein du Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) "Histoire Maritime"⁵² porté par le CNRS.

⁵⁰ Centre Régional de Culture Ethnologique et Technique.

⁵¹ Créé par Pierre CHAUNU en 1966 et aujourd'hui Unité Mixte de Recherche 6883 Université de Caen-CNRS.

⁵² Ce GIS rassemble, depuis janvier 2005, des chercheurs en histoire maritime et littorale au sein d'une structure fédérative, actuellement ancrée à Lorient (Université de Bretagne Sud).

D'autres travaux portent sur le tourisme balnéaire et, à cet égard, le Pôle a été mobilisé dans le cadre des commémorations du cent cinquantième de Deauville avec un colloque organisé en mars 2010.

Outre les historiens spécialisés dans les périodes moderne et contemporaine, des médiévistes apportent leur contribution. Parmi les thématiques de recherche, il convient de citer l'archéologie sous-marine, la construction navale en Basse-Normandie, de l'héritage Viking jusqu'à la bataille de La Hougue (XVII^{ème} siècle), avec la participation de professionnels qui éclairent le travail de recherche et de conservation du patrimoine en partenariat avec le **Musée Maritime de Tatihou**. Ajoutons également des travaux sur les relations transmanche aux XII^{ème} - XIII^{ème} siècles.

L'équipe "**Dynamiques sociales et constructions des paysages**" du **Centre de Recherches Archéologiques et Historiques Anciennes et Médiévales (CRAHAM)**, Centre Michel de Boüard - UMR 6273 CNRS-Université de Caen, présente un axe de recherche "Archéologie des espaces fluviaux et littoraux de l'échelle régionale à l'échelle européenne". Parmi les sujets de recherche, citons de manière non exhaustive, les modalités d'occupation des embouchures et des basses vallées des fleuves de Basse-Normandie au cours de l'époque gallo-romaine ; l'exploitation des ressources naturelles (faune, flore, matières premières) en contexte fluvio-littoral de l'Antiquité au Moyen Age ; les espaces de contact et les lieux d'échanges comme l'espace fluvio-littoral normand, de l'échelle régionale à l'échelle européenne ; la côte neustrienne : observations sur le littoral normand du VI^e au IX^e...

Il convient de souligner également le travail scientifique important mené par le **Service Régional de l'Archéologie** placé auprès de la Direction Régionale des Affaires Culturelles de Basse-Normandie sur les pêcheries préhistoriques et médiévales inventoriées dans la Manche et notamment sur la plage de Saint-Lô d'Ourville, au sud du havre de Portbail, à Saint Jean le Thomas, à Champeaux, les études scientifiques conduites sur les pêcheries sédentaires dans la baie du Mont-Saint-Michel faisant l'objet de publications et de colloques au niveau national.

L'**archéologie environnementale**, discipline qui regroupe un vaste éventail d'approches scientifiques qui ont pour objectif commun d'étudier les interactions entre l'homme et son environnement, est également mobilisée au sein de l'Université de Caen sur des sujets en lien avec la mer et le littoral via les études sur la reconstitution des environnements du passé (paléoécologie) et leur évolution au cours du temps en interaction avec les facteurs anthropiques et naturels (climat, hydrologie...) ainsi que sur les systèmes de subsistance et techniques mises en œuvre par les populations anciennes. Des travaux d'archéologie environnementale des zones humides et littorales sur la basse Dives et ses riverains des origines aux temps modernes conduits en partenariat avec l'**Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP)** s'inscrivent dans ce cadre. Il convient aussi de relever les recherches sur les pêcheries dans la baie du Mont-Saint-Michel dont l'origine remonte à la Préhistoire.

Au total, 15 à 20 historiens sont impliqués par des recherches en lien avec la mer au sein de l'Université de Caen. Des étudiants de niveaux Master jusqu'au Doctorat sont mobilisés sur ces différentes thématiques de recherche. Actuellement, une dizaine de thèses en cours au sein du CRHQ porte sur la maritimité. En 1^{ère} et 2^{ème} années de licence d'histoire, il existe depuis deux ans une unité d'enseignement d'histoire maritime. Ce module spécifique recrute entre 50 et 60 étudiants. Dans des unités d'enseignement plus générales, y compris en L3, sont également proposés des cours

autour de cette thématique. A travers le Master Recherche d'Histoire, des sujets en lien avec la maritimité sont aussi abordés.

Les **linguistes** et les **littéraires** sont largement associés aux travaux menés. A ce propos, au sein du CRHQ, un ingénieur d'étude, docteur en linguistique œuvre à la réédition d'un glossaire nautique de 1848 écrit par Augustin JAL avec des recherches sur le langage technique maritime et la lexicographie. Citons également des communications sur la mer dans les œuvres littéraires françaises ou étrangères.

Dans le cadre du Pôle Maritime, les **juristes** sont mobilisés autour des thématiques du droit maritime public avec des réflexions sur l'évolution de la réglementation et des concepts juridiques portant sur les espaces portuaires. Les défis portuaires sont abordés en lien avec des professionnels (et notamment la participation de la CCI de Cherbourg - Nord-Cotentin).

Des échanges interrégionaux du groupe interdisciplinaire de la MRSH sont à relever avec la Haute-Normandie (avec Le Havre où se tient annuellement une journée d'étude, site portuaire qui détient les archives des grandes compagnies de navigation à vapeur) et la Bretagne via le GIS précité⁵³. Le groupe est aussi présent au sein des associations nationales qui militent pour la valorisation du patrimoine et de l'histoire maritimes.

Par ailleurs, il convient de souligner le rôle du **Centre d'Enseignement Multimédia Universitaire** (CEMU) qui propose notamment à distance le module d'histoire maritime, œuvrant ainsi au rayonnement des compétences de l'Université de Caen dans ce domaine, ainsi visibles au-delà des frontières régionales.

Dans la perspective du nouveau Contrat Quadriennal 2012-2015, il est prévu que l'histoire maritime s'inscrive dans un nouvel axe "**Territoires, Environnement et Sociétés**" sur le plan historique. L'activité portuaire bas-normande demeure dans ce cadre une thématique majeure. A court ou moyen terme, des synergies sont à développer avec les géographes au sein de ce Pôle Maritime.

Un projet de colloque sur la mer (histoire des équipages et ethnographie maritime) dans le cadre des manifestations itinérantes en liaison avec le GIS d'histoire maritime est également à citer. Le Pôle Maritime envisage en outre le lancement d'une étude transversale sur le cas de Saint-Vaast La Hougue sur la base des participations déjà existantes dans le cadre du Musée de Tatiou. Le Conseil Général de la Manche soutient cette initiative.

Il faut enfin relever que la MRSH, via son Pôle Rural, héberge quelque 13 500 volumes du **Fonds Ancien du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche** (ouvrage des XVII^{ème} - XX^{ème} siècles) et parmi eux, certains ouvrages portent sur la mer et notamment des ouvrages cartographiques de l'époque moderne pouvant être valorisés à terme.

⁵³ D'autres laboratoires d'universités françaises sont impliqués dans l'histoire maritime et présentes dans le GIS comme l'Université du Littoral Côte d'Opale ou encore l'Université Paris IV (archéologie maritime en lien avec le Musée de la Marine).

II.2.3.2. La maritimité comme axe majeur de recherche de la géographie sociale

La notion de maritimité est apparue récemment, au début des années 90. Au-delà d'une approche physique, biologique ou économique de l'espace maritime, les chercheurs en sciences humaines et sociales incluent aujourd'hui de nouveaux champs d'études, notamment la relation de l'homme à son milieu maritime. La géographie sociale apparaît directement concernée par cette problématique.

Depuis 15 ans, l'UMR multi-sites 6590 CNRS - Universités de Caen, de Rennes 2, de Nantes, d'Angers et du Maine **ESO "Espaces et Sociétés"** porte une attention continue et soutenue aux problématiques des espaces maritimes et littoraux. Des dizaines de travaux de recherches ont été menés dans ce champ. Les travaux d'ESO-CAEN trouvent leur particularité dans une géographie des inégalités sociales, des rapports de pouvoirs entre groupes sociaux et des questions sociales. Trois enseignants-chercheurs du laboratoire sont impliqués dans des travaux en lien avec l'espace maritime ou littoral.

Considérant que l'espace de la Manche était, au sein de l'Europe, une zone frontalière très spécifique qui méritait une attention soutenue, une collaboration scientifique franco-britannique engageant des équipes universitaires en France et en Angleterre a abouti, depuis un certain nombre d'années, à une démarche de recherche débouchant sur l'édition de nombreuses productions scientifiques dont l'**Atlas Transmanche** en ligne qui reçoit 60 à 70 000 consultations longues par an. Ce travail a ensuite suscité une initiative conduite avec la Région Haute-Normandie, encouragée par l'association Arc Manche et financée par le programme européen EMDI (Espace Manche Développement Initiative) qui se fixait deux objectifs :

- mener une réflexion sur les enjeux de l'Espace Manche et mettre en place des orientations stratégiques (adoptées ensuite avec succès par les exécutifs de cet espace),
- transférer la connaissance de l'outil universitaire qu'était l'Atlas Transmanche aux partenaires du programme.

Le développement d'un Atlas, initialement sous une forme académique, a débouché vers un Outil d'Intelligence Territoriale (OIT) répondant aux besoins de la coopération transnationale transmanche. L'Université de Caen Basse-Normandie participait au Comité de Pilotage Scientifique de cette opération. Les travaux menés ont contribué à ce que l'Espace Manche soit reconnu comme un espace pertinent d'exercice de politique européenne par la DG Mare (Direction Générale des Affaires Maritimes et de la Pêche), le Commissariat Européen de la Pêche et des Affaires Maritimes et le Comité des Régions. Il convient de souligner à cet égard qu'un rapport de la Commission d'Octobre 2009⁵⁴ reconnaissait comme initiative majeure l'Atlas "Espace Manche", considéré comme *"un exemple de bonne pratique en matière de documentation des relations maritimes transmanche"*. Le projet EMDI, développé avec le soutien du programme INTERREG IIIB, a fortement contribué à la structuration de la coopération Arc Manche entre 2004 et 2008 et à la reconnaissance de l'Espace Manche comme zone de coopération privilégiée à l'échelle européenne. Comme preuve de reconnaissance des travaux conduits, dans le cadre d'un projet d'Atlas des mers

⁵⁴ Rapport de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social Européen et au Comité des Régions. Rapport sur l'état d'avancement de la politique maritime intégrée de l'Union Européenne - 15 Octobre 2009.

d'Europe porté par la Commission Européenne, cette dernière a souhaité tirer enseignement des compétences acquises précédemment et des discussions sont en cours avec la DG Mare afin de faire bénéficier la construction d'une politique maritime européenne de ces acquis.

L'expérience d'EMDI a incité les partenaires de l'Arc Manche à s'investir dans le projet INTERREG CAMIS (Channel Arc Manche Integrated Strategy) qui lui a succédé (nous détaillerons plus avant ce projet dans la partie suivante)⁵⁵. Comme pour le précédent programme, la Région Haute-Normandie est le chef de file du projet. L'ambition du projet CAMIS est d'élaborer et de mettre en œuvre une politique maritime intégrée dans l'Espace Manche avec l'ambition majeure d'avancer dans la gouvernance de ce territoire. Le champ scientifique doit conduire à des applications concrètes sur les plans opérationnel, institutionnel et politique. A partir des compétences acquises en Basse-Normandie, une démarche a été initiée depuis plusieurs années au sein du bassin Caraïbes, processus aujourd'hui totalement reconnu au niveau international (27 Etats). La logique d'intégration des Antilles françaises dans cet espace géographique est beaucoup due à ces travaux de recherches conduits par l'Association de Recherche et d'Etudes Caraïbes. De ce travail collaboratif est né un Atlas, ouvrage intitulé "Emergences Caraïbes" dont une édition a été complètement revue et traduite en anglais en 2009. Un programme de coopération internationale soutenu par l'Union Européenne s'inspirant de la démarche "INTERREG"⁵⁶ a été construit. Il faut savoir que tout le contenu scientifique de ces démarches est exploité en Basse-Normandie. Le pilotage scientifique de ce programme est une association basée en Martinique rassemblant différentes Universités et le CNRS dont l'Université de Caen est partie prenante.

Les outils d'intelligence territoriale qui se déclinent en différents atlas électroniques "intelligents" permettant le stockage de documents, une approche dynamique et des entrepôts de données en ligne (données sur la population, l'économie...) reposent sur des collaborations croisées entre le Groupe de Recherche en Informatique, Image et Instrumentation de Caen (GREYC) et l'équipe ESO.

Toujours à partir de ces connaissances scientifiques se développe actuellement un projet de cycles de séminaires intercontinentaux intitulé "4 Méditerranées - 4 Grands passages" portant sur les espaces suivants :

- Mer Baltique/Mer du Nord - Détroit du Pas-de-Calais - Mer de la Manche,
- Mer Méditerranée - Détroit de Gibraltar - Canal de Suez,
- Mer de Chine Méridionale - Détroit de Malacca,
- Mer des Caraïbes - Canal de Panama - Détroit de Floride.

Ces conférences géostratégiques maritimes réunissant environ 50 experts porteront sur des thématiques comme le trafic maritime, les nouvelles énergies et la gestion de la ressource, la géopolitique régionale et la stratégie de développement mondial, la concurrence des usages et le maintien de la sécurité, le rayonnement culturel et la gestion des conflits. La démarche s'appuie sur des partenariats de recherche entre ces différents endroits du monde (spécialistes du monde maritime, de

⁵⁵ Un rapprochement de ce programme CAMIS avec un autre programme INTERREG IV A CHARM devrait exploiter les complémentarités possibles entre les deux démarches.

⁵⁶ RICAE - Rapprochement Inter-Caraïbes par Atlas Electronique.

la géographie et de l'analyse des territoires). Chacun de ces séminaires fera ensuite l'objet de rédactions d'articles mis en discussion sur des espaces fermés sur Internet. Parmi les Universités et Instituts qui collaborent à ce projet aux côtés de l'UMR 6 590 CNRS - ESO - Université de Caen, citons la MRSH, l'Institut de Stratégie de Marseille, l'Université de Porto-Rico, le Centro León de Santiago de Los Caballeros de la République Dominicaine et Singapour (contacts en cours).

Relevons par ailleurs qu'un enseignant-chercheur du laboratoire ESO-CAEN a consacré sa thèse en 2006 au thème : "Discontinuités et systèmes spatiaux. La combinaison île/frontière à travers les exemples de Jersey, de Saint-Pierre et Miquelon et de Trinidad". L'approche de la mer en tant qu'espace social apparaît ainsi novatrice à travers le territoire-laboratoire exceptionnel que constitue le Golfe Normand-Breton⁵⁷. Des contacts ont été développés avec le monde de la pêche et cet enseignant-chercheur participe, en qualité d'observateur, aux réunions du Comité Conjoint de Gestion de la Baie de Granville.

Citons également des travaux prospectifs menés sur les littoraux et, plus particulièrement sur les aspects d'économie résidentielle et de péri-urbanisation. Enfin, un certain nombre d'études en Master 1 dans cette discipline ont eu pour thème la mer ces dernières années.

II.2.3.3. Le laboratoire GEOSYSCOM (CNRS - UCBN)

Equipe caennaise de l'Unité Mixte de Recherche "Identité et Différentiation de l'Espace, de l'Environnement et des Sociétés" (UMR 6266 IDEES) qui rassemble des chercheurs du CNRS et des enseignants-chercheurs des Universités de Rouen, Caen et Le Havre, le **laboratoire GEOSYSCOM (GEOgraphie des SYStèmes de COMMunication)** est spécialisé dans les méthodologies et les techniques de traitement de l'information géographique. Il se distingue ainsi par ses compétences en géomatique dont les outils et les méthodes permettent d'analyser les fonctionnalités de l'espace. Les travaux de recherche fondamentale conduits dans le domaine de l'information géographique ouvrent sur de nombreux champs et thématiques en lien avec les activités humaines et l'aménagement de l'espace. Les axes de recherche de GEOSYSCOM concernent :

- les risques spatialisés, étude des vulnérabilités de l'espace liées aux activités humaines (risques technologiques majeurs, risques sociaux et urbains, risques environnementaux, sécurité routière, circulation, transport de matières dangereuses, risques maritimes),
- la géodynamique des réseaux et l'opérabilité spatiale : organisation, accessibilité et ergonomie spatiales,
- l'analyse spatiale des effets de l'urbanisation,
- les méthodologies d'intégration SIG/Automates cellulaires/Systèmes multi-agents dans l'analyse systémique des risques spatialisés.

⁵⁷ Avec les îles anglo-normandes, le vecteur de communication est la baie de Granville. Il existe là un espace frontalier pionnier sans équivalent dans le monde. La réglementation commune a donné naissance à un espace unique. Il y a, en d'autres termes, une mise en cohérence suscitée par la construction juridique.

L'ensemble de ces axes se décline en projets de recherche, partenariats avec des structures nationales (INRETS, Administration des Affaires Maritimes...) et la participation active aux séminaires internationaux Euro-Méditerranéens autour de la gestion des risques. Plusieurs sujets de recherches concernent directement la mer et le littoral avec des compétences mobilisables au plan opérationnel. En premier lieu, il convient de citer les travaux conduits sur les risques environnementaux actuels ou potentiels touchant le littoral en déterminant les espaces vulnérables exposés aux conséquences des changements climatiques. Par ailleurs, les risques liés au trafic maritime en Manche constituent une problématique d'étude avec le Détroit qui, au niveau mondial, représente l'un des espaces où se concentrent le plus de circulations de natures très variées.

Au sein du laboratoire GEOSYSCOM et en lien avec le CIRTAI (Centre de Recherche en Transports et Affaires Internationales) de l'Université du Havre réunis au sein de l'UMR IDEES, une thèse qui sera finalisée fin 2010 porte sur la surveillance de la navigation maritime et le flux de trafic en Manche, de Brest à Dunkerque. Financée par le Conseil Régional de Basse-Normandie et l'Administration des Affaires Maritimes, ce travail se décline en 3 grands sous-ensembles :

- la sécurité des navires,
- la sécurité des marins,
- la sécurité de la navigation.

La réflexion sur la sécurité maritime se focalise sur les flux et, plus précisément, sur la spatialité des phénomènes avec analyse des dynamiques observées. L'ensemble des flux de toutes natures : flux en sens descendant, flux en sens montant, trafics transmanche qui croisent ces deux flux auxquels il convient d'ajouter les trafics de transit des navires de pêches à destination des zones hauturières sur des durées bien déterminées, sont reportés sur un SIG dynamique permettant de visualiser la structure et la nature des trafics et l'intensité des risques d'abordage, cœur de la réflexion. Du fait de la proximité des flux, l'abordage se révèle en effet le risque le plus fréquent auxquels sont exposés les navires qui évoluent dans la Manche avec les conséquences potentiellement catastrophiques sur les plans humains et environnementaux du fait des trafics de matières dangereuses qui côtoient les trafics passagers. Le SIG, mis en œuvre à l'occasion de ce travail de thèse, visualisant ces circulations, permet de développer des indicateurs et des analyses fines de cas, ce qui peut potentiellement constituer un outil interactif inédit d'aide à la décision ou un support de formation utile (par étude de séquences par exemple) pour les contrôleurs de la navigation maritime au sein des Centres Régionaux Opérationnels de Surveillance et de Sauvetage (CROSS), structures associées à cette démarche universitaire, comme pour les structures de gestion de crises. Le prolongement de ces travaux conduits s'avère un enjeu majeur en raison des potentiels de développement autour de la maîtrise des risques, la question se posant quant au financement d'une nouvelle étape aujourd'hui non garanti. Dans le cadre d'une recherche de partenaires, des contacts concernent les deux Régions. De même, un rapprochement avec des programmes INTERREG IV A France (Manche) Angleterre en cours (comme le programme CAMIS) est souhaité sur ce thème.

Il convient également de préciser que l'un des axes du Pôle de Compétitivité Mer Bretagne qui vient de s'étendre à la Basse-Normandie intègre un axe "sécurité et sûreté maritime". Un objectif pourrait consister à mobiliser l'échelon européen autour de cette

démarche. Le laboratoire GEOSYSCOM souhaiterait dans ce cadre être accompagné par la Région pour le montage d'un programme éligible au 7^{ème} PCRD par exemple.

II.2.3.4. L'étude des risques et des vulnérabilités appliquée aux milieux littoral et maritime

Le Centre d'Etude et de Recherche sur les Risques et les Vulnérabilités (CERReV), équipe d'accueil EA 3918 de l'UCBN créée en 2008, s'appuie sur une démarche pluridisciplinaire (anthropologie, psychologie, sociologie, philosophie, géographie, biologie...) afin d'analyser les risques et les vulnérabilités individuels et/ou collectifs dans les sociétés contemporaines. Les travaux sont organisés selon quatre axes de recherche :

- analyse du politique : crise des institutions et du lien social,
- Risques Technoscientifiques pour l'Environnement et la Santé (RITES),
- santé et intervention sociale : sociétés, territoires et politiques publiques,
- socio-anthropologie du symbolique.

Le CERReV a conduit en 2009 une recherche sur les attentes, les craintes et les besoins d'informations des acteurs locaux face aux effets du changement global sur le littoral normand à la demande du SGAR de Basse-Normandie, du Conservatoire du Littoral et de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie qui ont exprimé le souhait de disposer d'une étude sociologique sur ce sujet. Les raisons qui ont motivé le lancement d'une telle étude anticipaient les difficultés constatées après les effets dévastateurs de la tempête Xynthia survenue en février 2010 sur le littoral atlantique, sachant que le littoral normand est également exposé à des risques majeurs. Il s'agissait ainsi de voir comment les acteurs locaux, utilisateurs ou gestionnaires de l'espace littoral dans leurs diversités (riverains, professionnels du tourisme, agriculteurs, gestionnaires de digues, pêcheurs, conchyliculteurs, chasseurs, responsables portuaires, clubs de loisirs...) s'adaptent face au changement climatique et aux risques environnementaux qui en découlent (montée des eaux, houle et tempêtes de plus en plus violentes, phénomènes d'érosion, algues vertes...). Un travail sur sept sites a été réalisé dont 5 en Basse-Normandie.

L'étude a révélé que face à une diversité d'acteurs, dont un grand nombre s'opposent du fait de conflits d'usages permanents, d'intérêts contradictoires et de logiques multiples, on assiste à une "tétanisation" du jeu social selon les auteurs de l'étude. Seule une dynamique d'information, de recherche d'actions et d'actions visant à transformer les rapports que les acteurs ont du littoral peuvent permettre de faire évoluer les choses. Et cette évolution peut prendre la forme de modifications sensibles dans la vision du littoral (dé-poldérisation ou renforcement des digues par exemple). L'un des points forts de la recherche conduite a été de révéler le potentiel conflictuel fort sur la bande littorale (à l'exemple des relations agriculteurs-conchyliculteurs). L'étude s'est également attachée à aborder la problématique de prise de décisions collectives dans un territoire très sensible et à très forte concentration de populations. Les chercheurs du CERReV ont procédé à des interviews d'acteurs économiques, d'élus locaux, de scientifiques, de responsables associatifs et d'habitants. L'étude conduite a conclu que les modes de gouvernance utilisés tant par l'Agence de l'Eau que par le Conservatoire du Littoral comme la gestion intégrée des zones côtières et autres initiatives pour mettre l'ensemble des acteurs autour d'une même table ne sont pas

durables devant des conflits appelés à s'exacerber à terme. Le prolongement de cette étude vise à imaginer d'autres recherches-actions visant à accompagner les acteurs concernés à modifier leur vision du littoral et leurs stratégies. Les préconisations de cette démarche sociologique optent pour une poursuite des recherches sous d'autres formes comme une organisation du débat public qui laisserait davantage s'exprimer les conflits (type jeux de rôles⁵⁸) pendant ces débats pour éviter qu'ils s'exacerbent ensuite sur le terrain.

Cette recherche devrait se prolonger. Une réponse a été déposée en ce sens à l'appel à projets ANR du CEMAGREF et du CNRS "**Eau et Territoire**". Par ailleurs, il existe un projet INTERREG dénommé *Living with a Changing Coast* (LICCO) auxquels participent de nombreux acteurs du littoral comme le Conservatoire du Littoral, le laboratoire M2C, le GEOPHEN... avec leurs homologues anglais afin de mettre en place une dynamique de changement dans la gestion du trait de côte.

Au sein du CERReV, cinq enseignants-chercheurs sont impliqués dans cette thématique en lien avec le littoral (réunissant aux côtés des sociologues une ingénieure agronome) auxquels s'ajoutent plusieurs doctorants. En sociologie de l'environnement, trois thèses sont en cours sur les aspects eau et littoral. A cela s'ajoute une thèse en cours sur la sociologie des marins-pêcheurs en Basse-Normandie.

Le CERReV vient de déposer une demande d'habilitation d'un projet de Master Pro dans le cadre du prochain Contrat Quadriennal 2012-2015 avec le soutien des acteurs du littoral (Conservatoire du Littoral, Conseil Régional de Basse-Normandie, Caen la Mer, SMEL, Parcs Naturels Régionaux...) qui s'appellerait **GREEN** (Gouvernance des Risques Et de l'ENVironnement) dont 1/3 à la moitié des stages concerneront sans doute des problématiques en lien avec le littoral du fait des partenaires qui interviendront dans les enseignements. Selon les responsables du laboratoire, il existerait ainsi un besoin de spécialistes à même d'animer des débats, de gérer des conflits autour de la gouvernance des risques et de l'environnement et, plus globalement, d'appréhender les modes de régulations sociales entre les différentes entités.

II.2.3.5. Les travaux de recherche dans les secteurs maritime, portuaire et logistique de l'Ecole de Management de Normandie et au sein du NIMEC (IAE - UCBN)

Issue en 2004 de la fusion de l'Ecole Supérieure de Commerce, de l'Institut Portuaire d'Enseignement et de Recherche (IPER), tous deux situés au Havre, et de SUP EUROPE CESEC (Centre d'Etudes Supérieures Européennes de Caen), l'**Ecole de Management de Normandie** rassemble des compétences reconnues en termes d'enseignement supérieur et de recherche appliquée autour de la logistique maritime portuaire, thème mobilisant plus particulièrement le site havrais. Cette activité est en effet très articulée autour de l'IPER, structure créée en 1978 par la CCI et le Port Autonome du Havre et qui reste aujourd'hui le bras armé de la formation continue du grand port maritime. La particularité de la place de l'IPER dans l'Ecole, c'est d'être fortement impliquée dans une recherche appliquée et en lien avec la profession. Les axes maritime et portuaire sont en prise directe avec des problématiques de terrain.

⁵⁸ Pratique faisant référence à l'intervention sociologique, méthode de recherche originale essentiellement développée par le sociologue Alain TOURAINE.

Une bonne partie de la recherche est d'ailleurs financée par des acteurs privés. L'IPER est par ailleurs considérée comme le fleuron de la formation continue de l'Ecole avec les formations spécifiques concernant la logistique maritime et portuaire. Forte de cette expérience (de plus de 30 ans) en matière de formation au *supply chain management*⁵⁹ et de son réseau de relations à l'international (plus de 2 000 cadres formés par l'IPER), l'Ecole de Management de Normandie a ainsi constitué en son sein un véritable pôle dédié "Logistique - Terre - Mer - Risques".

Fondé en 2005, le **pôle logistique maritime et portuaire** de l'Ecole de Management de Normandie s'inscrit dans une "recherche-action", à l'interface entre les perspectives fondamentales et les réalités opérationnelles des entreprises de la filière logistique maritime et portuaire. Principalement localisée sur le Havre du fait de la présence de l'IPER, la recherche du pôle logistique maritime et portuaire s'articule autour de 4 composantes :

- **la recherche académique** avec la reconnaissance d'une expertise dans le contexte de la production d'ouvrages, de chapitres d'ouvrages et d'articles à comité international de lecture,
- **la recherche appliquée** mettant en perspective savoirs et savoir-faire du pôle auprès des professionnels et des praticiens du secteur maritime, portuaire et logistique dans le cadre de colloques internationaux,
- **la recherche opérationnelle** avec la participation sur invitation à des tables rondes professionnelles.

A cela s'ajoutent des articles dans des revues professionnelles. Le pôle s'investit également dans le lancement d'une collection d'ouvrages sur le maritime et portuaire. Sur le plan humain, le pôle de recherche se compose de 3 chercheurs directement rattachés à l'EMN auxquels s'ajoutent des chercheurs associés de différents Instituts et d'Universités français et étrangers dont l'Institut d'Administration des Entreprises (IAE) de l'Université de Caen Basse-Normandie. Il convient également de noter que l'équipe CIRTAI (centre interdisciplinaire de recherche sur les mobilités) de l'Université du Havre qui coopère étroitement avec le pôle logistique maritime et portuaire de l'Ecole de Management de Normandie est une composante de l'UMR "Identification et Différenciation de l'Espace, de l'Environnement et des Sociétés" (IDEES) à laquelle est rattachée l'équipe GEOSYSCOM (GEOgraphie des SYstèmes de COMmunication) de l'Université de Caen précédemment décrite.

Sous son format actuel, le pôle normand est unique au niveau national. Seul METRATEC, l'antenne de formation continue de l'Ecole des Ponts PARISTECH intègre des aspects voisins quoique dans le champ plus large des transports en général, des infrastructures, du Génie Civil et de l'aménagement urbain. Un des résultats de recherche appliquée a abouti à l'édition d'un document de référence suite à une commande de l'Organisation Mondiale des Douanes (OMD) faite à l'Université du Havre afin d'étudier les impacts macro et micro-économiques de la loi américaine "100 % scanning"⁶⁰, démarche à laquelle participa activement le pôle logistique, maritime et

⁵⁹ Organisation de l'ensemble des ressources, moyens, méthodes, outils et techniques destinés à piloter le plus efficacement possible la chaîne globale d'approvisionnement.

⁶⁰ Suite aux attentats du 11 septembre 2001, la loi "100 % scanning" dite House Resolution 1 vise à prémunir le sol américain de tout risque terroriste susceptible d'affecter la chaîne logistique globale (i.e. 100 % des conteneurs contrôlés). Son caractère unilatéral peut aussi être perçu comme une mesure protectionniste surtout si le principe de réciprocité ne s'applique pas.

portuaire de l'EMN. L'étude, présentée en 2008, fut validée et publiée sous forme d'ouvrage sous le titre "Sécurisation et facilitation de la chaîne logistique globale ; les impacts macro et micro-économiques de la loi américaine 100 % scanning". Cet ouvrage a bénéficié (et bénéficie encore aujourd'hui) d'un retentissement international et a révélé que la recherche autour de la chaîne logistique conduite en Normandie faisait référence au niveau mondial.

Dans le cadre de l'accord de partenariat qui lie le Conseil Régional de Basse-Normandie et l'EMN, des travaux de recherche concernant les plates-formes portuaires de cette région sont réalisés comme une réflexion sur le benchmarking des ports bas-normands. L'EMN répond aux demandes de Ports Normands Associés et intervient notamment pour former ses cadres.

De telles démarches sont à encourager. Concrètement, du fait des potentiels de recherche appliquée sur le plan maritime et portuaire localement, il apparaîtrait stratégique de mieux associer l'ensemble des chercheurs mobilisés sur ces thématiques dans le cadre des réflexions portant sur le développement portuaire en général et en Normandie en particulier. Beaucoup de plates-formes portuaires normandes font encore appel à des cabinets extérieurs à la région ignorant que des compétences fortes sont disponibles à proximité. Des partenariats seraient à développer. Dans cette optique, une synergie forte de l'ensemble des laboratoires normands (Ecole de Management de Normandie et Universités normandes) en sciences humaines et sociales qui pourraient être mobilisés par ce pôle de recherche maritime et portuaire (sociologues, géographes...) permettrait d'améliorer encore la lisibilité des compétences en la matière disponibles. Dans le cadre d'un partenariat entre équipes universitaires de Haute et de Basse-Normandie pourraient, par exemple, être engagés une réflexion et des travaux de recherche sur le port du futur (principe des ports offshore par exemple).

Créé en 2008 suite à la fusion des laboratoires de recherche en gestion des Universités de Caen et de Rouen, le laboratoire **NIMEC** (Normandie Innovation, Marché, Entreprise, Consommation) intègre des problématiques portuaires en lien avec l'EMN.

D'autres thématiques peuvent être mobilisées sur les aspects "mer et littoral" comme les compétences autour de la **réalité virtuelle** qui implique des laboratoires et des structures de formations supérieures en informatique (MRSH, GREYC, antenne saint-loise de l'IUT Cherbourg-Manche) et des entreprises avec des applications dans la filière nautique notamment dans le Nord-Cotentin.

En résumé, même s'il est difficile de connaître précisément le potentiel humain directement mobilisé sur des problématiques "mer et littoral" au sein des laboratoires et des équipes, on peut l'estimer à environ **100 enseignants-chercheurs et chercheurs**, environ **50 techniciens et ingénieurs** et près de **50 doctorants** à partir des réponses obtenues des contacts avec les laboratoires rencontrés.

II.3. LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE DES ASSOCIATIONS ENVIRONNEMENTALES

Ce rapport se devait de faire état des démarches scientifiques poursuivies par les associations régionales ou interrégionales à vocation environnementale sur des problématiques concernant les écosystèmes maritimes et littoraux. Elles portent d'ailleurs des projets d'envergure nationale voire européenne, participent à des programmes en lien avec des laboratoires universitaires et sont même sollicitées en amont de grands projets touchant le littoral ou le domaine maritime. Il convient donc de présenter brièvement leurs actions.

II.3.1. Le Groupe d'Etudes des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL)

Fondé en 1981, le Groupe d'Etudes des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL) est une association interrégionale de recherche et d'animation scientifique sur l'ensemble du littoral normand et picard. Il a pour objet de favoriser la création scientifique en facilitant les contacts entre les chercheurs de toutes disciplines travaillant sur les domaines estuariens et littoraux. Plus précisément, ses objectifs consistent à promouvoir la connaissance des écosystèmes littoraux en développant la recherche scientifique et les études appliquées, à participer à une large diffusion de la culture scientifique dans le domaine de l'écologie littorale et enfin à développer les relations de travail auprès d'autres scientifiques français et étrangers. Le GEMEL comprend deux stations d'études, l'une basée à Luc-sur-Mer en Basse-Normandie et l'autre, à Saint-Valéry-sur-Somme en Picardie. Elles regroupent 5 employés permanents.

Spécialisé dans les habitats intertidaux (situés dans la zone de balancement des marées), le GEMEL étudie également l'ensemble des milieux littoraux (prés salés, algues...). Son expérience repose sur des suivis à long, moyen et court termes dans le milieu estuarien, notamment en Baie-des-Veys. Les écosystèmes littoraux sont étudiés avec des objectifs multiples, tels que la connaissance de la biodiversité dans le cadre du changement global, la cartographie des habitats, la qualité environnementale, les inventaires naturalistes et l'évolution de ressources naturelles. Ces études sont menées en partenariat avec les différentes équipes associatives et de recherche locales.

Le GEMEL met aussi ses compétences d'expertise environnementales au service des instances et collectivités locales, pour des projets d'aménagement du littoral et de valorisation des ressources naturelles côtières. Le Groupe est hébergé au Centre de Recherches en Environnement Côtier (CREC) - station marine de Luc-sur-Mer et lié à l'Université de Caen par convention.

II.3.2. L'Association du Patrimoine Géologique de Normandie (APGN)

Autre association également hébergée au CREC, l'Association du Patrimoine Géologique de Normandie (APGN) a pour objet de connaître, de protéger et de valoriser le patrimoine géologique de Normandie sous toutes ses formes, qu'il soit naturel, culturel ou économique, et de rendre les sciences de la Terre accessibles à tous les publics. En 2007, l'association a été retenue par la Direction Régionale de

l'ENvironnement (DIREN) -aujourd'hui Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL)-, en vue de réaliser l'inventaire du patrimoine géologique de Basse Normandie.

Réalisé au niveau régional, ce travail d'inventaire permettra de définir et de mettre en place une politique adaptée en faveur de la gestion et de la valorisation du patrimoine. Les objectifs définis pour l'ensemble du territoire français sont les suivants :

- identifier l'ensemble des sites et objets d'intérêt géologique, in situ et ex situ,
- collecter et saisir leurs caractéristiques sur des fiches appropriées,
- hiérarchiser et valider les sites à vocation patrimoniale,
- évaluer leur vulnérabilité et les besoins en matière de protection.

Depuis novembre 2007, l'APGN a également en charge la gestion de la réserve naturelle nationale de la falaise du Cap Romain, site d'intérêt géologique exceptionnel, avec pour objectifs de protéger, conserver et valoriser le patrimoine de la réserve, assurer sa gestion, l'intégrer dans un contexte élargi et accroître les connaissances sur ce site.

II.3.3. Le Groupe Mammologique Normand (GMN)

Fondé en mars 1978, le Groupe Mammologique Normand (GMN) est une association à caractère scientifique qui s'est fixé comme objectif de rassembler toutes les personnes désireuses d'étudier les mammifères sauvages et féroces et leurs écosystèmes, de participer à la protection de certaines espèces et à la sauvegarde de leurs milieux. Le GMN est agréé par arrêté ministériel du 29 novembre 1993.

Depuis 1978, le Groupe Mammologique Normand recense et étudie les mammifères marins qui fréquentent le littoral normand, de la baie du Mont-Saint-Michel à Dieppe. Une vingtaine d'espèces ont fait l'objet d'observations dans les eaux normandes ou ont été retrouvées échouées sur les côtes. Dans le cadre du Réseau National Echouage (RNE), le GMN intervient également pour étudier les mammifères marins qui s'échouent sur le littoral normand, en collaboration avec les autres partenaires régionaux.

Le GMN est amené à organiser des stages de formation internes axés sur certaines thématiques dont celle des mammifères marins ainsi que des stages techniques en encadrant des étudiants dans le cadre de leur cursus scolaire ou universitaire (étudiants en BTS "Gestion et Protection de la Nature", en Licence et Maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes). Il est à relever que cette association a été sollicitée par des porteurs de projets d'énergie marine au large des côtes normandes pour apporter ses connaissances à l'élaboration d'études préalables.

II.3.4. Le Groupe Ornithologique Normand (GONm)

Le Groupe Ornithologique Normand (GONm) est une association agréée au titre de la loi de juillet 1976 relative à la protection de la nature, elle a également été reconnue d'utilité publique en août 1991. Il présente trois grands types d'activités :

- observer et étudier les oiseaux sauvages de Normandie dans leur milieu,
- protéger les oiseaux et leurs habitats,
- initier et sensibiliser le plus grand nombre de personnes à l'ornithologie.

Le domaine maritime et l'espace littoral constituent des terrains d'études majeurs pour l'association qui poursuit une démarche scientifique (avec la contribution à des mémoires, des rapports de stage, des thèses...) parallèlement aux actions pédagogiques et de sensibilisation. Le GONm réalise des observations et des enquêtes portant sur les oiseaux migrateurs et hivernants dans les espaces littoraux, baies et havres de l'Orne, de la rade de Saint-Vaast La Hougue, Régnéville, Surville... Il mène aussi des études sur les oiseaux marins et les limicoles côtiers, sur les principaux sites estuariens et littoraux.

En 1987, le Groupe Ornithologique Normand a créé une réserve dans l'archipel de Chausey afin de permettre aux oiseaux de mer de nicher en toute quiétude. Cet archipel accueille en effet l'une des principales colonies d'oiseaux de mer en France. "Le Petit Cormoran", bulletin de liaison du GONm, paraît tous les deux mois.

Le GONm est actuellement sollicité, pour ses compétences, par la plupart des porteurs de projets de parcs éoliens offshore dans le but d'étudier leurs éventuels impacts sur la faune avicole en mer.

II.3.5. Le Groupe d'Etude des Cétacés du Cotentin (GECC)

Le Groupe d'Etude des Cétacés du Cotentin (GECC) est une association loi 1901 qui étudie depuis de nombreuses années les mammifères marins en mer de la Manche et, plus particulièrement, la population de grands dauphins qui s'y trouve et qui s'avère être une des colonies les plus importantes d'Europe. Ses compétences sont reconnues par de nombreux laboratoires scientifiques et il possède un véritable savoir-faire en matière de diffusion auprès du grand public (intervention dans les écoles et campagnes d'observation en mer ouvertes à tous).

Depuis 1995, le GECC a mis en place un réseau d'observateurs qui a pour objectif de solliciter l'aide des usagers de la mer et du littoral (promeneurs, naturalistes, professionnels de la mer, plaisanciers, pêcheurs amateurs, etc.). Le réseau d'observateurs du GECC s'articule principalement autour de conventions passées avec la Préfecture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord, ainsi qu'avec les Comités régionaux et locaux des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Basse Normandie. Il couvre une zone géographique très vaste, qui s'étend de Cap Fréhel jusqu'à Fécamp, en englobant les îles anglo-normandes.

Ainsi, constitué en réseau, le GECC a collecté en 26 ans près de 3 200 observations sur les mammifères marins, observations qui constituent une base de données utiles à tous les opérateurs ayant une activité ou comptant en développer une en mer de la Manche. Les observations ont révélé que le grand dauphin est sans conteste l'espèce la plus représentée dans la zone géographique étudiée. Viennent ensuite le phoque gris, le dauphin commun, le globicéphale noir, le phoque veau-marin, le marsouin, le dauphin de Risso, la baleine à bec, le petit rorqual, le rorqual commun, la baleine à bosse et le lagénorhynque à bec blanc.

Le GECC mène aussi une sensibilisation du grand public à la connaissance et à la protection des mammifères marins.

II.4. LES FORMATIONS SUPERIEURES PORTANT SUR LA MER ET LE LITTORAL

Ce chapitre qui clôt la deuxième partie du présent rapport sur la cartographie des compétences scientifiques en Basse-Normandie en lien avec la mer et le littoral présente les principales formations supérieures concernées. En lien étroit avec les recherches conduites en région, elles mobilisent des enseignants-chercheurs des structures précédemment présentées.

II.4.1. Les formations dispensées à (et par) INTECHMER-Cherbourg

INTECHMER propose cinq formations supérieures uniques en France permettant d'acquérir des connaissances théoriques et pratiques et des compétences techniques dans les métiers de la mer. L'institut apparaît d'ailleurs comme une école de formation plébiscitée par l'IFREMER, les plus jeunes techniciens de cet organisme étant pour la plupart passés par l'établissement de Cherbourg. Des membres d'IFREMER (station de Port-en-Bessin) font partie de la Commission technique d'INTECHMER. En 2010, INTECHMER a intégré le portail "Admission post-bac"⁶¹, ce qui lui a permis de toucher un public plus large. Pour la plupart des formations, on enregistre 4 candidats pour 1 place.

La formation de **Technicien Supérieur de la Mer**, de niveau Bac + 2, a pour objectif de former, après un bac scientifique, des cadres techniques opérationnels dans le domaine marin. Deux filières sont proposées en seconde année : Génie Biologique - Halieutique - Aquaculture (TSM-GBHA) ou Génie de l'Environnement Marin (TSM-GEM). Les débouchés professionnels concernent des postes de technicien de collecte et gestion de données, contrôleur-enquêteur des pêches, technicien biologiste d'aquarium, cadre technique-exploitant d'entreprise aquacole, technicien en écloserie (élevage larvaire, contrôle, responsable technique d'une unité de grossissement) ou encore contrôleur qualité produits de la mer. En 2009-2010, les effectifs étaient de 60 élèves.

De niveau Bac + 3, la formation d'**Océanographe-Prospecteur (OP)**, ex Bachelor Océanographe mention "Prospection du domaine marin", diplôme de niveau II, vise à former, après un bac scientifique, des cadres techniques spécialisés dans le domaine de la prospection marine. Cette formation prépare aux métiers de l'environnement maritime (ports, littoral, haute mer), des travaux sous-marins (off-shore...), la recherche, l'exploration et l'exploitation de nouvelles ressources marines minérales et énergétiques (pétrole, gaz, granulats...), étude de nouvelles techniques ou méthodes d'exploitation et de protection des océans, gestion des observations (base de données, cartographie), vente de matériel et de service, métiers d'assistant-ingénieur, de chef de bord, de responsable des mesures et de la maintenance et technicien navigateur-géophysicien...

La **Licence Professionnelle "Spécialisation Transformation et Commercialisation des Produits de la Mer"** présentée plus loin est un diplôme de niveau II délivré par l'Université de Caen (IUT Cherbourg-Manche - département "Techniques de Commercialisation") et le CNAM-INTECHMER.

⁶¹ Le site Admission Post-Bac (www.admission-postbac.fr) est le portail internet qui permet aux lycéens de se préinscrire, de classer des vœux, de bénéficier de conseils d'orientation avant de s'inscrire dans un établissement d'enseignement supérieur.

Deux autres formations sont organisées principalement sur l'antenne INTECHMER - Parc environnemental et technologique à Mèze dans l'Hérault et à Montpellier, en partenariat avec l'Association de Ressources et de Développement des Activités et Métiers de l'environnement (ARDAM) et l'Association Réunionnaise de Développement de l'Aquaculture (ARDA) avec interventions de professionnels et d'experts de l'IFREMER, de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement...

La formation de **Cadre Technique de l'Aquaculture (CTA)** s'adresse à des étudiants titulaires d'un diplôme de niveau III ou II, possédant déjà de solides connaissances en biologie. Son objectif vise à former des cadres capables de concevoir et de gérer une unité de production aquacole performante ou d'exercer une activité à responsabilité dans des secteurs de production ou de services en aquaculture marine (animale et végétale), aquariologie, valorisation des produits de la mer.

La formation de **Manager des Entreprises d'Aquaculture (MEA)** est un diplôme de niveau I proposé aux personnes se destinant à des métiers tels que chef d'exploitation aquacole, gestionnaire d'écloserie, aquarioculteur-producteur de poissons d'ornement, assistant ingénieur dans une équipe R&D en aquaculture, responsable commercial, conseiller technique, consultant, concepteur-animateur de parcours de pêche récréative...

Formations et années d'études	H	F	Total
Titre de Technicien Supérieur de la Mer (TSM) -niveau III			
1 ^{ère} année (titulaires du Bac)	16	24	40
2 ^{ème} année	9	11	20
Total	25	35	60
Bachelor "océanographe", mention "prospection du domaine marin" (niveau II)			
1 ^{ère} année (titulaires du Bac)	12	6	18
2 ^{ème} année	10	3	13
3 ^{ème} année	14	2	16
Total	36	11	47
Cadre Technique de l'Aquaculture (CTA) -niveau II- à Montpellier	11	3	14
Manager des Entreprises d'Aquaculture (MEA) -niveau I- 1 ^{ère} année (M1) à Montpellier	13	2	15
Total général	85	51	136

La répartition des effectifs des élèves en formation en 2009-2010 au CNAM - INTECHMER

Source : CNAM/INTECHMER

S'agissant des perspectives, INTECHMER-Cherbourg souhaite développer des formations en lien avec les énergies marines renouvelables mais, le site de Brest ayant été reconnu comme référent national, l'aboutissement de ce projet n'est pas assuré. La balle est dans le camp du CNAM, saisi d'un projet de création d'une chaire basée à Cherbourg dans ce domaine, dans un contexte de nécessaire collaboration avec la Bretagne.

II.4.2. Le Master Pro "Biologie, santé" spécialité "Exploitation des ressources vivantes côtières" AQUACAEN

Relevant de l'Institut de Biologie Fondamentale et Appliquée (IBFA) de l'Université de Caen, le Master II Professionnel, domaine "Sciences du Vivant et de la Santé", mention "Biologie Fondamentale et Appliquée" et spécialité "Exploitation des ressources vivantes côtières", a pour objectif de former des cadres scientifiques capables d'appréhender tous les problèmes biologiques, technologiques et économiques (conception, innovation, production, contrôle, gestion) sur l'ensemble de la filière des produits de la mer (pêche, aquaculture, commercialisation et transformation).

Les diplômés se destinent ainsi aux métiers de cadre de production aquacole, enseignant d'établissement maritime, responsable technique d'écloserie, chef de projet en aquaculture, administrateur des affaires maritimes, spécialiste en bio-informatique et modélisation, responsable qualité (au sein d'industries agroalimentaires), ingénieur de recherche & développement, directeur de société de pêche et de mareyage, cadre de bureau d'études aquaculture-environnement...

Le diplôme est reconnu comme titre de formation professionnelle.

Cette formation polyvalente associe des universitaires et des professionnels et inclut des stages sur le terrain.

Le programme est organisé en trois grandes séquences.

En premier lieu, une séquence d'immersion professionnelle comprend :

- un stage ostréicole de courte durée (1 semaine),
- une formation sur site piscicole (2 jours),
- un séjour (4 jours) à Boulogne-sur-Mer (hall technologique et visites d'entreprises),
- un séjour (4 jours) en Bretagne (station expérimentale IFREMER d'Argenton et visites d'entreprises).

Cet ensemble intègre de nombreuses visites de structures de production et de valorisation (écloserie, fermes marines, criées, usines, laboratoires...).

En deuxième lieu, la formation prévoit une longue séquence de travaux à l'Université de Caen et à la Station Marine de Luc-sur-Mer (environ 20 semaines) comportant :

- des enseignements théoriques et pratiques sur les techniques de production (pêche, aquaculture y compris la pathologie), l'hygiène, la qualité, la valorisation, la transformation et la commercialisation des produits.
- la connaissance du milieu socioprofessionnel,
- les interventions ponctuelles de divers professionnels (conférences, séminaires, visites guidées),
- la réalisation d'élevages expérimentaux (poissons, crustacés, mollusques), culture de phytoplancton,
- des recherches bibliographiques et suivi de la presse scientifique et professionnelle (revue de presse),

- l'élaboration d'un projet technico-économique d'aménagement ou de création d'une activité industrielle.

Enfin, un stage en entreprise de longue durée (6 mois) suivi d'un rapport écrit avec soutenance orale.

Ce Master Pro recrute environ **18 étudiants**.

II.4.3. Le Master mention "Sciences de l'Environnement" spécialité "Ingénierie et Géosciences du Littoral"

L'UFR de Sciences de l'Université de Caen propose un Master mention "Sciences de l'Environnement", cohabilité avec l'Université de Rouen. Dans ce Master, la spécialité "Ingénierie et Géosciences du Littoral" est ouverte à Caen, à la fois en finalités "recherche", s'appuyant sur des connaissances pointues autour de la gestion des zones côtières et "professionnelle" se concentrant davantage sur l'aménagement du littoral, des estuaires et des ports.

La première année du Master "Ingénierie et Géosciences du Littoral" se compose de 9 unités d'enseignement obligatoires dans lesquelles sont abordés en particulier :

- l'hydrodynamique du littoral,
- la connaissance des systèmes sédimentaires côtiers,
- la dynamique des bassins versants côtiers,
- l'hydrogéologie et l'hydrologie littorale,
- les ouvrages et la protection côtière,
- la géotechnique environnementale et les matériaux.

S'y ajoutent deux unités optionnelles à choisir parmi des enseignements de géophysique appliquée, géomatique et télédétection, techniques expérimentales et outils numériques et enfin, DAO et conception d'ouvrages.

Deux parcours sont proposés en deuxième année :

- le parcours recherche "Ingénierie et Géosciences du Littoral",
- le parcours professionnel "Ingénierie du Littoral".

Concernant le **Master 2 "Recherche"**, c'est par leur choix d'option que les étudiants s'orientent vers les "géosciences du littoral" ou vers l'"ingénierie du littoral". Parmi les unités d'enseignement obligatoires, trois sont communes avec le Master 2 Professionnel "Ingénierie du Littoral", à savoir "transport et dynamique sédimentaires", "géotechnique en milieu côtier" et "instrumentation et mesure", la quatrième étant une formation à la recherche. Ensuite, l'étudiant doit choisir trois unités d'enseignement optionnelles parmi sept (dont trois sont issues du parcours M2 Professionnel "Ingénierie du Littoral"). Ils ont pour thèmes :

- la dynamique et enregistrements sédimentaires dans les bassins versants côtiers,
- les processus hydrosédimentaires à l'interface Océan-Continent,
- l'évolution des systèmes côtiers (forçages et enregistrements sédimentaires),
- la mécanique des fluides appliquée aux écoulements côtiers,

- les ouvrages côtiers,
- l'impact des ouvrages sur l'environnement,
- granulats et énergie marine.

Le Master 2 Recherche accueille environ **10 étudiants par an**.

Selon ses promoteurs⁶², l'enseignement proposé au sein du **Master 2 Pro** vise à former des spécialistes en ingénierie du littoral et en génie côtier sans négliger la connaissance des impacts des aménagements envisagés sur le milieu naturel. Il aborde également la problématique des dragages portuaires (techniques, impacts et valorisation des produits) et l'exploitation des ressources marines (énergie, granulats) dans un contexte de préservation de l'environnement.

Les unités d'enseignement obligatoires portent sur les thématiques suivantes :

- transport et dynamique sédimentaires,
- géotechnique en milieu côtier,
- instrumentation et mesures,
- ouvrages côtiers,
- impact des ouvrages sur l'environnement,
- projet d'ingénierie côtière.

Les unités d'enseignement optionnelles sont les suivantes :

- espaces côtiers : dynamique et gestion durable,
- granulats et énergie marine,
- connaissance du milieu professionnel.

A l'issue de cette formation, les étudiants possèdent des compétences pour construire, réhabiliter et restaurer des infrastructures en domaine marin côtier. Plus globalement, ils seront aptes à aménager et gérer des espaces naturels et anthropisés, dans un cadre géographique très spécifique, la frange côtière et littorale, où agissent des facteurs naturels particuliers considérés comme des contraintes fortes aussi bien vis-à-vis des dispositifs constructifs que du point de vue de l'intégration environnementale. Pour atteindre ce niveau de compétence, la formation proposée est basée sur l'acquisition d'une palette d'outils et de méthodes permettant à l'étudiant d'acquérir des compétences modulables larges dans le domaine des sciences de l'environnement et de l'aménagement des côtes et des littoraux. A noter que ce domaine de compétence est très peu enseigné au sein des écoles d'ingénieurs.

Le parcours professionnel permet d'acquérir des savoir-faire dans le domaine de la construction d'ouvrages et d'aménagements divers en zone littorale et côtière. Il vise à acquérir les techniques constructives de base dans un milieu difficile soumis parfois à de fortes sollicitations (houles, marées), à les dimensionner par rapport aux objectifs attendus (ouvrages portuaires, récréatifs, de défense contre la mer, ...) et aux impacts sur l'environnement (évolution du trait de côte). De fait, une connaissance globale du milieu marin côtier est dispensée, utile à la construction, mais également nécessaire pour une bonne maîtrise des impacts environnementaux. Dans cette optique, les

⁶² Ce développement est extrait d'une présentation des enseignements pour l'année 2010-2011.

étudiants bénéficient d'une formation qui associe technicité et connaissances du milieu, avec une approche de terrain, mais reposant également sur l'utilisation d'outils numériques et analogiques.

Les secteurs d'emplois visés par la formation peuvent être privés ou publics. Les organismes qui recrutent sont les bureaux d'études, les cabinets d'ingénieurs-conseils, les laboratoires de recherche appliquée privés, les entreprises du domaine des travaux maritimes et fluviaux, les organismes d'Etat et les collectivités territoriales qui travaillent sur le domaine littoral, sa gestion, son aménagement au sens constructif et sur les impacts induits par les travaux réalisés, ceci au niveau national et international. Selon l'ancienneté acquise, les étudiants formés peuvent devenir ingénieur d'études & travaux en tant que chargé de mission, responsable de services techniques dans les collectivités territoriales, chef de projet et accéder à des fonctions de consultant indépendant, directeur de bureaux d'études et même d'expert. Chaque année, **15 étudiants** suivent cette formation.

La station marine de Luc-sur-Mer est un lieu de formation et tout particulièrement pour les étudiants du Master II Professionnel AQUACAEN et des Masters II Recherche "Ingénierie et Géosciences" et Professionnels "Ingénierie du littoral". Des doctorants y sont aussi accueillis au sein des différentes équipes de recherche du CREC.

II.4.4. Le Master 2 "Aménagement et Gestion Intégrée des Ressources Environnementales"

L'UFR de Géographie de l'Université de Caen gère le Master 2 **AGIRE** (Aménagement et Gestion Intégrée des Ressources Environnementales) qui offre des enseignements transversaux théoriques et méthodologiques dans les spécialités de l'aménagement de l'environnement et du développement durable adossés sur le laboratoire GEOPHEN. Il repose sur le triptyque : fondements physiques de l'environnement (dont aspects littoraux), outils techniques de gestion de l'environnement (géomatique, systèmes d'information géographique, gestion de banques de données) et outils réglementaires et de gestion de l'environnement. Les compétences acquises sont à la fois théoriques, méthodologiques et techniques dans le domaine de la gestion de l'environnement, en particulier sur le thème de la gestion des eaux (eau potable, assainissement, qualité de l'eau et pratiques agricoles, eau et santé), de l'aménagement et du risque en milieu littoral. Des étudiants de ce Master ont travaillé sur des sujets ayant des applications conchylicoles en Seine-Maritime (étude de synthèse environnementale sur les perspectives de développement possibles de cette activité).

Parmi les **20 étudiants** qui suivent cette formation chaque année, un tiers à un quart a une formation de littoraliste. D'une façon générale, 5 à 6 étudiants se spécialisent sur les questions littorales. L'origine géographique des étudiants concerne la France entière.

A relever également les collaborations avec les collectivités territoriales et institutions au sein de ce Master (Conseil Régional, Conseils Généraux, Conservatoire du Littoral). Les débouchés professionnels concernent des bureaux d'études et collectivités territoriales ; l'insertion professionnelle des diplômés est remarquable puisqu'elle atteint 98 % des étudiants.

L'originalité d'AGIRE est de coupler, au Master Professionnel, une composante "recherche". Au cours du dernier semestre, les étudiants peuvent choisir entre un stage en entreprise/collectivité à finalité professionnelle et un stage de recherche. Les étudiants peuvent se déterminer jusqu'à la fin du premier semestre. Ainsi, pour la finalité professionnelle, le Master Professionnel AGIRE forme à des types d'emplois répondant aux besoins des entreprises et des structures gestionnaires de l'environnement.

Le Master Recherche AGIRE offre une préparation effective à la recherche, éventuellement avec une pré-professionnalisation, sur le terrain et en laboratoire, à de futurs doctorants et experts.

Au sein de l'UFR de Géographie, il existe en Licence une partie de module d'océanologie ainsi qu'un module de spécialité portant sur les risques naturels concernant notamment le milieu littoral. En M1, en fonction des besoins exprimés par les étudiants, des interventions sont dispensées sur les fondements physiques de l'environnement (dimension systémique bassin versant - estuaires). Chaque année, une dizaine d'étudiants se destine à des problématiques littorales.

Il existe en outre un **Diplôme Universitaire** (DU) de niveau Master en "développement durable" uniquement destiné à la formation continue. Ce DU comprend un volet consacré à la gestion durable du littoral. Il s'adresse aux agents des collectivités territoriales et Ministères. Le recrutement est national et concerne 22 personnes dont seulement 3 normands (effectif 2010).

II.4.5. La Licence Professionnelle "Spécialisation Transformation et Commercialisation des Produits de la Mer"

La **Licence Professionnelle "Spécialisation Transformation et Commercialisation des Produits de la Mer"** est un diplôme de niveau II co-délivré par l'Université de Caen (IUT Cherbourg-Manche - département "Techniques de Commercialisation") et le CNAM-INTECHMER en partenariat avec la Chambre de Commerce et d'Industrie du Morbihan et son Pôle innOMER⁶³. Cette licence professionnelle prend ses origines en 1992 sous forme de Diplôme de Technologie Approfondi avant de devenir, en 2000, la première licence professionnelle de l'Université de Caen. Après deux années d'interruption, faute de candidats en nombre suffisant, la licence professionnelle est de nouveau proposée depuis la rentrée 2010-2011. L'objectif est de former des technico-commerciaux à double compétence :

- **compétence technique** du point de vue de la maîtrise des procédés de transformation, de conservation et de conditionnement des produits de la mer, maîtrise des outils permettant d'assurer qualité et sécurité alimentaires à chaque étape de la filière, maîtrise des outils permettant la valorisation des produits de la mer et de leurs coproduits,

⁶³ Le Pôle de formation consulaire innOMER propose des formations dans les domaines du négoce, de la transformation et de la distribution des produits de la mer. innOMER intervient aussi dans les entreprises pour renforcer les compétences des collaborateurs en : hygiène alimentaire, techniques de transformation, vente. Il est à noter qu'à l'instar de la licence pro de Cherbourg-Octeville, cette formation a également dû s'interrompre plusieurs années faute de candidats.

- **compétence commerciale** basée sur l'analyse des potentialités de marchés spécifiques (produits et techniques de transformation), définition des stratégies d'action commerciale, mise en place des réseaux de commercialisation...

Unique au niveau national, la licence professionnelle s'appuie sur les savoirs et savoir-faire croisés de l'IUT (techniques de commercialisation) et d'INTECHMER qui apporte sa compétence de biologiste de la mer. Les étudiants venant des deux champs de compétences, une période de mise à niveau est prévue.

Les formations sont dispensées sur les deux sites (IUT et INTECHMER) sachant que celles portant sur des aspects plus techniques se font à INTECHMER et celles relevant des aspects de commercialisation ont lieu sur le site cherbourgeois de l'IUT. Aux enseignants titulaires des différents instituts partenaires s'ajoutent des intervenants extérieurs de niveau national (entreprises, centres techniques...).

Cette formation professionnelle est soutenue par le Conseil Régional et s'adresse également à des demandeurs d'emploi. Elle accueille 15 à 20 étudiants.

Les responsables de cette formation à l'IUT Cherbourg - Manche, comme ceux d'INTECHMER, notent la demande forte des professionnels mais, paradoxalement, le faible intérêt des jeunes pour le secteur spécialisé dans la vente des produits de la mer, d'où la nécessité de revaloriser l'image de ces métiers qui offrent des débouchés importants avec des niveaux de rémunération attractifs.

II.4.6. Les formations agroalimentaires supérieures en lien avec la mer en Basse-Normandie

Le département agroalimentaire de l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs (ESIX) de l'Université de Caen Basse-Normandie localisé à Saint-Lô et à Caen⁶⁴ forme en trois ans des ingénieurs spécialisés en production, qualité et développement des produits agroalimentaires dans les secteurs des "produits laitiers", "produits carnés", "produits végétaux" et "produits de la mer". Savoir scientifique, génie industriel et alimentaire, gestion et économie de l'entreprise, ouverture sur l'international et association de nombreux professionnels sont les points forts de cette formation qui alterne les enseignements théoriques, les stages technologiques et les stages en entreprises en France ou à l'étranger.

En 2009-2010, l'ESIX AgroA accueillait 46 étudiants en première année et 45 étudiants en seconde année.

Le référentiel des compétences sur lequel se base cette formation s'appuie sur cinq pôles majeurs :

- process - génie industriel alimentaire,
- produit - sciences de l'aliment,
- qualité - sécurité - environnement,
- gestion de l'entreprise,
- ressources humaines et communication.

⁶⁴ L'ESIX Normandie propose deux spécialités de formation d'ingénieurs habilitées par la Commission des Titres d'Ingénieur : ingénieurs en agroalimentaire (Saint-Lô et Caen) et ingénieurs en production industrielle (Cherbourg).

Les projets des élèves ingénieurs de l'ESIX AgroA sont ciblés innovation produits et procédés et cette démarche fait appel aux compétences d'équipes de recherche universitaires de l'IFR ICORE qui incluent des enseignants de l'ESIX. Concernant la thématique des mollusques et des produits de la pêche, il est fait appel aux compétences du laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins".

De même, les entreprises du secteur agroalimentaire dont certaines de la filière mer sont mises à contribution dans le cadre d'interventions et à l'occasion des stages en entreprises.

Les enseignements en première année portant sur la science des aliments pour les produits de la mer intègrent à la fois une vision globale de la diversité des ressources aquatiques, la connaissance générale des ressources issues de l'aquaculture (alimentation, salmoniculture et ostréiculture) et de l'activité de pêche (répartition mondiale, notions d'halieutique et commercialisation).

En deuxième année, une unité d'enseignement intitulée "Sciences et Technologies Alimentaires" est axée sur la connaissance des procédés industriels des produits de la mer et des lignes de fabrication associées. Elle se décompose en trois volets :

- ressources en produits de la mer (gestion de la ressource, approvisionnement, filière achat, intérêts nutritionnels et applications alimentaires des algues marines, présentation de l'activité portuaire de Boulogne-sur-Mer et de sa plate-forme logistique),
- technologies des produits de la mer (formation en atelier pilote),
- valorisation des coproduits.

Certaines unités d'enseignements sont proposées sur l'ensemble de la scolarité comme le module "Développement et valorisation des produits viandes et poissons à forte valeur ajoutée" ou encore un module sur les aliments santé, problématique qui concerne aussi notre sujet d'étude.

Parmi les formations, citons le **Master 2 professionnalisé "Alimentation, Biochimie, Santé"**, créé en 2000 pour former des cadres scientifiques pour l'industrie agroalimentaire et qui accueille 15 à 20 étudiants chaque année. La problématique "produits de la mer" est totalement prise en compte dans cette formation.

Une enquête réalisée en 2008 par l'ex IUP Agroalimentaire de Caen a montré que les perspectives d'emplois pour des fonctions d'encadrement dans la filière "produits de la mer" représentaient 6 % des débouchés au sein des activités du secteur de l'industrie agroalimentaire.

II.4.7. Les formations supérieures autour de la logistique et du management maritime et portuaire de l'Ecole de Management de Normandie

Forte de son expérience de plus de 30 ans en matière de formation au *supply chain management*⁶⁵ et de son réseau de relations à l'international (plus de

⁶⁵ Organisation de l'ensemble des ressources, moyens, méthodes, outils et techniques destinés à piloter le plus efficacement possible la chaîne globale d'approvisionnement.

2 000 cadres formés par l'Institut Portuaire d'Enseignement et de Recherche -IPER-) localisé au Havre, l'Ecole de Management de Normandie a constitué en son sein un véritable pôle dédié "Logistique - Terre - Mer - Risques".

II.4.7.1. La formation continue "logistique maritime et portuaire"

Le dispositif de formation continue reste rattaché à la composante IPER et s'appuie sur une trentaine de séminaires par an (d'une durée d'une à cinq semaines) sur les thématiques portuaires, maritimes et logistiques destinés à des participants français et étrangers sachant que 60 % de la clientèle est originaire d'Afrique (l'IPER est leader mondial sur ce continent). Il s'adresse aux cadres supérieurs, cadres de direction et membres des Conseils d'Administration des structures portuaires. Chaque année, environ 250 personnes s'inscrivent à ces sessions.

Des cadres du Port Autonome sont mis à la disposition de l'IPER dans le cadre de ses formations. Il existe en effet au sein de l'IPER une ingénierie forte sur le sujet portuaire (construction ou entretien d'infrastructures par exemple) associée à des compétences reconnues en termes de management.

Depuis 2010, se multiplient les formations sur mesure, aspect développé par exemple dans le cadre d'un contrat de partenariat avec la Région Nord-Pas-de-Calais en vue de la formation de plus de 60 agents. Sur le territoire national, l'ancrage et la visibilité de l'IPER se renforcent, ainsi que son expertise reconnue sur le plan international. Cette spécificité normande mérite d'être mise en avant.

La formation mobilise, au sein du pôle, 4 enseignants-chercheurs permanents sachant que la force de cette structure est de faire également appel à des experts extérieurs mondiaux (de l'ordre d'une soixantaine) pour les aspects formation.

Parmi les thématiques abordées, précisons que des journées ont été réalisées en 2009 sur les relations ville-port.

L'IPER est l'un des 5 établissements dans le monde à être reconnu en matière de formations par l'IAPH (International Association of Ports and Harbors) et est en contact avec l'Organisation Maritime Internationale avec, chaque année, un séminaire soutenu financièrement à 50 % par cette structure onusienne qui accueille 20 nationalités différentes francophones et anglophones.

L'Institut qui a la capacité de développer des contrats de recherche appliquée est aujourd'hui mobilisé, avec le Pôle de Compétitivité NOVALOG, dans le cadre d'un grand projet logistique.

II.4.7.2. La formation initiale "logistique maritime et portuaire"

Les diplômes de **formation initiale** de l'IPER ont été sortis de l'Institut et rattachés à l'EMN. Ainsi, le Bachelor "Planificateur des Prestations Logistiques Internationales" (PPLI) accessible aux diplômés de niveau Bac + 2 ou aux professionnels en évolution de carrière ou demandeurs d'emploi titulaires du Bac et bénéficiant de 3 ans d'expérience professionnelle au minimum. Accueillant une vingtaine de candidats chaque année sur le site de Caen⁶⁶, cette formation est très soutenue par les pouvoirs publics en Basse-Normandie du fait de son importance dans le tissu économique

⁶⁶ La même formation est dispensée sur le site du Havre avec un effectif équivalent.

régional. Les personnes qui suivent ce Bachelor sont majoritairement issues de cette région. Cette formation répond à une demande forte du terrain.

Parmi l'offre actuelle, trois Masters de l'Ecole dispensés intégralement en anglais sur le site du Havre portent plus précisément sur la thématique maritime.

Le **MSc (Master Spécialisé) "Supply Chain & Logistics Management"** apporte les outils et les concepts qui permettent l'identification et l'optimisation du pilotage des flux, depuis le producteur jusqu'au consommateur. Il s'agit d'acquérir les fondamentaux pour redessiner les flux physiques et informationnels afin de mettre en place la meilleure stratégie sur toutes les composantes de la chaîne globale. De la production à l'approvisionnement, du stockage vers l'achat et la distribution, le programme propose une compétence transversale pour répondre aux défis de la logistique des entreprises. L'originalité de ce programme tient dans l'approche unique de la création de valeur tout au long des processus composant la chaîne logistique globale.

Cette formation offre aux managers la possibilité d'acquérir un outil moderne de planification et de supervision de l'activité fondée sur un modèle économique lié à la valeur générée et perçue. La logistique y est abordée en tant qu'activité transversale, prépondérante dans le management des entreprises.

Des experts mondiaux interviennent dans cette formation qui regroupe 30 élèves dont un tiers d'étrangers.

Le **MBA "Maritime, Transport et Logistique"** a été directement conçu sur la base des potentiels et des compétences de l'IPER à partir du contexte économique havrais et en lien direct avec ses différents acteurs. Ce diplôme jouit d'une grande reconnaissance et d'une réelle légitimité. Il s'adresse aux dirigeants, ingénieurs, cadres de direction qui souhaitent développer leurs compétences en supply chain management, risk managers d'entreprise du transport, professionnels du multimodal ou du courtage ou encore gestionnaires de flottes dans les secteurs : maritime et portuaire, terrestre, aérien, ferroviaire ou fluvial mais aussi aux officiers de la Marine marchande, de la Marine nationale ou de l'Armée de terre, professionnels du négoce soucieux de monter de nouveaux projets à l'international...⁶⁷

Ce programme de haut niveau qui bénéficie d'une dimension internationale, transverse au monde des transports, présente deux finalités fondamentales :

- accompagner le changement des experts-métier en hauts dirigeants transverses,
- s'appuyer sur les compétences des participants pour développer une vision plus globale et apprendre à s'ouvrir à d'autres modes de réflexion.

Les objectifs visent à élargir et partager les champs de compétences (aux plans sectoriel et fonctionnel), enrichir l'expertise-métier des participants par la prise en compte de nouveaux outils et concepts, négocier à l'international en anglais, évoluer avec aisance en milieu interculturel et international et confronter les expériences mutuelles.

La formation qui intègre une dizaine d'élèves se déroule sur une année, au rythme d'un séminaire de 4 jours chaque mois.

⁶⁷ Un autre master aux thématiques voisines mais complémentaires est dispensé à Marseille.

Pour la rentrée 2010-2011, un nouveau **MSc "International Logistics and Crisis Management"** est proposé, répondant aux besoins de compétences nouvelles en matière d'organisation de chaîne logistique en raison d'un environnement et d'un contexte très évolutifs. Cette nouvelle formation qui devrait recruter une douzaine de candidats a pour ambition de fournir une expertise pour tous les métiers liés à la gestion des chaînes d'approvisionnement internationales. Les diplômés de ce Master disposent des outils et méthodes pour s'insérer dans des secteurs dynamiques et responsables comme les logistiques verte et humanitaire.

Il convient de relever que des partenariats avec l'Inde se développent tout particulièrement. Le Pôle a également déposé un programme européen autour de formations portuaires, maritimes et logistiques avec la participation de structures belges et espagnoles ainsi que les trois pays du Maghreb dans une dynamique d'échanges.

Un accord-cadre a été déposé en partenariat avec l'Université de Southampton portant sur le développement de projets de recherche et de formations intégrant des problématiques logistiques et portuaires (réponse attendue fin 2010).

II.4.8. Le BTS technico-commercial option nautisme et services du Lycée Julliot de la Morandière de Granville

Le Lycée Julliot de la Morandière de Granville a développé une filière nautisme dont une section de technicien supérieur technico-commercial bateau option "nautisme et services associés" en apprentissage.

La formation vise à former des personnes aptes à devenir négociateur, vendeur et conseiller auprès de la clientèle dans l'identification, l'analyse et la formulation de ses attentes. Il doit alors élaborer, présenter et négocier une solution technique, commerciale et financière adaptée à chaque situation. Il gère la relation client dans une logique commerciale durable, personnalisée et créatrice de valeur.

Le titulaire de ce diplôme peut assurer l'interface entre l'entreprise et ses marchés (amont ou aval) d'une part, et entre les différents services de l'entreprise d'autre part. Il gère et développe ses activités dans le cadre d'une politique commerciale à laquelle il contribue. À terme, en fonction de son expérience, il est apte à manager une équipe commerciale.

Sa performance commerciale est conditionnée par la maîtrise et l'utilisation pertinente des technologies de l'information et de la communication relatives aux fonctions technico-commerciales.

Cinq fonctions essentielles sur lesquelles la formation insiste caractérisent son activité :

- la vente de solutions technico-commerciales,
- le développement de clientèles,
- la gestion de l'information technique et commerciale,
- le management de l'activité commerciale,
- la mise en œuvre d'une politique commerciale.

Après quelques années d'expérience, le titulaire de cette qualification peut accéder à des emplois de chargé de clientèle, chargé d'affaires, négociateur industriel, responsable commercial, responsable d'achats, responsable "grands comptes", responsable d'agence, acheteur, chef des ventes...

Le titulaire du BTS Technico-commercial peut exercer son activité dans une entreprise industrielle, dans une entreprise prestataire de services industriels ou dans une entreprise de négoce de biens et services industriels. Il s'adresse à une clientèle professionnelle mais aussi à une clientèle de particuliers dès lors que la prise en compte de la dimension technique du produit est nécessaire à la conclusion de la négociation.

La formation sous forme d'apprentissage compte 1 400 heures sur deux ans : 20 semaines par an au lycée, 32 semaines en entreprise (dont 5 semaines de congés payés) et 35 heures par semaine (cours ou travail). A sa troisième année d'existence en 2010/2011, la section comptait 12 contrats d'apprentissage en première année et 8 contrats en seconde année.

Une grande partie des élèves inscrits est titulaire d'un Baccalauréat Professionnel "nautisme". Pour la dernière promotion, le taux de réussite à l'examen a été de 97 % (un seul échec sur un effectif de 12 élèves).

Seules deux formations de ce type existent en France, celle de Granville étant unique dans la moitié Nord. Le recrutement géographique des élèves concerne majoritairement le Grand Ouest, cible privilégiée de la formation.

II.4.9. Le département "Génie Biologique" de l'IUT de Caen

Les départements d'IUT Génie Biologique ont globalement pour vocation de former des techniciens de haut niveau, familiarisés avec les méthodes et les techniques les plus modernes en usage dans tous les secteurs de la biologie : analyse médicale, diététique, agroalimentaire, agronomie ou environnement. Le département Génie Biologique de l'IUT de Caen propose trois options :

- *Analyses Biologiques et Biochimiques* (ABB). Cette option répond aux besoins en personnel qualifié des laboratoires d'analyses médicales ou vétérinaires, de bio-analyse de la santé, de contrôles sanitaires, de recherche fondamentale ou appliquée, des secteurs de l'industrie, de la cosmétologie.
- *Génie de l'Environnement* (GE). Les diplômés doivent être capables de traiter en spécialistes les problèmes techniques rencontrés dans deux domaines principaux : ceux relevant de la physico-chimie et de la biologie des milieux et ceux liés à l'analyse des systèmes vivants et à leur interaction avec les milieux naturels ou modifiés.
- *Industries Alimentaires et Biologiques* (IAB). Le technicien supérieur exerce son activité dans les domaines de la production, du contrôle et en recherche et développement dans les secteurs agroalimentaires, pharmaceutiques, cosmétiques et biotechnologiques.

La formation en deux ans compte environ 1 800 heures d'enseignement et un stage en entreprise de 10 semaines en France ou à l'étranger.

Au nombre de 112 la première année, les étudiants se répartissent en deuxième année entre les options : pour 2010/2011, 28 en Génie de l'Environnement, 28 en Industries Alimentaires et Biologiques, 42 en Analyses Biologiques et Biochimiques. Le département propose aussi une Licence Professionnelle Génie de l'Environnement et du Développement Durable et une Licence Professionnelle Génie des Bioproductions et de l'Agroalimentaire.

D'autres formations supérieures en région sont également susceptibles de traiter de sujets en lien avec la mer et le littoral.

Citons l'ouverture, à la rentrée 2011, d'un **Diplôme Universitaire (DU) d'Éthologie** proposé par le Groupe De Recherche (GDR) CNRS 2822 d'Éthologie et piloté par l'Université de Rennes I mais rassemblant 6 centres au plan national dont Caen pour son expertise reconnue en éthologie des animaux marins et Psychopharmacologie au GMPC. Il s'organisera en 6 modules de formation en fonction des compétences locales en éthologie reconnues. Le module caennais portera sur l'éthologie des animaux marins, sauvages, d'élevage ou d'aquarium.

Enfin, même si le champ de la présente étude ne porte que sur les seules formations supérieures, il convient néanmoins de faire référence à l'offre globale avec les diplômes de niveaux IV et V dispensés en formations initiale continue et apprentissage, par deux établissements spécialisés.

Tout d'abord, le **Lycée Maritime et Aquacole (LMA)** de Cherbourg-Octeville, établissement public local d'enseignement, placé sous tutelle du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, assure des formations professionnelles maritimes initiales, continues par apprentissage et par alternance. Les enseignements se répartissent en deux grands volets :

- Les formations aux métiers de la pêche et des cultures marines : professions de matelot, lieutenant de pêche, patron de pêche, mécanicien, chef de quart, capitaine 200 (capacitaire), poissonnier, conchyliculteur, ostréiculteur, mytiliculteur, autres cultures marines. Ces brevets permettent d'exercer sur des navires de pêche, des navires de commerce, ou des navires de plaisance professionnelle.
- Les formations aux métiers de la plaisance professionnelle : capitaine 200 voile, permis côtier, permis hauturier.

Depuis un an, certaines formations (matelots, patrons de pêche) intègrent un module de sensibilisation des élèves aux problématiques scientifiques avec l'aide de l'IFREMER. Cette initiative contribue à faire évoluer la vision des élèves sur les métiers de la pêche.

Par ailleurs, le **Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricoles (CFPPA) de Coutances** a développé en partenariat avec les professionnels, depuis 1981, des formations dans le domaine de l'aquaculture et tout particulièrement de la conchyliculture. Il propose :

- un Brevet Professionnel "Responsable d'Exploitation Aquacole Maritime Continentale",
- un Brevet Professionnel "Agricole Maritime",

- un Stage "Cultures Marines" (240 heures).

Le Centre est reconnu pour les références techniques grâce à son site d'applications et d'expérimentations conchyliques de Blainville-sur-Mer et du fait du partenariat existant avec le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" ou avec le Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral de la Manche. Le CFPPA est actuellement particulièrement mobilisé sur la problématique de mortalité des jeunes huîtres via notamment les nouvelles pratiques.

L'articulation des formations de niveaux IV et V avec les niveaux supérieurs apparaît essentielle et c'est dans ce souci de décroisement entre les dispositifs d'enseignement maritime professionnel actuels et les autres systèmes d'éducation, que la Direction Interrégionale de la Mer (Manche Est - Mer du Nord) a demandé une étude sur la création d'une classe préparatoire au Lycée Maritime et Aquacole (LMA) de Cherbourg-Octeville⁶⁸. Cette classe aurait pour objectif de préparer les élèves issus des baccalauréats professionnels maritime (ou autre) à l'entrée dans des formations supérieures technologiques ou maritimes dans les domaines de la biologie marine, de la gestion ou commercialisation des produits de la mer, de la navigation (entrée en Ecole Nationale Supérieure Maritime)... Ce projet d'étude entre, fin 2010, dans une phase de réflexion.

⁶⁸ Lycée qui ne propose pas aujourd'hui de formations de niveau post-bac.

III. LES EQUIPEMENTS STRUCTURANTS, LES STRUCTURES D'INTERFACE ET LES PROGRAMMES FEDERATEURS

La force de la Basse-Normandie dans la recherche sur la mer et le littoral est de disposer d'équipements structurants, de plates-formes de services et d'expérimentation et de programmes fédérateurs qui sont autant de moyens et d'occasions d'associer les problématiques du monde de la recherche avec celles des professionnels. Certes, on reproche souvent à la recherche académique de ne pas diffuser suffisamment ses travaux vers le secteur économique. Après avoir consacré la précédente partie aux différentes thématiques de recherche des équipes et structures concernées en Basse-Normandie, la troisième partie va s'attacher à présenter les lieux et les programmes qui fédèrent les différents acteurs et qui favorisent souvent un partenariat entre le monde académique et les professionnels.

III.1. LE CENTRE DE RECHERCHES EN ENVIRONNEMENT COTIER (CREC) : UNE PLATE-FORME PIVOT DES RECHERCHES UNIVERSITAIRES MARINES

Créé en 1985, le Centre de Recherches en Environnement Côtier (CREC), station marine de l'Université de Caen Basse-Normandie localisée à Luc-sur-Mer, a pour objectif principal de mutualiser et de gérer des moyens partagés pour des travaux de recherche conduits par les équipes et laboratoires ayant tout ou parties de leurs activités tournées vers le domaine côtier. Il comprend cinq équipes membres-titulaires :

- le Laboratoire "Morphodynamique Continentale et Côtière" UMR 6143 CNRS - Université de Caen,
- le Laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" UMR IFREMER - Université de Caen,
- le Laboratoire "Groupe Mémoire et Plasticité comportementale", équipe d'accueil 4259 - Université de Caen,
- l'Equipe de Recherche en Physico-Chimie et Biotechnologies (ERPCB), équipe d'accueil 3914 - Université de Caen,
- le Laboratoire de "GEOgraphie PHysique de l'ENVironnement" (GEOPHEN), UMR 6554 CNRS - Université de Caen.

A ces laboratoires universitaires, il convient d'ajouter deux associations :

- le GEMEL (Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux), association interrégionale de recherche et d'animation scientifiques dont les activités s'étendent du Cotentin au Pas-de-Calais,
- l'APGN (Association Patrimoine Géologique de Normandie) dont l'objet est de connaître, de protéger et de valoriser le patrimoine géologique sous toutes ses formes et de rendre les sciences de la terre accessible à tous les publics.

Les trois missions du CREC sont la recherche, l'enseignement et la mise à disposition d'une plate-forme de services. Sur ce dernier point, le Centre présente l'originalité d'accueillir une structure d'élevage.

Au plan plus détaillé, le rôle du CREC consiste à :

- apporter un soutien administratif et logistique aux recherches marines et côtières des équipes membres-titulaires de l'Université de Caen Basse-Normandie dans le cadre des programmes de recherche tels que le programme GR²TC (Gestion des Ressources, Risques et Technologie du domaine Côtier) du Contrat de Projets Etat-Région, regroupant 4 des 5 équipes du CREC, notamment via les sous-projets OLIBAN, MACROCOAST, ANIMEX, APEX Mer (détaillés ci-après) ainsi que des programmes de recherche européens type INTERREG IV-A France (Manche) - Angleterre à l'instar du programme CHRONEXPO qui a débuté en 2009 avec pilotage de l'IRSN sur l'étude des effets des contaminants d'origine anthropique (pesticides, métaux lourds, radioéléments...) sur les mollusques,
- participer à la connaissance de l'environnement littoral régional dans le cadre d'un Observatoire de la Mer (réseau SOMLIT - Réseau National des Stations Marines).

Le site de Luc-sur-Mer comprend 6 000 m² de terrain et 3 000 m² de locaux répartis sur cinq bâtiments. Un nouveau bâtiment est dédié à l'enseignement avec salles de cours, de travaux pratiques et d'informatique. Le CREC gère un budget de l'ordre de 80 000 euros (budget propre) annuel auxquels s'ajoutent 200 000 euros au titre des contrats de recherches (programmes nationaux, européens et recherche valorisée) et du Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013.

En tant que **structure de gestion et de services**, le CREC comprend 7,5 personnels IATOSS. Il dispose d'**équipements spécifiques** (station de pompage en mer, halls d'élevages expérimentaux, salle de culture d'algues, moyens à la mer, atelier technique, etc.).

C'est aussi une **structure d'accueil et d'hébergement** de chercheurs, d'enseignants-chercheurs et d'étudiants qui bénéficient des installations nécessaires à leurs expérimentations dans le cadre de programmes de recherche et de formation. Le CREC possède également une plate-forme de services pour des travaux de recherche et d'enseignement et de fonctionnement de l'Observatoire de la Mer.

Le CREC accueille environ 2 700 journées-étudiants en formation initiale, 1 500 journées en formation par la recherche soit l'équivalent de 3 700 nuitées pour des personnes en stages provenant de différentes universités françaises et de l'étranger.

Pour les étudiants de l'Université de Caen, le CREC est un **lieu de formation** et tout particulièrement pour ceux de 3^{ème} cycle dont la spécialité concerne les sciences du littoral. A titre d'exemple, on peut citer des enseignements spécialisés comme le Master II professionnel AQUACAEN ou encore les Masters II professionnels Géosciences et Génie côtier. A cela s'ajoutent les doctorants des équipes.

Le CREC est **une plate-forme de services** pour les équipes de recherche, répondant en cela aux quelques 40 à 60 demandes d'interventions annuelles auprès de la cellule technique (sorties en mer, réalisation de montages expérimentaux, maintenance des élevages, mise à disposition et maintenance de moyens nautiques, maintenance des installations de pompage de l'eau de mer...).

Au sein du CREC, les équipes de recherche apportent également un **soutien aux professionnels**. Il s'agit de leur donner l'accès à des données relatives à la qualité du milieu, et à son évolution. En ce sens, l'une des nouvelles missions du CREC concerne l'Observatoire de la Mer (projet OLIBAN du CPER) -voir ci-après.

Un projet important concerne la construction d'un nouveau bâtiment dans le cadre du projet **MACROCOAST** détaillé ci-après. Il s'agit d'une plate-forme de simulation visant à recréer les caractéristiques du domaine côtier en enceinte thermo-régulée. Elle permettra notamment de proposer des modélisations physiques avec la reconstitution, en laboratoire, des milieux biologiques et physiques via l'étude des processus hydrodynamiques.

Le Centre est également impliqué dans les **programmes de valorisation de certains coproduits de la filière produits de la mer**. Un exemple concerne la valorisation des coquilles des mollusques dans le cadre du pôle de compétitivité AQUIMER (Nord-Pas-de-Calais). Des collaborations existent dans ce cadre avec COPALIS, coopérative de traitement des produits de la pêche spécialisée en biotechnologie marine localisée à Boulogne-sur-Mer et dont les domaines d'activités concernent la nutrition humaine, les compléments alimentaires, la cosmétique, la diététique animale et les extraits aromatiques. La valorisation de ces coproduits peut permettre d'obtenir des molécules à haute valeur ajoutée (collagènes...). Parmi les partenariats en région sur ce sujet, il convient de citer l'entreprise IVAMER. Le CREC collabore en outre avec des structures telles que le SMEL (Syndicat Mixte d'Equipement du Littoral) ou avec la station IFREMER de Port-en-Bessin dans le cadre de projets et programmes européens.

Une mission importante du CREC concerne l'Observatoire de la Mer qui s'inscrit dans le **réseau national des stations marines SOMLIT** (Service d'Observations en Milieu LITtoral) porté par l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU) du CNRS. Il a pour vocation de fédérer les huit stations marines afin d'acquérir et de mettre à disposition des séries de mesures temporelles à moyen et long termes, régulières, homogènes et étalonnées, ceci pour permettre à la communauté scientifique nationale et internationale de disposer d'un outil d'observation de l'évolution de l'environnement littoral et de son écosystème (comme l'impact des changements climatiques ou d'événements plus ponctuels)⁶⁹. Ce recueil des données nécessite la mise en place de démarches qualité et d'harmonisation des pratiques (méthodes d'acquisition des données) et d'échange des paramètres. 13 paramètres suivis sont d'ordres hydrologique, physicochimique, biologique... de façon à suivre l'évolution des écosystèmes marins. L'objectif consiste en l'acquisition de séries chronologiques à long terme (plus de 10 ans) pour apprécier l'impact du changement climatique et de dégradations anthropiques (contaminations, modifications du littoral...).

Cette mission est reconnue par l'Université de Caen Basse-Normandie et soutenue par la Région Basse-Normandie (co-financement des équipements).

Il est à noter que le CREC est également la base opérationnelle pour le suivi de l'évolution des côtes de Basse-Normandie réalisé pour le compte du Conseil Général de la Manche depuis 1991 et du Conseil Général du Calvados depuis 1996.

La station côtière a ainsi toujours eu un rôle d'observatoire au droit de la station marine de Luc-sur-Mer. Dans le cadre du programme GR²TC du CPER 2007-2013

⁶⁹ Cf. infra.

précité, l'Observatoire du Littoral BAS-Normand (**OLIBAN**) a l'objectif plus large d'acquérir des données sur la façade normande et de les restituer aux publics à diverses échelles spatiales : locale, régionale voire interrégionale. L'Observatoire du Littoral a ainsi pour ambition :

- d'insérer la station marine de Luc-sur-mer dans une démarche de suivis à long terme de paramètres environnementaux similaires à ceux engagés au niveau national et européen sur d'autres littoraux,
- d'offrir aux acteurs de la zone littorale des données originales à l'échelle locale, régionale et interrégionale,
- de mettre à disposition des informations aux publics dans le cadre d'une vulgarisation scientifique.

OLIBAN intègre en partie le programme SOMLIT mais est plus large avec l'étude des aspects faunistiques et macroalgues. Des bâtiments situés côté mer devront faire l'objet d'une rénovation de façon à disposer des locaux adaptés pour accueillir l'observatoire.

Le CREC est par ailleurs structure d'accueil par la gestion du programme **CLAREC** (Contrôle par Laser Aéroporté des Risques Environnementaux Côtiers) qui étudie les effets des changements climatiques sur les façades maritimes de la baie du Mont-Saint-Michel au Pas-de-Calais. Par le biais d'un système aéroporté, CLAREC permet de collecter un ensemble de paramètres d'observations, d'élaborer des bases de données et de réaliser des simulations via la modélisation et la mise en œuvre de scénarios sur l'évolution des côtes.

A travers sa participation aux grands projets structurants, le CREC développe des moyens d'observations *in situ* et des outils de prévision de l'évolution du milieu et de ses habitats. L'enjeu est clairement l'étude du devenir des côtes et de leur gestion/exploitation durable au cours du XXI^{ème} siècle.

Disposer ainsi d'une station marine s'appuyant sur des laboratoires universitaires est un atout important pour la Basse-Normandie, d'autant que le littoral de cette région est unique par ses spécificités, qu'il représente un espace fragile et largement exploité par l'homme.

Cette plate-forme de moyens et de compétences d'observation du littoral bas-normand est par ailleurs la seule station marine de ce type entre Wimereux, département de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, et Roscoff qui dépend de l'Université Pierre et Marie Curie, du CNRS et de l'INSU.

III.2. L'IMPLICATION DE L'INSTITUT FEDERATIF DE RECHERCHE ICORE DANS LES TRAVAUX DE RECHERCHE SUR LA MER ET LE LITTORAL

L'Institut Fédératif de Recherche (IFR 146) "Interactions Cellules Organismes Environnement" (**ICORE**) regroupe 16 équipes de recherche du domaine de la biologie de l'Université de Caen ou extérieures à cet établissement. Il s'inscrit dans une stratégie de mutualisation des moyens et des compétences initiée au cours du Contrat de Plan Etat Région 2000-2007 par deux structures universitaires : l'ISBIO, département de recherche de l'IBFA (Institut de Biologie Fondamentale et Appliquée)

regroupant 6 équipes du secteur de la biologie intégrative et le Pôle de Recherche du secteur Bio-Médical et Epidémiologie (PRBME) qui regroupait également 6 équipes.

Au sein de l'IFR, plusieurs programmes sont développés en lien avec la mer par des équipes précédemment citées avec différents partenaires :

- l'UMR M 100 IFREMER "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" de l'Université de Caen,
- l'Equipe de Recherche en Physico-Chimie et Biotechnologies (ERPCB), Equipe d'Accueil 3914 de l'Université de Caen,
- le Laboratoire de Microbiologie de l'Environnement (Unité Sous Contrat INRA 2017, Equipe d'Accueil 956) de l'Université de Caen,
- l'équipe "Matrice Extracellulaire et Pathologies", Equipe d'Accueil 3214 de l'Université de Caen.

Parmi les dernières structures ayant rejoint l'Institut et qui s'inscrivent dans notre champ d'investigation, citons :

- le Groupe Mémoire et Plasticité comportementale (GMPc), Equipe d'Accueil 4259 de l'Université de Caen,
- le Laboratoire Départemental d'Analyses (LDA) du Calvados Frank DUNCOMBE,
- le Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg-Octeville - IRSN.

Algobank-Caen, centre de ressources biologiques spécialisé dans les collections d'algues unicellulaires (cf. infra) est l'un des 9 plateaux techniques mutualisés de l'IFR.

L'IFR présente deux axes structurants :

- recherche de nouvelles molécules, de nouveaux agents thérapeutiques, de nouvelles thérapies et de nouvelles méthodes de diagnostic,
- biotechnologies de l'environnement - environnement marin - microbiologie environnementale, alimentaire et médicale - biotechnologies végétales.

Pour les sujets du premier axe autour de la mer et du littoral, il existait déjà des liens forts entre les équipes (partenariats bilatéraux, tripartites...) et l'IFR s'appuie sur ces collaborations de recherche existantes qui intègrent souvent le secteur professionnel. Il en est ainsi de la recherche de facteurs de croissance issus de mollusques marins utilisables dans les pathologies du cartilage, fruit d'un partenariat entre l'équipe "Matrice Extracellulaire et Pathologies" et l'UMR M 100 IFREMER - Université de Caen "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins".

Une autre thématique, fruit d'une collaboration entre l'UMR M 100 IFREMER et l'équipe d'accueil 1772 de l'Université de Caen - Groupe Régional d'Etudes sur le CANcer (GRECAN) concerne des recherches autour de molécules anti-tumorales et anti-inflammatoires réalisées à partir de modèles marins (spermatogonies de roussette notamment). Ces programmes bénéficient d'une bourse CIFRE avec l'entreprise bretonne C-RIS PHARMA ainsi que d'un contrat de recherche avec l'entreprise SEALACIAN® dans le cadre du Pôle Mer Bretagne.

Citons également le programme SEAMINEROIL labellisé par le pôle de compétitivité AQUIMER précité et qui implique les laboratoires PE2M et "Matrice Extracellulaire et Pathologie".

Le deuxième axe porte sur la mise au point de nouvelles approches d'étude des écosystèmes (dont les écosystèmes marins) ainsi que des effets sur la santé et la qualité des produits. Dans ce cadre, on peut relever de nombreuses coopérations inter-équipes (entre l'ERPCB et PE2M par exemple). Certaines ont déjà été évoquées dans la deuxième partie du présent rapport comme l'impact des contaminants environnementaux sur les mollusques marins ou encore les travaux sur l'évaluation et l'incidence sur l'écosystème marin de la dégradation des anodes sacrificielles et des revêtements anticorrosion (présents sur les coques de bateaux, palplanches, armatures métalliques des installations portuaires, etc.).

Parmi les travaux en cours qui s'inscrivent dans cette collaboration inter-équipes, on peut citer quelques thématiques :

- L'activité autour de la **bio-corrosion** au sein de l'ERPCB et le contrôle de la formation de dépôt calcomagnésien, à partir de pièces métalliques transformées en anode, qui permet de consolider des falaises ou des ouvrages pour la protection du trait de côte (lien entre la physico-chimie et la géologie).

- L'**étude des toxines** des mollusques et des poissons qui se développe via l'interface micro-algues toxiques-fluorescence en lien avec l'Unité des Micro-organismes d'Intérêt Laitier et Alimentaire (MILA) spécialisée dans les expertises sur les toxiques.

- L'aspect **microbiologie des eaux côtières** avec le Laboratoire de Microbiologie Alimentaire (LMA) pour ce qui concerne l'étude de la contamination par des germes fécaux. Les travaux portent en particulier sur l'identification des enterococcus qui se retrouvent dans les huîtres. L'objectif est de repérer l'origine humaine ou animale des contaminations.

- Les projets qui portent sur la **mortalité virale des huîtres** avec le Laboratoire Frank DUNCOMBE. Le Laboratoire Départemental du Calvados a développé avec IFREMER la technique de routine de diagnostic mais est allé beaucoup plus loin en travaillant avec l'UMR M 100 pour étudier la manière dont les huîtres s'infectent. De la recherche fondamentale va être développée avec l'Université en la matière. Cela correspond à une forte demande des ostréiculteurs.

- Un projet relevant de l'UMR INRA-Université de Caen "**Ecophysiologie Végétale, Agronomie et Nutritions**" porte sur l'utilisation d'extraits de macroalgues comme facteurs éliciteurs des plantes cultivées, projet labellisé par le pôle Mer Bretagne.

Pour le prochain contrat quadriennal de l'Université de Caen avec le Ministère, l'objectif est de consolider des pôles forts en particulier en biologie-santé au sein de l'IFR en s'appuyant sur les activités de recherche en lien avec les pôles de compétitivité dans le cadre de l'Institut Régional du Cancer en cours de création, le Pôle Mer Bretagne, le Pôle Valorial (qui intègre des activités produits de la mer), le pôle filière équine et les grands réseaux comme le Cancéropôle Nord-Ouest.

III.3. LE PLATEAU TECHNIQUE ALGOBANK CAEN

Plateau technique de l'IFR 146 ICORE, **AlgoBank-Caen** est une collection constituée de près de 500 souches de micro-algues. Les objectifs principaux d'AlgoBank-Caen sont d'assurer la conservation durable, l'accessibilité et la valorisation

de cette ressource. Ce plateau technique fournit ainsi des souches monospécifiques de micro-algues pour la recherche, l'enseignement et l'industrie⁷⁰.

Algobank-Caen fournit également des milieux de culture et des conseils pratiques sur la culture des micro-algues. D'autres services sont proposés comme la mise à disposition d'un kit "métabolisme cellulaire" destiné aux enseignants de lycées, un outil pédagogique pour l'étude de différents modes trophiques chez les microorganismes, la fourniture de starters de culture pour l'aquaculture et pour l'écotoxicologie, la mise en œuvre d'expertises taxonomiques et numération du phytoplancton et du microphytobenthos à partir de tout échantillon, la fourniture d'images en microscopie optique et électronique, des formations en taxonomie, identification et méthodes de culture de micro-algues et enfin, sur demande, l'isolement et purification de souches, la culture en masse et la fourniture d'ADN. La plate-forme accepte en outre le dépôt gratuit de souches qui intégreront le catalogue public et envisage tout autre dépôt.

Algobank-Caen est considéré comme l'une des 5 à 10 plus grandes collections au monde, les autres équivalentes étant localisées aux USA (2), en Ecosse (1), en Allemagne (1) et au Japon (1), sites avec lesquels l'Université de Caen a des partenariats et des échanges. D'autres collections existent en France comme à Roscoff orientées "recherche" exclusivement.

La valorisation de cette ressource a constitué l'un des premiers objectifs pour justifier la mise en place de cette collection il y a 15 ans. Cette démarche a été initiée, au départ, avec INTECHMER à Cherbourg mais il n'existe plus aucun contact entre les deux collections de souches d'algues existantes.

Aujourd'hui, Algobank-Caen est sollicité pour des développements technologiques qui débouchent sur des contrats de partenariats, plutôt avec de grands groupes, les petites et moyennes entreprises n'ayant pas les moyens de faire face au coût relativement élevé de la recherche dans le domaine des micro-algues. Le contrat de recherche le plus important concerne le groupe ROQUETTE qui vise à exploiter la ressource végétale des micro-algues dans le domaine de la nutrition humaine et animale. Suite à un audit réalisé dans le monde entier, cette société a retenu le site de l'Université de Caen en vue d'un travail en commun prévu entre 2009 et 2011. Le partenariat en cours est assez exceptionnel et sous-tend des enjeux très importants pour Algobank-Caen, comme la demande de l'industriel de doubler le nombre de souches de la collection. Pour cela, des missions de prospection dans des milieux sous explorés, financées par le groupe ROQUETTE, vont devoir être conduites.

Concernant les programmes européens, la structure a été associée à un programme terminé sur les alginates piloté par l'Angleterre avec des résultats en deçà des espérances du fait de la défection d'acteurs.

Algobank-Caen a en outre été mobilisé en qualité de sous-traitant pour des manipulations de validation dans le cadre d'un programme COBRA.

Après une période où les principales perspectives de valorisation des algues concernaient le secteur de la cosmétique, on constate aujourd'hui un repositionnement vers des débouchés davantage pharmaceutiques comme le révèlent les relations en cours entre Algobank-Caen et les industriels comme la société PHYCOSOURCE, PME innovante localisée à Cergy-Pontoise et qui se fournit en souche d'algues sur la plate-

⁷⁰ Son catalogue est en ligne sur le site <http://www.unicaen.fr/ufr/ibfa/algobank/FR/catalogue/catalogue1.php>

forme de l'Université de Caen Basse-Normandie et bénéficie en outre de formations pratiques et spécifiques dispensées.

Concernant les débouchés dans le domaine de la cosmétique, il est à noter que beaucoup d'entreprises utilisent l'image de la mer en général et des algues en particulier à des fins de marketing. Relevons qu'Algobank-Caen intervenait régulièrement dans les symposiums internationaux "Santé Mer" organisés à quatre reprises jusqu'en 2007 à Granville.

III.4. LE PROJET REGIONAL "GESTION DES RESSOURCES, RISQUES ET TECHNOLOGIES DANS LE DOMAINE COTIER" (GR²TC) DU CPER 2007-2013

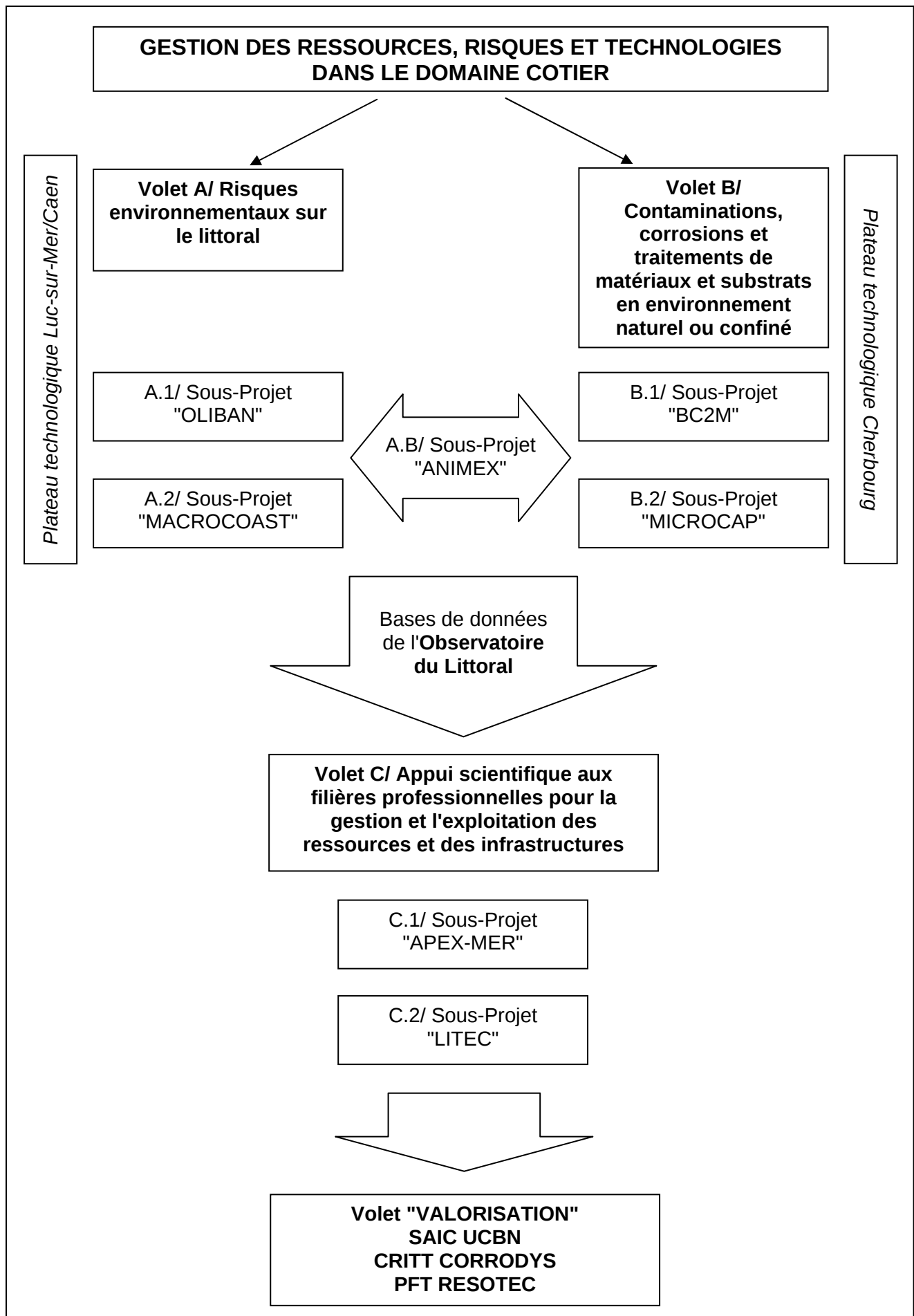
Le projet "Gestion des Ressources Risques et Technologies dans le domaine Côtier" (GR²TC) vise à structurer en région les recherches sur ce sujet de manière transversale en insistant en particulier sur la frange littorale, couplant les aspects physiques, biologiques et humains au travers d'une approche sur les risques et se prolongeant par une valorisation sur la base d'un appui aux filières professionnelles.

III.4.1. L'esprit général du projet fédérateur

Par l'acquisition d'équipements scientifiques environnés, le but recherché est d'accroître les compétences et les connaissances scientifiques sur le fonctionnement de la zone côtière, sa dynamique naturelle dans un contexte climatique évolutif, mais également modifiée/perturbée par des activités anthropiques. Les recherches seront menées à la fois sur le terrain, mais également en laboratoire dans des environnements contrôlés.

Inscrit au Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013, le projet GR²TC est structuré en 4 volets, 2 plateaux technologiques et 7 sous-projets ciblés (voir organigramme) qui comportent à la fois un volet "recherche" piloté par des enseignants-chercheurs au sein des laboratoires, un volet en aval de l'activité recherche en partenariat avec des entreprises ou des partenaires publics et privés (appui aux filières) et enfin un volet "valorisation" permettant d'assurer une veille technologique et d'engager des opérations destinées à favoriser l'émergence de projets d'entreprises.

La démarche proposée associe observations, mesures et modélisations et doit contribuer à mieux connaître le fonctionnement des écosystèmes à l'interface Terre-Mer et déterminer les impacts des pressions à la fois sur le milieu et les infrastructures.



Le projet GR²TC implique 11 partenaires :

- le laboratoire "Morphodynamique Continentale et Côtière" (M2C),
- le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" (PE2M),
- le laboratoire "GEOgraphie PHysique et ENVironnement" (GEOPHEN),
- le laboratoire "GEOgraphie des SYStèmes de COMMunication" (GEOSYSCOM),
- le "Centre de Recherches en Environnement Côtier" (CREC),
- le Laboratoire d'Etudes et de Recherches Marines (LERMA) INTECHMER - CNAM, Cherbourg-Octeville,
- le Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC),
- l'Equipe de Recherche en Physico-Chimie et Biotechnologies (ERPCB),
- le Laboratoire de Radioécologie IRSN de Cherbourg-Octeville,
- le CRITT CORRODYS de Cherbourg-Octeville,
- RESOTEC, Centre d'Innovation Technologique de Cherbourg-Octeville.

Le projet se décline en trois grands volets A, B et C (voir schéma) :

- A → Risques environnementaux sur le littoral,
- B → Contaminations, corrosions et traitements de matériaux et substrats en environnement naturel ou confiné,
- C → Appui scientifique aux filières professionnelles pour la gestion et l'exploitation des ressources et des infrastructures.

Par ailleurs, des actions de valorisation impliquent le Service des Activités industrielles et Commerciales (SAIC) de l'Université de Caen, le CRITT CORRODYS et la plate-forme technologique RESOTEC.

III.4.2. Le contenu des sous-projets

Le projet GR²TC comprend sept sous-projets déclinés des trois volets précédemment présentés. Il s'agit ici de détailler leur contenu au regard de leur état d'avancement actuel. Certains programmes ont été (ou seront prochainement) intégrés dans le cadre de réponses aux appels à projets liés aux investissements d'avenir du Grand Emprunt lancé par le gouvernement.

III.4.2.1. Les sous-projets du volet A "Risques environnementaux sur le littoral"

Le sous-projet **OLIBAN** (Observatoire du Littoral BAS-Normand) est un outil de suivi de l'environnement marin qui s'inscrit dans une démarche nationale au sein de deux réseaux :

- le réseau SOMLIT (Service d'Observation du Milieu LITtoral) CNRS-INSU⁷¹ qui a pour but, via l'observation systématique et coordonnée au niveau national, d'homogénéiser l'acquisition d'un corps de paramètres (hydro-climatiques, chimiques et biologiques) communs à tous les sites, afin de permettre une étude comparée de séries à long terme sur les trois façades du littoral français (extraction des tendances, établissement de situations de normalité) et d'établir un cadre

⁷¹ INSU : Institut National des Sciences de l'Univers.

spatio-temporel pour les actions de recherches ayant en outre pour objectif d'expliquer la variabilité observée,

- le RNSM (Réseau National des Stations et Laboratoires Marins) soutenu par le CNRS-INSU qui organise la surveillance de la qualité du milieu marin littoral français en termes de suivi des écosystèmes.

Le sous-projet associe 7 partenaires (laboratoires M2C, PE2M, GEOPHEN, GEOSYSCOM, CRITT CORRODYS, CREC et INTECHMER).

Basé à la station marine de Luc-sur-Mer, OLIBAN a comme objectif de renforcer les connaissances concernant la dynamique du littoral sous ses aspects physiques, physico-chimiques (température de l'eau, salinité, oxygène dissous, mesure du pH, ammonium, nitrates, nitrites, phosphates, silicates) et biologiques (carbone et azote organiques particulaires, matière en suspension, chlorophylle a) ainsi que le suivi de ses modifications à court, moyen et long termes. Il s'agit donc de procéder au suivi de nombreux paramètres physico-chimiques de l'eau. Des mesures en continu des courants, houles et marées sont également réalisées.

Le programme **CLAREC** (Contrôle par Laser Aéroporté des Risques Environnementaux Côtiers) abordé à plusieurs reprises au cours du rapport⁷² est intégré à ce sous-projet OLIBAN. Aujourd'hui basé sur un outil laser à détection topographique, il existe un projet d'acquérir un LIDAR⁷³ bathymétrique, aéroporté reposant sur le principe du matériel actuellement utilisé dans le programme CLAREC, mais qui permettrait de visualiser par visée laser le fond des mers jusqu'à des profondeurs de 50 mètres. Cet équipement serait donc complémentaire du LIDAR topographique déjà acquis. Il permettrait d'assurer une connaissance du relief côtier et littoral de manière continue entre la terre et la mer. Les données acquises par cet équipement seraient essentielles pour permettre des travaux de modélisation numérique sur l'impact des tempêtes et du changement climatique sur la frange littorale potentiellement vulnérable. Le coût estimé de cet équipement est de 2,7 millions d'euros.

Le sous-projet fédératif **MACROCOAST** prévoit quant à lui la construction d'un bassin d'essai visant à étudier, en milieu contrôlé (maîtrise des différents paramètres), les écosystèmes côtiers. Il s'agit en effet de reproduire des marées de forte amplitude, des vagues de courte période, des courants générés par les marées. Le bassin de 30 mètres x 10 mètres et 3 mètres de profondeur sera alimenté en eau de mer de température régulée et permettra la mise en place de fonds de nature variée. Une des originalités de ce projet est de coupler les aspects biologiques - hydrodynamiques - sédimentologiques et de chimie marine. L'intérêt est d'analyser les modifications qualitatives du milieu (y compris la température, l'acidification...) pour évaluer les changements climatiques et leurs répercussions sur l'écosystème marin. Les applications concernent à la fois des recherches fondamentales et des recherches finalisées sur l'évolution des côtes, le fonctionnement des écosystèmes et l'impact des infrastructures sur les composantes physiques et biologiques du milieu. MACROCOAST permettra également de développer des recherches opérationnelles sur les conséquences du changement climatique sur les littoraux soumis à de fortes

⁷² Voir à ce propos la présentation de CLAREC dans le chapitre de la première partie consacré au laboratoire M2C.

⁷³ LIDAR : Light Detection And Ranging.

amplitudes de marée. Les études qui y seront menées seront particulièrement focalisées sur la conchyliculture. Il associe 6 partenaires (M2C, PE2M, ERPCB, CRITT CORRODYS, CREC et INTECHMER).

Le projet MACROCOAST a fait l'objet, en septembre 2010, du dépôt d'une candidature au titre du projet **EQUIPEX de Réseau des Infrastructures expérimentales Marines** (RIMA) porté au niveau national par le CNRS et plus précisément par l'INSU⁷⁴ dans le cadre des Investissements d'Avenir (Grand Emprunt) associant 5 stations marines (Arcachon, Brest, Marseille, Wimereux et Luc-sur-Mer).

Des équipements lourds de robotique et d'instrumentation vont être nécessaires pour doter le bassin d'expérimentation de matériels de pointe (générateurs de marée, courants et vagues, dispositif d'éclairage spécifique permettant de contrôler les apports de lumière sur la plate-forme d'essai, outil performant pour relever la hauteur des fonds sédimentaires et mesurer au cours du temps l'ensemble des variables environnementales indispensables à la compréhension du fonctionnement de l'écosystème). Le coût d'investissement pour l'infrastructure de Luc-sur-Mer est de 3 963 kilos euros HT. Selon le dossier de candidature rédigé par l'Université de Caen Basse-Normandie, *"ce projet permettrait à la fois de simuler en particulier les couplages benthos-pélagos dans un environnement physique très réaliste et de réaliser par ailleurs des scénarios longs (de l'ordre de plusieurs mois) en recréant et en contrôlant une dynamique environnementale complexe, réaliste et multifactorielle (marée, houle, lumière, apports de sels nutritifs) tout en intégrant l'ensemble des composantes biologiques des écosystèmes conchylicoles (production primaire de phytoplancton et de microphytobenthos, faune benthique, macroalgues et bivalves cultivés). L'objectif est de tester l'effet des stress environnementaux (réchauffement climatique, eutrophisation, aménagement du littoral, modification des structures de communautés) sur les écosystèmes littoraux avec des applications très spécifiques à la conchyliculture et aux cultures marines. Cet outil sera autant dédié aux études fondamentales en écologie marine qu'aux applications en tant qu'outil de gestion de l'aménagement du littoral et la conchyliculture."*

III.4.2.2. Les sous-projets du volet B "Contaminations, corrosions et traitements de matériaux et substrats en environnement naturel ou confiné"

Au préalable, il convient de préciser que le sous-projet **ANIMEX** (ANthropisation et IMpacts sur les Espèces eXploitées) est à l'interface du volet A "Risques environnementaux sur le littoral" et du volet B "Contaminations, corrosions et traitements de matériaux et substrats en environnement naturel ou confiné". Il vise à analyser les réponses physiologiques au stress environnemental de mollusques ayant un fort intérêt économique pour la Basse-Normandie comme l'huître, la seiche ou l'ormeau, causé notamment par les contaminants tels que les métaux, les pesticides ou les radioéléments. ANIMEX associe quatre équipes (PE2M, ERPCB, IRSN, INTECHMER et en partenariat avec le LUSAC).

Le sous-projet **BC2M** (Biofilm et Corrosion en Milieu Marin) porte sur l'étude et la compréhension des processus de détérioration des aciers en eau de mer en présence de biofilms bactériens. Les objectifs de ce projet dans lequel sont impliqués plusieurs partenaires (ERPCB, CRITT CORRODYS, INTECHMER) consistent à mieux

⁷⁴ Précisément, l'UMR 5805 "EPOC" INSU-Université de Bordeaux.

comprendre l'interaction des micro-organismes dans les phénomènes de corrosion et à savoir si cette présence peut induire une accélération de la dégradation des matériaux. Dans ce cadre d'étude, CORRODYS est le coordinateur du programme européen MICSIPÉ (Microbiologically Induced Corrosion of Steel Structure in Port Environment) programme du 7^{ème} PCRD financé par des fonds RFCS (Research Fund for Coal and Steel) qui a démarré en juillet 2008. Ce programme de 3 ans a pour premier objectif la caractérisation des communautés bactériennes associées à la corrosion accélérée en basses eaux en environnement portuaire. Dans un second temps, le but est de développer des outils de prédiction et/ou de diagnostic de ce type de corrosion. L'étude des interactions entre les alliages inoxydables et le biofilm marin fait l'objet de recherches maintenant depuis plus de quatre années et les premiers résultats ont servi de bases au dépôt d'un programme de recherche en octobre 2009, financé par des fonds de la Délégation Générale pour l'Armement (programme Recherche Exploratoire et Innovation).

Le sous-projet **MICROCAP** (MICRO-CAPteurs) consiste à concevoir et réaliser de nouveaux capteurs pour les milieux difficiles dont, potentiellement, le milieu marin. Il est porté par le LUSAC avec des partenariats locaux.

III.4.2.3. Les sous-projets du volet C "Appui scientifique aux filières professionnelles pour la gestion et l'exploitation des ressources et des infrastructures"

Le sous-projet **APEX-MER** (Appui aux filières Professionnelles pour l'EXploitation des ressources en MER) porte sur l'optimisation de l'exploitation des ressources vivantes marines. Les thématiques abordées concernent de multiples aspects qui s'articulent avec des travaux conduits dans le cadre de thèses, de bourses CIFRE, d'ANR, du programme INTERREG IV A CRESH (exemple des zones de ponte des céphalopodes en Manche), du CRITT CORRODYS...

Pour l'aspect qualité du milieu, il existe des collaborations entre le CREC et le SMEL. Parmi les thématiques abordées, on peut relever la réponse des organismes aux contraintes environnementales.

Le sous-projet **LITEC** (Littoral Innovation TEChnologies) porte sur le développement de nouvelles techniques d'ingénierie en domaine côtier (infrastructures, énergie...). Il concerne des problématiques de recherches appliquées telles que la protection côtière, la stabilité des ouvrages (affouillement autour de fondations d'éoliennes offshore par exemple) ou encore le développement de prototypes récupérateurs d'énergie marine. Une thèse CIFRE s'applique à l'optimisation de blocs artificiels constituant la carapace de digues à talus.

Citons également un projet autour du concept d'hydrolienne à axe vertical.

La lettre d'information du projet GR²TC paru durant l'été 2010⁷⁵ fait état du démarrage d'une thèse sur l'érosion du trait de côte et les techniques de stabilisation envisageables lors d'événements tempétueux exceptionnels.

Certains projets s'inscrivant dans LITEC et APEX-MER nécessiteront de disposer du bassin prévu dans le sous-projet MACROCOAST pour développer des procédés innovants.

⁷⁵ Lettres d'information téléchargeables à l'adresse <http://www.unicaen.fr/crec/gr2tc.php?fid=3>

Lors de nos entretiens, le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord a regretté de n'avoir pas été associé à la réflexion préalable à la mise en œuvre des grandes problématiques scientifiques structurantes au niveau régional tels que le programme GR²TC dans le cadre du Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013.

Le Projet de Centre de Référence sur l'Huître porté par l'Université de Caen

*L'Université de Caen Basse-Normandie et ses partenaires portent un projet de **Centre de Référence sur l'Huître** (Oyster Reference Center) qui a pour objectif de rassembler les compétences complémentaires des différents partenaires en région pour répondre aux principaux problèmes rencontrés par la profession : mortalités, croissance, approvisionnement en naissain, polyploïdes, schémas de structures, pratiques culturelles, économie des entreprises, etc.*

Ce projet répond aux préconisations du rapport CHEVASSUS-FEMENIAS-VANNIER⁷⁶ remis en février 2010 aux Ministre de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, Ministre de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et au Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche intitulé "La recherche, l'expertise et l'appui technique à la filière ostréicole : Etat des lieux et propositions d'amélioration" en proposant une structure où collaborent avec les professionnels des organismes de recherche amont, des structures de recherche finalisée et un centre technique de transfert et de valorisation.

Ledit rapport insiste d'ailleurs sur la place de la Basse-Normandie qui est l'une des rares régions de production conchylicole possédant à la fois un laboratoire universitaire spécialisé sur les mollusques marins (UMR IFREMER-UCBN M 100), un laboratoire côtier de l'IFREMER (LERN Port-en-Bessin), un centre technique de transfert de technologies et d'accompagnement des professionnels (SMEL à Blainville Manche) et deux laboratoires d'analyses départementaux accrédités par l'IFREMER pour le suivi des agents pathogènes des huîtres. Comme nous avons pu le constater, ces différents partenaires travaillent ensemble depuis de nombreuses années et coordonnent leurs projets en totale transparence vis-à-vis des professionnels.

Le développement des recherches sur les bivalves exploités et sur l'huître plus particulièrement, implique une approche pluri-disciplinaire (écologie des systèmes conchylicoles, éco-toxicologie, physiologie, pathologie) et multi-échelle (gène - cellule - organisme - environnement). Les compétences dans ces différents domaines sont présentes en région et peuvent s'appuyer sur des équipements lourds adaptés : mésocosme (MACROCOAST), structures d'élevage (CREC Luc-sur-Mer), élevages en milieu contrôlé (SYCAMAR, SMEL à Blainville-sur-Mer), utilisation des isotopes stables, transcriptomique et protéomique (plateaux techniques de l'IFR ICORE). Les projets actuels nécessitent toutefois la disposition d'une micro-écloserie/nurserie pour la production de larves et de juvéniles où puissent être menées à bien des expérimentations de génomique fonctionnelle, cette structure étant également indispensable pour les recherches en écotoxicologie (tests de molécules xénobiotiques sur les larves et juvéniles d'organismes marins) et en pathologie (interactions virus-huître dans le cadre des travaux sur la maladie virale de l'huître).

III.5. LES STRUCTURES ET PLATES-FORMES D'INTERFACE

Après les équipements structurants principalement dédiés à la recherche, vont être maintenant présentées les structures d'interface, lieux importants où les besoins exprimés par les professionnels font appel aux compétences scientifiques en présence.

⁷⁶ Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, Alain FEMENIAS et Philippe VANNIER.

III.5.1. Le Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral

Face à la nécessité d'accompagner durablement les professionnels de la pêche et des cultures marines, le Conseil Général de la Manche a créé en 1980 le Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral (SMEL), organisme fédérateur regroupant les principaux acteurs politiques du secteur maritime et constitué, aux côtés du Département, de 31 communes littorales et des 4 chambres consulaires.

III.5.1.1. Les missions du SMEL

Afin de conforter la cohérence de l'ensemble, le SMEL, dès sa création, a voulu que les professionnels puissent être réunis pour recueillir leurs avis et suggestions relatifs à l'exploitation des ressources marines. A cette fin, a été mise en place l'Association pour la Promotion de l'Economie Maritime (APEM), rassemblant au sein de six collèges, des représentants de la pêche, des représentants des activités aquacoles, des représentants des activités liées à la mer, des représentants du secteur de la distribution des produits de la mer, des représentants de structures techniques (DDTM, IFREMER, Université, INTECHMER) et des représentants du SMEL. En qualité d'établissement public à caractère administratif, le SMEL a pour mission de promouvoir l'expansion des activités économiques liées aux ressources vivantes marines à travers :

- la gestion des ressources biologiques du littoral jusqu'à la zone économique (poissons, crustacés, mollusques, végétaux marins),
- la mise en valeur de la conchyliculture et de la pêche, du point de vue de la production, la commercialisation, la transformation, la valorisation, la mise en place de l'aquaculture, tant à terre qu'en eau profonde,
- le développement des activités nées de la mer et de la côte, à l'exclusion du tourisme et de la plaisance.

Tout ce qui peut permettre une exploitation économique d'une ressource biologique marine entre dans son domaine de compétence. La pérennisation ou le développement de ces économies sont indissociables d'un milieu de qualité qu'il faudra s'employer à préserver et de la meilleure valorisation du produit.

Ceci explique les 4 axes d'interventions qui regroupent les actions du Syndicat :

- le suivi du milieu naturel,
- le soutien à la production,
- l'innovation,
- la valorisation.

On retiendra la complémentarité remarquable entre le laboratoire de Physiologie et d'Ecophysiologie des Mollusques Marins de l'Université de Caen pour les aspects de recherche fondamentale, la station IFREMER de Port-en-Bessin pour l'expertise et le SMEL pour l'expérimentation et la recherche appliquée.

III.5.1.2. Les champs d'activités du SMEL

III.5.1.2.1. Le suivi du milieu naturel

Pour une bonne connaissance du milieu naturel et de son évolution dans le temps, des suivis pérennes de ce milieu sont effectués via des indicateurs que sont :

- le suivi du phytoplancton et de la qualité de l'eau de mer (HYDRONOR, réseau hydrologique, mesure la qualité de l'eau de mer sur les plans physicochimique et nutritif⁷⁷, HYDROSED concerne la description et la modélisation hydrosédimentaire),
- le suivi des macroalgues sur quelques stations, intégrateurs de phénomènes saisonniers et grandes tendances à plus long terme (en lien notamment avec le réchauffement climatique),
- l'utilisation de bio-marqueurs (comme la larve d'oursin) et veille sanitaire sur des pathogènes (bactérie *Vibrio harvei*).

De manière complémentaire sont conduites des études ponctuelles et conjoncturelles en direction et à la demande des professionnels, et en appui de la recherche universitaire :

- réalisation d'études destinées à mesurer l'impact de certaines activités (dépôts de petites moules),
- participation à des programmes de recherche universitaires destinés à expliquer le fonctionnement de l'écosystème (exemple du programme POMOYSTER d'étude de la physiologie du phytoplancton).

III.5.1.2.2. Le soutien à la production

Le soutien à la production comprend à la fois une approche pérenne et une approche conjoncturelle.

En ce qui concerne le soutien à la conchyliculture (huîtres et moules), on peut relever :

- des suivis pérennes d'indicateurs de production par le biais des réseaux REMONOR (pour "REseau MOLLusques NORmand") développé en partenariat avec le Laboratoire Environnement et Ressources de Normandie de la station IFREMER de Port-en-Bessin et REMOULNOR, réseau de suivi des élevages mytilicoles bas-normands, ces démarches étant basées sur une prise en compte globale de l'activité,
- des études ponctuelles à la demande du Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord comme l'évaluation de la productivité des parcs ostréicoles (valeurs culturelles dans le cadre de la gestion du DPM),

⁷⁷ Réseau complémentaire et proche du point de vue des outils techniques et méthodologiques du Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) initié depuis 2000 par l'IFREMER qui, lui, est consacré à la mesure de l'état d'eutrophisation des eaux côtières et estuariennes de Basse Normandie. Par ailleurs, le réseau HYDRONOR est géographiquement ciblé sur les zones de production de coquillages et porte sur une fréquence et amplitude plus large car mesurant également la production hivernale de phytoplancton.

- des études autour d'aspects zootechniques (validation biologique de machines, amélioration des outils de production...).

Le soutien à la pêche est appréhendé de la même manière avec :

- des suivis pérennes de petites pêcheries régionales sur des espèces hors quotas communautaires (bulots, homards...) pour en pérenniser l'exploitation basée sur une prise en compte globale de l'activité,
- des études ponctuelles à la demande des structures professionnelles (validation d'engins de pêche, de tri, procédures d'organisation...).

Toutes ces actions s'inscrivent dans le cadre de partenariats avec le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord, d'accords-cadres avec l'Université de Caen Basse-Normandie, le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins et la station IFREMER de Port-en-Bessin.

III.5.1.2.3. L'innovation

L'innovation représente le deuxième grand volet d'activité du SMEL mais aussi le plus ancien. Il s'appuie sur des actions intégrant une notion de gestion du risque (financier notamment). Un système par étape a été mis en œuvre de façon à limiter ce risque.

Tout d'abord, des programmes de recherche et de développement sont conduits depuis l'origine pour diversifier la production ou acquérir des méthodes spécifiques innovantes comme :

- le développement de techniques d'élevage à terre en circuit semi-fermé (oursin, ormeau notamment), démarche qui a été conduite sur une quinzaine d'années,
- la participation à la mise au point de nouvelles techniques d'élevage en mer en termes de validation et d'efficacité (poches ostréicoles à balancier par exemple),
- la mise au point de nouvelles procédures de tri et de stockage de produits de la pêche.

Concernant le développement de techniques d'élevage, beaucoup des opérations innovantes conduites ont permis de grandes avancées technologiques mais certaines se sont malgré tout heurtées à de grandes difficultés sur les plans commercial et économique comme le révèle la culture de l'ormeau. Entre le moment où l'on commence à développer une technique et le moment où elle arrive à terme, le contexte peut être profondément modifié (par exemple par des effets de la concurrence de pays producteurs de l'hémisphère sud comme la Chine dont les productions arrivent en France moins chères). En revanche, il faut souligner les retombées indirectes de ces opérations de recherche et d'innovation (exemple des systèmes d'épuration ou encore mise en exergue de la notion de rendement maximum d'un écosystème).

Parallèlement, des études dont les résultats doivent répondre aux missions génériques du SMEL ont été conduites en appui et en partenariat de la recherche universitaire. Ces actions ont concerné :

- la participation à des programmes de recherche sur la physiologie des coquillages d'élevage (allocation d'énergie, programme national de l'IFREMER MOREST pour "MORTalités ESTivales d'huîtres" dont l'objectif porte sur l'étude des facteurs

responsables des phénomènes de mortalités qui touchent certaines zones conchylicoles),

- la participation à des études sur la cryoconservation de gamètes et de larves, sur la sélection génétique de coquillages...

Sur les actions d'innovation par rapport à la pêche, l'axe du développement durable est prioritaire avec la réduction des impacts des engins de pêche par la mise en œuvre de systèmes favorisant la non prise d'animaux sous taille ou encore la diminution du pouvoir pêchant des casiers fantômes⁷⁸ en lien avec la société caennaise FILT. Des contacts ont été pris avec des équipes de recherche sur Caen pour étudier des fils de pêche biodégradables ayant toutefois une bonne résistance physique en termes de traction en vue de remplacer tout ou partie des filets de casiers.

III.5.1.2.4. La valorisation

Les actions de valorisation sont en diminution dans la mesure où, d'une part, le travail principal a été effectué et que, d'autre part, Normandie Fraîcheur Mer réalise des actions reconnues. Par le passé, le SMEL a conduit des actions sur les calibrations biologiques d'outils de conservation et la définition des paramètres biologiques de conservation (aspects méconnus il y a quelques années mais courants aujourd'hui).

Citons par ailleurs des interventions d'assistance technique aux entreprises de la pêche et de la conchyliculture comme :

- la veille sur des procédures de tri du bulot à bord des bateaux de pêche,
- le stockage de crustacés et coquillages (suivi chez mareyeurs, dynamique d'épuration de moules en bassin...).

Dans ce domaine des recherches appliquées autour de la valorisation des produits de la mer, on est souvent dans l'aléatoire et dépendant du contexte économique ou des besoins du moment. Par exemple, le SMEL avait conduit il y a une vingtaine d'années des travaux autour de la conservation du homard acheté au moment où il est le moins cher en juin, conservé et revendu au moment où il est le plus cher. Cette idée techniquement validée mais qui s'était soldée par un échec stratégique à l'époque, a récemment été reprise avec profit par une entreprise. D'autres recherches innovantes permettant de maintenir vivantes des araignées à l'export en Asie n'ont pas suscité de débouchés. Autre exemple, du fait de ses compétences de cultures en circuit fermé, le SMEL avait été contacté par une entreprise pharmaceutique allemande intéressée pour extraire des principes actifs, utilisés contre le cancer, présents dans la fissurelle, petit mollusque marin. Était alors évoqué le concept d'une ferme d'élevage dans la Manche. Hélas, la stratégie de l'entreprise pharmaceutique a dû se réorienter suite à l'apparition de la crise de l'ESB... Il y a clairement beaucoup de déconvenues dans les initiatives innovantes autour des produits de la mer (exemple de la culture des ormeaux) mais il convient toutefois de persister dans cette voie. Seule une dimension interdépartementale pour une structure comme le SMEL lui permettrait d'avoir la capacité d'affronter de tels grands projets innovants.

⁷⁸ Ainsi sont dénommés les casiers perdus qui continuent à pêcher.

III.5.1.3. Les ressources humaines et les moyens techniques

Le SMEL dispose d'une équipe composée de 12 permanents (5 ingénieurs, 1 attachée, 6 techniciens et agents administratifs) renforcée de 4 à 6 étudiants de 2^{ème} et 3^{ème} cycles universitaires entre mars et septembre.

L'essentiel des moyens techniques est basé sur le site de Blainville-sur-Mer sur la Côte Ouest du Cotentin. Au niveau logistique, le SMEL est en capacité d'intervenir sur l'ensemble des côtes du département grâce à des moyens performants aptes à accéder sur l'estran, sur mer et sous la mer, ce qui nécessite une organisation et des compétences pointues. Trois équipes peuvent être simultanément sur le terrain et des équipes mixtes avec l'Université de Caen et l'IFREMER se constituent parfois.

Parallèlement, le SMEL a mis l'accent sur la capacité à conduire des expérimentations à terre et dispose pour cela, à Blainville-sur-Mer, d'une base de 1 150 m² équipée de locaux d'expérimentations et de moyens d'analyses. Ces moyens permettent de mener des recherches in vitro complémentaires de celles menées au sein d'équipes universitaires. Au plan détaillé, le centre expérimental comprend 450 m² de salles d'expérimentation, 87 m² de laboratoires d'analyses (chimie et bactériologie), 66 m² d'écloserie et de salles d'algues, 121 m² de locaux techniques, 108 m² de bureaux et 138 m² consacrés à l'accueil du public (500 à 1 000 visiteurs par an : scolaires, universitaires, visiteurs étrangers...).

Grâce à ces outils, le SMEL est en capacité de travailler sur des thématiques concernant les pathogènes (travail en confinement et circuits fermés avec une maîtrise technologique en la matière concernant l'étude d'invertébrés) mais également de reconstituer tout ou partie du fonctionnement d'un écosystème marin à travers le **SYCAMAR** (SYstème Contrôlé d'Ambiances MARines), outil dédié à l'expérimentation sur les coquillages filtreurs. Un partenariat fructueux existe avec le laboratoire de Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins de l'Université de Caen très demandeur d'utiliser cet équipement. De cette collaboration entre recherche fondamentale et expérimentation naît un enrichissement mutuel. Le centre intègre dans ce cadre une production de phytoplancton en gros volume (2 m³ par jour) pour alimenter les coquillages en expérimentation. Le SYCAMAR permet de programmer des scénarios (conditions climatiques, sanitaires...). Sur la base d'une thèse en cours, des travaux très pertinents et innovants sont effectués sur le fonctionnement physiologique des animaux diploïdes et triploïdes. Grâce au SYCAMAR, des travaux novateurs et bénéfiques pour la profession ont pu être conduits sur la question de la sortie de crise des mortalités.

Dans le cadre des thèses, il existe deux possibilités :

- soit le SMEL apporte un soutien logistique moyennant le cas échéant rémunération,
- soit le SMEL intervient en cofinancement de thèse (apport de l'ordre de 13 000 euros par an pour le soutien d'une thèse) dans le cadre d'un partenariat avec l'Université mais pèse dans ce cas sur les orientations des travaux conduits (exemple de la thèse d'Aude JOUAUX sur la gestion de l'allocation d'énergie à la croissance ou à la reproduction chez l'huître *Crassostrea gigas*, travaux en lien avec la problématique de mortalité).

Le SMEL est une petite structure reconnue pour sa très grande réactivité et permanence des actions et interventions toute l'année alors que l'une des difficultés de la recherche académique porte sur la continuité des travaux.

Il est à relever que le SMEL a des contacts ponctuels avec le CREC dans le cadre d'entraide ou d'équipes mixtes.

III.5.1.4. La mobilisation du SMEL sur la problématique de la mortalité des huîtres

Concernant cette problématique de mortalité des huîtres, il faut relever en région la présence de nombreux acteurs à la fois institutionnels (Directions Départementales des Territoires et de la Mer), scientifiques (Université, IFREMER), sanitaires (laboratoires d'analyses départementaux du Calvados et de la Manche), expérimentaux (SMEL) mobilisés sur ce sujet préoccupant pour l'activité conchylicole. En 2008, chacun de ces acteurs s'est investi isolément, sans réelle concertation, ce qui a empêché une réponse globale réellement efficace. Est apparue très vite la nécessité d'une coordination et a été mis en place un réseau interne à l'ensemble des partenaires concernés. Dès que l'un est en possession d'une donnée quelle qu'elle soit, il doit en informer systématiquement les autres en temps réel.

Il convient d'insister sur le rôle sentinelle essentiel du SMEL. Dès les premières alertes de contamination des huîtres en 2008, cette structure est intervenue dans les plus brefs délais pour faire des prélèvements et stocker des échantillons avec le Laboratoire Départemental d'Analyses de la Manche en vue d'analyses.

A l'échelle nationale, des initiatives en cours visent à mettre en place à court terme le même type d'outils entre centres techniques avec différents niveaux de validité. En revanche, dans le réseau scientifique, le sujet est beaucoup plus complexe avec des difficultés de coordination. Les choses avancent toutefois puisqu'un chef de file a récemment été identifié au sein de l'IFREMER. Aujourd'hui, le réseau institutionnel (REPAMO) étudie les mortalités constatées et doit théoriquement en identifier officiellement les causes. Le laboratoire IFREMER de La Tremblade coordinateur doit déléguer sur le plan local les analyses (Laboratoires Départementaux d'Analyses du Calvados et de la Manche). Parallèlement, il existe un suivi moins officiel mais très pertinent à l'initiative de plusieurs acteurs.

Pour la Basse-Normandie, dans le cadre de l'exercice 2010, il existe une action conjointe du Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord et du SMEL afin de faire un suivi épidémiologique sur les mortalités avec l'utilisation d'un protocole unique et une normalisation des méthodes d'approche de façon à interconnecter les résultats et à en tirer les bénéfices. Dans cette problématique, le SMEL est à l'interface entre les professionnels et les organismes d'expertise. Le Syndicat Mixte se positionne clairement sur les pratiques culturelles ou comment identifier et promouvoir des méthodes susceptibles non pas de supprimer la mortalité mais de la diminuer. En 2009, une action sentinelle conduite avec le LDA 50 a consisté à développer une démarche pour trouver le virus. Les approches antérieures conduites par le SMEL avaient révélé que la capacité de dissémination du virus était très importante contrairement à certaines affirmations de l'époque.

Sont en cours des expérimentations destinées à tester différents scénarios zootechniques et dispositions organisationnelles qui favorisent une survie plus importante des coquillages.

Autour de la mortalité des huîtres, le SMEL fait de l'innovation pour répondre à un besoin économique crucial. Dans leur rapport sur "la recherche, l'expertise et l'appui technique à la filière ostréicole : état des lieux et propositions d'amélioration", Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, Alain FEMENIAS et Philippe VANNIER insistent sur le rôle du SMEL, considérant que *"cette structure est, avec le Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacoles en Poitou-Charentes les deux institutions [qui] possèdent aujourd'hui de véritables capacités de recherche appliquée en lien avec l'appui technique"* au niveau national. Le rapport indique que *"le SMEL a une force logistique et des compétences scientifiques et techniques réelles. Il est totalement ouvert à participer à des actions d'envergure nationale et coordonnées ; il est très demandeur d'enquêtes analytiques globales multifactorielles permettant d'identifier et de pondérer les facteurs de risque associés aux surmortalités. Il pourrait efficacement contribuer à la collecte de données (comme il le fait déjà) dans le cadre d'une enquête globale"*.

III.5.1.5. L'implication du SMEL dans des programmes régionaux, interrégionaux et internationaux

Le SMEL présente des activités très diversifiées, appuyées à la fois sur une vision transversale et une connaissance approfondie du terrain et s'identifie comme un organisme sentinelle par rapport à l'innovation. Il détermine la pertinence des outils et de leurs applications potentielles, d'où la grande complémentarité avec les laboratoires de recherche fondamentale. Le SMEL fait également remonter des propositions vers les partenaires scientifiques au premier rang desquels l'Université de Caen et l'IFREMER. Les partenaires privilégiés se situent en Basse-Normandie mais en cas de thématiques non traitées en région ou faute de moyens disponibles des laboratoires, le Syndicat coopère également avec d'autres structures comme l'Université de Brest.

Le Syndicat Mixte est impliqué dans un programme ambitieux et innovant sur la mise en place de bio-indicateurs sur la larve d'oursins avec une des équipes de la station IFREMER de Port-en-Bessin, et les éponges en partenariat avec l'ERPCB et le CNAM-INTECHMER (programme collaboratif SPONTOX).

Le SMEL est également en phase exploratoire dans le cadre de coopérations entre la région Basse-Normandie et le Québec sur la thématique de l'impact du réchauffement climatique sur la pêche aux bulots avec comparaisons au niveau des pratiques (espèce identique avec des conditions et des méthodes de pêche très différentes).

Le SMEL est également partie prenante dans les programmes INTERREG IV A suivants :

- PORTONOVO sur la qualité des eaux portuaires, en tant de partenaire associé,
- NETALGAE portant sur des synergies dans la filière macroalgues, programme piloté au plan national par un laboratoire de Brest, l'action du SMEL portant sur des évaluations d'estimations de stocks.

Enfin, avec le Pôle de Compétitivité Mer Bretagne, il existe des coopérations toutefois non inscrites sur un plan statutaire. Notons à cet égard le programme CARPE qui associe des entreprises privées, l'Université de Caen et le SMEL, validé par le Pôle Mer Bretagne. Un programme concernant la lutte contre les casiers fantômes est également validé par ce Pôle.

III.5.1.6. L'avenir du SMEL en question

Le budget du SMEL, de l'ordre d'un million d'euros, bénéficie du soutien du Conseil Général de la Manche, de crédits européens (IFOP puis FEP) et, en 2009, du Conseil Régional et du Conseil Général du Calvados sur les aspects mortalités.

Il faut relever des difficultés récurrentes car toutes les ressources actuelles du SMEL viennent d'appels à projets alors que les principales réalisations et les plus bénéfiques, depuis la création de la structure, l'ont été dans la continuité. Le système actuel va désormais à l'encontre de l'idée de faire perdurer et vivre une telle structure, ce qui constitue un réel souci pour l'avenir. Des échanges se sont tenus avec le Conseil Régional à ce propos. Pour être financé au niveau européen, il faut systématiquement présenter un programme et les interventions publiques pour aider dans la durée une telle structure d'expérimentation s'avèrent désormais limitées. On voit aussi là les limites de l'évolution du passage de Contrats de Plan à des Contrats de Projets. Pourtant, la mise en œuvre de projets exige des potentiels humains importants sans lesquels toute action expérimentale est impossible. Les pratiques actuelles ne seront pas bénéfiques à terme pour la profession.

La survie du SMEL est conditionnée à de nouvelles formes de partenariats pérennes donnant lieu à des financements de programmes pluriannuels pour apporter des garanties sur la continuité des actions conduites en lien avec le Conseil Régional et les départements voisins qui permettraient à la structure de sortir de son contexte départemental. De par ses missions techniques, le SMEL s'ouvre déjà ponctuellement au Calvados.

Mais, les Conseils Généraux rencontrent des difficultés budgétaires majeures et des choix vont s'imposer. Le Département de la Manche a reconduit pour 2010 un niveau de soutien comparable à 2009 mais la recherche de co-financements va devenir une nécessité. La pérennité de la structure en dépend. Des ouvertures d'évolution statutaire du SMEL sont peut-être à envisager (élargissement géographique).

L'idée que le SMEL émerge demain à des fonds privés n'est pas crédible du fait de la difficulté à trouver des financeurs dans le domaine de la mer, secteur particulièrement fragilisé. Par ailleurs et surtout, cela nuirait complètement à l'indépendance de la structure et à son objectivité.

En conclusion, les dirigeants du SMEL insistent sur la nécessité de conforter la mise en réseau des acteurs de la recherche et de l'expérimentation marines en région. C'est un enjeu fondamental pour accompagner un secteur économique majeur en Basse-Normandie. Une telle mise en réseau ne doit toutefois pas consister à limiter les thématiques d'intervention au risque de laisser en déshérence des secteurs économiques jugés non prioritaires. Il faut encore convaincre que la mer est réellement un secteur stratégique mais, contrairement à d'autres secteurs, son approche est spécifique du fait de l'évolution constante de ce milieu. Le SMEL est un outil unique en France et les modes de partenariat avec les autres acteurs de la recherche et de l'économie font sa richesse et sa spécificité. D'autres régions françaises nous envient et portent souvent en exemple cet équipement et ce mode d'organisation des acteurs. Mais il convient de relever que si l'on identifie très bien en France, dans le domaine de la mer, les structures de recherche universitaires, instituts et structures professionnelles, ce n'est pas toujours le cas des maillons intermédiaires (stations

expérimentales comme le SMEL) qui ne sont pas suffisamment reconnus. A titre d'exemple, le SMEL qui n'a ni une finalité scientifique, ni une finalité professionnelle, est de ce fait souvent oublié dans le cadre d'exercices de consultation ou des débats concernant les filières marines. Il paraît donc nécessaire de faire reconnaître à leur juste valeur ces entités qui jouent un rôle d'interface efficace entre la recherche fondamentale ou appliquée et les professionnels. L'objectif est clairement d'aboutir à davantage de reconnaissance des centres techniques dans le domaine marin comme sont aujourd'hui reconnus les centres techniques dans le secteur agricole.

III.5.2. Le CRITT CORRODYS, centre technique pour la corrosion marine et la biocorrosion

Localisé au Hall Technologique de Cherbourg-Octeville, le CRITT CORRODYS a pris, depuis mai 2010, la succession du CRITT BNC (Basse-Normandie Cotentin), se recentrant sur les activités du laboratoire CORRODYS⁷⁹ préexistant et devenant un centre technique au service des industriels et des collectivités pour les questions autour de la corrosion marine et de la corrosion induite par les micro-organismes (ou biocorrosion).

Son organisation pluridisciplinaire réunit des spécialistes complémentaires : corrosionnistes, spécialistes des matériaux, microbiologistes, biologistes moléculaires et physico-chimistes pour expertiser et étudier sous tous leurs aspects les cas de corrosion rencontrés.

Les interventions de CORRODYS s'étendent de l'expertise aux analyses, aux tests et à la recherche technologique pour des industriels qui souhaitent valider de nouveaux matériaux ou étudier l'efficacité de produits biocides inhibiteurs des bactéries pathogènes pour les matériaux. Le Centre est à l'interface entre recherche fondamentale et applications en traduisant en méthodes opérationnelles, expertises et valorisations industrielles, les connaissances et acquis.

En matière de biocorrosion marine, CORRODYS se distingue au niveau national et européen en tant que centre technique dispensant d'une offre de prestations intégrant de la R&D et est reconnue à ce titre comme disposant d'un savoir-faire spécifique. Les grands industriels apprécient la pluridisciplinarité du Centre tant dans sa culture générique que ses compétences qui interagissent entre elles.

CORRODYS est partenaire du projet GR²TC dans le cadre du CPER 2007-2013 et participe également à des programmes de recherche appliquée sur la base de collaborations étroites avec l'Université de Caen.

Le Centre est impliqué également dans des programmes européens et a achevé à ce titre sa participation au programme EFFORTS (Effective Operations in Ports) du 6^{ème} PCRD en lien avec l'ERPCB. Plus récemment, CORRODYS a initié un nouveau programme de recherche du 7^{ème} PCRD intitulé **MICSIPE** (Microbiologically Induced Corrosion of Steel Structures in Port Environment) en partenariat avec l'IFREMER et l'Université de Rouen, le Laboratoire d'Océanographie Microbiologique de Banyuls-sur-Mer, ARCELOR...

⁷⁹ Historiquement, le CEA disposait, sur le site de La Hague, du laboratoire LETC (Laboratoire d'Etude Technique de la Corrosion). Dans le cadre d'une restructuration, cette équipe devait être rapatriée sur Saclay. Mais une convention entre le CEA et l'Université de Caen avec des fonds FEDER a permis d'arrimer ces compétences localement au sein du laboratoire CORRODYS.

Ces programmes de recherche ont pour finalité une meilleure compréhension des phénomènes de corrosion induite par les micro-organismes en vue de co-développements.

Objectifs du projet MICSIPÉ du 7^{ème} PCRD

Les infrastructures métalliques de certains ports européens sont affectées par une corrosion accélérée, localisée dans la zone des basses eaux (interface entre les zones d'immersion et de marnage). Ce type de corrosion, appelé Corrosion Accélérée en Basses Eaux (Accelerated Low Water Corrosion : ALWC), diminue considérablement la durée de vie de ces infrastructures. Cependant les processus chimiques et biologiques à l'origine de ce phénomène ne sont pas encore totalement connus.

De précédentes études ont montré que ce type de corrosion est influencé par les microorganismes. Les solutions actuelles nécessitent une maintenance importante et restent relativement coûteuses.

L'objectif de ce projet est de mettre au point des méthodes d'évaluation des risques et des outils de diagnostic destinés aux industriels afin de prédire la corrosion accélérée en basses eaux.

Source : CORRODYS

CORRODYS a aussi mis au point, dans le cadre d'un co-financement FEDER - Région - Syndicat Mixte du Cotentin, une démarche diagnostic, conception et exploitation concernant le milieu marin et intéressant beaucoup de PME du secteur de la conchyliculture, de la construction navale, etc. et les aidant dans le choix des matériaux et leur bonne mise en œuvre.

CORRODYS est par ailleurs membre du Pôle Mer Bretagne, du Groupement Industriel des Constructions et Armements Navals (GICAN), du Cluster Maritime Français et participe à la plate-forme technologique européenne WATERBORNE⁸⁰ dont l'un des points concerne le navire du futur. Pour ce dernier sujet, CORRODYS est impliqué dans les problématiques de durabilité des infrastructures et de protections des bâtiments, la réflexion tenant compte de l'évolution des réglementations notamment en matière d'usage de certains matériaux et produits.

Il faut citer également les contacts avec l'Organisation Maritime Internationale (OMI) afin de faire évoluer la réglementation sur les ballasts (doubles coques) avec les deux aspects biocorrosion et biocides (risques de dissémination dans le milieu de flores et faunes marines exotiques). CORRODYS est ainsi reconnu pour ses compétences en termes de biofilms et biocides et peut être amené à intervenir notamment en lien avec l'ERPCB impliqué dans ces sujets. L'impact de la protection cathodique sur le milieu est également étudié.

Les grands ports sont les clients de CORRODYS comme en témoignent les études techniques en cours impliquant les plates-formes portuaires de Nantes-Saint-Nazaire ou du Havre.

⁸⁰ La plateforme technologique européenne WATERBORNE est un forum où tous les partenaires du secteur maritime (mer et rivière) partagent, sur un outil commun, une vision à long terme guidant les efforts d'innovation (dénommée Vision 2020). Cette plateforme inclut aussi un agenda stratégique de recherche (SRA) décrivant les initiatives nécessaires en Recherche-Développement-Innovation pour atteindre cette vision.

Dans le secteur de la construction navale, il existe des partenariats, localement avec DCNS, les Constructions Mécaniques de Normandie (CMN), Allure Yachting, Icarai, les Chantiers Richards... et, au niveau national, STX France Cruise (ex Chantiers de l'Atlantique), différents armateurs ou encore Brittany Ferries.

Plus récemment, CORRODYS a investi le secteur énergies - offshore, axe qui commence à porter ses fruits. Des études technologiques ont été réalisées dernièrement qui seront, pour les clients, des premières mondiales.

CORRODYS vient d'être intégré dans un programme de recherche exploratoire avec la DGA impliquant DCNS, IFREMER et l'ERPCB de l'Université de Caen.

Par ailleurs, CORRODYS participe, au titre du Cluster Maritime Français, au groupe de travail sur les EMR. Sur ce dossier, les bas-normands sont peu représentés par rapport à d'autres régions et notamment la Bretagne qui, systématiquement, est représentée en nombre dans ces groupes.

Le laboratoire possède des équipements et outils permettant toutes les techniques d'analyses en lien avec l'Université de Caen. Il dispose notamment d'une boucle d'eau de mer près du port des Flamands qui permet de faire des essais grandeur réelle. Le laboratoire y teste notamment le comportement de nouveaux matériaux et/ou revêtements.

CORRODYS développe actuellement une plate-forme de veille sur la corrosion marine et la biocorrosion, outil qui n'existe actuellement pas au niveau national, via un portail Internet. Le CRITT a en effet conservé sa compétence en veille, propriété industrielle, ingénierie de projets et montage de projets collaboratifs et a, à ce titre, monté en propre le programme précité dans le cadre du 7^{ème} PCRD.

CORRODYS n'a pas vocation à faire directement de la formation mais certains ingénieurs ou docteurs du laboratoire interviennent dans des cursus de formation. Des stagiaires, doctorants et post-docs sont régulièrement accueillis.

Concernant les pistes de formations à développer dans le futur, les responsables de CORRODYS relèvent la "marinisation" d'équipements dans certains secteurs comme l'éolien terrestre qui se diversifie vers des systèmes offshore. Les compétences pointues dans ce domaine manquant, il serait opportun d'étudier l'éventualité d'une spécialisation sur ce thème (comme une licence professionnelle).

CORRODYS comprend 13 personnes dont 5 ingénieurs (3 sont docteurs). Une enseignante-chercheuse de l'antenne de l'UFR de Sciences de Cherbourg, rattachée à l'ERPCB, est impliquée au Centre pour ses compétences en physico-chimie.

NEOMERIS : l'ancienne plateforme web sur la valorisation des ressources marines autrefois pilotée par l'ex CRITT BNC

En 2005, dans le cadre du groupe régional "Santé Mer" piloté par le Conseil Régional, avait été initiée la création d'une plateforme d'information web dédiée à la valorisation des ressources marines animales et végétales sous l'appellation NEOMERIS.

Pilotée par l'ex CRITT BNC (Basse-Normandie - Cotentin) en partenariat avec l'ADRIA Normandie, cette base de données centralisait de puissants outils de collecte et de visualisation cartographique permettant d'accéder à l'actualité scientifique, technologique, économique, réglementaire et normative, et à même d'identifier de nouvelles opportunités de valorisation des ressources marines.

Cet outil permettait de faire des requêtes pour connaître son environnement scientifique et technologique, surveiller et analyser les évolutions, définir les tendances et les thématiques émergentes, comprendre les liens entre les acteurs, répondre aux besoins des professionnels de la filière "pêche et cultures marines" pour pérenniser leur activité et la développer en créant davantage de valeur ajoutée.

Avec la reconfiguration des compétences du CRITT (devenu CRITT CORRODYS) et l'absence de volonté affichée au plan régional pour pérenniser cet outil, NEOMERIS a été abandonné. Pour certains, la richesse de cette base de données aurait mérité d'être valorisée dans le cadre de partenariats à l'exemple du Pôle Mer Bretagne.

III.5.3. ADRIA Normandie

ADRIA Normandie est un centre de conseil technique, partenaire des industries agroalimentaires pour la maîtrise de la qualité (sécurité des aliments, management) et l'accompagnement de l'innovation (produit - procédé). Elle accompagne dans leur développement les entreprises agroalimentaires et notamment celles qui produisent, mettent en œuvre et distribuent les produits de la mer. Les compétences de ses spécialistes permettent de proposer des prestations dans les domaines de :

- la sécurité et la qualité des produits alimentaires,
- l'évaluation sensorielle,
- le conseil et l'assistance technologique,
- la recherche et l'innovation,
- la nutrition - santé,
- le développement durable,
- la veille scientifique, technique et réglementaire.

Le centre emploie 80 personnes et dispose de laboratoires et d'une halle de technologie.

III.5.3.1. Les travaux sur la valorisation des produits et coproduits de la mer

La région dispose avec ADRIA Normandie de compétences reconnues sur la sécurité et la conservation des produits de la mer. Des travaux ont été réalisés, il y a quelques années, pour Normandie Fraîcheur Mer en vue de développer les bonnes pratiques à bord des bateaux de pêche. Un aspect avait notamment concerné les modes de conservation des poissons à bord. ADRIA Normandie a également travaillé dans le passé à la demande de GRANVILMER sur les procédés de ramollissement des amandes de mer. Plus récemment, à la demande de l'organisation des producteurs bas-normands, une étude vient d'être conduite sur l'impact du conditionnement sur la qualité des noix de Saint-Jacques réfrigérées et décortiquées. Un travail a été conduit à partir d'une grille de cotations et d'indicateurs sur la fraîcheur et la performance des emballages.

Un autre travail en cours porte sur l'incidence des nouvelles technologies haute pression sur la fraîcheur des produits de la mer, technique de conservation à froid des filets de poisson.

La sécurité des aliments est un point majeur dans les études concernant les produits de la mer. Tout un travail porte sur la destruction des parasites présents dans les poissons crus à l'instar des larves d'anisakis qui peuvent présenter un problème de santé publique. Cette problématique fait d'ailleurs l'objet d'un projet labellisé par le pôle de compétitivité AQUIMER avec la participation de HALIOMER et de l'IFREMER. Les aspects qui exigent des technologies et outils complexes ne sont pas traités en Basse-Normandie (essais réalisés à Nantes).

Une piste de recherche pourrait être développée autour de la virologie des coquillages avec l'objectif de maîtriser les sources de contamination

Concernant la valorisation des coproduits, problématique qui fait l'objet d'un chapitre ci-après, ADRIA Normandie fut chargée par le Conseil Régional de réaliser en 2004 une étude dressant un état des lieux de la filière des coproduits de la mer en Basse Normandie et de la recherche de nouvelles voies de valorisation potentielles.

ADRIA Normandie a également été sollicitée dans le passé par des professionnels en vue de valoriser vers l'agroalimentaire des petites moules de bouchots écartées au triage.

III.5.3.2. Un axe "innovation - produit" fort dans le domaine des produits de la mer

Au sein de l'axe "innovation - produit", il existe des compétences en nutrition santé au sein d'ADRIA Normandie. De façon plus spécifique, il est possible de s'appuyer sur des outils d'évaluation sensorielle (salle équipées de cabines individuelles et panels de volontaires) pour réaliser des essais pré-cliniques pour les aliments ou compléments alimentaires revendiquant des allégations santé (mesures d'efficacité, évaluation de doses ...) et ne nécessitant pas de prélèvements biologiques. Les équipements d'analyses physico-chimiques permettent des extractions variées à partir de matrices complexes. Des produits de la mer peuvent ainsi être extraites des fractions aromatiques ensuite analysées (dosage et identification), le cas échéant par GC-sniffing (chromatographie phase gazeuse couplée à de l'olfaction directe en sortie de colonne). Il est également possible de faire des analyses de profils d'acides gras sources d'oméga 3.

ADRIA Normandie apporte aussi des compétences en développement durable et propose des accompagnements aux entreprises qui sont susceptibles d'intéresser la filière marine. Une réflexion innovante porte sur les produits favorisant l'approvisionnement et l'emploi locaux.

Concernant l'évaluation sensorielle, ADRIA Normandie dispose d'un panel entraîné pour les produits de la mer. Des études ont déjà concerné les moules, les coquilles Saint-Jacques, l'amande de mer ou encore le saumon fumé. Ces panels entraînés permettent d'établir des profils sensoriels (évaluation objective, qualitative et quantitative de descripteurs sensoriels). L'ADRIA NORMANDIE dispose également d'un panel de 5 000 consommateurs, ce qui lui permet de mettre en œuvre des études hédoniques (mesure de l'acceptabilité des produits, du plaisir que procure leur dégustation).

La partie "innovation - conseil" permet l'accompagnement des entreprises dans leurs projets d'innovation-produit depuis l'idée jusqu'au marché. Elle intègre l'exploration, l'étude et le test de nouvelles idées, nouveaux concepts (produits ou

packaging). La phase amont permet de tester la réaction de consommateurs. A travers cette démarche, il s'agit de consolider les concepts sachant que des idées novatrices peuvent ne pas recueillir le succès attendu chez les consommateurs.

Sur ces aspects amont, pour mieux suivre les tendances, ADRIA Normandie a accès à une base de données mondiale pour connaître tous les produits innovants mis en marché. Une requête peut concerner les produits de la mer. Si nécessaire, pour ajouter de la culinarité aux nouveaux produits développés, un travail peut être effectué avec de grands chefs ("toques rebelles" par exemple) en complémentarité avec ADRIA Normandie qui apporte son savoir-faire dans la transposition industrielle.

L'ADRIA NORMANDIE intervient également sur les aspects aval, en développant le produit de la maquette jusqu'à l'industrialisation, en passant par des étapes d'étude de faisabilité, de formulation, de développement en atelier pilote avec étude sur le prix de revient avant pré-industrialisation, industrialisation et commercialisation.

III.5.4. La démarche scientifique du Laboratoire Départemental Frank DUNCOMBE concernant la mer et le littoral

Les Laboratoires Départementaux d'Analyses du Calvados et de la Manche constituent des acteurs majeurs de par leurs missions d'analyses de la qualité des eaux et de l'état sanitaire des productions marines. Ils collaborent tous deux étroitement avec les professionnels, le SMEL et les laboratoires de recherche impliqués.

Nous avons ici pris l'exemple du Laboratoire Départemental Frank DUNCOMBE (LDFD) qui, outre des activités de contrôles officiels et de prestations de services, présente la particularité de disposer d'une activité de recherche et développement. Depuis 2009, l'activité R&D du laboratoire est intégrée à l'IFR ICORE. A ce propos, il est prévu qu'une personne habilitée à diriger des recherches (HDR) renforce la structure, lui permettant d'encadrer des thèses. En fonction des thématiques du LDFD, les collaborations mobilisent des compétences au sein de plusieurs laboratoires universitaires. Sur les aspects maritime et littoral, les relations privilégiées concernent l'UMR M 100 IFREMER "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" de l'Université de Caen. D'autres laboratoires universitaires sont mobilisés sur des compétences en virologie et immunologie. Pour l'avenir, il est avancé la perspective d'un rapprochement plus étroit avec les laboratoires universitaires déjà partenaires. Des interventions de validation d'analyses sont réalisées en partenariat avec l'Université de Caen du fait des compétences pointues en microbiologie environnementale et de la présence d'un service analytique au sein du laboratoire Frank DUNCOMBE.

La thématique actuellement majeure porte sur la **mortalité des huîtres**. Quatre personnes du Laboratoire sont en effet mobilisées sur cette thématique depuis 2008. L'une des collaboratrices du LDFD est d'ailleurs experte auprès de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire et auprès de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA - European Food Safety Authority) sur les problématiques de mortalité des huîtres. Dans ce cadre, les études sur l'herpès virus représentent un volet important, le LDFD ayant acquis une grande expérience dans la détection du virus grâce à deux ans de travaux avec, à l'arrivée, une méthode d'analyse sensible capable de livrer des résultats en quelques heures. Pour la direction du LDFD, il serait regrettable que la méthode mise au point, qui a fait l'objet d'une publication internationale, ne soit pas

reconnue pour les autocontrôles des élevages et des naissains. La reconnaissance de ce test pourrait permettre de garantir des naissains exempts de virus.

Concernant l'analyse microbiologique des eaux de baignade, grâce à ses compétences pointues en biologie moléculaire, le laboratoire Frank DUNCOMBE a également mis au point une technique rapide très performante faisant appel à la biologie moléculaire, permettant d'obtenir des résultats en seulement 3 h 00 contre 48 h 00 pour la méthode officielle. Le LDFD contrôle également les émissaires en mer (eaux de ruissellements).

Le Laboratoire participe trois fois par an à des campagnes en mer de l'IFREMER en vue de prélèvements d'eau sur le littoral et plus au large. Pour cette campagne, le LDFD a développé des tests PCR⁸¹ afin de détecter les quatre vibrios, bactéries les plus pathogènes pour l'homme (*Vibrio cholerae*, *Vibrio alginilyticus*, *Vibrio parahaemolyticus* et *Vibrio vulnificus*).

Sur le plan de la qualité alimentaire, le Laboratoire Frank DUNCOMBE participe aux Plans de Surveillance et de Contrôle du Ministère en charge de l'Agriculture et réalise des contrôles sur les poissons pour mesurer la teneur en métaux lourds (cadmium, plomb, mercure...) et détecter la présence des PolyChloroBiphényles (PCB), des pesticides organo-chlorés ainsi que des pesticides organo-phosphorés. Des analyses chimiques et bactériologiques sont également effectuées sur les coquillages (coques et moules). En prestations de service, des analyses virologiques (norovirus de type I et II, virus de l'hépatite A, entérovirus et rotavirus) et parasitologiques (*Giardia* ou *Cryptosporidium*) sont aussi effectuées sur les coquillages (coques, moules et huîtres).

Le Laboratoire a également été amené à travailler sur un observatoire du développement algal au niveau de Courseulles et de Grancamp-Maisy en mettant en œuvre une technique d'identification et de mesure des algues échouées. 2010 est la troisième année d'observation. Une thèse est envisagée sur le sujet. Un essai de valorisation d'algues avec Véolia a été conduit il y a quelques années en vue de réaliser du compost.

Citons également une réflexion commune avec le laboratoire de Morphodynamique Continentale et Côtière (M2C) de l'Université de Caen qui a porté sur la valorisation des sédiments portuaires en vue de leur utilisation en sous-couche routière. Des expertises de chimie ont été conduites au sein du LDFD accrédité pour l'analyse de sédiments, en collaboration avec le service études et travaux routiers du Conseil Général du Calvados. Ce travail a fait l'objet d'une thèse soutenue en avril 2010 ayant pour intitulé "Valorisation des sédiments marins contaminés par solidification/stabilisation à base de liants hydrauliques et de fumée de silice".

Le LDFD accueille des stagiaires d'IUT, BTS, licence, masters 1 et 2, ainsi que des doctorants. Des étudiants en Master sont particulièrement mobilisés sur la problématique des mortalités des huîtres.

⁸¹ Polymerase Chain Reaction : réaction en chaîne par polymérase, méthode de biologie moléculaire d'amplification d'ADN in vitro.

III.6. LE RÔLE D'IMPULSION ET D'EXPERTISE DE STRUCTURES PUBLIQUES AUTOUR DE LA RECHERCHE MARINE ET LITTORALE

Certaines structures publiques ayant pour objectifs l'aménagement, la protection et la valorisation de l'environnement marin, estuarien ou littoral apparaissent comme autant de lieux où s'expriment des démarches scientifiques essentielles pour la compréhension et la connaissance des milieux concernés. Par la mobilisation des scientifiques qu'elles suscitent dans le cadre d'études d'impact ou de programmes sur des territoires ou des sujets bien définis, ces structures jouent un rôle majeur dans le développement des connaissances sur la mer et le littoral. C'est à ce titre qu'elles ont toute leur place dans ce présent document.

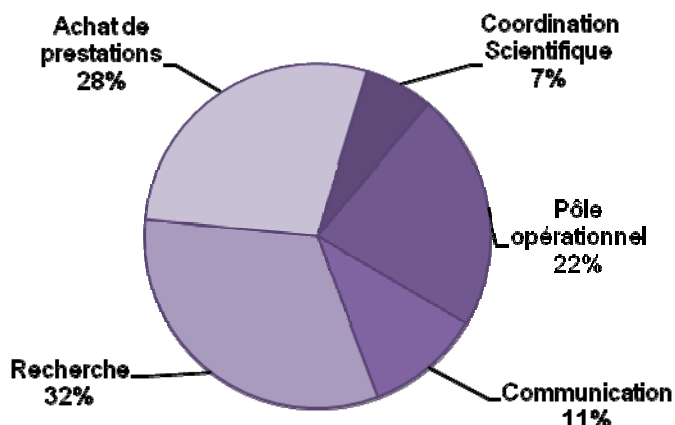
III.6.1. Le GIP Seine-Aval

Mis en place en octobre 2003 et opérationnel depuis avril 2004, le **Groupeement d'Intérêt Public (GIP) Seine-Aval** prend son origine dans le programme d'études du même nom initié dès 1995 (voir ci-après). C'est une structure d'interface chercheurs-gestionnaires. Le GIP a été renouvelé pour 6 ans le 1^{er} janvier 2007 et comprend désormais 11 membres financeurs (les deux Régions de Haute et de Basse-Normandie, les Départements de Seine-Maritime, de l'Eure et du Calvados, les deux Grands Ports Maritimes de Rouen et du Havre, l'Etat, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, l'Union des Industries Chimiques de Normandie et l'Association Syndicale de l'Industrie et du Commerce pour l'Environnement)⁸². Dans la phase précédente de Seine-Aval, le GIP bénéficiait de crédits européens, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui. Par ailleurs, les institutions scientifiques ne sont pas membres du GIP. Le périmètre d'intervention du GIP concerne historiquement le lit mineur de l'estuaire de la Seine et la proche baie de Seine, du barrage de Poses (dans l'Eure) jusqu'à l'estuaire de l'Orne à l'Ouest et Antifer au nord de la baie de Seine. Ce champ d'investigation peut toutefois être étendu en fonction des besoins d'investigations au bassin versant en amont de Poses, aux bassins versants des affluents de la Seine et à la baie de Seine. La mission du GIP consiste à établir des faits scientifiquement prouvés pour faciliter les débats autour des projets en cours ou émergeant sur son périmètre d'intervention. La démarche s'appuie sur la capitalisation des connaissances (travaux du programme de recherche, réseaux de suivi, études techniques, articles...), la synthèse (fiches thématiques, atlas cartographiques, indicateurs...) et la diffusion (site web, tableau de bord, séminaires) de ces connaissances. Le programme de recherche et d'acquisition des connaissances s'appuie sur une démarche originale visant à définir des axes scientifiques communs entre les chercheurs et les acteurs de l'estuaire.

Ainsi, le GIP coordonne et finance, au travers du programme de recherche Seine-Aval, les travaux de recherche de plus de 40 équipes françaises et étrangères dans des domaines très variés comme le fonctionnement physique de l'estuaire, la qualité de l'eau et des sédiments, l'état de santé de la flore et de la faune, les relations hommes-estuaire, etc. Cette mission est assurée par le pôle scientifique du GIP. Par ailleurs, il centralise, valorise et transfère l'information vers la communauté scientifique, les

⁸² Dans sa première phase, la structure était financée par 9 membres (la Région Basse-Normandie et le Port Autonome de Rouen n'en faisaient pas partie).

décideurs, les aménageurs et un public plutôt averti. La valorisation des connaissances est clairement l'objectif du pôle opérationnel.



Répartition théorique des dépenses du GIP Seine-Aval

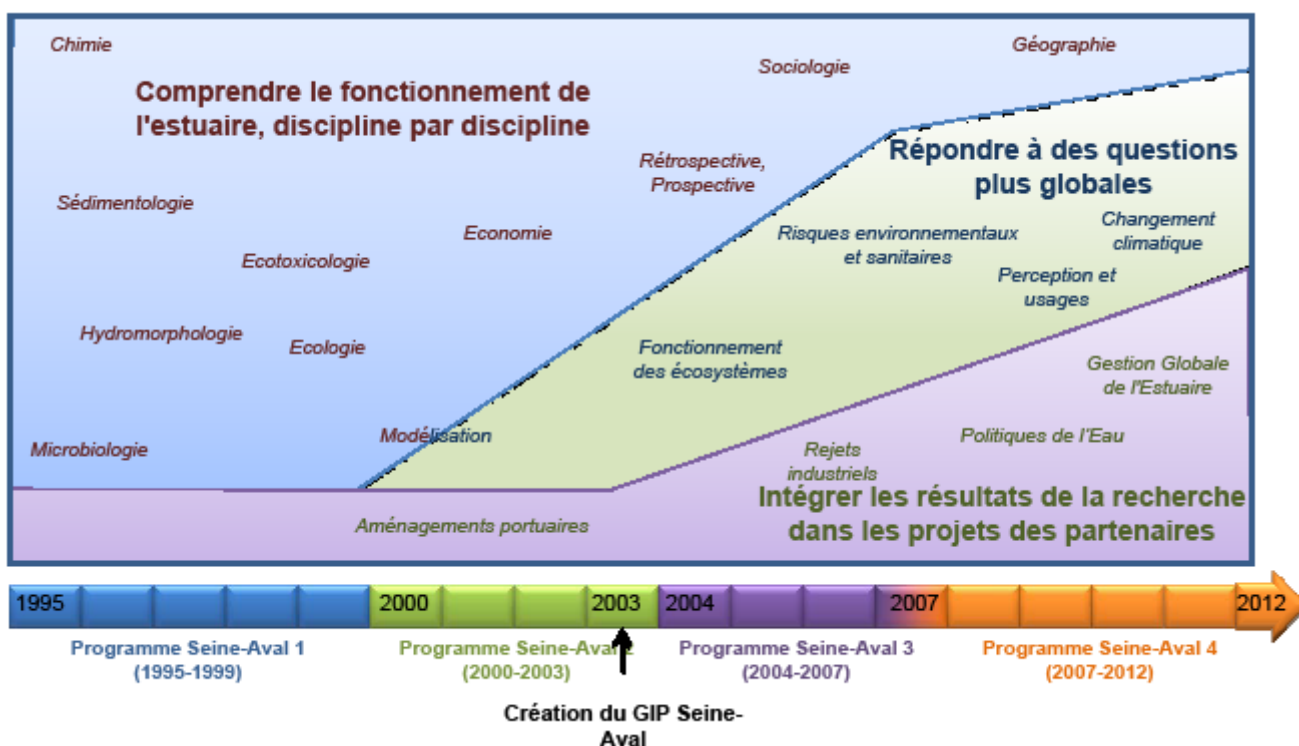
Source : GIP Seine-Aval - Programme d'activité et plan de financement 2007-2012

Les moyens humains sont de 7 permanents dont une coordinatrice scientifique (pôle scientifique) et 4 chargés d'études (pôle opérationnel). La structure GIP bénéficie d'un budget statutaire annuel de 1,4 million d'euros auxquels peuvent s'ajouter des financements complémentaires pour des besoins d'études supplémentaires. La Région Basse-Normandie intervient à hauteur de 9 % du budget et le Conseil Général du Calvados 5 %. Le financement du programme de recherche et l'achat de prestations (commande à une université hors programme de recherche ou à un bureau d'études par exemple) représentent près de 60 % des dépenses.

Le Conseil d'Administration est la structure de décision stratégique du GIP mais a beaucoup délégué au plan opérationnel à son Comité Technique (choix des projets de recherche notamment...). Découlant du programme de recherche Seine-Aval, le GIP a conservé une filiation très forte avec les milieux scientifiques. Un Conseil Scientifique apporte ainsi son avis sur les évolutions à engager pour permettre au groupement d'adapter son action aux objectifs définis dans le cadre de la convention constitutive et sur les méthodes et les résultats des évaluations mises en œuvre par le Groupement. Il donne les orientations, contribue à la rédaction du programme de recherche et évalue les projets scientifiques proposés et les résultats des projets retenus.

III.6.1.1. Zoom sur le programme Seine-Aval

Seine-Aval est un programme d'études et de recherches interdisciplinaires à caractère appliqué sur l'estuaire de la Seine qui a débuté en 1995. Il réunit en moyenne pour chacune de ses phases plus d'une centaine de chercheurs appartenant à plus d'une quarantaine de laboratoires répartis sur l'ensemble du territoire national voire à l'étranger, dans des disciplines aussi diverses que la physique, la géologie, la chimie, l'écologie, l'écotoxicologie et plus récemment les sciences humaines et sociales...



Historique des programmes "Seine-Aval" et répartition des thématiques de recherche

Source : GIP Seine-Aval

Les objectifs principaux fixés au programme Seine-Aval sont de fournir les connaissances nécessaires à la compréhension du fonctionnement de l'écosystème estuarien et de développer des outils d'aide à la décision pour les acteurs régionaux et nationaux :

- dans l'optique d'une restauration de la qualité des eaux de la Seine et de la préservation des milieux naturels de la vallée,
- dans le souci de concilier les différents usages identifiés.

Depuis 1995, quatre phases du programme se sont succédées, en réponse à des évolutions importantes dans les questions posées (voir schéma ci-dessus). Au cours des phases 1 et 2, le portage du programme de recherche était assuré par la Région Haute-Normandie. Le GIP porte le programme depuis la phase 3.

III.6.1.1.1. Seine-Aval 1

Le programme Seine-Aval 1 (1995-1999) avait pour ambition de comprendre le fonctionnement de l'estuaire, discipline par discipline (sédimentologie, hydromorphologie, chimie, microbiologie, économie...). La première phase du programme scientifique comprenait quatre objectifs principaux :

- améliorer la connaissance scientifique du milieu naturel (qualité des eaux de l'estuaire, transport des sédiments, peuplements piscicoles et benthiques) et ainsi, fournir les connaissances nécessaires à la compréhension du fonctionnement de l'estuaire de Seine,

- grâce à une vision globale, constituer les outils de gestion d'aide à la décision à l'attention des pouvoirs publics, pour établir des priorités afin d'optimiser les investissements en matière de restauration de la qualité de l'eau,
- établir des bases scientifiques permettant d'estimer l'impact de projets d'aménagements hydrauliques,
- fournir des éléments permettant de concilier les différents usages, en particulier la pêche, l'industrie, le tourisme et les activités de loisirs.

Les thématiques de recherche furent les suivantes :

● **Hydrodynamique et transport sédimentaire**

Dans l'estuaire amont, le transfert du flux particulaire mesuré à Poses est soumis à des déplacements horizontaux alternatifs, à des processus de décantation et de remise en suspension et à des piégeages plus ou moins temporaires sur les fonds du secteur compris entre Elbeuf et Grand-Couronne. Du matériel d'origine marine peut remonter jusqu'à l'aval de Rouen. Les fluctuations de concentrations du bouchon vaseux sont en relation avec les cycles de marée et l'évolution saisonnière de la couverture sédimentaire. L'action des vagues sur les vasières de l'embouchure participe à ces fluctuations. La confrontation des données de terrain et de la modélisation conduit à une démarche scientifique interactive qui permet de progresser dans la validation de la modélisation hydrosédimentaire.

● **Microbiologie et contrôle de l'oxygénation**

Les modèles développés confirment que réduire les rejets de phosphore contribue à limiter l'eutrophisation sur les parties amont du bassin versant de la Seine. En revanche, seul le traitement des matières azotées des effluents de la station d'épuration d'Achères permettra une forte réduction du déficit d'oxygène dans l'estuaire en amont de Caudebec. La mise au point de nouvelles techniques utilisant la biologie moléculaire montre la présence d'organismes pathogènes indécélables jusqu'à maintenant par les techniques classiques.

● **Dynamique des contaminants**

Bien que soit intervenue en 1992 l'interdiction de rejeter en mer les phosphogypses, les teneurs actuelles en cadmium dans les moules de l'estuaire restent très importantes (3 mg.kg-1 de poids sec) et supérieures à celles de l'estuaire de la Loire. Cette contamination trouverait son origine dans les apports en provenance de la Seine. Les teneurs en polychlorobiphényles (PCB) et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans la baie de Seine affichent des valeurs records. Pour ces deux grands groupes de contaminants d'origine anthropique, les valeurs enregistrées à Tancarville sont trois à quatre fois plus élevées que celles de la baie, traduisant l'origine amont de la contamination.

● **Edifices biologiques**

La diversité spécifique des populations de poissons dans l'estuaire amont est proche de celle rencontrée sur la Loire ou la Gironde. En revanche, les densités de peuplement sont faibles. L'étude des ressources vivantes de l'estuaire aval montre deux systèmes individualisés :

- une chaîne trophique pélagique dans le chenal entre Honfleur et Tancarville,

- une chaîne trophique benthique dans la partie occidentale de la fosse sud et la vasière nord.

La mise en commun des résultats acquis devrait permettre une modélisation réaliste des flux de contaminants au travers de ces chaînes trophiques prenant en compte des espèces cibles (bar, flet...).

Les principaux résultats et faits marquants des études scientifiques de Seine-Aval 1 :

- *Les changements morphosédimentaires de l'estuaire sont étroitement liés aux dragages et à la construction des digues.*
 - *La succession des crises d'anoxie durant plus de trente ans est une des principales causes de la lente dégradation du milieu.*
 - *La zone de transition entre les eaux fluviales et marines est le siège d'une dynamique physico-chimique importante (liens importants entre contamination, bouchon vaseux et vasières latérales).*
 - *Le bouchon vaseux joue un rôle prépondérant dans la dégradation de la matière organique et dans la rétention des nutriments.*
 - *En plus de la recherche de nombreux contaminants, leur transfert dans la chaîne trophique du bar et du flet a été décrit : absence de bioaccumulation des métaux et en revanche accumulation des PCB le long de la chaîne trophique.*
 - *Le réseau trophique est en très bon état dans ses premiers niveaux mais est très dégradé pour les peuplements piscicoles.*
 - *Mise en évidence du maintien de certaines fonctionnalités estuariennes : nourricerie pour les poissons ; zone de séjour et nourrissage pour de nombreuses espèces d'oiseaux ; régulateur continent-océan dans l'épuration et stockage de nombreux contaminants chimiques et bactériens.*
-

III.6.1.1.2. Seine Aval 2

Le programme Seine-Aval 2 (2000-2003) avait pour objectif de répondre à des questions plus globales, à finalité plus appliquée sur les thématiques suivantes :

- **Analyse des risques chimiques et microbiens**

Un "screening" des substances chimiques susceptibles d'affecter le vivant a été entrepris. Une approche concertée et par substance a permis de révéler les niveaux de contamination du milieu et de détecter d'éventuels effets biologiques sur les espèces estuariennes et de la partie orientale de la baie de Seine. Le suivi de l'influence du transit des germes pathogènes dans le gradient de salinité et le bouchon vaseux a été réalisé afin d'évaluer le danger de ces germes pour la santé humaine. La modélisation comme outil d'aide à la décision a également été développée dans ce thème.

- **Zones connexes**

Il s'agissait de mieux comprendre le fonctionnement des zones latérales et leur devenir, l'essentiel des travaux portant sur le "tuyau" de Rouen à la mer et sur la partie maritime de l'estuaire. L'évolution bathymétrique et morphologique de la partie aval devenait un enjeu majeur et un travail de modélisation géomorphologique a été développé. Le rôle des vasières comme épurateur (microbes, éléments des cycles

naturels notamment des cycles de l'azote et du phosphore) a été mieux appréhendé tout comme leur implication en tant qu'habitat pour la flore et faune estuarienne et zones d'échanges biogéochimiques.

- **Halieutique : habitats, peuplements et populations**

Les connaissances sur l'état des habitats de la partie fluviale et des peuplements piscicoles étaient très déficientes dans cette partie de l'estuaire ; il fallait combler ce déficit pour préciser la présence (ou l'absence) d'espèces en fonction des paramètres du milieu. Outre une approche historique cherchant à identifier les dates de rupture du continuum Mer-Estuaire-Fleuve-Zones de frayères lors de la construction de barrages infranchissables par les grands migrateurs, une comparaison avec d'autres estuaires était indispensable pour analyser les causes de ces différences.

- **Eutrophisation, dégradation de la matière organique, rétention des nutriments**

Outre des études complémentaires à réaliser notamment au niveau du bouchon vaseux, la modélisation des contaminants chimiques, des processus biogéochimiques a été entreprise. Il fallait également contribuer à la "restauration progressive des fonctionnalités estuariennes et marines" et faire émerger une vision partagée à long terme des souhaits exprimés par les différents acteurs quant à l'état environnemental du système, à l'horizon 2025. Par ailleurs, Seine-Aval a pris en considération des problématiques du domaine des Sciences Humaines et Sociales avec une première approche en économie.

Les principaux résultats et faits marquants des études scientifiques de Seine-Aval 2 :

- Développement d'un modèle morphodynamique (transports des sables sur plusieurs années).
 - Hiérarchisation des mécanismes de contrôles des engraisements/érosions des différentes vasières (amont, intertidales, subtidales).
 - Détermination des mécanismes permettant la biodisponibilité des contaminants dans les zones de dépôts sédimentaires.
 - Cycle de la matière organique et des nutriments au niveau du bouchon vaseux ; modélisation dans l'estuaire.
 - L'amont du bassin reste la source principale d'apport à l'estuaire pour les contaminants chimiques.
 - Argent, carbamazépine, gemfibrozil, alkylphénol sont présents à de fortes concentrations en milieu estuarien et se retrouvent en milieu marin.
 - Contamination des bulots de grande taille par le Cadmium ayant entraîné l'interdiction de leur commercialisation.
 - La contamination en coliformes fécaux est due à l'amont en crue et est intraestuarienne en étiage.
 - La diversité des effets biologiques générés chez les organismes estuariens en réponse à l'assimilation de contaminants chimiques rend difficile la définition de biomarqueurs.
 - Premiers résultats concernant les relations espèces/habitats/nourriceries.
-

III.6.1.1.3. Seine-Aval 3

Les principales thématiques de **Seine-Aval 3** (2004-2007) ont porté sur les thèmes suivants :

- **Morphodynamique, cycle des vases et contaminants associés**

Ce thème est axé sur des travaux de recherche spécifiques tels que le comblement de l'estuaire, les dragages, l'envasement des plages visant, au travers de vues synthétiques et opérationnelles, à mieux cerner le fonctionnement morphodynamique du système estuarien, dans l'objectif d'aider à la prévision du devenir des contaminants, des habitats et des fonctionnalités de l'estuaire qui leur sont liées.

- **Halieutique, habitats et restauration des fonctionnalités biologiques**

Ce thème porte sur des études telles que les conséquences des épisodes d'anoxie sur les populations de poissons, l'élaboration de nouveaux projets de restauration (génie écologique), l'inventaire des principaux habitats nécessaires au déroulement des cycles biologiques de l'éperlan et du brochet. Elles visent à mieux comprendre les fonctionnalités biologiques de l'estuaire afin de présenter, à terme, au Conseil de l'Estuaire, des idées de restaurations réalistes et efficaces, permettant de préserver et, dans la mesure du possible, de retrouver des fonctionnalités perdues.

- **Tableau de bord et indicateurs opérationnels**

Ce troisième thème vise à la définition d'indicateurs et à la mise en place d'outils de suivi du milieu estuarien, pertinents et opérationnels, représentatifs de l'évolution de l'estuaire dans ses spécificités et sa globalité.

- **Prospective environnementale, économie et sociologie**

Le quatrième thème est destiné à alimenter, avec des données factuelles, les débats susceptibles de s'instaurer autour de l'avenir du système estuarien et ce, notamment, dans le cadre de la nouvelle Directive cadre sur l'Eau. Les travaux menés portent sur la qualité des eaux. Une démarche de projection a été conduite dans le cadre d'un autre programme national de recherche dénommé PIREN-Seine.

Le PIREN Seine

Au milieu des années 80, le CNRS lance les premiers Programmes Interdisciplinaires de Recherche sur l'ENVironnement (PIREN). Plusieurs PIREN-Grands Fleuves voient le jour. Initié dès 1989, le PIREN-Seine est un groupement de recherche dont l'objectif est de développer, à partir de mesures de terrain et de modélisations, une vision d'ensemble du fonctionnement du système formé par le réseau hydrographique de la Seine, son bassin versant et la société humaine qui l'investit.

Le bassin de la Seine, 12 % du territoire national, supporte le quart de la population de la France, un tiers de sa production agricole et industrielle, et plus de la moitié de son trafic fluvial. Le fonctionnement écologique de l'ensemble du système fluvial et sa modélisation, depuis les bactéries jusqu'aux poissons, sont basés sur l'étude fine des processus physiques, chimiques et biologiques des milieux. Les modèles développés par le PIREN-Seine simulent les variations écologiques et biochimiques de l'hydrosystème, depuis les ruisseaux jusqu'à l'entrée de l'estuaire.

Le PIREN-Seine est labellisé Zone Atelier par le CNRS. Il rassemble des équipes du CNRS, de l'ENSMP, de l'INRA, du CEMAGREF, du CEREVE et de diverses Universités et Grandes Ecoles. Les travaux qui associent des équipes de recherche de toute la France sont menés avec le concours de la plupart des acteurs publics ou privés de la gestion de l'eau dans le bassin Seine-Normandie.

Source : Site Internet de PIREN-Seine

Parmi les grands enjeux de l'estuaire, l'évolution de la sédimentation et les impacts des aménagements et activités portuaires apparaissent déterminants. Le GIP développe à cet égard un modèle morphodynamique numérique de transport sable et vases permettant de se projeter à au moins 5 ans (résultat d'une thèse menée avec le laboratoire universitaire normand M2C).

Jusqu'à Seine-Aval 3 (2006), les thèses étaient co-financées par les Régions, la difficulté étant alors de trouver un co-financeur. Ce schéma n'a plus cours aujourd'hui, le GIP Seine-Aval peut financer à 100 % les thèses lorsqu'elles s'inscrivent totalement dans le périmètre. Cela permet une meilleure visibilité pour les laboratoires. L'essentiel de la recherche conduite l'est dans les laboratoires par des doctorants.

Un sujet majeur d'étude qui intéresse tout particulièrement les côtes du Calvados porte sur la dynamique des particules fines dans l'estuaire et les littoraux (travaux réalisés par le laboratoire M2C) à travers l'analyse des apports d'origines diverses (estuarienne, fluviale Seine, Orne, Dives ou Touques, fossile ou marine).

Des études physiques ont contribué notamment à mieux connaître les sources des vases de plages et à en déterminer la dynamique sédimentaire à long terme. Parallèlement, une étude sociologique sur la perception de la présence de la vase par le public a révélé que ce dernier était en vérité davantage inquiet par d'autres nuisances alors que l'envasement est une réalité scientifique⁸³.

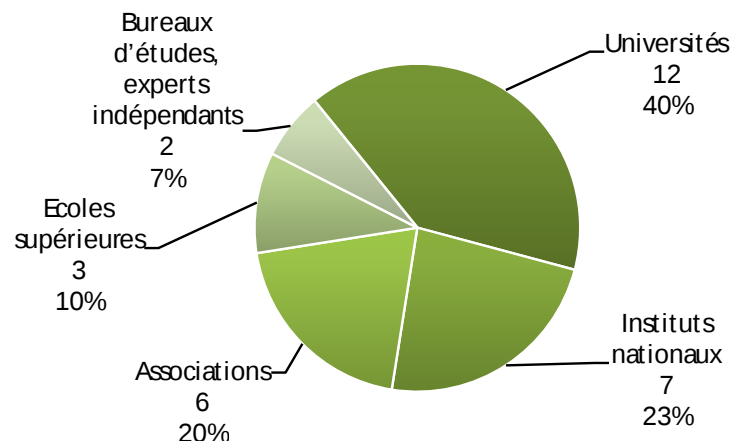
III.6.1.1.4. Seine-Aval 4

Seine-Aval 4 (2007-2012) repose sur trois questions fondamentales qui représentent les attentes des différents partenaires :

- Quel estuaire voulons-nous ? Aspects reconquête et restauration très présents dans les documents de planification comme les CPER, Directive Cadre sur l'eau, SDAGE... ?
- A quels risques sanitaires et environnementaux sont exposées les populations de l'estuaire ?
- Comment se comporte l'estuaire et comment évolue-t-il ? Système d'observations ?

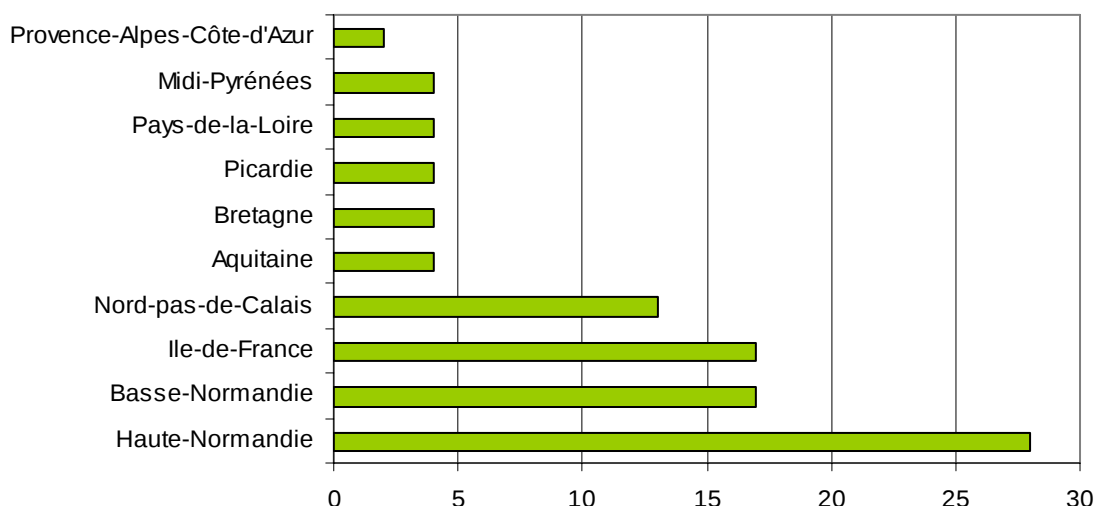
Fin mars 2010, on recensait 32 projets de recherche impliquant 46 équipes de recherche issues de 30 structures administratives différentes, dont 8 implantées en Basse-Normandie ou communes Basse et Haute-Normandie.

⁸³ Sur le site <http://seine-aval.crihan.fr> figure une liste des travaux publiés par les chercheurs ayant travaillé dans le cadre de Seine-Aval (rapports de recherche publiés par le GIP et publications dans des revues internationales).



Structures administratives d'origine des équipes de recherche impliquées dans le programme Seine-Aval 4

Source : GIP Seine Aval



Répartition géographique des équipes de recherche Seine-Aval 4 (en %)

Source : GIP Seine Aval

Voici quelques thématiques d'études du programme Seine-Aval 4 intégrant des équipes de recherche bas-normandes :

■ **Colmatage** - Couplages bio-morpho-sédimentaires et dynamique à long terme des habitats et peuplements benthiques et ichtyologiques en Seine-Aval, thématique qui implique côté bas-normand la station IFREMER de Port-en-Bessin, le CNAM INTECHMER de Cherbourg, l'UMR CNRS Universités de Caen et de Rouen "Morphodynamique Continentale et Côtière" (M2C).

■ **RISKENSEINE** - Risque environnemental et risque sanitaire d'origine chimique en estuaire de Seine.

■ **FLASH** - Devenir des antibiotiques, Flux de gènes et de bactéries antibio-résistantes en estuaire de Seine, épidémiologie, exposition à l'Homme qui mobilise notamment l'UMR CNRS Universités de Caen et de Rouen "Morphodynamique Continentale et Côtière" (M2C), l'UMR CNRS - Universités de Caen, Rouen, Le Havre "Identité et Différenciation des Espaces, de l'Environnement et des Sociétés" (IDEES)

6266. Pour ce programme, une station de suivi est implantée sur le littoral bas-normand.

■ CLIMAT - Les effets du changement climatique dans le contexte des changements globaux. Expertise collective sur l'estuaire de Seine, thématique à laquelle participent l'UMR CNRS Universités de Caen et de Rouen "Morphodynamique Continentale et Côtière" (M2C), le Groupe Ornithologique Normand (aspect avifaune).

■ MODEL - Modélisation mathématique de l'estuaire de la Seine : validation du modèle hydrosédimentaire et intégration dans le code pluridisciplinaire qui associe plusieurs laboratoires de l'IFREMER (Brest et Port en Bessin).

■ RHAPSODIS - Reconstitution de l'Histoire des Apports Particulaires à la Seine par l'Observation. Les travaux bénéficient de l'implication de l'UMR CNRS Universités de Caen et de Rouen "Morphodynamique Continentale et Côtière" (M2C) et du Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg Octeville - IRSN.

L'annexe n° 2 sera consacrée à la liste des projets retenus dans le cadre de Seine-Aval 4 et des structures administratives et des équipes de recherche mobilisées dans ce cadre.

III.6.1.2. La valorisation des recherches

La valorisation de la recherche des programmes Seine-Aval constitue un axe stratégique pour le GIP, l'enjeu consistant à réutiliser la masse de connaissances acquises sur le milieu estuarien. Le GIP Seine-Aval publie très largement les résultats des travaux conduits dans les ouvrages réalisés suite à des colloques, rencontres et séminaires, recueils, cahiers thématiques, fascicules, fiches techniques, journaux d'information du GIP..., documents pour la plupart accessibles sur le site Internet www.seine-aval.fr.

Les différentes phases de valorisation portent sur les étapes développées ci-après :

- La capitalisation de connaissances passe par :
 - la constitution de bases de données environnementales en fonction des besoins (campagne de terrain, suivi - Programme Seine-Aval et autres partenaires pour la mise en place d'indicateurs, études et synthèses pour usage interne du GIP),
 - l'appui aux équipes scientifiques pour constituer leurs bases de données thématiques,
 - la mutualisation des données : littoral (Mission Mer et Littoral à la DREAL Basse-Normandie et IFREMER), échelle régionale (Observatoire de la biodiversité),
 - la gestion documentaire.
- L'acquisition de données en propre (à grande échelle) porte sur :
 - la cartographie des faciès sédimentaires subtidiaux de la Seine entre Rouen et Poses (2008),
 - l'acquisition de données LIDAR sur l'ensemble de l'estuaire (étude en cours),
 - la cartographie des zones riveraines (géomorphologie, végétation, accessibilité) avec un appel d'offres en cours.

Viennent ensuite les études de synthèse commandées par les financeurs sur des sujets tels que "la contamination chimique - quel risque en estuaire de la Seine ?", "les PCB dans le bassin de la Seine et son estuaire"⁸⁴ ou encore "la surveillance du devenir des rejets industriels dans l'estuaire".

Les synthèses thématiques concernent quant à elles l'évolution hydro-géomorphologique de l'estuaire, le fonctionnement hydrologique et les inondations, les effets environnementaux liés à la présence de contaminants chimiques dans le milieu (étude en cours de lancement). Le GIP s'appuie ici sur la communauté scientifique. Dans chacun des projets, un ou deux chercheurs interviennent et aident la cellule technique du GIP à finaliser ces documents de synthèse.

Un séminaire scientifique est organisé annuellement entre les différents partenaires et financeurs de Seine-Aval (présentation et échanges autour des travaux), puis des séminaires thématiques ponctuels.

A noter également les collaborations scientifiques dans le cadre de programmes nationaux comme le projet LITEAU BEST sur les estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde ou encore la mise en œuvre du SIG habitat fonctionnel, outil de suivi et de connaissance des milieux en lien avec le GIP Loire et le CEMAGREF de Bordeaux. Pour ces deux actions, les équipes de recherche sont mobilisées dans le cadre des commandes. Seine-Aval participe en outre pour expertise à de nombreux groupes, conseils et schémas localement.

Le GIP Seine-Aval s'est en revanche retiré d'un programme européen TIDE sur les grands estuaires car ce projet se révélait être trop lourd à gérer (INTERREG piloté par le Port de Hambourg) mais il existe encore des contacts avec les porteurs de ce programme⁸⁵. Il y a des partenariats hors cadre avec l'Escaut, par exemple, sur la base de la communauté de recherche (avec échange de chercheurs étrangers).

III.6.1.3. Les perspectives

Une réflexion doit s'engager sur l'avenir du programme dans la perspective d'une phase 5 en passant par une étape d'évaluation. Dès la fin 2010, le GIP s'inscrira dans une phase de discussion autour de l'avenir de la structure et de la recherche. La question des besoins propres des équipes de recherche constitue un autre défi majeur pour l'avenir. Certaines estiment en effet le fonctionnement compliqué du fait du déploiement de moyens sur le terrain de manière ponctuelle alors que des solutions plus pérennes pourraient exister localement. De même, bien que le GIP ne soit pas considéré aujourd'hui comme un observatoire⁸⁶, certaines études ont mis en évidence l'intérêt de développer des indicateurs. Une stratégie vis-à-vis d'une logique d'observation va se poser. Un séminaire "stratégie d'observation à long terme" sur les communautés biologiques a été organisé en octobre 2009 pour amorcer la réflexion sur ces questions. Les travaux sur les aspects physiques (température de l'eau, turbidité, salinité...) peuvent en revanche aboutir rapidement à un système d'observation en coopération avec les grands ports maritimes.

⁸⁴ Complémentarité avec les travaux d'IFREMER dans la baie de Seine.

⁸⁵ Ainsi un séminaire commun GIP Seine Aval/TIDE qui sera organisé à Rouen ou au Havre en 2011 est en cours de montage.

⁸⁶ La démarche portant davantage sur des études thématiques de recherche au cas par cas en fonction des besoins et des programmes annuels.

Parmi les pistes de recherche importantes pour l'avenir, citons les études autour des changements climatiques, la poursuite des études sur la restauration des milieux et l'appropriation sociologique (place du citoyen dans le système estuaire-baie)... D'autres préoccupations d'ordre géographique se posent et notamment sur l'intérêt de la baie de Seine pour les bas-normands. Côté Basse-Normandie, l'estuaire est en effet principalement encore trop perçu comme une limite nord de la région. La perception du Grand Estuaire est, pour l'heure, essentiellement économique mais insuffisamment tournée sur les questions environnementales.

Le GIP s'engage de plus en plus vers l'opérationnel et des études appliquées. Il conviendra à l'avenir de bâtir une réelle complémentarité entre le financement de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée sur laquelle pourrait se recentrer Seine-Aval. L'une des difficultés est que les chercheurs ne sont pas forcément évalués sur les travaux qui s'inscrivent dans Seine-Aval, ce qui pose la question de l'attractivité, aux yeux des chercheurs, de ces études. Ce manque d'attractivité est en revanche compensé par des règles plus souples de financement de personnels (CDD et doctorants). Ces points mériteraient d'être pris en compte. Cela permettrait de repositionner le rôle de la communauté de recherche normande dans son environnement.

La question de la gouvernance générale va également se poser à travers la finalisation d'un Plan de Gestion Globale de l'Estuaire de la Seine. Dans le cadre du programme 2007-2012, le GIP était censé venir en soutien de cette démarche. En termes de fédération des énergies, ce plan serait un outil intéressant dès lors que les partenaires se seront mis d'accord sur un certain nombre d'objectifs partagés. Vis-à-vis des chercheurs, un tel objectif permettrait sans doute à la communauté scientifique de se sentir plus impliquée dans un cadre reconnu et plus visible. L'affichage d'une stratégie est fondamental.

Bien que non impliqué dans la réflexion autour des énergies marines renouvelables, le programme Seine-Aval va conduire une étude sur la gestion du bilan sédimentaire de l'estuaire et de la baie visant à réfléchir sur le déplacement des grandes masses d'eau et de sédiment dans la baie et l'estuaire. Tout aménagement, quel qu'il soit, interfère sur le déplacement des grandes masses sédimentaires. A cet égard, l'expérimentation de clapage des sédiments de dragage d'entretien du Port de Rouen qui va être menée en baie de Seine orientale soulève des inquiétudes de la part des professionnels de la pêche et du tourisme. L'avis des scientifiques apparaît en la matière particulièrement opportun.

Enfin, le GIP rencontre des difficultés à trouver certaines compétences au sein de la recherche normande et notamment dans les aspects touchant surtout à la biologie dans le milieu estuarien mais aussi à la chimie.

III.6.2. Le rôle majeur du Conservatoire du Littoral

Etablissement Public National, le Conservatoire du Littoral a pour mission de sauvegarder, en partenariat avec les collectivités territoriales, les espaces naturels côtiers ou lacustres d'intérêt biologique ou paysager. La Délégation "Normandie" relève pour sa part d'une démarche expérimentale puisqu'elle s'appuie sur un Syndicat Mixte du Littoral Normand, structure constituée des Régions Haute-Normandie et Basse-Normandie et du Conservatoire du Littoral. 90 kilomètres de côtes sont actuellement

sous la responsabilité du Conservatoire en Basse-Normandie avec un objectif d'atteindre un tiers du linéaire côtier en 2050.

Concernant les cultures marines, il convient de préciser que le Conservatoire du littoral délivre l'autorisation temporaire d'occupation du domaine maritime pour les zones qu'il gère ; le seul secteur concerné en Basse-Normandie est le territoire des îles Chausey.

III.6.2.1. La recherche et l'information scientifique

La recherche et l'information scientifique sont au cœur des préoccupations du Conservatoire et le statut original de la Délégation lui donne davantage de latitude pour être commanditaire, utilisateur ou producteur de démarches scientifiques. La démarche scientifique est tout d'abord sollicitée par le rôle d'opérateur du Conservatoire dans la mise en place de la Directive Natura 2000 pour le compte de l'Etat en Normandie pour les espaces qu'il gère. Celui-ci produit alors des données relatives à la faune et à la flore sur les espaces terrestres et maritimes concernés. Sur le plan maritime, il convient en effet de signaler que l'antenne normande est attributaire du domaine maritime de Chausey. Les compétences du Conservatoire s'étendent à un mile au-delà de la limite de basse mer. A ce titre, il faut relever la participation de laboratoires universitaires de recherche de Caen, Rennes et surtout le Centre de Recherche, d'Enseignement et de Culture Scientifique sur les Systèmes Côtiers (CRESCO) qui fédère la station marine de Dinard du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et la station IFREMER de Saint-Malo.

Le Conservatoire a par ailleurs collecté des données portant sur la conservation des habitats naturels au titre de la prévention des pollutions marines. Un réseau de veille et de vigilance est à ce propos en cours de réalisation.

La Délégation Normandie peut aussi faire appel au Conseil Scientifique du Conservatoire au niveau national qui réunit, depuis une dizaine d'années, des universitaires et des chercheurs de différentes disciplines concernées par la protection du littoral (économie, sociologie, géographie, écologie, histoire, philosophie, biologie). Celui-ci constitue un pôle de réflexion et mobilise des expertises scientifiques sur des sujets spécifiques⁸⁷ comme le sujet de la dépoldérisation en baie des Veys par exemple.

Quant au Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN), instance consultative à compétence scientifique, il peut être sollicité par l'intermédiaire du Préfet de région et du Président du Conseil Régional et consulté pour toutes questions relatives à la connaissance, la conservation et la gestion des patrimoines naturels régionaux.

Il convient d'attirer l'attention sur le différentiel existant entre les connaissances portant sur le milieu terrestre et celles concernant le milieu maritime, la marge de progression nécessaire pour ces dernières étant forte.

⁸⁷ Le décret du 29 août 2003 lui a donné une base officielle, a précisé son organisation et consolidé son action.

III.6.2.2. La concrétisation d'un Réseau d'Observation du Littoral Normand-Picard en 2010

Depuis un an et demi, le Conservatoire du Littoral s'est vu confier par les Régions de Basse-Normandie, Haute-Normandie et Picardie la mise en œuvre d'un outil technique performant de valorisation et de mobilisation de la connaissance existante sur le littoral : le Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard (ROLNP) qui devrait être opérationnel à la fin 2010. Il s'agit de s'inspirer de l'Observatoire de la Côte Aquitaine qui est une initiative reconnue. Une mission de préfiguration, menée d'avril à septembre 2009, a été confiée au Syndicat Mixte du Littoral Normand. Celle-ci s'est intéressée au contexte dans lequel pourrait s'insérer le réseau. Elle a notamment révélé un fort besoin de connaissance intégrée sur les problématiques littorales, exprimé par des décideurs en quête d'orientations, devenant un véritable enjeu de la gouvernance de cet espace. Le constat a été fait que de nombreux organismes, réseaux et initiatives œuvraient au suivi du littoral en Normandie et en Picardie sans réelle coordination, d'où la nécessité de fédérer les initiatives pour aboutir à une connaissance harmonisée, partagée et lisible par les décideurs. Un conseil scientifique et un comité technique ont été installés.

La mise en œuvre d'un réseau d'observation du littoral normand et picard doit passer dans un premier temps par l'identification des acteurs dans le but de valoriser la connaissance scientifique et technique sur les problématiques littorales et mettre en réseau les démarches sectorielles d'observation du littoral existantes en régions.

La question de l'évolution du trait de côte couplée à celle de la biodiversité en intégrant le contexte de changement climatique est au cœur de la démarche. Le réseau assurera ses missions autour des trois thèmes suivants :

- la mobilité de la bande côtière, de la compréhension des phénomènes et l'identification des aléas à la gestion des risques côtiers associés (submersion marine, en particulier),
- l'analyse des enjeux environnementaux et socio-économiques sur le littoral,
- l'adaptation aux changements globaux affectant le littoral (et notamment le changement climatique avec ses conséquences sur le niveau marin et les niveaux extrêmes de la mer).

Les régions Picardie et Haute-Normandie ont été à l'initiative de cette démarche, confrontées à l'avenir des cordons de galets. L'extension de la démarche à la Basse-Normandie se justifiait du fait des phénomènes d'érosion actifs dans la partie nord de la baie du Mont-Saint-Michel (Saint-Jean le Thomas), le littoral Ouest de la Manche autour de Blainville-sur-Mer et les problématiques de la fermeture des havres. Un certain nombre d'espaces sensibles ont en outre été fragilisés par la tempête de février 2010. Le programme CLAREC sera l'un des éléments fondamentaux intégré à cet Observatoire.

Tout producteur de données est associé à la démarche. Tel est le cas des associations naturalistes. La difficulté est de devoir parfois recalculer les informations par rapport à des protocoles nationaux et européens (cas de l'avifaune).

III.6.2.3. Les autres problématiques de recherche

La Délégation Normandie du Conservatoire du Littoral est maître d'ouvrage d'expertises confiées au CREC de Luc-sur-Mer, structure considérée comme un partenaire scientifique majeur. Elle a été partie prenante de coopérations dans le cadre de l'ancien programme INTERREG III BRANCH (Biodiversity Requires Adaptation in Northwest under a CHanging climate), de 2005 à 2007, qui a permis d'évaluer l'impact des changements climatiques sur la biodiversité littorale. Le Conservatoire du Littoral assurait la partie française de ce projet dont les sites expérimentaux se situaient sur les côtes normandes. Un nouveau programme INTERREG est en cours de préparation dans la suite de BRANCH avec l'Environment Agency britannique et le concours de nombreux partenaires scientifiques, institutionnels et financiers dont les Régions, l'Agence de l'eau... Il se nomme LICCO (Llving with a CHanging COast).

Le Conservatoire du Littoral est par ailleurs impliqué dans le programme national de recherche **LITEAU SURCOTE** piloté par M2C et le CREC portant sur l'évolution bio-morphosédimentaire des havres de Regnéville et Blainville-sur-Mer.

Il nous a été signalé la difficulté liée à la coexistence de deux référentiels géographiques, marin et terrestre, aujourd'hui incompatibles du fait de méthodes différentes entre l'Institut Géographique National et le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) bien que les deux organismes se soient rapprochés afin d'établir des propositions communes pour l'étude et la mise en œuvre du futur Référentiel Géographique du Littoral, réflexion qui a abouti à la définition du projet Litto3D[®] assurant le raccordement des deux référentiels. Tout un recalage des données sur le terrain est à réaliser et apparaît nécessaire pour une approche scientifique optimale des milieux.

Dans le passé, la Délégation Normandie du Conservatoire du Littoral a financé des thèses en lien avec du mécénat privé dans le cadre de Fondations, avec l'appui du Conseil Scientifique. Pour l'avenir, des co-financements de thèses sur le milieu marin sont envisagés.

III.6.3. L'impulsion forte de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie dans la recherche en lien avec le littoral et la mer

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN) est un Etablissement Public sous tutelle du Ministère de l'Ecologie et du Ministère du Budget dont la mission est de financer les actions de protection des ressources en eau et de lutte contre les pollutions. Il y a une quinzaine d'années, elle a été parmi les premières Agences de l'Eau à se donner les moyens d'étudier sa façade littorale et à proposer des actions spécifiques. Aujourd'hui, elle dispose d'une solide compétence dans la compréhension des problématiques liées au milieu marin et développe une approche intégrée du bassin versant jusqu'au littoral et à la mer. Il existe en effet une véritable continuité hydraulique entre les nappes souterraines, les eaux superficielles continentales et la mer. Dans sa volonté d'étayer et de mettre en œuvre une politique littorale, l'Agence a fait le choix de se doter d'une équipe spécifiquement chargée du littoral normand et de la mer.

III.6.3.1. Les missions de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie concernant les eaux littorales et marines

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie se préoccupe depuis de nombreuses années des questions liées à la qualité du milieu marin et littoral. Le Service Littoral et Mer (SLM), créé en 1992 et localisé à Honfleur, a en charge la définition, le pilotage et l'évaluation de la politique littorale de l'Agence. Depuis deux ans, l'organisation de l'AESN a renforcé l'action du SLM en désignant un correspondant littoral dans chacune des deux directions territoriales de la façade normande (Caen et Rouen). Ceci s'inscrit dans une logique de séparation des missions fonctionnelles, stratégiques et de développement (missions du SLM), des missions de mise en œuvre opérationnelle locale en routine (missions des directions territoriales). Notons enfin que la Direction territoriale de Rouen assure le lien avec le GIP Seine Aval.

Suite à la réforme des comités de bassin, le Comité de Bassin Seine-Normandie a mis en place une nouvelle commission permanente, la Commission du Littoral et de la Mer (COLIMER), dont 75 % des membres sont issus des 3 collèges du Comité de Bassin et 25 % sont des acteurs du littoral et de la mer non représentés au comité de bassin⁸⁸. La COLIMER exerce un rôle de soutien auprès du Comité de Bassin pour la définition et le pilotage de la politique littoral et mer.

Concernant les études et les réseaux de surveillance du littoral, trois modalités d'interventions possibles s'offrent à l'Agence :

- Tout d'abord, les **actions sous maîtrise d'ouvrage** de l'Agence sont financées à 100 % et font l'objet de marchés publics. Le programme est, dans ce cas, défini chaque milieu d'année pour l'année N+1 sous l'égide d'un Comité des Etudes et avec l'avis du Conseil Scientifique de l'Agence qui donne les grandes orientations stratégiques.

- Le **soutien technique et financier à des maîtres d'ouvrage extérieurs** est conduit via des conventions d'aides financières et conformément aux orientations et aux modalités d'interventions définies par le programme quinquennal de l'Agence (actuellement, IX^{ème} programme en cours). Outre les actions programmées à moyen et long termes, ce mode d'intervention permet également une grande réactivité sur des thématiques ponctuelles.

Il convient de relever les articulations et complémentarités avec la programmation de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), lequel a pour mission de prendre en charge les actions d'études et de recherches à caractère inter-bassins ou national.

Une articulation existe aussi avec le programme national de recherche appliquée sur le littoral LITEAU du Ministère de l'Ecologie dans lequel l'Agence intervient pour la programmation et les orientations (les Agences de l'Eau étant représentées au sein du comité d'orientation du programme par l'Agence Loire-Bretagne). En outre, l'AESN intervient dans l'évaluation de certains projets concernant la façade littorale voire directement dans la réflexion conduite. Notons aussi la possibilité de participation technique à l'instar du programme BEEST sur le bon état écologique des estuaires.

⁸⁸ Une évolution de la composition des Comités de Bassin est envisagée afin d'intégrer davantage d'acteurs du littoral et de la mer

■ Enfin, signalons les **actions en régie** menées avec les moyens techniques propres de l'Agence, le cas échéant avec l'appui de stagiaires.

Grâce à ces différents niveaux d'interventions, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie possède une vision stratégique des problématiques du littoral.

S'agissant des outils de cadrage, il existe des conventions avec des organismes à vocation scientifique. Citons par exemple, pour les aspects en lien avec notre sujet, les conventions de partenariat entre l'Agence et l'IFREMER⁸⁹ (pour les périodes 2005-2009 puis 2010-2015), le CEMAGREF, le BRGM ou encore le Conservatoire du Littoral.

Concernant les réseaux de surveillance littoraux, l'Agence a tout d'abord conduit une action de soutien aux réseaux "rejets" et "coquillages" très orientée sur les enjeux de la qualité microbiologique des eaux littorales au regard des usages sensibles (baignade, conchyliculture et pêche à pied) en partenariat avec les DDASS et les Conseils Généraux.

Puis, dans un objectif de compréhension du fonctionnement du milieu, les études et suivis se sont étendus à bien d'autres domaines : qualité chimique, suivi des éléments nutritifs et eutrophisation⁹⁰, connaissance des peuplements biologiques et du fonctionnement des écosystèmes ainsi que de leur interaction avec les activités humaines. Ces élargissements thématiques se sont renforcés avec la Directive Cadre sur l'Eau -DCE- (dont la portée en mer est de 1 mile pour l'état écologique et de 12 miles pour l'état chimique). Ils se sont traduits par diverses études, et par le déploiement de nouveaux réseaux à partir de 2001, pour répondre aux exigences de la DCE du fait des obligations de surveillance (programme de surveillance à mettre en œuvre depuis 2007). L'Agence a ainsi souhaité structurer cette démarche de réseau au niveau de la façade maritime en intégrant des aspects liés à la biologie et à l'écologie.

Est également en phase de développement un volet "hydromorphologie" en cours de finalisation dans la stratégie nationale.

Ces élargissements thématiques et spatiaux des actions de l'agence sont appelés à se poursuivre avec la contribution de l'agence aux travaux de mise en œuvre de la nouvelle Directive-Cadre Européenne "Stratégie pour le Milieu Marin" (2008/56/CE) qui élargit les impératifs de qualité pour les eaux sous juridiction française à une portée théorique de 200 miles.

⁸⁹ Le protocole de partenariat avec l'IFREMER est piloté par la station de Port-en-Bessin, mais il concerne l'Institut dans son ensemble, et couvre diverses spécialités impliquant différents autres centres, départements thématiques et stations de l'Institut et notamment les centres de Brest et Nantes, et la station de Dinard.

⁹⁰ Production végétale excessive (notamment de phytoplancton – dont certaines espèces toxiques, et d'algues vertes opportunistes) liée à l'accumulation dans les eaux d'éléments nutritifs d'origine humaine, notamment agricole, causant des effets néfastes sur l'état et le fonctionnement des écosystèmes et/ou générant des nuisances pour les activités humaines.

III.6.3.2. Les principaux réseaux de surveillance impliquant l'Agence de l'Eau Seine-Normandie

Au plan plus détaillé, il convient d'évoquer les principaux réseaux de surveillance impliquant l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Ces réseaux visent à :

- contribuer à la connaissance de l'état et du fonctionnement écologique des milieux littoraux et marins haut et bas-normands et de leurs interactions avec les activités humaines dans des perspectives de gestion et de protection ; cela nécessite une implication dans des actions scientifiques à visée opérationnelle ;
- répondre à des obligations réglementaires en matière de surveillance notamment au titre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) ;
- mener l'évaluation de l'état des milieux aquatiques, et suivre son évolution spatio-temporelle, en lien avec l'objectif de "bon état 2015" fixé par la DCE ;
- évaluer l'effet des actions engagées (programme de mesures) ;
- mettre les éléments de connaissance sur l'état et le fonctionnement des milieux littoraux à disposition des décideurs, des gestionnaires, des scientifiques et du public.

Dans le **Réseau Hydrobiologique du Littoral Normand** (RHLN) sont suivis les paramètres relatifs au phytoplancton et les paramètres physicochimiques associés sous maîtrise d'ouvrage de l'IFREMER qui assure les missions de prélèvement et d'analyses avec un partenariat DDTM - SMEL. Aux points de contrôle sur le littoral répondant à la DCE (financement IFREMER / AESN), s'ajoutent des points de suivi complémentaires de bassin, initiative régionale AESN / Conseil Régional de Basse-Normandie.

Le **Réseau Benthique** (REBENT-DCE Manche) surveille les peuplements des animaux et végétaux des habitats benthiques côtiers. Les paramètres suivis dans les zones intertidales et subtidales concernent les macro-invertébrés benthiques de substrats meubles, les angiospermes et les macro-algues. Ce réseau est réalisé sous maîtrise d'ouvrage IFREMER avec un partenariat avec le Muséum National d'Histoire Naturelle de Dinard, le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL) de Basse-Normandie et la Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN) pour la Haute-Normandie, voire des structures spécialisées comme ECOSUB, bureau d'études breton spécialisé en environnement subaquatique. Le volet qui s'inscrit dans la DCE relève d'un financement IFREMER / AESN. Quant au volet de suivi régional complémentaire, celui-ci sera structuré à partir de 2011.

Le **réseau de surveillance des peuplements de poissons en eau de transition** (estuaires) porte aujourd'hui sur 3 sites de contrôle de surveillance au titre de la DCE pour la Basse-Normandie : estuaire de la Seine, fonds estuariens de la Baie des Veys et de la Baie du Mont-Saint-Michel. Un suivi complémentaire porte sur l'estuaire de l'Orne. Ce réseau est réalisé sous maîtrise d'ouvrage et financement 100 % Agence de l'Eau. Depuis 2010, il est mis en œuvre en phase de routine, pour une première phase de 3 années (2010-2012). Un volet portant sur un suivi régional complémentaire est à l'étude.

Le **réseau de surveillance des contaminants chimiques dans l'eau, le sédiment et la matière vivante** est réalisé sous maîtrise d'ouvrage de l'Agence de l'Eau pour les analyses et sous maîtrise d'ouvrage IFREMER pour les prélèvements au titre de la DCE. Le volet DCE porte sur la surveillance de l'état chimique de l'eau et sur

un suivi tendanciel des niveaux de contamination réalisé sur le sédiment et la matière vivante (la moule et l'huître étant utilisées comme espèces sentinelles). Le suivi tendanciel s'intègre au Réseau d'Observation de la Contamination CHimique (ROCCH) opéré par l'IFREMER.

Notons enfin que l'AESN mène depuis 2005 des investigations exploratoires sur la contamination des ressources marines exploitées par l'homme et de certains prédateurs supérieurs (crustacés, coquillages, poissons, oiseaux marins...) par les substances toxiques, y compris des molécules "émergentes" et notamment des perturbateurs endocriniens. En complément à la stratégie portant sur l'évaluation environnementale, ces investigations visent à évaluer les "risques sanitaires pour l'homme" liés à la consommation de produits de la mer.

III.6.3.3. L'implication de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie dans les démarches scientifiques en lien avec la mer et le littoral

■ L'Agence participe aux **programmes de recherches pluridisciplinaires sur le bassin de la Seine** (via le Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement de la Seine - PIREN Seine) et l'Estuaire de la Seine (via le GIP et le programme Seine Aval).

Dans le cadre de la réalisation des profils de vulnérabilité baignade / conchyliculture, un projet pilote du programme européen LIFE, intitulé **MARECLEAN** a été initié sur la côte Ouest-Cotentin. Ce projet est né de la volonté de deux collectivités (le Syndicat Mixte des Bassins Versants des Côtiers Granvillais et le Syndicat mixte du Pays de Coutances) et de l'Agence de l'eau Seine-Normandie. Il vise à élaborer une méthodologie qui permette aux collectivités et acteurs socioprofessionnels conchylicoles d'anticiper les risques de dégradation de la qualité des eaux littorales, tout en appréciant l'impact potentiel de ces dégradations sur les usages littoraux (baignade, pêche à pied et conchyliculture). La démarche repose sur la modélisation numérique des phénomènes intervenant dans la formation, le transport et la dispersion en mer des flux de pollution, notamment microbiologique.

Comme précité, l'Agence apporte sa contribution technique au programme national BEEST sur le bon état écologique des estuaires français (Seine, Loire et Gironde) dans le cadre du programme national LITEAU.

■ L'Agence conduit des **démarches scientifiques en lien avec différents partenaires**.

Avec le **Conservatoire du Littoral** et le **Syndicat Mixte du Littoral Normand**, l'Agence a conduit en 2003 une étude sur la caractérisation des zones humides du bassin Seine-Normandie et ses enjeux, dans l'objectif de définir leur politique commune d'intervention.

Après avoir participé au programme INTERREG II B BRANCH entre 2005 et 2007 sur l'impact du changement climatique sur la biodiversité, l'AESN est partie prenante du projet de nouveau programme dans le cadre d'INTERREG IV A intitulé **LICCo** (Living with a Changing Coast). Il a été déposé fin septembre et est en cours d'instruction. L'Agence de l'Eau est, côté français, l'un des rares financeurs de cette opération sur un volet très technique assez lourd.

Concernant la vulnérabilité aux pollutions marines, un projet pluriannuel a été mis en œuvre avec le Syndicat Mixte du Littoral Normand, initialement dans le cadre d'un projet européen ATTRACTIV, consistant à élaborer un état de référence et un atlas cartographique, doublés d'un volet opérationnel, d'abord pour le littoral de Basse-Normandie et élargi ensuite à la Haute-Normandie. L'objectif opérationnel visait à orienter l'intervention humaine dans la gestion des pollutions marines accidentelles afin d'en limiter les effets néfastes sur les milieux littoraux sensibles (en interaction avec le plan POLMAR). Un site Internet dédié a été mis en œuvre suite à cette action (www.pollutions-marines-normandie.fr).

Avec l'**IFREMER**, l'Agence est partenaire dans le cadre de plusieurs projets et thématiques :

- un volet essentiel de ce partenariat est constitué par le développement et la mise en œuvre des réseaux de surveillance précités que sont le Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN), le Réseau Benthique (REBENT-DCE), le réseau Chimie (eau, biote, sédiment) ainsi que le suivi dans le cadre de la convention Oslo-Paris (OSPAR-Imposex) ;
- le projet Génotox Limande en baie de Seine avec la volonté de développer des travaux exploratoires, suite de travaux de recherche fondamentale sur l'effet de certains polluants type PCB et HAP dont l'effet génotoxique est avéré sur les peuplements locaux dans des zones contaminées ;
- le projet AGIL BN (Aide à la Gestion Intégrée du Littoral) comprenant la veille scientifique, le développement de modèles numériques et la réalisation d'un atlas en ligne et SIG, outils opérationnels d'aide à la gestion ;
- le projet OGIVE (Outils d'aide à la Gestion Intégrée et à la Valorisation des Ecosystèmes conchylicoles) dans une première phase sur le site pilote de la Baie des Veys, avec transposition dans une seconde phase vers les autres écosystèmes conchylicoles de la façade bas-normande (Asnelles-Meuves et Ouest Cotentin) ;
- un projet sur le déterminisme des blooms de phytoplancton toxique (toxines amnésiantes -ASP- et diarrhéiques -DSP) ;
- la gestion des données dans le cadre de la banque QUADRIGE⁹¹, banque de référence nationale pour les données sur les milieux littoraux ;
- le projet IPRAC - Impacts des facteurs environnementaux et des pratiques dans le cadre du programme LITEAU consistant dans la modélisation écologique et scénarios de gestion en Baie du Mont-Saint-Michel.

Avec l'**Université de Caen - Basse-Normandie**, il existe des partenariats privilégiés tout particulièrement avec le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" (PE2M). Citons ainsi :

- le projet PROMESSE portant sur les biomarqueurs d'écotoxicité chez l'huître ;
- le projet SUCCESSPHYTO d'étude des successions phytoplanctoniques en Baie des Veys portant sur la compréhension du fonctionnement de l'écosystème ;
- le projet POMOYSTER sur les sources de matière organique utilisée par l'huître (baie des Veys / Ouest Cotentin) et la compréhension du fonctionnement trophique ;

⁹¹ La base Quadrige de l'IFREMER contient des résultats sur la plupart des paramètres physiques, chimiques et biologiques de description de l'environnement.

- la participation aux études et réseaux benthiques (avec le GEMEL) sur la thématique "macroalgues" ;
- un projet de thèse pour 2011 sur les algues vertes et les indicateurs macroalgues.

Il convient de relever également le partenariat avec le Laboratoire de Microbiologie de l'Environnement de l'Université de Caen sur les méthodes d'identification des sources de contaminants microbiens (origine humaine ou animale).

D'autres laboratoires universitaires sont également sollicités pour des collaborations informelles et des expertises comme le laboratoire de Morphodynamique Continentale et Côtière (M2C), notamment dans le cadre du Groupement d'Intérêt Scientifique CLAREC pour l'utilisation potentielle du LIDAR. Les responsables de l'Agence soulèvent d'ailleurs la question de la complémentarité de cet outil avec Litto3D[®], le modèle numérique altimétrique continu terre-mer réalisé en commun par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine et l'Institut Géographique National.

Avec le **Syndicat Mixte d'Equipement du Littoral** (SMEL) de la Manche, il existe une collaboration depuis la fin des années 90. Une étude pilote a été menée sur Granville dans le cadre de la réalisation d'une station de traitement des rejets des viscères des poissons et coquillages par GRANVILMER. Citons également l'implication du SMEL dans le cadre des réseaux littoraux (RHLN).

Le projet collaboratif SPONTOX auquel participe l'Agence consiste quant à lui à travailler sur des espèces d'éponges comme biomarqueurs de toxicité (cf. encadré dans le chapitre consacré à la recherche au sein du CNAM-INTECHMER).

Avec le **Syndicat Mixte Espaces Littoraux de la Manche** (SyMEL)⁹², il existe des collaborations dans le cadre des missions des gardes littoraux sur les côtes de la Manche et sur Chausey, de la participation aux réseaux littoraux (RHLN), de l'étude et du suivi de la fréquentation qui devrait aboutir à la création d'un Observatoire de l'environnement à Chausey.

Avec le **Muséum National d'Histoire Naturelle de Dinard**, outre l'implication dans le REBENT-DCE Manche précité, sur la façade Ouest Cotentin, il existe une collaboration dans le cadre du projet RIMEL (Rôle des Installations Mytilicoles sur l'Environnement Littoral) qui étudie les interactions entre les activités mytilicoles et les milieux benthiques (dynamique sédimentaire et peuplements d'invertébrés benthiques des sables grossiers à amande de mer (*Glycymeris glycymeris*), dans l'archipel des îles Chausey.

Avec le GEMEL, plusieurs démarches de coopération sont à noter comme :

- l'étude des sites / conditions de référence écologiques,
- le réseau benthique dans le cadre de la DCE,
- une étude sur les coques en Baie des Veys,
- la mise en œuvre d'un SIG Baie des Veys.

⁹² Le SyMEL a pour objet principal la gestion des espaces acquis ou mis à disposition du Conservatoire du Littoral et du Département de la Manche sur le territoire des cantons littoraux ainsi que la réalisation de missions d'expertise et de conseil sur les sites naturels acquis par les collectivités locales situées sur ce territoire.

D'autres collaborations scientifiques sont à relever pour la seule région bas-normande comme le recensement et l'étude des invertébrés sur le littoral bas-normand, de Granville à Honfleur avec le GRETIA (Groupe d'Etude des Invertébrés Armoricaïns)⁹³ depuis 2008 avec restitution prévue en 2011. Cette opération donne lieu à une intervention du Conseil Régional.

Et, rappelons ici l'implication forte de l'Agence dans le **programme Seine-Aval**.

Citons la collecte raisonnée des macro-déchets sur les plages avec les gestionnaires locaux dans un but de préservation de la biodiversité. L'Agence participe à un COMOP (Comité Opérationnel) sur ce sujet au niveau national dans le cadre du Grenelle de l'Environnement.

Concernant la problématique des mortalités d'huîtres, l'Agence est directement mobilisée sur ce sujet par des approches comme la contribution à l'évaluation des apports polluants et notamment l'évaluation des flux pour les éléments suivis par les réseaux de surveillance. L'Agence souhaite s'impliquer dans une évaluation in situ des apports qui constituerait une démarche innovante. Une précédente initiative est à relever avec l'ex-DIREN Basse-Normandie avec une station de suivi en continu à Osmanville, projet qui n'avait pas donné les résultats escomptés.

Un profil de vulnérabilité conchylicole de la Baie des Veys, porté par le Parc Naturel Régional des Marais du Bessin et du Cotentin, va démarrer en collaboration avec l'Agence.

Sur la Baie des Veys, une étude est en cours sur le caractère compatible des portes à flots avec la remontée des migrateurs, mais aussi sur leurs effets possibles dans les problématiques de mortalité, avec la perspective d'équiper les portes à flots de systèmes de retenue à des fins d'expérimentation.

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie est d'ores et déjà partenaire d'actions et programmes dans le cadre du Pôle de compétitivité Mer Bretagne élargi aujourd'hui à la Basse-Normandie.

Sur le plan de l'enseignement supérieur, les chargés d'études (ingénieurs, docteurs) de l'Agence interviennent dans les formations de niveau Master 2 telles que le Master mention "Sciences de l'Environnement" spécialité "Ingénierie et Géosciences du Littoral" proposé par l'Université de Caen, ou le Master 2 "Environnement, Sols, Eau, Biodiversité" des Universités de Caen et Rouen.

Les responsables du Service Littoral et Mer de l'AESN reconstruits attirent l'attention sur le manque actuel de compétences en taxonomie notamment dans le secteur littoral et marin, pour diverses spécialités telles que le benthos, le zooplancton et le phytoplancton. Il existe une réelle carence en la matière au niveau national, qui retarde fortement le développement d'indicateurs, faute de compétences et de disponibilité suffisantes. Cette carence est particulièrement vraie en Normandie, ce qui a incité l'Agence de l'Eau et ses partenaires à faire appel à des structures associatives disposant de ces compétences (comme le GEMEL en Basse Normandie et la CSLN en Haute Normandie), voire à des compétences externes à la façade normande (comme le CRESCO à Dinard).

⁹³ Réseau d'entomologistes amateurs en Normandie, Bretagne et Pays de la Loire.

III.6.4. La démarche scientifique impulsée par le projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel

Du fait de ses caractéristiques hydrosédimentaires spécifiques et même uniques au monde, la baie du Mont-Saint-Michel a depuis longtemps constitué un terrain privilégié pour la recherche scientifique. Cela justifie que la communauté scientifique internationale s'y soit depuis longtemps intéressée comme le montre le grand nombre d'études réalisées. Bien avant le lancement du projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel⁹⁴, des scientifiques se sont penchés sur cet environnement très particulier (laboratoires universitaires et privés, services de l'Etat...). Depuis, le projet a fédéré d'autres études, les finançant, les portant ou les accompagnant, en communiquant très largement sur leurs résultats et en mettant à disposition des organismes de recherches une base de données des études disponibles impressionnante.

III.6.4.1. Une mobilisation scientifique ancienne

Par sa nature, le projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel est un prototype qui a nécessité d'être accompagné d'une démarche scientifique indispensable pour avancer dans sa mise en œuvre afin qu'il réponde au besoin pour lequel il a été conçu. Cette démarche est ancienne puisque les premières études remontent à 1970 avec la mise en place d'un premier modèle réduit en 1976. Plus tard, en 1995, dans le cadre de la Mission Mont-Saint-Michel, un Comité Scientifique international avait été installé pour suivre les études hydrauliques et permettre d'aboutir à une solution partagée. C'est entre 1996 et 2000 que furent réalisés les travaux de modélisation numérique et physique de la petite baie par la SOGREAH à Grenoble, notamment sur un modèle physique de 900 m² (dimensions maximales de 48 x 24 m, échelle de 1/400^e en plan et 1/65^e en hauteur), démarche complétée depuis par des études ponctuelles jusqu'à un ultime modèle numérique en cours de calage.

La baie a ainsi cumulé des décennies de recueil de paramètres et de données hydrauliques faisant appel à des compétences scientifiques pointues. Le Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel, créé en 1997, s'est inscrit dans cette dynamique. Après réalisation de la maquette technique et financière du projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel et la déclaration d'utilité publique intervenue en 2003, s'imposait la nécessité de se doter d'une structure pour répondre à la responsabilité du maître d'ouvrage de suivi des travaux. Fut alors décidé d'installer un nouveau Comité scientifique international, le Comité de Suivi Hydrosédimentaire.

Un autre volet important des recherches menées porte, depuis de nombreuses années, sur la faune et la flore, sachant qu'un recensement exhaustif de la biodiversité de la baie a été effectué entre 1996 et 1999. Toutes les espèces animales et végétales ont été identifiées et recensées à cette occasion. L'impact des aménagements liés au projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel a été évalué. Lorsque des impacts négatifs ont été repérés, des mesures compensatoires ont été prévues (mares à batraciens par exemple). Le suivi d'indicateurs jusqu'en 2015 est une

⁹⁴ Dès la création des polders au milieu du XIX^{ème} siècle et de la digue-route en 1880, des voix se sont élevées à l'époque sur l'erreur que constituaient ces aménagements susceptibles de nuire à la conservation maritime du monument.

obligation. Le travail scientifique conduit associe étroitement laboratoires de recherche et associations environnementales spécialisées.

Au-delà des travaux scientifiques qui prenaient la baie pour théâtre, un certain nombre d'études ont été menées directement en lien avec le projet à l'instar des études effectuées dans le passé à l'initiative de la Mission Mont-Saint-Michel. Ainsi, depuis quelques années, le Syndicat Mixte et la Région Basse Normandie co-financent des travaux de thèse⁹⁵. Sollicité par le CESER dans le cadre de la présente étude, le Syndicat Mixte Mont-Saint-Michel a aimablement réalisé à son attention une synthèse et une liste non exhaustive des recherches conduites (cf. annexe n° 3) dont le résumé ci-dessous concernant les études en cours et à venir portées par le projet de rétablissement du caractère maritime s'inspire très largement.

III.6.4.2. Les recherches en cours en lien direct avec le projet

III.6.4.2.1. Mesures topographiques par LIDAR

Dans le cadre d'une seconde thèse de Doctorat cofinancée par le Syndicat Mixte et réalisée au laboratoire M2C de l'Université de Caen, ce dernier a mis en place, au sein du programme CLAREC de cartographie de la façade maritime Manche et Mer du Nord, des relevés par mesures au laser aéroporté LIDAR sur une surface de 52,4 km². Réalisées par l'équipe opérationnelle basée au M2C Caen, ces mesures permettent de suivre semestriellement les évolutions topographiques de la majeure partie de la petite baie, sur la zone commune aux modèles développés par SOGREAH à la fin des années 90. Elles ont pour but de mesurer les impacts du projet, notamment des lâchers d'eau, sur l'altimétrie des fonds sédimentaires. Le premier vol CLAREC a eu lieu en février 2009, suivi d'un 2^{ème} en octobre 2009 puis d'un troisième en avril 2010. Ce suivi durera au minimum 3 ans, le temps de la thèse en cours. A l'issue de cette dernière, une nouvelle convention pourra être rédigée afin de continuer à adhérer au programme CLAREC.

III.6.4.2.2. Mesures topographiques par LASER terrestre

Afin de mesurer à une fréquence plus élevée les évolutions altimétriques des fonds, le Syndicat Mixte a mis en place un suivi au LASER terrestre depuis le sommet de l'Abbaye. Une zone de 1 500 mètres de rayon est mensuellement mesurée. D'une précision de l'ordre de 5 cm, ce suivi, dont les mesures sont directement comparables aux 2 levés LIDAR annuels, a permis de mettre en avant les premiers effets des lâchers d'eau avec une baisse significative du niveau de l'estran au droit de l'herbu Est. Ce suivi a débuté en juillet 2009 pour une durée de 4 ans. Les mesures sont réalisées par la société ATM 3D localisée en région Languedoc-Roussillon, le traitement des données étant confié au laboratoire M2C de l'Université de Caen dans le cadre d'une thèse.

⁹⁵ Comme ce fut le cas pour la thèse de doctorat de Romain DESGUEE (2008), Etude des processus hydrosédimentaires et évolutions morphodynamiques autour du Mont-Saint-Michel. Thèse de Doctorat au sein du laboratoire M2C de l'Université de Caen, 250 p. + annexes.

III.6.4.2.3. Mesures hydrodynamiques des lâchers d'eau

Depuis la mise en service du nouveau barrage sur le Couesnon à La Caserne et à fortiori des premiers lâchers d'eau, deux campagnes de mesures, effectuées par la société HOCER de Brest, ont été commandées par le Syndicat Mixte. La première, ponctuelle sur une journée en mai 2009, a permis de mesurer les vitesses de courant, turbidité et hauteurs d'eau lors d'un remplissage puis d'une chasse, afin de localiser au mieux les zones de mesures intéressantes. La deuxième campagne de mesures s'est déroulée pendant 15 jours, durant l'été 2009. Les mesures amont et aval ont permis de calculer les flux sédimentaires transitant à travers le barrage et en aval de celui-ci afin de caractériser l'efficacité des cycles de fonctionnement du barrage. Elles ont de plus permis de disposer d'un set de données important afin de caler sur les plans hydraulique et sédimentaire, le modèle numérique hydrosédimentaire en cours d'élaboration.

III.6.4.2.4. Elaboration d'un modèle numérique hydrosédimentaire

A la demande du Syndicat Mixte, suite aux avis formulés par le Comité de Suivi Hydrosédimentaire, le laboratoire SOGREAH de Grenoble, déjà à l'origine de plusieurs modèles numériques et physiques de la baie dans les années 90, a été retenu pour élaborer un nouveau modèle numérique hydrosédimentaire de la petite baie. Ce dernier, prenant en compte les lacunes d'information entre le démarrage physique du projet avec les premiers lâchers d'eau du barrage en mai 2009 et la fin de l'élaboration du précédent modèle, aura pour but de simuler les effets du projet dans un avenir proche afin d'interagir, si besoin, sur le fonctionnement du barrage et le phasage des travaux. Il devra en effet permettre, en phase travaux, de simuler les différentes options, notamment sur les aménagements hydrauliques aval, afin de prendre les meilleures décisions possibles.

III.6.4.2.5. Mesures bathymétriques du chenal du Couesnon

Les deux techniques de mesures LASER mises en œuvre par le Syndicat Mixte ne permettent malheureusement pas de mesurer les surfaces sous l'eau, comme dans le chenal du Couesnon. Pour palier à cette lacune, des mesures bathymétriques sont nécessaires. Techniquement difficilement réalisables au vu des conditions tidales, morphologiques et temporelles, ces mesures sont, pour le moment, assez ponctuelles (mesures avec une perche reliée à un D-GPS⁹⁶). Ainsi, la société D2L installée en Bretagne à Cesson-Sévigné intervient pour le compte du Syndicat Mixte pour des missions bathymétriques, la dernière en date ayant eu lieu en septembre 2010 à l'aval immédiat du barrage.

III.6.4.2.6. Thèse de Doctorat sur les divagations du Couesnon

Dans la continuité de la première thèse cofinancée par le Syndicat Mixte et la Région Basse-Normandie, portant sur les processus hydrosédimentaires et les évolutions morphodynamiques autour du Mont-Saint-Michel, soutenue en décembre 2008, une deuxième thèse a été lancée. Elle se déroulera jusqu'en septembre 2011. Menées par le Laboratoire M2C, ces études ont pour but de comprendre les

⁹⁶ Differential Global Positioning System.

phénomènes et processus à l'origine de la divagation du Couesnon, élément déterminant pour la réussite du projet. C'est dans le cadre de cette thèse que sont traitées et analysées les données topographiques recueillies par le Syndicat Mixte. De plus, de nombreux enregistrements des paramètres hydrodynamiques régnant sur la zone sont également effectués afin de corréliser l'ensemble de ces résultats aux migrations de la position du chenal. L'évolution des herbues sur la zone impactée par le projet est également suivie dans la continuité de la précédente thèse. Dans l'avenir, on peut espérer interagir sur le fonctionnement du barrage au vu des éléments qui seront mis en valeur par ce travail.

III.6.4.2.7. Etude du comportement d'un méandre canalisé du Couesnon

Un enseignant-chercheur de l'Université de Rennes (OSUR/CNRS), souvent présent lors du Comité de Suivi Hydrosédimentaire, a mis en place un stage de recherche sur la mobilité des berges du Couesnon. Ce suivi, réalisé grâce à un LASER terrestre de courte portée, permet de mesurer quantitativement les évolutions des parties du chenal canalisées par l'herbe sous l'action des lâchers d'eau. Un projet d'ANR ainsi qu'un sujet de thèse ont été déposés en rapport avec cette problématique.

III.6.4.2.8. Mesure des contraintes critiques d'érosion de la tange

Dans la baie du Mont-Saint-Michel, la tange -terme local- est un matériau spécifique constitué d'environ 60 % de calcaire et responsable du comblement des havres. Afin de disposer de résultats sur les contraintes critiques d'érosion de la tange plus récents que ceux mesurés en 1997⁹⁷, le Syndicat Mixte a commandé au laboratoire M2C de l'Université de Caen une série de mesures sur des échantillons prélevés aux abords du Mont-Saint-Michel. Ces essais ont permis de renseigner la partie sédimentologique du modèle numérique et de vérifier que les faibles lâchers d'eau du barrage, en cas de faibles marées et en période d'étiage, permettaient d'éroder significativement les fonds. La tange, sédiment local et particulier, s'était révélée intéressante à analyser durant cette étude, un stage de Master 2 recherche a été mené sur ce sujet et un projet d'ANR en partenariat avec d'autres Universités a été déposé.

Concernant la valorisation de la tange, un étudiant de l'ESITC (Ecole Supérieure d'Ingénieurs des Travaux de la Construction) a réalisé une étude sur la réutilisation de 2 millions de mètres cubes. Des pistes de solutions existent dans les secteurs agricole et du bâtiment (ciments, peintures...) mais l'obstacle principal concerne le transport.

III.6.4.3. Les perspectives d'études et de recherches

III.6.4.3.1. Le suivi photographique de la position du Couesnon

Dans un milieu estuarien tel que celui de la baie du Mont-Saint-Michel, les processus de migration d'un chenal divagant sont souvent extrêmement rapides. Ainsi, par le biais d'un suivi à partir de missions photographiques de l'IGN ou d'images satellites, il est très difficile d'observer la totalité des positions du chenal divagant. De même, malgré une fréquence d'observation quasi mensuelle au LASER terrestre,

⁹⁷ Travaux de C. MIGNIOT dans le cadre de la mission Mont-Saint-Michel.

beaucoup d'informations peuvent être perdues, du fait que ce type d'appareil ne pénètre pas l'eau et que ce type de données est très lourd à gérer et à traiter. Ainsi, il serait souhaitable de mettre en place un protocole de suivi photographique de la position du Couesnon entre le barrage et Tombelaine à une fréquence élevée. Ce suivi pourrait s'insérer dans le SIG (Système d'Information Géographique) dont s'est doté le Syndicat Mixte, afin de disposer d'un jeu de données important sur les migrations du chenal soumis aux lâchers d'eau réguliers du barrage. Le but de cette étude serait de corrélérer les résultats réellement observés afin d'optimiser le fonctionnement du barrage.

III.6.4.3.2. Mesures bathymétriques du Couesnon à haute fréquence

Comme évoqué précédemment, les zones recouvertes par les chenaux ne sont pas mesurées par les techniques LASER dans le cadre des suivis topographiques. Compte-tenu de l'évolution du chenal du Couesnon qui s'est considérablement élargi depuis le début des lâchers d'eau, la zone d'ombre engendrant des incertitudes dans les comparaisons entre les levés est assez importante. Le calcul des volumes érodés ou en accrétion s'en trouve alors impacté. Afin de remédier à ce problème et bien que techniquement difficilement réalisable, un suivi bathymétrique haute fréquence est toujours envisagé.

En résumé, le projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel a généré et continue de générer une forte dynamique de recherches et d'études sur ce milieu singulier. L'implication de laboratoires de recherche est forte sur la baie, ce qui constitue un terrain d'applications reconnu au niveau international. Il convient de relever à cet égard qu'en partenariat avec les Universités de Caen et de Rouen, sont organisées chaque année, à l'attention des élèves du Master mention "Sciences de l'Environnement" spécialité "Ingénierie et Géosciences du Littoral", deux journées de présentation des études menées dans le cadre du projet de rétablissement du caractère maritime, à l'exemple de celles concernant le fonctionnement du barrage de la Caserne.

Compte tenu de la richesse des recherches ayant eu pour théâtre la baie, il est regrettable qu'il n'existe pas un réseau capable de centraliser tous les travaux scientifiques menés au niveau international sur ce site. Dans le même esprit, il serait opportun de croiser les différentes études scientifiques portant sur la dynamique hydrosédimentaire des baies du monde entier.

Au-delà des problématiques hydrosédimentaires et environnementales, des **études scientifiques socio-économiques** ont également pour terrain d'application le Mont et sa baie. Un grand nombre d'études a porté sur le suivi des flux touristiques, ce qui a abouti à la création d'un observatoire de la fréquentation. Des travaux sont conduits en la matière dans le cadre d'un contrat CIFRE avec le laboratoire GEOMER (UMR 6554 CNRS - LETG) de l'Institut Universitaire Européen de la Mer localisé à Brest. Par ailleurs, le projet de rétablissement du caractère maritime va aboutir à une rupture sociologique majeure en ce sens que jusqu'à présent, la baie s'adaptait à la fréquentation touristique. A contrario, le projet dans sa conception actuelle prévoit que ce soit les touristes qui s'adaptent aux conditions environnementales locales. Tous les choix d'aménagement et de transport ont intégré la réversibilité.

Citons également une étude sur l'évaluation et le suivi des effets économiques de la fréquentation des sites littoraux et insulaires protégés : application aux îles Chausey

et au Mont-Saint-Michel (Programme LITEAU⁹⁸ BECO) réalisée par l'UMR AMURE (AMénagement des Usages des Ressources et des Ecosystèmes marins) - Centre de Droit et d'Economie de la Mer de Brest.

Pour certains, il y aurait incontestablement une opportunité à créer une Fondation concernant le Mont-Saint-Michel et sa baie qui permettrait de financer des opérations de plusieurs types :

- des opérations de protection de l'environnement en faveur de la biodiversité du site comme, par exemple, la création d'une réserve ornithologique sur l'Anse de Moidrey intégrant des équipements permettant l'accueil de touristes pour l'observation des oiseaux,
- un volet recherche,
- un volet équipement en lien avec des opérations valorisant le Mont, sa baie et sa biodiversité.

III.7. LES COLLABORATIONS DANS LE CADRE DES POLES DE COMPETITIVITE

Depuis le printemps 2010, la Basse-Normandie a, rappelons-le, rejoint le **Pôle de compétitivité de niveau mondial Mer Bretagne**. Cette situation ouvre de nouvelles perspectives quant à la labellisation de nouveaux projets, sachant que la Basse-Normandie avait déjà depuis quelques années des collaborations avec le Pôle Mer qui mobilisaient des laboratoires de l'Université de Caen. Cette intégration territoriale de la région bas-normande au sein du Pôle va permettre de mieux structurer et d'officialiser les échanges.

La Basse-Normandie a été, en particulier, partie prenante dans le projet **SEALACIAN**, projet de biotechnologie, labellisé par ce Pôle Mer Bretagne et porté par l'entreprise de Saint-Malo C-RIS Pharma. Il vise à l'exploitation et à la valorisation d'une ressource biologique marine et porte sur l'identification de nouveaux peptides à activités anticancéreuses ou anti-infectieuses par décryptage du protéome de la sphère génitale mâle de la petite roussette *Scyliorhinus canicula*. C-RIS Pharma est spécialisée dans le développement pré-clinique et la caractérisation de nouvelles molécules à activité pharmaceutique, notamment les peptides. Le projet associe également Innova Proteomics, société située à Rennes, qui assure des analyses protéomiques à haut débit pour l'identification et l'isolement de nouveaux peptides. Côté recherche, le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" (PE2M) de l'Université de Caen, UMR M 100 IFREMER, est partenaire de l'opération de même que l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes qui dispose d'une plate-forme technique adaptée à la vectorisation des molécules. Ce projet est terminé et des molécules ont été identifiées et sont en voie d'être commercialisées. Le programme **PEPTISAN** lui a succédé.

Un autre programme dénommé **CARPP** consistant à cultiver une algue rouge a été labellisé, bien que rencontrant quelques difficultés liées au partenariat le plus adapté à mettre en œuvre (exigence de confidentialité confrontée à l'obligation de

⁹⁸ Depuis 1998, le programme LITEAU constitue l'action du Ministère en charge de l'environnement pour soutenir le développement de connaissances, méthodes et pratiques scientifiques utiles à la définition et à la mise en œuvre d'actions collectives et de politiques publiques sur le littoral dans une optique de développement durable.

publication de la part des chercheurs). Plus précisément, le projet CARPP vise à élaborer un protocole de culture pour l'algue *Palmaria palmata*, afin de maîtriser son cycle de reproduction et d'initier la création d'une filière de production d'algues rouges permettant de proposer aux industriels de l'alimentation humaine et animale et de la cosmétique une matière première algale de qualité, tout au long de l'année. La structuration de la filière permettra de prévoir et d'ajuster les productions en fonction des besoins du marché. Ce projet associe d'une part, Aléor, entreprise de culture et traitement de macro algues marines qui possède un laboratoire et une éclosérie à Lézardrieux, porteur du projet, et La Belle Fermanvillaise, entreprise spécialisée dans la production, l'affinement et la vente des huîtres haut de gamme, située à Fermanville dans la Manche et, d'autre part, le laboratoire de "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins", ainsi que le Syndicat Mixte pour l'Équipement du Littoral (SMEL).

Même si les pôles de compétitivité Mer Bretagne et VALORIAL ont, chacun, leur champ d'actions spécifiques⁹⁹, il nous a été évoqué un projet en cours d'examen qui associerait l'Université de Caen et l'entreprise DIELEN à Tourlaville et qui pourrait donner lieu à une co-labellisation. Ce projet porte sur des débouchés dans le domaine des compléments alimentaires ou probiotiques.

La mise en œuvre d'une stratégie bas-normande forte et ambitieuse dans le cadre du Pôle Mer Bretagne apparaît judicieuse. Elle devra intégrer l'ensemble des acteurs, de la recherche à la filière économique.

III.8. LES PROGRAMMES EUROPEENS TRANSFRONTALIERS ET TRANSNATIONAUX CONSACRES AUX PROBLEMATIQUES MARITIMES ET LITTORALES

A l'échelon de l'Europe, le sujet maritime est à l'interface de plusieurs approches et outils et donne lieu à divers programmes et actions. Dans la première partie du présent rapport portant sur le contexte global, ont été soulignés les trois volets d'intervention concernés, à savoir :

- la politique maritime intégrée,
- la politique régionale européenne intégrant la coopération territoriale européenne à travers les programmes INTERREG,
- le Programme Cadre de Recherche et Développement (PCRD).

Concernant le PCRD, il existe des moyens de mobiliser des fonds malgré de réelles difficultés et lourdeurs liées au montage des dossiers. Selon les chercheurs auditionnés, il fut un temps où IFREMER était très impliqué dans cette démarche avec un fort lobbying à la DG XIV et une remontée efficace des problématiques recherche propres à la France. Ainsi, dans le passé, la France dont la Basse-Normandie, a bénéficié de programmes financés sur les écloséries, les stérols des algues ou des huîtres. Aujourd'hui, c'est l'INRA qui est maître d'œuvre. Sur 10 projets soutenus par l'INRA, un seul est concerné par un partenariat avec l'IFREMER (sur la thématique des poissons marins, domaine duquel se désengage IFREMER).

⁹⁹ Les valorisations des ressources marines non alimentaires relèvent du Pôle Mer Bretagne alors que les aspects alimentaires concernent VALORIAL.

Dans les instances européennes qui lancent les appels à projets, les représentants de la profession conchylicole nationale n'ont pas suffisamment exprimé de besoins en termes de recherche. D'où la mobilisation de certains chercheurs et notamment ceux du laboratoire PE2M afin de lister tous les problèmes que rencontrent les élevages de bivalves. La France n'est globalement pas bien positionnée avec un nombre insuffisant de projets portés par la profession selon certains chercheurs. De même, la pisciculture marine n'est pas très développée en France contrairement aux pays méditerranéens.

Certains projets en aquaculture sont toutefois importants concernant notamment la problématique de remplacement des ingrédients venant de la pêche par des ingrédients végétaux (l'aquaculture progresse de l'ordre de 10 % par an). L'INRA développe des régimes alimentaires à base de végétaux pour nourrir les truites. Il existe aussi la possibilité de valoriser les micro-algues.

Les quelques programmes de recherche s'inscrivant dans le cadre du PCRD et impliquant des laboratoires bas-normands ayant été présentés dans la seconde partie consacrée aux thématiques scientifiques, le présent développement portera principalement sur les coopérations transfrontalières et transnationales, certes moins orientées "recherche" que le PCRD mais qui mobilisent des compétences et des capacités d'innovation en Basse-Normandie sur la Manche et l'Espace Atlantique.

La Basse-Normandie est ainsi partie prenante dans les projets à caractère maritime soutenus dans le cadre de deux INTERREG pour la période 2007-2013 :

- le programme opérationnel de coopération transfrontalière France (Manche) Angleterre - INTERREG IV A,
- le programme opérationnel de coopération territoriale européenne transnationale "Espace Atlantique" - INTERREG IV B.

En regroupant des programmes innovants, sur la base de compétences fortes, les programmes INTERREG obligent les acteurs à travailler en partenariat à l'échelon international sur des sujets très variés.

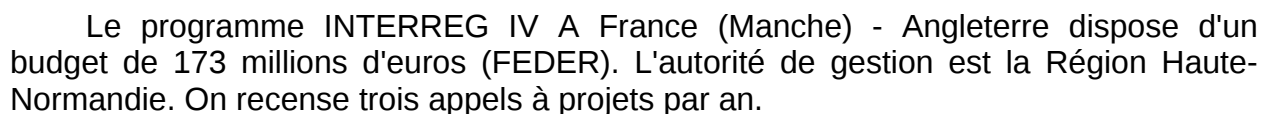
Dans le cadre de la présentation des axes de recherche des différents laboratoires et équipes bas-normands, nous avons vu combien les unités de recherche auditionnées étaient impliquées dans des collaborations scientifiques au titre notamment des programmes INTERREG dont il convient de présenter ci-après les différents sujets touchant à la mer et au littoral.

III.8.1. Les projets du programme INTERREG IV A - France (Manche) - Angleterre associant la Basse-Normandie, en lien avec la mer et le littoral

Dans la mesure où ce programme intègre différents domaines assez différents les uns des autres, des groupes de travail ont été mis en place (cluster-innovation, transport, sécurité maritime, connaissance de l'espace Manche, formation professionnelle, gouvernance maritime) copilotés par des binômes franco-britanniques.

La démarche vise à permettre dans un premier temps l'identification des enjeux et problématiques, à réaliser un diagnostic sur la base de l'expertise des différents acteurs

La centralisation des informations et le renforcement des connaissances mutuelles de part et d'autre de la Manche sont des aspects majeurs.



Le Conseil Régional de Basse-Normandie copilote le groupe de travail "Développement des clusters et benchmarking" qui vise à identifier les pôles d'excellence et à soutenir leur développement. Elle participe également au groupe de travail "Transport maritime" et est partie prenante dans la rédaction de la stratégie maritime intégrée de l'espace Manche.

Sur les 17 projets INTERREG IV A France (Manche) - Angleterre existants à mi-2010, **6 sont liés au maritime.**

III.8.1.1. Le projet SETARMS portant sur la valorisation des sédiments marins

Au titre de l'Axe 2, Objectif 5 "**Promouvoir les coopérations relevant des activités maritimes durables**", le projet **SETARMS** (Sustainable Treatment and Reuse of Marine Sediment) porté par l'Association des Ports de la Manche concerne le traitement et la valorisation durable des sédiments marins. Il implique de nombreux partenaires bas-normands. Il faut souligner la présence de l'entreprise Eurovia, implication assez exceptionnelle pour un programme INTERREG.

SETARMS	01/01/2007 - 31/12/2013
Partenaires bas-normands	Ecole Supérieure des Travaux et de la Construction de Caen, Université de Caen Basse-Normandie (ERPCB), Eurovia, Marine Nationale - Laboratoire d'Analyses, de Surveillance et d'Expertise de la Marine LASEM, Ports Normands Associés
Autres partenaires	Association des Ports Locaux de la Manche (chef de file), Grand port maritime du Havre, Conseil Général des Côtes d'Armor, Armines, Ecole des Mines de Douai, University of Brighton, University of Exeter
Objectifs	Développement des ports locaux de la Manche en trouvant des solutions économiques et environnementales modernes, basées sur des travaux scientifiques solides, dans le domaine de la valorisation des sédiments marins
Budget	5,1 millions d'euros de budget dont 50 % FEDER ; cofinancement CRBN 15 k euros

III.8.1.2. Les projets CRESH et CHARM consacrés à l'étude des ressources marines

Au titre de l'Axe 4, Objectif 10 "**Gestion équilibrée de l'environnement et sensibilisation aux problématiques environnementales**", deux projets impliquant la Basse-Normandie concernent la mer. Il s'agit de CRESH et de CHARM 3.

Le projet **CRESH** (Céphalopodes - Recrutement Et Suivi des Habitats des pré-recrues de la Manche) porte sur l'étude du recrutement et des stades précédant l'entrée dans la pêche de la Manche (œufs et juvéniles) pour les seiches et les calamars. Les céphalopodes constituent la première ressource de la Manche. Les informations recueillies seront utiles en termes de gestion et de connaissance des zones de ponte et de l'écosystème de ces animaux. Des recommandations concrètes seront faites à l'issue des travaux de recherche.

CRESH	01/01/2009 - 30/09/2012
Partenaires bas-normands	Université de Caen Basse-Normandie (chef de file), IFREMER - Port en Bessin, Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins
Autres partenaires	IFREMER - Boulogne-sur-Mer, The Marine Biological Association of the UK, Devon Sea Fisheries Committee, University of Plymouth, Royal Holloway University of London, Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science
Objectifs	Recherche sur le recrutement des céphalopodes et recommandations aux pêcheurs et utilisateurs du milieu marin pour une utilisation durable de ces ressources marines
Budget	1,8 million d'euros dont 50 % FEDER ; cofinancement CRBN 143 k euros

Le projet **CHARM** (CHannel integrated Approach for marine Resource Management) - phase 3 porté par l'IFREMER - Boulogne-sur-Mer s'appuiera sur les

résultats obtenus précédemment (CHARM 1 et 2) pour développer une démarche écosystémique pluridisciplinaire ambitieuse et aura pour vocation d'élargir le champ des investigations à l'échelle du bassin de la Manche.

Il mobilise le département "Halieutique Manche Mer-du-Nord", regroupant les deux laboratoires "Ressources Halieutiques" de Boulogne et de Port-en-Bessin. L'Université de Caen est partenaire dans le projet pour cette phase 3.

Les objectifs du projet porteront principalement sur trois axes regroupant 17 actions :

- collecte, standardisation et cartographie de l'information,
- intégration de l'information par la modélisation,
- mise en œuvre d'outils et dissémination de l'information.

CHARM 3	01/01/2008 - 30/06/2012
Partenaires bas-normands	IFREMER Boulogne-sur-Mer (chef de file) - laboratoires "Ressources Halieutiques" de Boulogne et de Port-en-Bessin, Université de Caen Basse-Normandie
Autres partenaires	Université des Sciences et Technologies de Lille, Agrocampus Rennes, Université Rennes 2 Haute-Bretagne, Université de Bretagne Occidentale, SAS ALKANTE, 10 partenaires anglais
Objectifs	Etude pluridisciplinaire des ressources marines en Manche ; outils pour une gestion intégrée de ces ressources sur toute la zone transfrontalière
Budget	11,7 millions d'euros dont 50 % FEDER

III.8.1.3. Les projets **AQUAMANCHE** et **CHRONEXPO** portant sur les risques environnementaux en milieu maritime

Au titre de l'axe 4, Objectif 11 "**Minimiser et gérer les risques de dommages environnementaux**", deux projets ont été retenus : AQUAMANCHE et CHRONEXPO.

Le projet **AQUAMANCHE** (AQUAtic MANagement of Catchments for Health & Environment - Gestion des eaux des bassins versants pour la Santé et l'Environnement) est une initiative transfrontalière qui permettra de disposer d'outils pratiques pour améliorer la prévision, réduire les risques, et faciliter la gestion des eaux continentales et littorales de la Manche.

Un centre d'excellence transfrontalier est créé sur la base des échanges importants entre les partenaires.

AQUAMANCHE	01/11/2007 - 30/06/2012
Partenaires bas-normands	Université de Caen Basse-Normandie
Autres partenaires	University of Brighton (chef de file), Environment Agency, IFREMER - Issy-les-Moulineaux
Objectifs	Etudes des pollutions microbiennes de bassins versants et création d'outils de gestion des risques des eaux continentales et littorales à destination des gestionnaires
Budget	2,9 millions d'euros dont 50 % FEDER

Le programme **CHRONEXPO** (2009-2014) porté par le Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg-Octeville (IRSN) concerne l'étude des effets de l'exposition chronique d'espèces marines (moules, huîtres, ormeaux et seiches) aux

polluants diffus dans l'environnement (pesticides, radionucléides...). Le Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg-Octeville a retenu dans ce programme le modèle "huître", et notamment les stades larvaires et naissains particulièrement radiosensibles. Ce travail de recherche n'aurait pu voir le jour sans un partenariat étroit et une relation de confiance durable avec la SATMAR. Les travaux du LRC vont porter sur la détection de biomarqueurs moléculaires couplée à l'observation de la morphologie et de la croissance des larves. Des travaux récemment conduits à Southampton ont révélé des effets du tritium à faible dose (10 microGray/heure) sur les larves de moules. Le montage de ce programme INTERREG s'est révélé très complexe mais au final, un véritable consortium a été monté intégrant un continuum de compétences pointues allant de la biologie moléculaire à l'histopathologie et l'imagerie.

CHRONEXPO	01/06/2008 - 31/12/2014
Partenaires bas-normands	Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg-Octeville de l'IRSN (chef de file), Université de Caen Basse-Normandie
Autres partenaires	Universités de Plymouth et Portsmouth, Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science
Objectifs	Etude des conséquences de l'exposition chronique des espèces marines aux faibles doses de polluants (métaux lourds, radionucléides, pesticides des cultures maraîchères) ; établissement de seuils de protection
Budget	2 millions d'euros dont 50 % FEDER ; cofinancement CRBN 42 k euros

III.8.1.4. CAMIS : un projet de coopération pour développer une gouvernance notamment dans le domaine maritime

Prolongement du programme EMDI -Espace Manche Development Initiative- (2004-2008), le Projet **CAMIS** (Channel Arc Manche Integrated Strategy) a comme objectif de développer une planification maritime de l'espace Manche sur la période 2009-2013. Il dispose d'un budget global de 3,3 millions d'euros avec un financement par le FEDER à hauteur de 50 % (soit 1,65 million d'euros). Il comprend 19 partenaires dont cinq comtés britanniques et cinq régions françaises.

CAMIS se veut être un projet novateur de gouvernance maritime intégrée. Il vise, avec la mise en place d'outils très opérationnels¹⁰⁰, à renforcer les outils de connaissance mutuelle par le partage de méthodologies et l'identification de thématiques communes, à tisser des partenariats entre acteurs pour stimuler le développement de l'économie maritime (transport maritime, innovation, etc.), promouvoir les pôles d'excellence transfrontaliers liés au domaine marin et assurer un développement durable de l'espace commun (sécurité maritime).

Parmi les outils de référence, la stratégie maritime de l'espace Manche est un projet de document rédigé par l'ensemble des acteurs qui vise à préparer et promouvoir une gestion commune efficace de la zone malgré les différences entre systèmes nationaux.

Deuxième outil mis en place, un forum de la Manche consultatif sur les questions liées à la gestion de l'espace concerné rassemble des acteurs des deux côtés de la Manche en vue de résoudre ensemble, par la concertation, des problématiques communes comme les conflits d'usages.

¹⁰⁰ Cette démarche va dans le sens de la volonté de la Commission Européenne consistant à définir une véritable stratégie sur les bassins maritimes tels celui de la Manche.

Le troisième outil est un Centre de ressources de l'espace Manche qui constituerait une base de données bilingue rassemblant des informations sur les acteurs, les organisations, les outils et les projets sur une base géographique (géolocalisation). L'Université de Caen Basse-Normandie et le CNRS sont très impliqués dans cette démarche.

Le chantier Manche : coordonner les programmes scientifiques du milieu marin

Pour faire face aux enjeux économiques et environnementaux, il est essentiel que les pays riverains de la Manche et du sud de la Mer du Nord aient une vision commune des connaissances de l'écosystème marin. Ce partage des données vise à renforcer la réflexion autour d'une exploitation durable des ressources. De plus, il permettra une meilleure intégration des connaissances aux politiques publiques en vue d'une gestion plus responsable des activités humaines de cet espace maritime.

Porté par l'IFREMER au plan national lors d'un colloque fondateur qui s'est tenu à Rouen les 30 et 31 mars 2010, le "Chantier Manche" constitue une démarche qui vise à fédérer les travaux scientifiques et regrouper, sous un label commun, les projets de recherche développés sur les ressources vivantes marines en Manche. Cette initiative s'inscrit dans la continuité du "Défi Manche" qui s'appuyait sur les travaux engagés dans le cadre des projets INTERREG CHARM 1 & 2 et sur les nouveaux projets INTERREG CHARM 3 et CRESH qui ont débuté en avril 2009. Son objectif est de mieux gérer les ressources biologiques marines de cette façade maritime en appréhendant de manière plus globale les caractéristiques et le fonctionnement des habitats et des ressources renouvelables qu'ils hébergent, dans le cadre d'une approche écosystémique de la gestion des ressources renouvelables.

Avec le "Chantier Manche", l'objectif est d'affirmer une plus forte ambition fédératrice avec la mise en place d'un comité scientifique en soutien à la structure politique interrégionale franco-britannique "Channel Arc Manche". Ce comité permettra de coordonner les spécialistes du domaine marin autour de projets de recherche existants ou à venir et facilitera le transfert des avancées scientifiques vers les structures décisionnelles territoriales et européennes.

Le Chantier Manche se construit selon 4 grands axes de recherche :

- *Axe 1 - Approche descriptive - identification des facteurs écologiques structurant la distribution des ressources marines vivantes et définissant leurs habitats (environnement, biotopes, assemblages faunistiques, communautés, biocénose, cycle de vie des espèces et habitats associés).*
- *Axe 2 - Approche fonctionnelle - compréhension du fonctionnement du réseau trophique (relations trophiques de la production primaire, dont le phytoplancton toxique, aux prédateurs supérieurs ; mécanistique des relations proie-prédateur ; dynamique spatio-temporelle du réseau trophique ; sensibilité aux perturbations et résilience de la dynamique du réseau trophique et conséquences pour les ressources vivantes exploitées).*
- *Axe 3 - Etude d'impact - identification et quantification des impacts anthropiques sur les habitats et le réseau trophique (pêche, extraction de granulats marins, éoliennes off-shores, contaminants, etc.).*
- *Axe 4 - Approche appliquée intégrée - définition de nouvelles stratégies de gestion pour exploiter les ressources naturelles dans des conditions durables et respectueuses de l'environnement marin et de la biodiversité.*

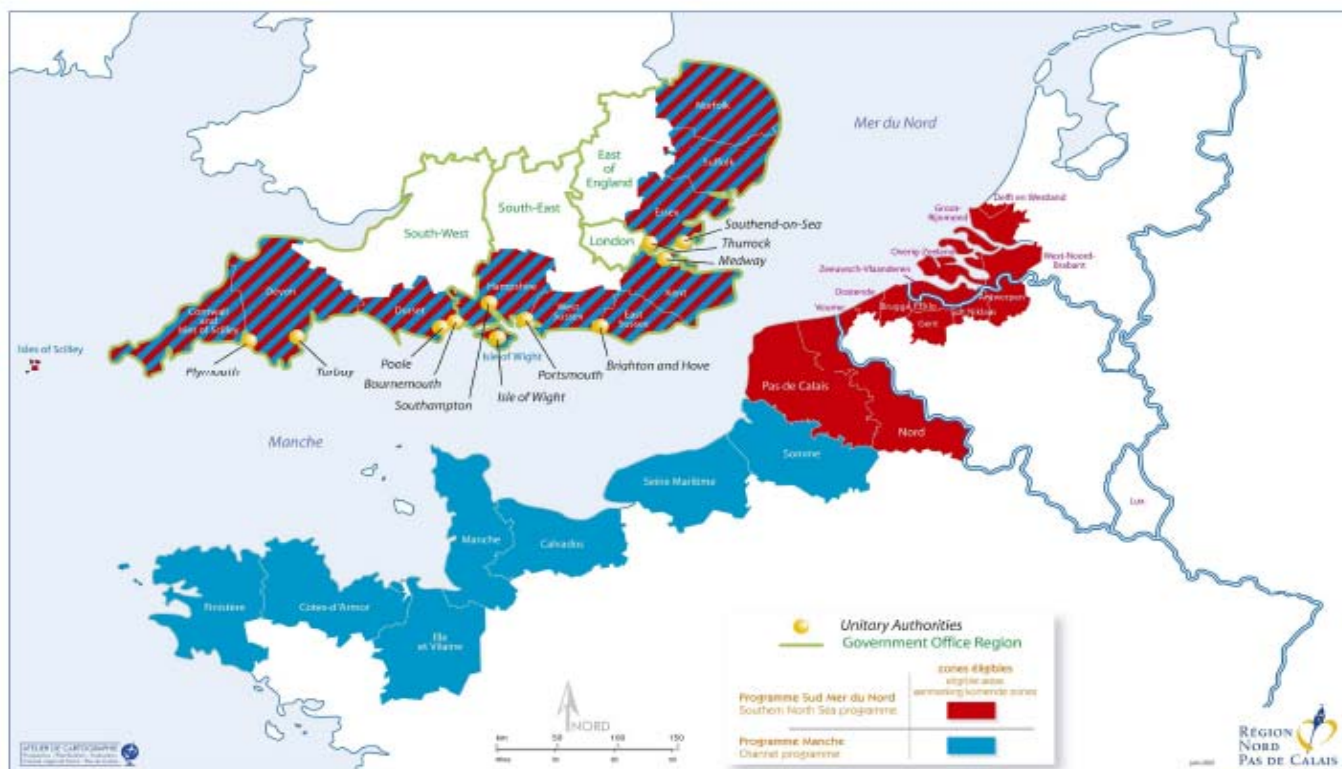
Les travaux des programmes INTERREG IV A CAMIS, CRESH, CHARM 3 tout comme ceux s'inscrivant dans le cadre d'une ANR (exemple de COMANCHE) sont intégrés dans cette démarche.

III.8.1.5. Le programme opérationnel des "2 Mers" - priorité commune

Dans le cadre d'INTERREG IV A, existe un autre programme transfrontalier dénommé **programme opérationnel des "2 Mers"** qui permet la coopération entre des acteurs locaux et régionaux issus de divers territoires de quatre pays membres. Cette coopération prend la forme de projets dans le cadre desquels ces autorités sont invitées à participer au développement de la compétitivité et du potentiel de croissance durable des atouts maritimes et non maritimes de la zone sur laquelle porte le programme à travers la construction ou l'extension des partenariats de coopération transfrontalière. Il concerne les zones rouges sur la carte ci-après : Pas-de-Calais, Nord à Rotterdam et, côté Angleterre, les mêmes zones que celles éligibles à l'INTERREG IV A. Géré par la Région Nord-Pas-de-Calais, ce programme dispose d'un budget de 167 millions d'euros au titre du FEDER. La Basse-Normandie et les autres territoires français du programme INTERREG IV A France (Manche) - Angleterre peuvent élarger ponctuellement au programme des 2 Mers dans le cadre de son axe 4 dénommé "Priorité Commune".

Programmes de coopération transfrontalière maritime 2007 - 2013

Maritime cross-border cooperation programmes 2007 - 2013 / Grensoverschrijdende maritieme samenwerkingsprogramma's 2007 - 2013



Pour être éligibles, les opérations doivent s'intégrer dans des problématiques de coopération transfrontalière et des actions conjointes de dimension maritime. Elles doivent permettre la capitalisation et le partage de bonnes pratiques, des activités de mise en réseau entre projets des deux programmes "Sud Mer du Nord" et "Manche" (cf. carte ci-dessus) sur des thèmes stratégiques. Les projets stratégiques spécifiques sont considérés comme prioritaires sur proposition des instances responsables des deux programmes. Il faut au minimum 3 partenaires (1 partenaire anglais et 1 partenaire de chaque zone de programme IV A). Le taux d'intervention du FEDER est de 50 % et il y a deux appels à projets par an. Un seul projet a été approuvé à l'heure actuelle l'Atlas

Archéologique des 2 Mers (budget 2,87 millions d'euros) qui n'a pas de partenaire bas-normand.

III.8.2. Les coopérations dans le cadre de l'Espace Atlantique en lien avec la mer et le littoral

III.8.2.1. La forte implication du Conseil Régional de Basse-Normandie au sein de la Commission Arc Atlantique pour les questions maritimes

Suite à la nomination du Commissaire européen chargé de la Pêche et des Affaires Maritimes Joe BORG en 2004, la Conférence des Régions Périphériques Maritimes d'Europe (CRPM) n'a cessé d'accompagner l'émergence d'une politique maritime européenne intégrée, et a joué un rôle moteur dans l'élaboration par la Commission européenne du Livre Vert sur la politique maritime européenne, puis du Livre Bleu "une politique maritime intégrée pour l'Union européenne". Le Conseil Européen a encouragé la Commission à poursuivre son travail de proposition dans ce domaine, en lui demandant un rapport d'avancement sur son plan d'actions à la fin 2009. C'est dans ce calendrier que, sous la coordination de la Région Bretagne, s'est mis en place au sein de la CRPM le groupe de travail **Aquamarina** avec la mission :

- d'assurer le suivi du Livre Bleu et du plan d'action communautaire, afin de permettre à la CRPM de réagir sur le déroulement du plan d'actions,
- d'analyser, pour certains thèmes prioritaires, les besoins d'évolution des politiques communautaires, qui ne seraient pas pris en compte dans le Livre Bleu et le Plan d'Actions, et permettre à la CRPM de faire des propositions à l'Union Européenne dans ces domaines ayant trait à la planification des activités en mer, aux clusters et stratégie de recherche marine européenne, à la stratégie européenne des transports maritimes et aux autoroutes de la mer. Par la tenue de ses réunions, le groupe Aquamarina renforce en outre les liens entre les Régions maritimes et permet l'échange d'expériences.

Dès 2004, le Conseil Régional de Basse-Normandie a souhaité s'impliquer activement dans le cadre de la **Commission Arc Atlantique** qui est l'une des 6 commissions géographiques¹⁰¹ de la Conférence des Régions Périphériques Maritimes (CRPM). D'ailleurs, le Président du Conseil Régional de Basse-Normandie, une première fois élu Président de cette Commission en juin 2008, en assure de nouveau la présidence depuis juin 2010.

La recherche marine et maritime représente l'une des priorités de la stratégie atlantique. Dans ce contexte, le Conseil Régional de Basse-Normandie avait missionné la **MIRIADE** (Mission Régionale pour l'Innovation et l'Action de Développement Economique) pour animer une réunion focalisée sur l'innovation marine ouverte aux industriels et chercheurs et adossée à une assemblée générale de l'Arc Atlantique qui s'est tenue à Deauville les 11 et 12 juin 2008. A cette occasion, les premières **Passerelles NOW** (Networking & Operating Workshop) ont été organisées dans le but de faire émerger des projets collaboratifs sur la thématique "ressources marines et protection du littoral" en présence des acteurs européens de l'Espace Atlantique concernés. Cette première édition fut suivie des 2^{èmes} Passerelles NOW organisées à

¹⁰¹ La Commission Arc Atlantique comprend 27 Régions membres, de l'Ecosse à l'Andalousie.

Bruxelles en octobre 2008 avec une quinzaine de régions représentées. En février 2009 s'est tenue à l'Université de Caen-Basse-Normandie une dernière journée de rencontre (les 3^{èmes} Passerelles NOW) ayant pour thème la recherche marine et la stratégie de protection de l'eau (AQUAPROTECT) pour finaliser les projets candidats aux programmes INTERREG IV B Espace Atlantique dans le cadre de l'appel à projets lancé au cours de cette même année. 55 chercheurs de 16 régions atlantiques appartenant à 6 pays différents étaient présents, ainsi que le Commissaire Européen chargé de la Pêche et des Affaires Maritimes, Joe BORG qui, à cette occasion, prononça un discours sur le thème "un nouvel élan pour la politique maritime intégrée et la politique commune de la pêche"¹⁰² Répartis en ateliers, les participants ont, à cette occasion, présenté 6 projets :

- qualité des eaux portuaires (PORTONOVO),
- ressources en macroalgues (NETALGAE),
- comportement génétique des poissons d'élevage (FISHECO),
- valorisation des coproduits marins (VALOPRO),
- prévention locale des marées noires (SPRES),
- outils d'information spatiale des zones conchylicoles (SISQUOMAR).

Ces projets furent déposés le 5 juin 2009 auprès de l'Autorité de Gestion du programme INTERREG IV B Espace Atlantique. A mi-2010, seuls les deux premiers projets avaient été retenus. Dans ce contexte, le rôle du Conseil Régional consiste à aider les partenaires bas-normands à tirer parti des programmes européens. Une cellule d'appui aux projets INTERREG a été mise en place au sein de la Direction des Affaires Européennes. Parallèlement à l'action de la MIRIADE pour aider les laboratoires et les entreprises à intégrer cette dynamique collaborative, un groupe de coordination a été mis en place par la Région avec les différents acteurs pour disposer d'une veille permanente sur les projets INTERREG en préparation et bien assurer leur suivi devant les instances qui sélectionnent ces projets. Notons également que la MIRIADE a réalisé une étude relative aux potentiels de projets en vue du montage de programmes européens sur les innovations maritimes en Basse-Normandie (pôle "HOM'MER") qui porta sur trois axes privilégiés que sont :

- la protection de l'environnement marin,
- la valorisation des ressources naturelles marines et du littoral,
- les industries maritimes.

Le processus NOW s'est avéré très original en regroupant des partenaires sur des thématiques précises dans le but de susciter une émulation. Fort de ce succès, une passerelle NOW 5 autour des technologies vertes a été organisée en juillet 2010, dont un atelier concernait les énergies marines, et a réuni une quinzaine de participants (France, Angleterre et Irlande du Nord).

III.8.2.2. Les projets retenus dans le cadre du programme INTERREG IV B

Le Programme Transnational de Coopération Territoriale "Espace Atlantique" 2007-2013 est doté d'une enveloppe de 104 millions d'euros de financement.

¹⁰² Voir le contenu du discours en annexe n° 4.

Programme Transnational de coopération territoriale Espace Atlantique 2007-2013



Les priorités du programme pour le domaine marin concernent :

- le renforcement des réseaux d'innovation et entrepreneuriaux afin de consolider la compétitivité et les capacités d'innovation dans les niches d'excellence de l'économie maritime,
- l'amélioration de l'accessibilité en promouvant d'une part, l'interopérabilité et la continuité des réseaux de transport existants et d'autre part, le transport maritime à courte distance et la coopération entre les ports,
- la protection et la valorisation de l'environnement marin par l'exploitation du potentiel des énergies renouvelables, l'amélioration de la sécurité maritime et la protection et la gestion durable des ressources naturelles marines ainsi que des espaces naturels.

Grâce à l'action soutenue de la MIRIADE, la Basse-Normandie est, à mi-2010, partie prenante dans deux projets à caractère maritime soutenus par INTERREG IV B Espace Atlantique :

■ Le projet **PORTONOVO** qui porte sur la qualité des eaux portuaires associe 23 partenaires répartis dans 5 pays et piloté par l'Université de Cantabria (Espagne). La Communauté Urbaine de Cherbourg-Octeville est leader sur le groupe de travail "Gouvernance". Les partenaires bas-normands associés sont INTECHMER-Cherbourg, le Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC), l'Equipe de Recherche en Physico-Chimie et Biotechnologies (ERPCB) et le Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral (SMEL). Il s'agit en la matière d'utiliser la rade de Cherbourg comme terrain d'étude et de mettre en place et de valider des outils de suivi de la qualité environnementale de l'eau dans les ports (1,8 million d'euros).

■ Le projet **NETALGAE** consistant dans l'étude de la chaîne des macroalgues (de la récolte à la production). Doté d'un budget de 2,16 millions d'euros, il intègre 12 partenaires répartis dans 6 pays de l'Espace Atlantique et vise à créer un réseau européen des principaux acteurs du secteur des macroalgues et à réaliser une vaste étude socioéconomique et juridique pour mettre en place un modèle de bonnes pratiques. L'objectif est d'encourager des politiques pour un usage commercial et durable des ressources de macroalgues. Le partenaire bas-normand qui participe à ce projet est le SMEL.

Les quatre autres projets non retenus devraient faire l'objet d'un nouveau dépôt, début 2011, il s'agit de :

- **FISHECO**, projet portant sur le comportement des poissons d'élevage qui mobilise, parmi 18 partenaires, le CNAM - INTECHMER de Cherbourg-Octeville. Il porte plus précisément sur l'étude du développement et de la variabilité des poissons d'élevage (4,3 millions d'euros de budget).
- **SPRES** concerne la prévention locale des marées noires avec 12 partenaires dont l'IRSN (1,58 million d'euros).
- **VALOPRO** porte sur la valorisation des coproduits marins et concerne tout particulièrement les coquillages issus des fruits de mer en vue de produire des éco-matériaux. Il mobilise comme partenaires bas-normands l'ESITC, le laboratoire PE2M et l'ERPCB (7 partenaires au total pour un budget de 2,28 millions d'euros).

- **SISQUOMAR** consiste dans la mise en œuvre d'un système d'information spatiale des zones aquacoles avec 5 partenaires dont la station IFREMER de Port-en-Bessin (1,74 million d'euros).

Concernant l'Espace Atlantique, il convient dans ce chapitre d'aborder également le projet **NEA 2** (Nautisme Espace Atlantique) qui vise à développer un nautisme atlantique durable, pluriel et accessible à tous. En d'autres termes, NEA 2 est un projet transnational pour un essor économique de la filière nautique qui s'appuie sur les valeurs du développement durable. Il se décline en trois axes :

- innovation et performance économique,
- protection et valorisation de l'environnement,
- amélioration de la qualité de vie et de la cohésion sociale.

Ce projet a été sélectionné pour une durée de 3 ans (novembre 2008 à octobre 2011). Sont impliqués 23 partenaires représentant 5 pays de l'Espace Atlantique, dont les Régions Bretagne, Pays de la Loire et Basse-Normandie ainsi que le Conseil Général de la Manche. Il est doté d'un budget de 4,7 millions d'euros, couverts à hauteur de 65 % par le FEDER (soit 3 millions d'euros).

Les difficultés de mise en œuvre des programmes INTERREG

A l'instar de bon nombre de programmes européens, les programmes INTERREG sont administrativement lourds à monter et les responsables des laboratoires de recherche auditionnés ont mis en avant la nécessité de disposer d'un soutien adapté. C'est la raison pour laquelle l'aide apportée par la MIRIADE dans le cadre des projets s'inscrivant dans l'Espace Manche a été très appréciée pour son efficacité.

Force est de constater des difficultés de mise en œuvre des programmes INTERREG dues à la diversité d'interprétation des dispositifs à laquelle se greffent des règles nationales qui complexifient encore davantage le processus. Parmi les problèmes mis en exergue au cours de nos entretiens, ont été notamment soulevées les difficultés d'interprétation juridique quant à l'intégration des laboratoires de recherche de l'Université de Caen dans les programmes INTERREG. En effet, des incertitudes quant à l'éligibilité ou non des salaires des chercheurs au titre des programmes INTERREG se sont fait jour avec le risque de devoir rembourser l'équivalent "salaires" en cas de non recevabilité ; il s'agit là de réelles difficultés d'interprétation des textes communautaires¹⁰³ qui ont surtout pénalisé la participation des laboratoires dans les programmes INTERREG IV B "Espace Atlantique". Devant cette inconnue, l'Université de Caen Basse-Normandie n'a pas souhaité s'engager face aux risques. Des discussions au niveau régional et au niveau européen ont été engagées pour résoudre cette difficulté. A mi-2010, les laboratoires concernés par les projets retenus au titre du programme INTERREG "Espace Atlantique" étaient néanmoins autorisés à être associés aux travaux, ce qui, selon certains responsables de laboratoires, limite l'intégration des équipes bas-normandes dans ces projets.

Parmi les difficultés, citons également des modalités de participation des acteurs économiques différentes entre les deux programmes INTERREG. En effet, au titre de l'INTERREG IV B "Espace Atlantique", les entreprises ne sont pas éligibles contrairement à l'INTERREG IV A France (Manche) - Angleterre auquel elles participent à condition de trouver

¹⁰³ Les chercheurs de l'Université de Caen sont en effet des fonctionnaires et leurs salaires ne sont pas intégrés à la masse salariale de l'établissement contrairement aux autres universités européennes (vision anglo-saxonne différente).

50 % de financement. Néanmoins, les PME et les entreprises peuvent participer à ces programmes ; elles ne bénéficient alors que du dédommagement des frais de déplacement, audits et frais d'hébergement. De manière générale, la participation des partenaires privés à but lucratif est régie par l'Union Européenne et les règles nationales de la concurrence. Ces règles empêchent que le financement public serve à faire bénéficier une organisation du secteur privé d'un avantage injuste sur ses concurrents. Par ailleurs, impliquer des PME et des TPE dans de tels programmes européens s'avère complexe. Outre les problèmes de moyens humains disponibles, il y a souvent une inadéquation entre les objectifs des programmes et les réalités des petites et moyennes entreprises.

III.8.3. Les autres programmes de coopération internationale impliquant la Basse-Normandie

Parallèlement au contexte collaboratif dans le cadre institutionnel des programmes INTERREG, il paraît opportun de présenter une démarche de collaboration originale entre la Basse-Normandie et le Comté du Hordaland en Norvège.

Dans le cadre de la maritimité, accéder à d'autres coopérations y compris avec des pays en dehors de l'Union Européenne, est l'occasion de mobiliser des programmes européens en matière de recherche. Tel est le cas des coopérations entre la Basse-Normandie et le Hordaland qui intègrent des problématiques voisines dans le domaine maritime. Le Hordaland a, pour sa part, mis en place des clusters abordant des problématiques recherche et innovation en lien avec la mer. Des projets de coopération scientifique entre ces deux territoires sont envisageables¹⁰⁴. Quelques axes d'intérêt commun de recherche et d'innovation ont été mis en évidence comme les pollutions marines, l'aquaculture ou encore les énergies marines renouvelables (projets pilotes offshores déjà développés en Norvège).

Par ailleurs, un projet collaboratif est actuellement en cours entre l'IFREMER (station de Port-Bessin et centre de Brest) et deux instituts de recherche norvégiens (l'Institut de Recherche Marine situé à Bergen et l'Université de Bergen). Ce projet, dénommé **BlueDEB** (2008-2011), a pour objectif de développer un modèle de croissance et de reproduction de la moule, *Mytilus edulis*, élevée en Basse-Normandie et en Norvège. BlueDEB bénéficie, entre autres, de financements de la part du Conseil Régional de Basse-Normandie et du Comté du Hordaland au titre de l'accord bilatéral, ainsi que de la Fondation Franco-norvégienne.

Notons également qu'un cluster marin au sud du Hordaland est en train de se développer sur les navires du futur et les nouveaux matériaux pour les activités maritimes. La Région souhaite mettre ses liens privilégiés avec le Hordaland au service des acteurs de la Basse-Normandie. Des norvégiens ont d'ailleurs assisté à une procédure passerelle sur l'innovation marine développée par la MIRIADE. Les EMR représentent des pistes de développement possibles.

¹⁰⁴ Dès le milieu des années 90, de telles coopérations scientifiques étaient déjà évoquées...

IV. LA RECHERCHE MARINE ET LITTORALE : UNE PREOCCUPATION MAJEURE DES SECTEURS PROFESSIONNELS

Après avoir largement développé les différents axes scientifiques et présenté les passerelles laboratoires - entreprises, l'étude aborde désormais l'essaimage d'activités nées très souvent de la recherche locale ainsi que les stratégies et les attentes de grands secteurs d'activités qui pèsent en région par le nombre d'emplois générés.

IV.1. LES START-UP SUR LA MER ET LE LITTORAL

Issues de Normandie Incubation, un certain nombre de start-up post-incubées ou en incubation en Basse-Normandie ont une activité en lien avec la mer et le littoral. Il s'agit de quatre projets post-incubés : IVAMER, SINAY, KALIBEE et Les Ormeaux du Cotentin et de 2 projets en cours d'incubation : WIBEE et SEDIGATE. D'autres start-up n'ayant pas la mer ou le littoral au cœur de leur activité peuvent néanmoins être mobilisées sur des thématiques proches. Il paraissait opportun de les présenter en préambule de cette dernière partie.

■ Spécialisée dans la mise au point et le développement d'ingrédients à base d'animaux marins, **IVAMER** est une entreprise innovante créée en 2008 par Estelle LE BIHAN, jeune docteur du laboratoire de "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" de l'Université de Caen et dont la mission initiale a été de développer un programme autour de la valorisation des coproduits et des sous-produits¹⁰⁵ de la mer dans le cadre de sa thèse soutenue en 2006 intitulée "Valorisation des sous-produits issus de la pêche des céphalopodes : applications à la seiche *Sepia officinalis*". Ces travaux ont été initiés, au départ, suite à des contacts avec le secteur professionnel de la pêche et de la transformation. Un projet a été monté dans le cadre du laboratoire PE2M et la démarche, soutenue par l'ex Instrument Financier d'Orientation de la Pêche (aujourd'hui Fonds Européen pour la Pêche), consistait à conduire des recherches sur les coproduits de la seiche (mise au point d'un produit sec valorisé) en misant, dans un premier temps, sur des applications alimentaires pour l'aquaculture. Les études ont révélé, au-delà des espérances, le gain de croissance des poissons dont l'alimentation était complétée de coproduits de la seiche. Cette démarche a été soutenue au titre du dispositif EP2I (Etape de Pré-Incubation et d'Innovation)¹⁰⁶ par une subvention de l'ordre de 20 000 euros pour apporter un soutien afin de valider l'étape vers l'incubation. Cette aide a permis de financer des équipements, la recherche d'antériorité, le dépôt du brevet et l'étude de marché. Une fois cette étape validée, le soutien d'OSEO et de Normandie Incubation a permis d'engager le processus vers la création d'une entreprise innovante. Deux choix s'offraient alors : soit exploiter le brevet

¹⁰⁵ Selon la réglementation, un coproduit est destiné à l'alimentation humaine contrairement à un sous-produit qui peut toutefois être valorisé en alimentation animale.

¹⁰⁶ Soutenue par des fonds européens FEDER et le Conseil Régional de Basse-Normandie, l'Etape de Pré-Incubation et d'Innovation a été mise en place en 2004 dans le cadre d'un programme géré par le Conseil Régional de Basse-Normandie. Conformément à l'accord de mutualisation des services de valorisation de la recherche conclu entre l'Université de Caen Basse-Normandie, l'ENSICAEN, le GANIL et le GIP Cycéron, le dispositif EP2I se poursuit depuis septembre 2009 avec un pilotage commun des quatre établissements.

(projet industriel), soit s'engager dans une activité de conseil et de recherche et développement. La deuxième solution a été retenue.

Aujourd'hui, IVAMER est une SARL qui apporte ses compétences scientifiques et met son expertise au service des entreprises et collectivités pour valoriser des matières premières spécifiques. Elle fait de la R&D en interne et propose des actions de prestations de services. IVAMER a reçu l'agrément pour bénéficier du Crédit Impôt Recherche. Les prestations proposées par la société consistent à prendre en charge, pour le compte d'entreprises, des recherches autour de l'élaboration de nouveaux ingrédients et/ou le développement de produits actifs et/ou innovants. Il existe à cet égard deux grands marchés :

- la filière amont (mareyeurs, transformateurs...) qui rencontrent des problématiques d'écoulement des ressources marines non commercialisées ou de gestion de la ressource,
- les activités de la filière aval avec des besoins en matières premières (agroalimentaire, alimentation animale, aquaculture, cosmétique, diététique, nutraceutique...). L'utilisation de coproduits et sous-produits marins concerne en effet un grand nombre de domaine d'activités.

Pour chacun de ces deux types de clients, en fonction de leurs problématiques, la société propose des prestations d'expertise-conseil, de R&D externalisée, de la mise au point de bonnes pratiques jusqu'à la mise en œuvre de pré-séries (nouveaux ingrédients), d'une veille sur la réglementation, de démarche éco-responsable, d'étude de marchés, d'étude d'antériorité... Chaque dossier est réalisé étroitement avec le client. IVAMER s'appuie clairement sur des actions d'innovation, de valorisation et d'applications. La société est compétente pour étudier tout type de ressource marine animale -poissons, mollusques et crustacés-, parties molles et parties dures.

IVAMER représente une interface entre les scientifiques et les professionnels et entre les professionnels eux-mêmes, entre ceux qui ont des problématiques de matières premières et ceux qui ont des problématiques autour des coproduits et sous-produits. L'objectif est clairement de mettre en corrélation les besoins des clients, la nature des coproduits/sous-produits, leur qualité, leur quantité, leur localisation et le marché et d'optimiser les processus de manière à ce que des projets fonctionnent et soient pérennes. IVAMER participe à une étude portée par Normandie Fraîcheur Mer visant à structurer une filière bas-normande sur les sous-produits et coproduits.

Lorsque l'Université de Caen est cliente d'IVAMER, cette dernière se positionne sur les aspects expertises, réglementations ou sur certains volets ponctuels R&D en biologie. Un contrat de partenariat a été conclu avec le laboratoire PE2M. IVAMER est hébergée à l'Université de Caen pour quatre ans moyennant location.

■ **SINAY** est une jeune société d'ingénierie innovante créée en 2008, spécialisée dans l'analyse acoustique sous-marine et les études d'impact des activités industrielles sur les écosystèmes marins. Les applications concernent les activités offshore (éolien, hydrolien, exploitation pétrolière, la pêche et les activités militaires). Localisée dans la pépinière d'entreprises NORLANDA à Caen, la société emploie 26 personnes et, parmi eux, trois doctorants (dont un contrat CIFRE).

De manière plus détaillée, son activité principale porte sur deux prestations : tout d'abord les **observations en mer** conduites par une équipe d'ingénieurs, ayant

bénéficié d'une formation en ressources halieutiques et de biologie marine, embarqués à bord des bateaux de pêche avec traitement à terre des données recueillies. Il s'agit de recenser la population d'espèces de poissons ciblées (nombre, taille, poids...) et de procéder également au recensement des mammifères marins accidentellement capturés.

L'autre grand volet de l'activité de SINAY porte sur **l'analyse acoustique et la mesure de l'impact généré par les activités humaines offshore** (pollution sonore) et leurs interactions avec les mammifères marins. Dans le domaine des études acoustiques en milieu marin, SINAY a développé en R&D interne des compétences et dispositifs innovants et propose une suite de logiciels, d'équipements et de services pour détecter, classer, localiser et simuler (d'où le nom de la suite logicielle DCLS) les sons émis par les mammifères marins. Les résultats peuvent être transmis à des serveurs sur des navires ou à terre et lus par des opérateurs. Ceux-ci font la synthèse des informations disponibles pour conduire les activités en préservant les mammifères marins : émission d'un signal pour avertir du danger, arrêt des opérations, changement de zone, pilotage d'un engin, etc. En mer, des balises acoustiques détectent les mammifères marins puis les éloignent des engins de pêche. Les activités concernées peuvent ainsi intégrer la préservation de ces animaux dans leur stratégie de développement maritime afin de se mettre en accord avec les règlements internationaux, gagner en rentabilité économique et en image véhiculée. A ce sujet, précisons que l'engagement 16b du Grenelle de la Mer invite à prendre les mesures nécessaires pour limiter les pollutions sonores et les collisions avec les navires. Un sous-groupe "mammifères marins" du groupe de travail "Navire du futur" s'est par conséquent attaché à dégager en ce sens des perspectives pratiques.

En lien avec d'autres partenaires, SINAY souhaite proposer un dispositif de bouées immergées acoustiques équipées en instruments électroniques délimitant des zones de pêche ou d'activités offshore (parc éolien, hydrolienne, plate-forme pétrolière...) et permettant d'alerter les dauphins et les autres mammifères marins sur les dangers liés à la présence de l'homme. SINAY peut ainsi intervenir en amont des grands projets liés aux énergies marines renouvelables ou plates-formes pétrolières offshore et réaliser des études d'impact s'inscrivant dans le cadre des directives internationales et communautaires.

Concernant les activités militaires, face aux nuisances acoustiques générées par les sonars des bâtiments, SINAY intègre ses logiciels dans les sonars et propose des services pour détecter les cétacés pendant les essais en mer.

La société a connu ces derniers mois une phase d'expansion importante avec deux contrats en région Bretagne portant sur une participation à deux programmes d'observation : FilManCet et OBSMER. Le programme FilManCet (Fileyeurs Manche Cétacés), à l'initiative des professionnels et mis en œuvre par les Comités Régionaux et Locaux des Pêches du Nord-Pas-de-Calais, Picardie et de Bretagne, a pour objectif de collecter des informations sur les captures accidentelles de cétacés dans les filets en Manche, de mesurer l'impact de ces captures sur les populations, en particulier de marsouins, et de trouver des solutions pour les limiter au maximum. Il s'agit également de renforcer les connaissances biologiques de ces espèces en collaboration avec le CRMM (Centre de Recherche sur les Mammifères Marins) et OCEAMM (Observatoire pour la Conservation et l'Etude des Animaux et Milieux Marins)¹⁰⁷. Pour ce qui

¹⁰⁷ Source: <http://www.comite-peches.fr/site/index.php?page=g32&prog=29>

concerne la Bretagne, le Comité Régional des Pêches Maritimes et les Comités locaux de Saint-Malo, Saint-Brieuc, Paimpol et Nord Finistère mettent en place une étude qui vient compléter l'étude pilote effectuée en Mer d'Iroise (Pingloise), comprenant entre autres des observations et des tests de pingers (répulsifs acoustiques). Un comité de pilotage Manche Ouest assure la coordination entre les projets. L'étude Bretagne prévoit la mise en place d'observations des captures (retenues, rejets et captures accidentelles) sur les secteurs de Saint-Malo, Saint-Brieuc, Roscoff et Morlaix. SINAY a ainsi été sollicitée pour mettre en œuvre le projet et des observateurs ont été recrutés.

Le programme OBSMER, lancé au niveau national en 2003 à l'initiative conjointe du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture - DPMA), l'IFREMER et le Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CNPME) permet à des observateurs de suivre des bateaux de pêche dans leur activité pour collecter des données scientifiques sur les espèces collectées. La maîtrise d'œuvre de ce programme national a été confiée à l'IFREMER. La station de Port-en-Bessin y contribue largement, un des chercheurs du laboratoire "Ressources Halieutiques", pilote national d'un des axes, y consacrant la totalité de son activité.

SINAY est membre du Pôle Mer Bretagne, ce qui représente une réelle opportunité. La société a ouvert une antenne près de Saint-Brieuc du fait du développement de ses activités dans cette région. Plus de la moitié de l'effectif de SINAY est constitué d'observateurs qui travaillent sur le recensement de la ressource à bord des bateaux. Le siège à Caen héberge pour sa part l'équipe technique, les ingénieurs acousticiens et la direction commerciale. Ses relations avec la recherche académique sont privilégiées avec l'ISEN à Brest, cette école d'ingénieurs étant spécialisée dans les compétences en acoustique. Le partenariat avec l'IFREMER concerne Brest, même si une formation de deux journées des observateurs en mer recrutés par SINAY a été effectuée au sein de la station IFREMER de Port-en-Bessin.

Pour l'heure, il n'existe aucun partenariat développé en Basse-Normandie et l'éloignement des sites bretons occasionne beaucoup de déplacements. Il paraît ainsi stratégique d'engager des discussions avec des acteurs institutionnels, professionnels et industriels en vue de projets en région, il en va du maintien de ces compétences en région. Cela est d'autant plus important que l'aide apportée par les institutionnels bas-normands lors de la phase d'amorçage et d'incubation de la start-up a été remarquable selon le dirigeant de l'entreprise. L'objectif pour SINAY est de développer des synergies avec les grands groupes industriels dans le cadre de projets collaboratifs notamment avec DCNS-Cherbourg (les seuls contacts avec le groupe DCNS concernent le site de Lorient), d'autant que ce type de projet est susceptible de bénéficier d'une labellisation dans le cadre du pôle Mer Bretagne. L'avenir de SINAY qui doit faire face à la concurrence est étroitement lié à ce développement.

A l'instar du programme FilManCet auquel participe SINAY en lien avec le Comité Régional et les Comités Locaux des Pêches de Bretagne, il paraîtrait opportun qu'un rapprochement s'amorce sur ce type d'approche avec le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Basse Normandie.

En Basse-Normandie, seul le Groupe d'Etude des Cétacés du Cotentin et des Mammifères Marins de la Mer de la Manche anime un réseau d'observateurs aidé notamment par l'Etat (DREAL) et est reconnu à ce titre comme structure d'expertise

dans ce domaine. Une intervention complémentaire de SINAY, du fait de ses compétences en acoustique, mériterait d'être étudiée.

Concilier tourisme, culture scientifique et observation du littoral est un autre aspect qui pourrait être développé. Des initiatives vers le grand public en lui révélant les bruits de la mer en direct (via Internet ou en lien avec la Cité de la Mer de Cherbourg) mobilisant des savoir faire et compétences de SINAY constitueraient une vitrine technologique majeure.

Les axes de développement de SINAY ciblent prioritairement les régions et le cadre national avant d'engager des partenariats internationaux.

■ Jeune entreprise innovante, **KALIBEE** développe depuis 2005 des solutions et technologies destinées au nautisme. Cette activité est née d'une démarche d'incubation en partenariat avec le Centre de Ressources Interlangues sur la Signification en COntexte (CRISCO) de l'Université de Caen. Avec 2 salariés en 2010, la société est membre de la Filière Nautique Normande (F2N).

A l'origine, KALIBEE avait développé et commercialisé en 2007 une interface d'acquisition et de traitement par la voix d'informations, outil hardware utile pour la navigation des bateaux, TinyCoach mais qui, peut-être, ayant été précurseur dans son domaine, n'a pas répondu aux espérances sur le plan commercial.

A partir de cette expérience, des services innovants d'aide à la performance pour le monde de la voile ont été développés et aujourd'hui proposés aux professionnels. A partir de la plate-forme technologique mise en œuvre, l'entreprise lance désormais un nouveau produit par an.

Depuis 2009 a été lancé TCReplay, premier service web B to C de débriefing sportif, collaboratif en 3D. Associé à une grande variété d'enregistreurs de données, TCReplay permet de disposer d'un outil high-tech pour comprendre et progresser à partir de son vécu et celui de ses partenaires de course. Ce service qui représente un aspect ludique incontestable est utilisé par les équipes de France de voiles olympiques junior.

En 2010, KALIBEE a lancé TCEvent, service B to B de suivi en direct de régate inshore en temps réel et en 3D grâce à une solution de tracking. Particulièrement fluide et impressionnant, ce service permet de diffuser des images virtuelles sur Internet et sur grand écran. La société propose aussi d'aider les organisateurs dans l'animation en direct du village de régate, dans la mise en place de leur stratégie web de communication et dans la mise en place d'outil de diffusion comme une web radio pour la voile.

Enfin, TCLive3D est décliné du précédent service ; ce service B to B est plus particulièrement dédié aux yachts clubs qui disposent d'une école de sport. Une version a été préalablement testée à Pornichet, Le Havre et Marseille et va se déployer début 2011.

KALIBEE travaille actuellement sur un nouveau projet d'interface B to C sous une forme de player sur iPhone permettant de rejouer une régate.

■ Créée en 2001, la société **Les Ormeaux du Cotentin** maîtrisait le cycle complet d'élevage d'ormeaux en circuit fermé, de la ponte à la commercialisation. Incubée au

sein de Normandie Incubation, elle a été accompagnée depuis l'origine par le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" de l'Université de Caen et le Syndicat Mixte de l'Équipement du Littoral (SMEL). Les ormeaux étaient entièrement nourris à l'algue fraîche *Palmaria Palmata* (algue rouge) ou *Laminiria Digitata* (algue brune) ramassées sur les côtes normandes et bretonnes. Le défi de l'entreprise était de concevoir une structure de haut niveau technologique capable de maîtriser la production d'ormeaux en circuit fermé. Le protocole de conservation des ormeaux retenu permettait de les faire se reproduire, par roulement, tous les six mois au lieu d'une seule fois par an dans la nature. A été mis au point un procédé de cryoconservation des larves fécondées. La société commercialisait tout au long de l'année des ormeaux à destination des professionnels et des particuliers. Les ormeaux produits étaient notamment destinés à garnir les assiettes des plus grandes tables françaises et étrangères. Hélas, le contexte actuel de crise économique a constitué un facteur limitant pour l'activité commerciale qui a été interrompue. Notons que plusieurs fermes d'ormeaux s'étaient développées sur le littoral Ouest français et que celle-ci était la seule restante en Basse-Normandie.

■ Hébergée au sein de Normandie Incubation, **WIBEE** est une entreprise innovante créée en 2008 par un ingénieur en mécanique des fluides et un maître de conférences de l'UFR de Sciences Economiques et de Gestion de l'Université de Caen. L'entreprise s'est spécialisée dans le développement du concept d'éolienne urbaine innovante. Le principe consiste à créer, notamment sur les plus hauts immeubles, un niveau supplémentaire dédié dans lequel le vent peut pénétrer par les côtés grâce à de larges ouvertures. L'air ainsi canalisé s'engouffre dans des cheminées dans lesquelles les éoliennes productrices d'énergie sont installées.

Sur la base de ses compétences, WIBEE a souhaité diversifier ses activités vers l'énergie hydrolienne avec dépôt d'un brevet d'un concept novateur à axe vertical basé sur la récupération des différentes forces, directement sur les bras qui portent les ailes des hydroliennes grâce à des moteurs linéaires. Une première étude a été conduite en lien avec le laboratoire "Morphodynamique Continentale et Côtière" et le Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC).

Ce type de projet qui demande des investissements importants nécessitera un partenariat pour son développement. Des contacts ont été entrepris avec DCNS au niveau national. Toutefois, il est difficile pour une start-up de s'imposer face à des groupes puissants qui font beaucoup de lobbying auprès des décideurs. Afin de renforcer l'expertise scientifique de ce nouveau concept d'hydrolienne, une thèse financée par le Conseil Régional va débiter concernant à la fois la mise en œuvre d'une maquette physique et une simulation numérique.

D'autres diversifications en lien avec le nautisme sont également envisagées.

■ **ARD**, société caennaise spécialisée dans la formulation et la production de liants hyper-pouzzolaniques élaborés à partir de sous-produits industriels, fut la 7^{ème} start up accompagnée par Normandie Incubation ; son dirigeant est de nouveau accompagné par Normandie Incubation qui a aidé à la création de **SEDIGATE**, 54^{ème} projet de l'incubateur régional. SEDIGATE s'inscrit dans la problématique nationale d'ordres écologique et économique portant sur la valorisation des sédiments marins. On estime en effet que 55 à 60 millions de m³ de boues par an sont issus du

dragage de fleuves, canaux, barrages, lacs et ports qui impliquent des procédés de traitement et de valorisation assez lourds. Le défi consistait pour SEDIGATE à intégrer ces déblais de dragage dans une filière rigoureuse de gestion des stocks avec un suivi à chaque étape et notamment en sortie de drague et en zone de dépôt, la finalité consistant à valoriser ces matières dans les secteurs du BTP et de la construction.

SEDIGATE est ainsi fondée sur un procédé innovant unique breveté qui permet de réduire, en quelques minutes, les volumes de boues à évacuer en réintégrant une eau clarifiée dans son milieu d'origine. La boue en sortie du procédé est pelletable, inodore et de volume réduit ce qui la rend valorisable. Il s'agit d'une unité mobile de séparation, de déshydratation et de valorisation à terre des sédiments de dragage portuaires et fluviaux nommée NEMEAU[®]. Les opérations effectuées sont le tri, la séparation, la déshydratation mécanisée en continu à raison de 450 m³/h. L'ensemble permet de dissocier les matières solides et liquides et de réintégrer l'eau dans son milieu naturel. Ce procédé répond donc à une nécessité écologique actuelle de valorisation des déchets et SEDIGATE s'inscrit dans la charte nationale SEDIMATERIAUX¹⁰⁸. La société est accompagnée au niveau scientifique par le Laboratoire M2C de l'Université de Caen et l'Ecole des mines de Douai et, au niveau technique par le Centre d'Etudes Techniques de l'Equipeement (CETE) Normandie-Centre. La société est par ailleurs partenaire du Port de Rouen et adhérente du pôle de compétitivité TEAM2 du Nord-Pas-Calais portant sur le recyclage et la valorisation des déchets ; la société participe d'ailleurs à deux projets labellisés.

Après une première phase portant sur le procédé de déshydratation, la phase 2 a consisté dans la valorisation proprement dite et une phase 3 porte sur la recherche de co-valorisation avec d'autres déchets et sous-produits (tels les sous-produits marins coquilliers). D'autres valorisations pour le BTP sont actuellement à l'étude. Du fait des enjeux considérables, cette filière balbutiante est appelée à se développer de manière importante, disposer de filières locales ou régionales permettant un bilan carbone très favorable. Ainsi, ARD/SEDIGATE a valorisé 70 000 m² de tange du Mont Saint-Michel traitée avec des liants écologiques dans le but de réaliser des véloroutes en Bretagne, technique tout à fait transposable à des sédiments d'estuaire. De même, parmi les plus grandes réalisations, ARD a valorisé 1,5 million de m³ de sédiments marins et de graves pour constituer les plates-formes de Port 2000 au Havre.

Dans le cadre des travaux actuels de réhabilitation du caractère maritime du Mont Saint-Michel, de grands volumes de tange (800 000 à 1,3 million de m³) mériteraient de trouver une valorisation en Basse-Normandie. 95 % des sédiments ne sont, selon le dirigeant de SEDIGATE, pas pollués et, quand bien même ils le seraient, le décanteur dynamique NEMEAU[®] permet de diviser par 10 le volume des sédiments contaminés récupérés, ainsi plus facilement évacuables et stockables vers les zones décharge habilitées.

La société est fortement impliquée dans la vie académique puisque qu'elle accueille en stage entre 3 et 9 étudiants par an dans le cadre du Master "Génie Côtier" de l'Université de Caen. Elle mobilise en outre sur des thématiques précises des doctorants (M2C, ESITC et d'autres établissements en France). ARD / SEDIGATE comprend 12 salariés.

¹⁰⁸ SEDIMATERIAUX est un projet de coopération pour l'émergence de filières de gestion et de valorisation, à terre, des sédiments de dragage portuaires et fluviaux, objectifs en phase avec les travaux du groupe de travail n° 11 "Sédiments de Dragage" du Grenelle de la Mer.

D'autres entreprises innovantes non directement liées à la mer et au littoral voient toutefois certaines de leurs compétences potentiellement mobilisées autour de ce sujet.

■ **ADN'tox**, entreprise en développement au sein de Normandie Incubation issue d'un essaimage de l'Université de Caen Basse-Normandie, hébergée au Centre François Baclesse, Centre de lutte contre le cancer de Caen, et issue plus particulièrement des compétences de l'équipe du GRECAN en santé humaine (problématiques des facteurs de risque de cancer). ADN'tox se positionne en expert des problématiques de génotoxicité de composés chimiques et de mélanges complexes en santé environnementale et santé humaine. La jeune société a pour objectif d'amener au marché de nouveaux outils d'analyse pour l'évaluation de l'impact environnemental de composé(s) par le développement de nouveaux biomarqueurs. Il s'agit de développer de nouvelles approches dans l'évaluation de la toxicité dans la relation homme - environnement. ADN'tox a été lauréat 2008 du Concours national d'aide à la création d'entreprises innovantes, en catégorie émergence. La société est impliquée dans des travaux conduits sur l'écotoxicologie marine en coopération notamment avec l'IFREMER. ADN'Tox est, du fait de ses compétences reconnues, associée à des travaux en lien avec des laboratoires de l'Université de Caen sur des problématiques de protection et de qualité de l'environnement marin et littoral.

■ La société **LC INODRY** a mis au point un procédé innovant alternatif à la lyophilisation pour préserver la viabilité des micro-organismes. Les développements et productions de poudres ayant recours aux technologies de déshydratation, de granulation et d'enrobage s'adressent aux secteurs de l'agroalimentaire, des compléments alimentaires et de l'environnement. Les produits de la mer constituent un créneau potentiel de développement.

■ **QUERTECH INGENIERIE**, entreprise incubée au sein de Normandie Incubation, dont l'activité concerne et intéresse potentiellement la filière mer avec la mise au point d'un procédé de nitruration de l'aluminium par implantation d'ions d'azote, grâce à une source ECR (Electron Cyclotron Resonance), ce qui permet de rendre l'aluminium plus résistant que l'acier avec toutes les perspectives de développement dans la construction navale et les autres activités offshore.

IV.2. LES ENJEUX DE RECHERCHE ET D'INNOVATION DU SECTEUR PECHE MARITIME, CONCHYLICULTURE ET CULTURES MARINES

Comme le révèle le présent rapport, une part importante des recherches conduites en Basse-Normandie sur la mer et le littoral porte sur les ressources marines et leurs interactions avec le milieu. Au sein des laboratoires de l'Université de Caen, d'INTECHMER - Cherbourg, de la station IFREMER de Port-en-Bessin et des plates-formes ou structures fédératives et d'interface comme le CREC ou le SMEL, il existe un fort potentiel scientifique et des compétences reconnues. Au-delà des recherches fondamentales, les laboratoires conduisent des travaux de recherche appliquée ou finalisée en lien avec des problématiques locales et, souvent, à la demande des professionnels des secteurs de la pêche maritime et des cultures marines. Ces points ont d'ailleurs été mis en exergue dans la deuxième partie du rapport.

L'objet de ce chapitre est de présenter les grandes problématiques de recherche et d'innovation qui se posent au sein des secteurs d'activités concernés, d'autant que la

Basse-Normandie apparaît exemplaire du fait du dialogue existant entre les représentants professionnels de la pêche et de la conchyliculture et les acteurs régionaux de la recherche concernés. Par ses actions, le Conseil Régional a très tôt œuvré au rapprochement des différents acteurs.

L'enjeu est important en termes d'activité puisque, selon une étude de 2006, le CESER indiquait que la pêche et la conchyliculture représentent de l'ordre de 4 000 emplois directs à temps plein et génèrent 4 270 emplois induits en équivalents temps plein soit **près de 8 300 emplois**.

IV.2.1. La conchyliculture en Basse-Normandie : une activité ostréicole fragilisée

Même si la culture des huîtres remonte au XVI^{ème} siècle dans le bassin de Saint-Vaast-La-Hougue, les premières productions significatives d'huîtres et de moules de bouchot en Basse-Normandie datent du début des années 70. Malgré ce développement récent, les conditions favorables du littoral et les efforts entrepris pour développer cette activité ont contribué à ce que la région devienne, en une trentaine d'années, le premier bassin de production conchylicole français avec 21 % de la production nationale d'huîtres et 41 % de la production française de moules à bouchot en 2009¹⁰⁹.

En ce qui concerne l'ostréiculture, les températures trop faibles des eaux et l'importance des courants en Normandie ne permettent pas la reproduction significative des huîtres. Aussi, les ostréiculteurs utilisent du naissain originaire d'autres régions (bassin d'Arcachon ou Pertuis charentais) via la technique du captage naturel qui fournit l'essentiel du naissain ostréicole. Mais les écloséries-nurseries d'huîtres représentent une part non négligeable des approvisionnements de naissains pour les conchyliculteurs normands, sachant que l'une des plus grandes écloséries d'Europe, la SATMAR, est localisée dans la Manche à Gatteville-Phare (cf. infra). Ces écloséries fournissent notamment les huîtres triploïdes, spécimens issus d'un croisement les rendant stériles, ce qui favorise leur croissance et évite qu'elles soient laiteuses en été¹¹⁰.

Les deux manières d'obtenir des naissains

Il existe aujourd'hui deux manières d'obtenir des naissains pour un ostréiculteur :

- *par éclosérie,*
- *par captage naturel ou sauvage.*

En 1989-1990, le travail sur la triploïdie a débuté, processus qui nécessitait de passer par les écloséries. Ce nouveau marché est à l'origine de l'essor récent de ces entreprises. Selon la SATMAR, les triploïdes représentent 25 à 30 % des naissains mis en parc, mais au final, celles-ci représentent 60 à 70 % des tonnages car elles s'avèrent plus résistantes. Cependant beaucoup d'ostréiculteurs ne souhaitent pas devenir à terme totalement dépendants des écloséries pour la fourniture en naissain.

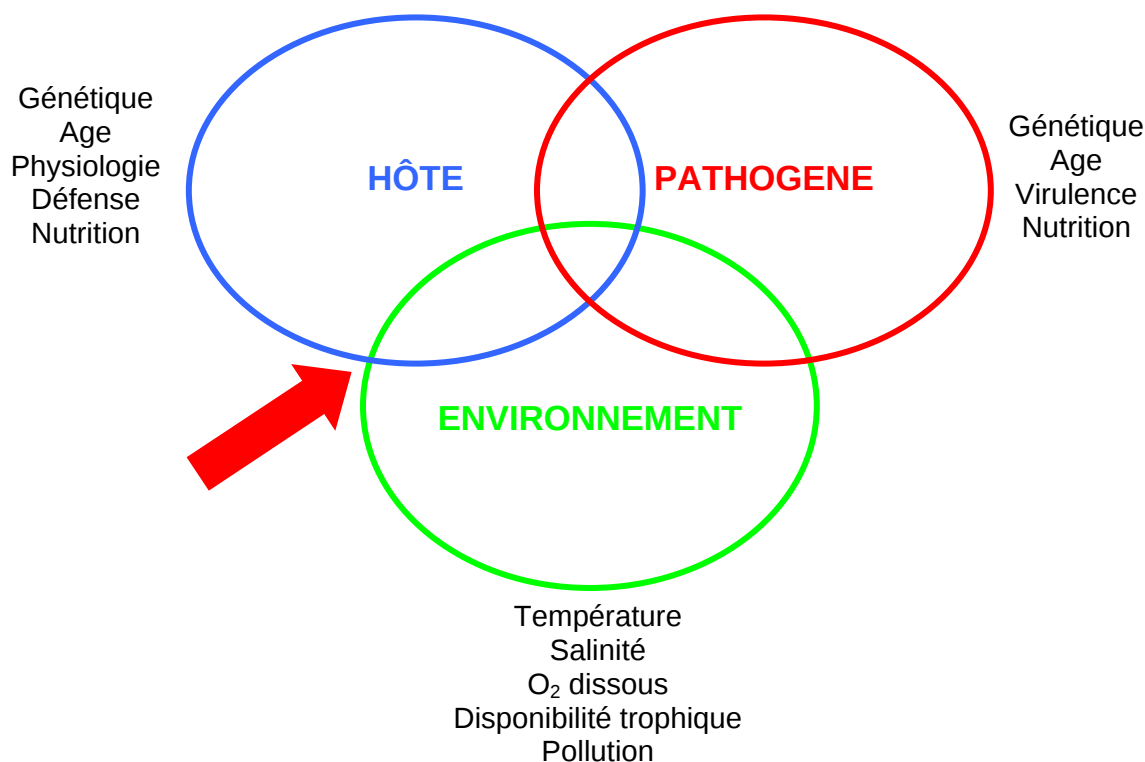
¹⁰⁹ Selon le Comité National de la Conchyliculture (CNC).

¹¹⁰ Source : Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord.

IV.2.1.1. La problématique de mortalité des huîtres au cœur des préoccupations de la recherche

Comme la deuxième partie du rapport a pu le démontrer, l'ostréiculture fait l'objet d'une attention soutenue des scientifiques du fait en particulier de l'épidémie qui décime massivement les jeunes huîtres depuis 2008 et surpasse en intensité tous les phénomènes de mortalité anormale des huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) constatées en période estivale depuis une quarantaine d'années. Du fait de l'épizootie constatée, des mesures radicales ont d'ailleurs été adoptées comme l'interdiction d'introduction d'animaux de moins de 18 mois sur les parcs en Normandie entre le 1^{er} mai et le 31 août 2010.

Le virus *Ostreid herpes virus* type 1 (OsHV-1) sous sa forme variant microvar est l'agent pathogène responsable de la mort des huîtres juvéniles (le naissain), les huîtres de plus de 18 mois n'étant jusqu'à présent pas touchées. Les contaminations par l'herpès virus posent beaucoup d'interrogations d'autant que la maladie est quasiment toujours associée à une bactérie pathogène *Vibrio splendidus* (observée par le réseau REPAMO). Cette association est encore mal comprise aujourd'hui. Des analyses à approfondir ont montré que des facteurs annexes peuvent causer un stress chez les mollusques, fragilisant ainsi leur défense contre la maladie. En particulier, la qualité des eaux côtières est suspectée, des travaux récents ayant montré que certains produits phytosanitaires avaient des effets à la fois sur les anomalies chromosomiques (aneuploïdie) entraînant chez les sujets affectés un taux de mortalité supérieur à celui des animaux normaux, et sur le niveau des défenses immunitaires de l'huître, la rendant plus vulnérable aux agents pathogènes.



La mortalité des huîtres : des causes multi-factorielles ?

Source schéma : IFREMER

Certains experts avancent en effet l'hypothèse d'un stress des mollusques causé par les conditions environnementales naturelles ou d'origine anthropique (polluants) qui les fragilisent et les empêchent de lutter contre des attaques virales qui existent depuis longtemps. Le premier projet MOREST (2000-2006) avait déjà mis en avant le caractère multifactoriel des mortalités dans l'interaction huîtres - environnement - pathogènes. Les travaux menés par l'Université de Caen au Centre d'Etude et de Recherche sur le Médicament de Normandie (CERMN) sur les abeilles peuvent d'ailleurs se rapprocher de cette problématique. Toutes les recherches conduites pour améliorer les connaissances autour de l'huître, son environnement et ses pathogènes permettront de mieux maîtriser les risques en la matière sur le long terme. La recherche fondamentale est ainsi nécessaire pour comprendre notamment les mécanismes génomiques impliqués.

Les problématiques autour des mortalités des huîtres incitent également à élargir les réflexions sur les pratiques culturelles, la densité des élevages en lien avec les aspects fonciers, l'évolution du trait de côte et l'impact socio-économique. Que ce soit pour les ressources halieutiques ou pour la production conchylicole, l'IFREMER (et notamment la station de Port-en-Bessin) apporte déjà des outils utiles pour la profession.

L'ostréiculture n'est d'ailleurs pas la seule activité touchée comme le révèlent de récentes contaminations préoccupantes d'élevage de moules par un parasite impactant leur croissance et leur survie dénommé *Mytilicola*.

Au niveau national, côté IFREMER, au sein de la station de La Tremblade spécialisée dans la conchyliculture, le Laboratoire de Génétique et Pathologie a été désigné laboratoire national de référence pour la recherche sur les maladies des mollusques bivalves par arrêté du 29 décembre 2009. Mais de fortes compétences existent en Basse-Normandie et sont d'ailleurs largement reconnues au niveau français. Outre les travaux de l'UMR M 100 IFREMER - PE2M que nous avons largement présentés précédemment, des acteurs comme la station IFREMER de Port-en-Bessin impliquée dans des outils de recherche appliquée (comme OGIVE qui a pour objectif d'acquérir des connaissances sur les écosystèmes conchylicoles normands), le SMEL et les laboratoires départementaux d'analyses sont, chacun à leur niveau, associés à cet effort de recherche. Sur ce point, les responsables des professionnels de la conchyliculture se félicitent de la récente mise en réseau des laboratoires et des centres de compétences sur cette question de la mortalité des huîtres.

Mais pour le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord, les efforts sont à poursuivre sur l'adéquation entre les recherches conduites (tant à l'IFREMER que dans les laboratoires universitaires) et les besoins de la profession. Il existe un besoin en amont de davantage de concertations et, en aval, de plus de réactivité et de communications afin de bien associer les professionnels aux rendus des travaux conduits. Des actions seraient à mener sur la manière de vulgariser plus avant les travaux scientifiques et les messages à faire passer aux professionnels.

Actuellement, le phénomène préoccupant des mortalités a tendance à cristalliser les impatiences des professionnels sur des retombées rapides des démarches scientifiques menées sur ce sujet alors qu'il faut tenir compte du temps nécessaire pour la recherche. Toutefois, les acteurs bas-normands concernés sont tous mobilisés et se rencontrent régulièrement sur le sujet dans le cadre d'un **Groupe de vigilance** mis en place par le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie.

Outre l'existence d'un Comité de Pilotage et de suivi technique qui comprend tous les partenaires financeurs (Région et Départements), il existe un Comité Scientifique qui intègre les structures comme l'IFREMER, l'Université de Caen, le SMEL, les deux laboratoires départementaux d'analyses...

Le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord auditionné insiste sur l'intérêt d'un réseau souple d'échanges des acteurs de la pêche et de la conchyliculture sur les aspects recherche et innovation.

Des compétences scientifiques et techniques en Basse-Normandie saluées par le rapport CHEVASSUS - FEMENIAS - VANNIER

En février 2010 a été remis aux Ministre de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, Ministre de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, le rapport de MM. Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, Alain FEMENIAS, Philippe VANNIER intitulé "La recherche, l'expertise et l'appui technique à la filière ostréicole : Etat des lieux et propositions d'amélioration". Cette réflexion s'inscrit plus largement dans le cadre du Plan de Soutien de l'Ostréiculture Française 2010 - 2012.

Face aux mortalités massives de naissains et de juvéniles d'huîtres creuses depuis deux ans, un plan de relance de l'ostréiculture française a été mis en œuvre, fruit d'un travail concerté entre représentants professionnels, organismes de recherche, collectivités territoriales et services de l'Etat, visant à mobiliser les moyens nécessaires pour accompagner la filière ostréicole afin d'une part, de mettre en œuvre des pistes de sortie de cette crise, d'autre part, de soutenir les exploitations ostréicoles dans la période transitoire 2010-2012 qui s'annonce difficile vu l'ampleur de ces phénomènes de mortalités et enfin, de préparer l'avenir.

Ce plan d'action prévoit notamment un volet recherche avec l'ambition de :

- *renforcer la coordination de la recherche sur la question spécifique des mortalités,*
- *identifier une souche résistante aux phénomènes de surmortalités,*
- *évaluer et adapter les pratiques de la filière pour limiter les surmortalités et réduire la diffusion du virus.*

Le rapport CHEVASSUS, FEMENIAS et VANNIER a indiqué que du point de vue des établissements de recherche et d'enseignement supérieur, l'Université de Caen Basse-Normandie avec le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" était l'un des acteurs les plus impliqués sur les problématiques liées à la conchyliculture avec les unités de Montpellier (Ecologie Lagunaire, Immunologie des Mollusques), de Nantes (Laboratoire d'Economie Maritime LEN-CORRAIL) et de Bordeaux (en particulier le Laboratoire d'Océanographie Biologique d'Arcachon).

Par ailleurs, le rapport précise que "le SMEL a une force logistique et des compétences scientifiques et techniques réelles. Il est totalement ouvert à participer à des actions d'envergure nationale et coordonnées ; il est très demandeur d'enquêtes analytiques globales multifactorielles permettant d'identifier et pondérer les facteurs de risques associés aux surmortalités. Il pourrait efficacement contribuer à la collecte de données (comme il le fait déjà) dans le cadre d'une enquête globale".

Cette reconnaissance du potentiel de recherche bas-normand dans le domaine de la conchyliculture apparaît particulièrement positive.

IV.2.1.2. Les perspectives quant au développement de techniques et pratiques innovantes dans la filière conchyliculture

Bien que dans les pratiques d'élevage, le secteur conchylicole conserve une approche somme toute très traditionnelle, des innovations se sont développées ces dernières années permettant d'améliorer les conditions de production voire la production elle-même. Ainsi, des dispositifs et pratiques innovants visent à améliorer les conditions de travail et la sécurité des professionnels particulièrement exposés par les risques d'accidents du travail en mer, surtout dans la mytiliculture en raison de l'utilisation de barges équipées de moyens de levages importants ou accidents et maladies professionnelles dans l'ostréiculture du fait des opérations de manipulation et de port de charges des poches. Outre les troubles musculo-squelettiques, la moitié des accidents du travail déclarés fait état de coupures.

Outre les améliorations des matériels et équipements, des actions que l'on peut considérer comme "innovantes" portent sur les pratiques à développer via notamment les postures et les gestes à adopter.

Il convient de citer à cet égard les actions conduites en Basse-Normandie, fruits d'un partenariat étroit entre les professionnels du secteur, l'ARACT de Basse-Normandie, le Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricoles (CFPPA) de Coutances, la MSA des Côtes Normandes, l'Institut Maritime de Prévention (IMP)¹¹¹ de Lorient, la DDAM de la Manche et la DDTEFP de la Manche. Ce partenariat a notamment abouti à la création d'actions et d'un guide fin 2009 intitulé "connaître les risques professionnels dans la conchyliculture pour mieux les prévenir".

Au niveau des pratiques d'élevage, l'assistance technique des structures de recherche et d'interface (laboratoires universitaires, IFREMER, SMEL...) est à prendre en considération. Par ailleurs, des innovations développées en Basse-Normandie méritent d'être soulignées à l'instar des solutions conçues et développées par la société YAD Marine à Pirou dans la Manche comme des élastiques spécifiques pour la fermeture des poches à huîtres ou encore un système de poches à huîtres suspendues, donc en perpétuel mouvement en mer. Les inventeurs de ces procédés innovants soutenus par OSEO sont en outre engagés dans des projets novateurs de culture de coquillage en pleine mer.

IV.2.1.3. La Recherche et Développement au cœur de l'activité de la SATMAR

La Société Atlantique de Mariculture (SATMAR) représente l'une des plus importantes écloseries de mollusques d'Europe. Elle totalise 8 sites de production en France dont 2 écloseries (Gatteville-le-Phare et Leucate). La société a développé des techniques et des méthodes permettant la production de naissains à destination des ostréiculteurs. Créé en 1972, le site de Gatteville-le-Phare, première écloserie en France, porte ses activités sur deux principaux domaines :

- la production de naissains d'huîtres des "4 saisons" (triploïdes) pré-grossies avant fourniture aux professionnels,
- la production de palourdes japonaises et européennes intégrant la filière complète de la production de naissains jusqu'à la production d'animaux de taille marchande

¹¹¹ Il convient d'indiquer qu'une antenne permanente de l'IMP s'est installée à Cherbourg-Octeville en octobre 2010.

élevés dans des parcs à Chausey (cette activité représente 60 % du chiffre d'affaires de la structure).

Sur un effectif d'une vingtaine de personnes sur le site de Gatteville-le-Phare, deux personnes sont mobilisées sur la R&D (1 docteur et 1 ingénieur).

Compte tenu de l'importance de la recherche, la SATMAR participe à de nombreux projets et programmes avec des laboratoires universitaires. Ainsi, le site de Gatteville est impliqué en lien avec le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" de l'Université de Caen¹¹² dans le programme européen **REPROSEED** (2010-2014) sur l'amélioration des techniques d'écloserie de bivalves pour 4 espèces : l'huître creuse (*Crassostrea gigas*), la coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*), la moule (*Mytilus edulis*) et la palourde européenne (*Ruditapes decussatus*). Ce programme s'inscrit dans le 7^{ème} Programme Cadre de Recherche et Développement Européen et associe 7 pays (Espagne, Italie, Portugal, Royaume Uni, Pays-Bas, Norvège, France). Les aspects étudiés concernant la Basse-Normandie portent sur l'huître et la palourde. Un volet concerne les effets exogènes causant des stress chez les mollusques comme les pollutions diffuses (pesticides).

Autre programme auquel participe la SATMAR, **CRECHE** (CRyopréservation des Embryons de Cultures d'Huitres creuses et mollusques) intègre un volet portant sur la cryoconservation des embryons d'huîtres en lien avec le SYSAAF (SYndicat des Sélectionneurs Avicoles et Aquacoles Français), la Cryobanque nationale localisée à Rennes, l'INRA et l'IFREMER. L'intervention de la SATMAR dans ce programme concerne certaines manipulations industrielles avec comme objectif affiché de développer un programme de sélection génétique. Les recherches conduites dans ce domaine apportent une réelle valeur ajoutée visant à sélectionner les familles les plus résistantes aux atteintes virales.

A ce sujet, la SATMAR s'est engagée depuis 1998, en interne et sans aides extérieures, dans un **programme de sélection**, développant ainsi des lignées résistantes aux mortalités d'alors. Les événements ayant changé avec l'herpès virus qui sévit actuellement, il a fallu réadapter ce programme de sélection.

Depuis 2003, la SATMAR et d'autres éclosiers s'étaient impliquées avec le SYSAAF et l'IFREMER dans le programme national de sélection collectif pour améliorer la résistance aux mortalités dénommé **GIGAS +**. Il s'agissait de produire des familles résistantes à une échelle plus importante (de l'ordre de 500 au lieu de 20 actuellement). Ce projet n'ayant pas été accepté au niveau national, la SATMAR s'est associée à trois autres éclosiers pour créer une SA "la Sélection Française Conchylicole" (SFC) qui a démarré un programme privé de création de familles avec le soutien technique du SYSAAF.

La recherche et le développement représentent des enjeux majeurs pour la survie de la production ostréicole. La SATMAR, dans une démarche partenariale forte avec les laboratoires universitaires et les centres techniques, s'investit ainsi largement dans ce domaine.

La SATMAR entretient également au niveau régional des relations avec le SMEL dans le cadre d'actions communes comme le suivi et la production de larves à partir de

¹¹² Notons que la SATMAR a participé au financement d'une thèse achevée en 2009 au sein de PE2M qui a porté sur "l'orientation du sexe ratio chez l'huître creuse".

géniteurs ayant résisté à la mortalité en 2008/2009 sur la base de la technique dite du télécapage¹¹³ Quatre ostréiculteurs sur les quatre bassins normands participent à cette expérimentation avec un suivi et les analyses des résultats.

Notons également qu'au début des années 80, la SATMAR a été précurseur dans la production de naissains de Coquille Saint-Jacques dans le cadre d'un programme de réensemencement porté par le Conseil Régional (contexte de pénurie en baie de Seine et demande forte du Comité Local des Pêches de Granville). Actuellement, le Conseil Régional souhaite encourager la reprise des expérimentations sur cette production de naissains de Coquille Saint-Jacques afin d'être prêt en cas de besoins de réensemencement. Précisons que le Comité Local des Pêches de Granville mène chaque année, depuis 2009, des campagnes de réensemencement au large (près de Chausey) dans une démarche de développement durable et pour permettre l'existence de lieux de ressources proches. Les naissains proviennent de Bretagne.

La SATMAR est impliquée dans une **bourse CIFRE** en lien avec le CNRS et l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) de Brest avec une thèse dans le cadre de la résistance à un agent pathogène bactérien *Vibrio tapetis* ou maladie de l' "anneau brun" qui affecte les palourdes japonaises¹¹⁴.

La société est en outre associée avec le Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg-Octeville IRSN au programme INTERREG IV A **CHRONEXPO** sur l'effet des contaminants dans le milieu marin (précédemment présenté). Des travaux portent notamment sur l'effet de l'exposition chronique aux métaux lourds. L'objectif est de mettre au point un outil donnant des indicateurs pointus.

S'agissant de **l'enseignement supérieur**, la SATMAR est sollicitée dans le cadre du Master AQUACAEN avec visite annuelle des élèves. Le centre accueille également des élèves en Master 1 pour des stages de 2 mois sur des sujets précis ainsi que des BTS aquacoles (hors région). Relevons également les interventions dispensées au sein d'INTECHMER - Cherbourg.

Concernant **les perspectives**, la SATMAR est engagée en interne dans le développement d'un nouveau système de production de larves en flux continu, aspect qui nécessite des compétences pointues en zootechnie, projet qui pourrait être éligible à des aides. Les travaux en zootechnie s'avèrent importants pour lutter contre les mortalités estivales qui nécessitent de bien comprendre des phénomènes comme la protection liée à la micro-flore existante. Un projet a été déposé avec l'IFREMER et le CNRS Montpellier mais refusé jusqu'alors car considéré comme faisant insuffisamment

¹¹³ Le télécapage ou captage à distance est une technique complémentaire du captage en mer qui permet une diversification des sources et des périodes d'approvisionnement en naissain. Cette technique consiste à produire du naissain en deux phases : l'élevage larvaire (en éclosérie), la fixation et le grossissement des larves puis du naissain sur un collecteur. Ces deux phases se font généralement dans deux entreprises. L'éclosérie pratique l'élevage des larves prêtes à fixer et l'ostréiculteur commence le grossissement. Selon l'IFREMER, le télécapage nécessite une bonne coopération entre ostréiculteurs et éclosiers et peut s'appuyer sur les organismes régionaux de transfert. Le télécapage doit aussi contribuer au développement de l'utilisation de variétés sélectionnées pour leurs bonnes performances ou leur résistance aux maladies.

¹¹⁴ La maladie de l'anneau brun est une maladie qui affecte la croissance et la survie de la palourde et se caractérise par la formation d'un dépôt brun de conchioline sur la face interne de la coquille. Lorsque ce dépôt est très développé, il forme un anneau sur la périphérie de la coquille d'où provient le nom de la maladie.

appel à la recherche fondamentale. Pourtant, ce travail apporte un complément utile à la démarche de sélection des lignées.

La SATMAR souhaite en outre s'engager à moyen terme dans des investissements plus sophistiqués de production de micro-algues (bioréacteurs). La station produit déjà des volumes de micro-algues avec production de pâtes d'algues destinées essentiellement aux ostréiculteurs (utilisées dans le cadre des techniques de télécaptage). Il est à noter que dans le passé, il existait au sein de la SATMAR un débouché vers le secteur cosmétique.

En conclusion, il convient d'insister sur l'étroit partenariat entre la SATMAR et les équipes de l'Université de Caen (principalement PE2M) mobilisées sur les thématiques de recherche avec une finalité appliquée.

IV.2.1.4. Les innovations dans la commercialisation conchylicole

L'impact économique est important et la crise sanitaire que connaît actuellement l'ostréiculture fragilise les professionnels et principalement les plus jeunes récemment installés sur les concessions ; l'huître est ainsi confrontée à un véritable défi commercial et va l'être encore plus demain. D'un point de vue général, la filière ostréicole souffre d'un déficit d'image au niveau national, la Normandie ne valorisant pas suffisamment sa production sous son label. Cette situation s'explique du fait d'un contexte historique et culturel de transferts de produits vers des bassins à fort potentiel de commercialisation type "Marennes". Du fait de la crise actuelle, sans recherche de plus-value et de diversification, des menaces sévères sur la pérennisation de cette production vont se faire jour. Un important travail autour de la communication, de la valorisation et de la commercialisation des produits de la mer -dont la conchyliculture- est à mener, aspect soulevant des problématiques de recherche et d'innovation parallèlement aux actions conduites par la profession en faveur de la qualité. Ces sujets sont d'autant plus urgents à mener qu'ils permettraient des perspectives de développement du chiffre d'affaire aujourd'hui mis à mal par le phénomène de mortalité des huîtres et la baisse de rendement qu'il génère.

Le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie - Mer du Nord est notamment engagé depuis quelques années dans la mise en œuvre d'un signe de qualité européen sur l'huître de Normandie pour asseoir la notoriété des productions normandes aux niveaux national et international. Le travail du Comité est de donner les outils aux professionnels pour développer leurs marges, leurs circuits de commercialisations et leurs ouvertures potentielles. Sur les nouveaux débouchés, il existe toutefois des initiatives répondant aux souhaits de certains consommateurs (huîtres cocktails, mise en barquette des moules, packaging adapté à davantage de praticité).

La crise actuelle de la filière ostréicole va en outre obliger les producteurs à évoluer car il va falloir gérer la rareté puisque certains experts s'attendent d'ici 3 ans à une chute pouvant aller jusqu'à 80 % des volumes, d'où la nécessité de mieux valoriser le stock restant. Les prix vont considérablement augmenter, incitant certains professionnels à travailler davantage sur la notion d' "huître plaisir". Toutes les formes de commercialisation sont à imaginer ou à retravailler : de la vente directe -aujourd'hui marginale en Normandie alors qu'elle représente une diversification intéressante sur de

nombreux secteurs de production (exemple de Cancale)- au développement des circuits de vente sur Internet.

CULTIMER : un groupement de conchyliculteurs fédérés autour de dispositifs commerciaux et de conditionnement des productions

Bien qu'elle se situe en Bretagne, il convient de présenter une activité innovante dans sa démarche commerciale. A l'origine, un groupe de producteurs conchylicoles normands et de la baie du Mont-Saint-Michel ont émis le souhait de se fédérer autour de la valorisation et de la vente de leurs produits. De là est né le concept de créer une société basée sur cette association de producteurs afin de générer des synergies et de disposer d'un volume conséquent de marchandises bénéficiant d'une garantie d'origine. Créée en 1999, CULTIMER regroupe une trentaine de producteurs, mytiliculteurs, conchyliculteurs du Pas-de-Calais à la Charente-Maritime. D'une centrale de vente au départ, la société a développé le concept d'adapter les produits à la demande des consommateurs sur la base d'une démarche innovante. L'observation d'expériences conduites à l'étranger a été en la matière très instructive. Il s'est avéré que le consommateur, en quête de praticité, recherchait des produits mieux adaptés, la grande distribution étant la cible de ce développement. Un travail de R&D sur le packaging a été réalisé. Au début des années 2000, CULTIMER a ainsi innové et investi dans une ligne automatique de conditionnement de moules en barquette sous réinjection de gaz. Ce mode de conditionnement correspond aujourd'hui à 40 % des volumes de moules commercialisés. Fort de ce succès, une nouvelle unité de conditionnement en barquette fut créée en 2008 à Dol-de-Bretagne, site retenu pour son caractère équidistant de tous les bassins fournisseurs permettant d'approvisionner l'atelier en flux tendus¹¹⁵. CULTIMER s'est engagée depuis ces dernières années dans la commercialisation de barquettes de 12 huîtres conditionnées sous atmosphère protectrice.

La société travaille aujourd'hui sur la mise en œuvre de mini-bourriches en bois ou barquettes contenant peu d'huîtres issues de différents terroirs. La Basse-Normandie présente à cet égard beaucoup d'atouts à valoriser puisque l'on estime que 5 à 6 "crus" d'huîtres (entre les fines et les spécialisées) pourraient faire l'objet d'un travail de promotion et de commercialisation en permettant d'associer davantage l'image "terroir" au produit. Les flux des huîtres normandes vers Marennes ont jusqu'à présent indirectement empêché une telle valorisation.

Ajoutons que la valorisation de certaines gammes de produits comme les petites moules de bouchots -essentiellement détruites aujourd'hui, ce qui représente un coût pour les producteurs- a donné lieu en 2002 à une étude d'ADRIA-Normandie qui n'a pas donné lieu à des concrétisations du fait essentiellement des difficultés de coûts de revient.

De même, du fait du développement des huîtres cuisinées très appréciées par les plus jeunes, des pistes de valorisation sont également étudiées. Sachant que les huîtres exportées aujourd'hui vers le Japon ou l'Australie sont congelées, une démarche au niveau national mériterait d'être conduite avec ADRIA Normandie par exemple.

¹¹⁵ CULTIMER commercialise 11 000 tonnes de produits dont près de 8 500 tonnes de moules et plus de 2 500 tonnes d'huîtres. La clientèle est composée à 70 % de la grande distribution et à 30 % de grossistes. 15 % des volumes sont destinés à l'exportation (davantage les huîtres que les moules). CULTIMER est leader sur ce marché en France.

Les actions de formation vers les professionnels sont aussi à prendre en considération. La formation dispensée qui a mis l'accent sur les compétences techniques a longtemps laissé pour compte les aspects commercialisation. Manquent encore aujourd'hui, selon les professionnels contactés, des modules de marketing et d'innovation commerciale. Reste à creuser l'idée de mettre en place des modules de formation sur l'aide à la commercialisation innovante des produits de la mer. Par exemple, l'export est très prometteur mais encore très embryonnaire. Une formation de base de type continue pourrait être pensée autour de l'aide à la commercialisation couplée à un appui sur la réglementation existante en la matière (la commercialisation entraînant des contraintes supplémentaires). Cette initiative serait un moyen d'accompagner les professionnels dans le cadre de la crise actuelle.

IV.2.2. L'adaptation de la pêche aux nouveaux défis par la recherche et l'innovation

Le secteur de la pêche maritime représente un secteur majeur en Basse-Normandie qui mobilisait ces dernières années environ 2 000 marins pêcheurs répartis sur une flottille de 520 navires en 2008 selon le Comité Régional des Pêches Maritimes. Les volumes débarqués connus et enregistrés représentaient près de 53 000 tonnes en 2007 (selon l'OFIMER) pour un chiffre d'affaires à la première vente (indicatif) de plus de 95 millions d'euros. La Basse-Normandie est, en tonnage, la troisième région et la première en termes de débarquement de coquillages. Sa particularité est d'offrir une très grande diversité de produits : dominant les coquillages (53 % des volumes), les céphalopodes (11 %), les poissons (33 %) et les crustacés (3 %). Moins de 15 % des espèces sont sous gestion communautaire.

La pêche bas-normande est réellement confrontée au maintien d'outils de pêche et de débarque qui génèrent localement des activités économiques et touristiques importantes en contribuant de surcroît à l'image de la région (cf. carte des ports de pêches). La flottille a connu une forte diminution (- 13 % entre 2005 et 2008), résultat du plan de sortie de flotte. Les aspects recherche et innovation font partie des préoccupations de la profession sur quelques grands sujets. Ce chapitre privilégiera deux points : en premier lieu la question d'une meilleure connaissance scientifique de la ressource réclamée fortement par les professionnels, puis les innovations technologiques concernant les engins de pêche et les économies d'énergie.

IV.2.2.1. Une connaissance scientifique renforcée de la ressource pour une meilleure adéquation de l'effort de pêche

Le secteur de la pêche est une activité très encadrée par les instances européennes. L'Union Européenne a en effet mis en place une Politique Commune de la Pêche (PCP) pour développer cette filière tout en préservant la ressource et la biodiversité marine dans un esprit de pêche durable et responsable. Au niveau européen, les Totaux Admissibles de Captures (TAC) qui sont les limites de captures fixées pour la plupart des grands stocks commerciaux de poisson sont proposés par la Commission, qui se fonde sur des avis scientifiques concernant l'état des stocks concernés, avant d'être adoptés par le Conseil des Ministres de la Pêche.

Lorsqu'elle élabore de nouvelles règles et réglementations dans le domaine de la pêche, la Commission recourt à l'avis scientifique des deux organes suivants :

- Le **Comité Scientifique, Technique et Economique de la Pêche** (CSTEP), instauré en 1993 qui a pour mission de conseiller la Commission sur la gestion de la pêche. Ses membres sont désignés par la Commission à laquelle ils rendent compte directement. Le rapport annuel du comité forme la base des propositions préparées par la Commission sur les Totaux Admissibles de Capture (TAC) et les quotas.
- Le **Conseil International pour l'Exploration de la Mer** (CIEM), organe indépendant fondé en 1902, qui a pour mission de conduire et de coordonner la recherche sur les écosystèmes marins de l'Atlantique Nord. Le CIEM conseille de nombreux gouvernements et organisations régionales de gestion de la pêche, ainsi que l'Union européenne.

Les responsables professionnels de la pêche bas-normande auditionnés regrettent que l'avis des pêcheurs ne soit pas suffisamment pris en considération dans les prises de décision. Bon nombre d'entre eux contestent en effet la qualité des données scientifiques sur lesquelles les décisions se prennent et notamment le décalage dans le temps entre la situation de la ressource halieutique observée et la fixation des quotas de pêche. A cela s'ajoute la prise en considération du principe de précaution. Les professionnels de la pêche estiment que la connaissance des espèces est aujourd'hui trop partielle. L'IFREMER est chargé de ces questions mais dispose, selon eux, de moyens insuffisants.

Selon l'IFREMER, il existe une campagne de prospection annuelle appelée Channel Ground Fish Survey qui a vocation à estimer l'abondance des différents poissons benthiques en Manche Est au mois d'octobre. L'ensemble de la communauté d'espèces benthiques est recueilli (totalité des poissons, y compris les espèces non ciblées par la pêche professionnelle, et macrofaune benthique).

En revanche, les professionnels bas-normands de la pêche insistent sur la richesse du partenariat entre le secteur de la pêche bas-normande et l'IFREMER concernant la coquille Saint-Jacques. Le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins travaille en effet en étroite collaboration avec l'IFREMER qui effectue chaque année une reconnaissance des stocks de coquilles Saint-Jacques en baie de Seine et au-delà. Du personnel permanent du Comité participe à la campagne COMOR qui se déroule à bord du navire scientifique Thalía pendant trois semaines sous la direction du responsable de la station de Port-en-Bessin.

Citons également la coopération exemplaire mise en place entre le Comité Régional des Pêches, le SMEL, l'IFREMER, l'Université de Caen Basse-Normandie et Normandie Fraîcheur Mer pour améliorer l'acquisition des données biologiques concernant le bulot en vue d'une gestion durable et responsable de cette pêche, ainsi que les travaux scientifiques conduits sur la reproduction de cette espèce.

Autres espèces pêchées importantes pour la pêche régionale, les céphalopodes font l'objet de travaux particulièrement nombreux et reconnus depuis de nombreuses années au sein de l'Université de Caen. Forte de cette compétence avérée du fait notamment des travaux de thèses passés, cette dernière pilote aujourd'hui le programme INTERREG IV A CRESH (Cephalopod Recruitment from English Channel Spawning Habitats) précédemment présenté.

Il convient d'évoquer également ici les inquiétudes des professionnels de la pêche quant aux contraintes environnementales, la mise en place d'aires marines protégées et de secteurs Natura 2000 en mer, les extractions de granulats en mer, les projets de clapage des sédiments dragués en Seine et les projets de plates-formes offshore éoliennes et d'hydroliennes générant des conflits d'usage. Comme dans les cas précédents, il convient de noter l'importance de bien associer la profession dans les démarches scientifiques préalables, d'autant que la profession en région est engagée dans des processus d'obtention d'un écolabel des pêcheries à l'instar de la démarche internationale MSC (Marine Stewardship Council).

Parallèlement, il paraît également primordial, selon la profession, de mieux intégrer l'économie de la pêche dans les décisions prises. C'est là aussi tout l'intérêt d'associer des travaux scientifiques en sciences humaines et sociales. Rappelons à cet égard que le golfe normand-breton et ses activités de pêche ont fait l'objet de travaux menés à l'Université de Caen au sein de l'UFR de Géographie (laboratoire ESO - Caen).

En résumé, concernant le suivi de la ressource, les professionnels de la pêche, estimant non satisfaisante la gestion par espèce et les quotas institués au niveau européen, réclament davantage d'échanges avec les scientifiques sur ce point au niveau national pour mieux adapter l'effort de pêche aux réalités. Ce principe pourrait d'ailleurs être inscrit dans la future politique communautaire de la pêche prévue en 2013. L'exemple pourrait en effet être pris sur les collaborations fructueuses existantes en Basse-Normandie sur la coquille Saint-Jacques, le bulot ou la seiche.

IV.2.2.2. Innovations technologiques et navire de pêche du futur

Du fait d'impératifs liés à la **sécurité** des marins pêcheurs, à la **modernisation des outils**, à la recherche d'un **moindre impact environnemental** des activités de pêche et aux objectifs d'optimisation des performances énergétiques des navires (et de facto de réduction du coût des carburants pénalisant la profession), des initiatives se sont développées ces dernières années autour d'innovations technologiques dans ce secteur d'activité. Au niveau national, le Plan d'Action pour une Pêche Durable et Responsable lancé en 2008 dans un contexte de forte crise traitait directement de ce sujet. Plus récemment, partant des recommandations du Livre Bleu, un groupe de travail "**Navire du Futur**" institué dans le cadre du Grenelle de la Mer a, rappelons-le, rendu ses conclusions dans un rapport en date du 12 avril 2010 dont des aspects concernent directement les activités de pêche.

En Basse-Normandie, une démarche novatrice a rassemblé ces dernières années trois entreprises bas-normandes qui souhaitent apporter une réponse en concevant et construisant un bateau de pêche innovant prenant en compte les problématiques environnementales, économiques et de sécurité. Il s'agit du Cabinet Rougier spécialisé dans l'architecture et l'ingénierie navale localisé à Norlanda à Caen, de la société Digne & Françoise, entreprise de mécanique et de forge navale, spécialiste du chalutier et de l'entreprise de chantier naval Patrick JAMES, toutes deux implantées à Port-en-Bessin.

Dans un souci de développement durable, cette démarche porte sur la performance énergétique des navires pratiquant les arts traînants (drague, chalut, senne), selon trois axes principaux :

- l'optimisation hydrodynamique des performances de la carène,

- la maximisation de la poussée de l'hélice aux régimes moteurs économiques,
- l'optimisation des installations (portique et treuils) afin de permettre une plus grande polyvalence, légèreté et ergonomie ainsi qu'un passage flexible et progressif vers les métiers des arts dormants.

Pris dans sa globalité, le projet comporte 10 modules innovants :

1. la coque,
2. la motorisation,
3. l'ensemble réducteur ligne d'arbre hélice tuyère,
4. l'hydraulique,
5. le système de supervision de la consommation,
6. les matériaux,
7. le positionnement et l'ergonomie de la passerelle,
8. l'amélioration des conditions de travail à bord,
9. l'amélioration des lieux de vie,
10. l'électronique embarquée.

Une phase préliminaire d'acquisition de données sera réalisée sur "L'Eclipse", un chalutier bois construit au chantier James, et en service depuis 3 ans. Pour minimiser les risques inhérents à tout projet innovant, celui-ci prévoit deux phases :

- L'équipement de modules innovants sur des bateaux existants (durée de 12 mois). En fonction des besoins et des possibilités des armateurs, des bateaux existants pourront être équipés de un ou plusieurs modules, ce qui permettra une validation par étape du bon fonctionnement et des solutions technologiques.
- La construction du bateau de pêche du futur (10 à 14 m de long) qui intégrera l'ensemble des modules validés dans la phase précédente.

Ce projet a été retenu par le comité d'experts dans l'appel à projet national pour "les économies d'énergies à la pêche" du Ministère de l'Agriculture et de la pêche.

Il convient de saluer la démarche de ces trois entreprises partenaires qui portent des projets innovants sur la base de savoir-faire anciens et en lien avec le vécu et la pratique de différentes générations de marins pêcheurs. Par exemple, une démarche vise à développer des navires de pêche en bois (jusqu'à 50 mètres), ce qui valorise une ressource locale (les chênes proviennent de l'Orne) tout en étant équipés des dernières technologies.

Des échanges entre les entreprises impliquées dans ces travaux et des laboratoires de recherche concernent également les bio-matériaux (exemple du lin). Ils impliquent notamment le CNRT Matériaux et des laboratoires du Havre.

La flottille de pêche est aujourd'hui vieillissante (âge moyen de 24 ans selon un audit), coûteuse d'entretien, avec des contraintes réglementaires et des normes qui ne sont pas toujours en adéquation avec les besoins réels (matériel de pêche, sécurité, puissance, jauge...). Dans les 10 à 20 ans à venir, une grande partie de la flotte va devoir être renouvelée. Selon la profession, compte tenu de la situation du secteur de la pêche aujourd'hui, la capacité à s'engager dans la construction de navires innovants est

quasi nulle et surtout pour les bateaux de pêche de grandes tailles, à moins d'incitations fortes.

Des réflexions sont engagées au niveau national et européen sur les modes de propulsion des bateaux de pêche, sachant que ceux-ci ont peu évolué depuis ces 40 dernières années. Des pistes plus ou moins viables ont été explorées : le gaz avec les problèmes de soutage et d'autonomie, l'électrique qui doit faire face à des questions de puissances ou encore les biocarburants qui posent des problèmes de rentabilité et d'incompatibilité avec les moteurs à injection électronique tout comme avec la réglementation d'émission d'oxyde d'azote... La propulsion à hydrogène (piles à combustible) ouvre des perspectives à plus longue échéance car il faudrait augmenter, pour les bateaux de pêche, d'un facteur 1 000 les puissances aujourd'hui disponibles.

Des matériels hybrides (diesel-électrique, gaz-électrique, gaz-hydrogène...) sont étudiés dans le consortium européen "FisH2energy" porté par France Pêche Durable et Responsable, association de préfiguration d'une fondation nationale dédiée à l'émergence des solutions d'avenir de la filière halieutique. Dans ce cadre, un projet de programme INTERREG IV A "2 mers", associant Boulogne-sur-Mer, concernant des chalutiers démonstrateurs a été déposé¹¹⁶. Son objectif est de mettre en démonstration, à bord de chalutiers maintenus en situation réelle d'exploitation et détenteurs de leurs droits de pêche, des technologies immédiatement disponibles de propulsion et de production de puissance économes et moins impactantes.

Selon les concepteurs implantés en Basse-Normandie, avant de mettre en œuvre des nouvelles technologies, un travail important porte sur les économies d'énergie sachant que 20 à 30 % de gains peuvent être obtenus grâce à une bonne optimisation des matériels. Le travail principal porte sur l'hélice et son rendement via l'interaction avec la carène. L'utilisation du vent en équipement d'appoint des bateaux (voiles et cerfs-volants) est aussi étudiée. Des réflexions portent également sur les engins et techniques de pêche.

Des réflexions voire des réalisations concernent la **question de la polyvalence** des bateaux de pêche, sujet difficile dans la mesure où les limites de taille portent sur des effets de seuils dus aux réglementations essentiellement liées à la sécurité qui donnent lieu à une typologie des bateaux selon leurs activités. C'est pourquoi l'administration régionale et départementale des Affaires Maritimes est étroitement associée aux projets en cours pour qu'ils soient compatibles avec la réglementation.

Des travaux conduits par des sociétés bas-normandes portent sur des unités de moins de 10 mètres dont la conception permettrait aux navires d'être équipés de petits portiques pour draguer la coquille en plus des activités de filet ou casier.

Pour les moins de 12 mètres, il s'agit de continuer à optimiser les navires actuellement les plus rentables aux arts trainants (types l'Eclipse ou le Saltimbanque dernièrement lancés) en essayant d'apporter un peu de polyvalence selon les désirs des patrons pêcheurs.

Un projet consiste à créer un navire de 15-16 mètres plus ergonomique, doté des capacités de pêche des moins de 12 mètres mais de capacités supérieures à faire route, équipé pour faire virtuellement tous les métiers possibles avec changement

¹¹⁶ Un programme de trois ans prévoit en France à partir de janvier 2011 l'hybridation complète du chalutier "Fregate III" de l'Armement Coopératif CME de Boulogne sur Mer.

rapide de configuration (essais et prospections sur le gaz et diesel/électrique) avec intégration de bio-composites et carènes bois novatrices.

Les professionnels de la pêche consultés attirent l'attention sur le fait que les démarches d'innovation ne doivent pas laisser pour compte les navires de pêche hauturière (plus de 16 mètres) dont une part des activités des ports bas-normands dépend. Les efforts sur la motorisation et les gains de consommations apparaissent prioritaires.

Concernant les outils de pêche, la pêche aux casiers est largement pratiquée pour l'exploitation des crustacés en Manche. Les casiers se perdent parfois en mer et continuent à pêcher d'où l'appellation de "casiers fantômes". Depuis l'été 2010, et par l'intermédiaire de la MIRIADE, le SMEL et le Comité Régional des Pêches et des Elevages Marins ont engagé une collaboration avec la société caennaise FILT (cf. ci-après) pour mettre au point un casier partiellement biodégradable (projet CABIOCRUST pour CASier BIODégradable CRUSTAcés) et ainsi permettre l'échappement des crustacés lorsque les engins de pêche sont perdus en mer. Une rencontre entre les professionnels et la société FILT a permis de définir un cahier des charges pour sélectionner les matériaux à tester et définir les modalités des essais à réaliser. Les premières expérimentations sur des casiers professionnels en action de pêche sont prévues au cours de l'année 2011.

Enfin, sur l'aspect **sécurité et prévention des risques professionnels** dans le milieu de la pêche et des cultures marines, il convient d'indiquer qu'une antenne de l'**Institut Maritime de Prévention** (IMP) dont le siège est à Lorient est installée à Cherbourg-Octeville depuis octobre 2010 et que celle-ci pourra développer des aspects innovants sur la question de la sécurité des hommes à bord. L'IMP est en outre fortement impliqué dans les dispositifs de formation à la sécurité des hommes de mer.

En résumé, les compétences techniques rassemblées en Basse-Normandie apparaissent remarquables en termes de conception et de construction des navires de pêche du futur. Cette démarche originale soutenue notamment par le Conseil Régional marie des savoir-faire ancestraux avec les technologies les plus innovantes et ce, dans le cadre d'un échange fructueux avec les marins pêcheurs.

IV.2.3. La valorisation des produits, coproduits et sous-produits de la pêche et des cultures marines

La valorisation des ressources marines représente un enjeu majeur pour notre région qui nécessite une dynamique de recherche et d'innovation forte. La Basse-Normandie comprend un certain nombre d'entreprises transformant les produits de la mer intégrant une activité R&D ou tout du moins une démarche innovante. La recherche et l'innovation dans ce domaine peuvent concerner autant le produit lui-même que d'autres aspects comme le packaging ou les circuits de commercialisation. Mais, contrairement à d'autres régions comme la Bretagne et le Nord-Pas-de-Calais (Boulogne-sur-Mer), il n'existe pas de pêche dirigée vers des outils industriels de transformation, la priorité en région étant donnée à la production de pêche fraîche. Les produits de la pêche et des cultures marines bas-normandes ne sont quasiment pas transformés alors que la matière première des industries agroalimentaires implantées

localement provient d'autres régions ou pays. Pourtant, au sein de l'industrie agroalimentaire bas-normande, la démarche d'innovation est au cœur de nombreuses unités de transformation des produits de la mer. Il convient de citer dans ce chapitre, de manière non exhaustive, quelques entreprises régionales concernées par une telle stratégie bien que malheureusement peu de sociétés aient souhaité nous rencontrer dans le cadre de la présente étude¹¹⁷.

La valorisation des coproduits et sous-produits de la pêche est une autre problématique majeure.

Notons aussi que la dimension "santé - mer" est à prendre en considération, certaines entreprises étant positionnées sur le créneau de la valorisation d'extraits d'origine marine en vue de la fabrication de compléments alimentaires ou produits cosmétiques.

IV.2.3.1. Des activités de transformation des produits de la mer tournées vers des démarches innovantes

L'entreprise **FRIAL** implantée à Saint-Martin des Entrées près de Bayeux, fabricant de produits surgelés spécialisé sur les segments des produits de la mer et des plats cuisinés surgelés à destination de la grande distribution et du "hard discount" mène une politique active de Recherche & Développement. En termes d'innovation, FRIAL bénéficie d'un service "R&D" qui a une connaissance pointue des matières et qui comprend 11 personnes auxquelles s'ajoutent 5 personnes du service "Qualité" et 2 personnes du service "Achat", soit au total 18 personnes sur un effectif global de 430 personnes employées sur le site. Il convient de souligner que FRIAL a transformé jusqu'à 25 % de poissons d'origine bas-normande dans les années 90 pour retomber aujourd'hui à une proportion de 2 % du fait essentiellement de difficultés d'organisation de la filière pêche, selon les dirigeants de l'entreprise. En équivalent produits frais, cela représentait jusqu'à 5 000 tonnes les bonnes années.

ALLIANCE OCEANE, société implantée à Carentan et à Verson (enseigne Cap Océan), filiale du groupe BONGRAIN, a développé toute une gamme de produits de la mer transformés en surimi en bâtonnets, râpé ou jambon à la marque Coraya. L'activité "traiteur de la mer" fabrique et commercialise des produits élaborés type steaks hachés de poissons et rillettes aux marques Cap'Océan et Scandinavian. Une activité destine ses produits aux industriels de l'agroalimentaire sous forme d'ingrédients à base de protéines de poisson utilisés pour la fabrication de salades, sandwichs et autres plats cuisinés. La matière première est importée du monde entier avec principalement du colin d'Alaska (emploi salarié non communiqué).

Le site de production de la société **CARGILL** à Baupré produit différents types d'épaississants, gélifiants, stabilisants et texturants à base d'algues, principalement à destination de l'industrie agroalimentaire (desserts laitiers, crèmes glacées, viande, sauces, préparations ménagères, pains et viennoiseries...), de l'industrie pharmaceutique (capsules végétales, dentifrice, suspension de principes actifs) et de la cosmétique. Le site de Baupré emploie environ 300 personnes. Il dispose d'un "Centre d'Application", composé de 38 personnes qui, combinant expérience et innovation, fournit continuellement des solutions à ses clients, afin de faciliter la mise en œuvre des

¹¹⁷ Des entreprises importantes comme ALLIANCE OCEANE - Cap'Océan ou CARGILL ont refusé de nous rencontrer ou tout du moins n'ont pas jugé utile de le faire...

produits, tout en réunissant les meilleurs critères de sécurité alimentaire avec un coût optimum. De plus, 35 chimistes, biochimistes, rhéologues et ingénieurs procédés, réunis au sein du "Centre de Développement des Procédés" ont, quant à eux, pour mission principale d'innover et d'améliorer les divers procédés et technologies ainsi que les sources de matières premières (non locales). La production de ce site est destinée à 75 % à l'export (plus de 100 pays livrés), représentant un volume de 14 000 tonnes de produits expédiés chaque année. Des contacts avec des responsables de laboratoires de l'Université de Caen n'ont, jusqu'alors, pas contribué à développer des échanges sur les algues.

La coopérative d'avitaillement, de mareyage et de transformation **GRANVILMER**, a été créée en 1987 par la volonté des pêcheurs locaux qui souhaitent constituer un marché organisé et soutenir la filière pêche localement en valorisant leur production. A cette période, des gisements de pétoncles, au Sud-Est de Guernesey n'étaient pas exploités car à l'époque, le seul débouché était la vente en frais mais il existait un fort potentiel pour leur transformation. Grâce au savoir-faire amené par un client espagnol, GRANVILMER a acquis des compétences fortes en la matière. Par ailleurs, du fait de la ressource en seiches pouvant atteindre les 1 500 tonnes les bonnes années (malgré la forte saisonnalité), des débouchés ont été développés. Une nouvelle usine de transformation a été créée à Bréville-sur-Mer en 2002 avec l'appui du SMEL pour la conception de la station d'épuration très spécifique. Concernant la valorisation des produits de la pêche en Basse-Normandie, des démarches innovantes initiées par GRANVILMER ouvrent de réelles perspectives de développement et laissent augurer une relance après la décision favorable du Tribunal de Commerce intervenue le 6 juillet 2010. Les productions concernent les poissons, les crustacés, les mollusques surgelés, la transformation de produits en sauce (bulots, amandes, seiches), les entrées avec sauce (noix blanches de Saint-Jacques)... la coopérative a notamment mis au point des boîtes de dorades (500 tonnes transformés par an). Le débouché principal concerne la grande et moyenne distribution et 35 % de la production est exportée vers l'Allemagne, le Benelux, l'Espagne mais GRANVILMER développe en propre des conditionnements innovants (sachets et barquettes sous vide). La coopérative s'est diversifiée et a développé des produits spécifiques comme le mélange de chairs de coquillages en sauce pour apéritifs, des bigorneaux et bulots en barquette, etc. Une marque en propre (Granvilmer) devrait être développée. Depuis de nombreuses années un partenariat d'approvisionnement avec l'entreprise FRIAL concerne surtout les pétoncles mais il y a une volonté affichée de développer d'autres débouchés industriels. Outre la coquille Saint-Jacques, des perspectives se dessinent également pour la chair de bulots. GRANVILMER emploie 34 équivalents temps plein dont 23 salariés et une partie d'intérimaires.

Il convient également de présenter les activités de sociétés présentes sur la zone d'activités **PRODUIMER** à Tournelville. Deux holdings y travaillent en collaboration sur la valorisation des produits de la mer : **PAM** et **SOFISH** sur la base d'un actionnariat partagé.

Ces deux structures sont actionnaires de l'entreprise **GMG Saumon de France**, reprise en 2008, spécialisée dans l'élevage de saumons dans une ferme aquacole de 15 hectares située en rade de Cherbourg. Ce saumon de grande qualité est élevé selon un cahier des charges très strict et nourri à partir d'aliments contenant peu de matière grasses, le minimum de composés d'origine végétale, des farines de poissons issues uniquement de l'Océan Pacifique et garanties sans OGM et sans farine d'origine

terrestre. La production atteint les 1 000 tonnes et le saumon est quasi-exclusivement vendu entier. L'entreprise compte 9 salariés. L'entreprise **Fish Service** (6 salariés + 6 à 10 intérimaires) est un centre d'éviscération, entreprise de prestation de service à haute valeur ajoutée pour les deux groupes avec mutualisation des outils. **Nutrifish** est aujourd'hui une unité spécialisée dans l'extraction de pulpes et s'inscrit, sur la zone de Produimer, dans un projet innovant de valorisation des coproduits de la filière pêche bas-normande (nous y reviendrons plus largement dans le chapitre suivant).

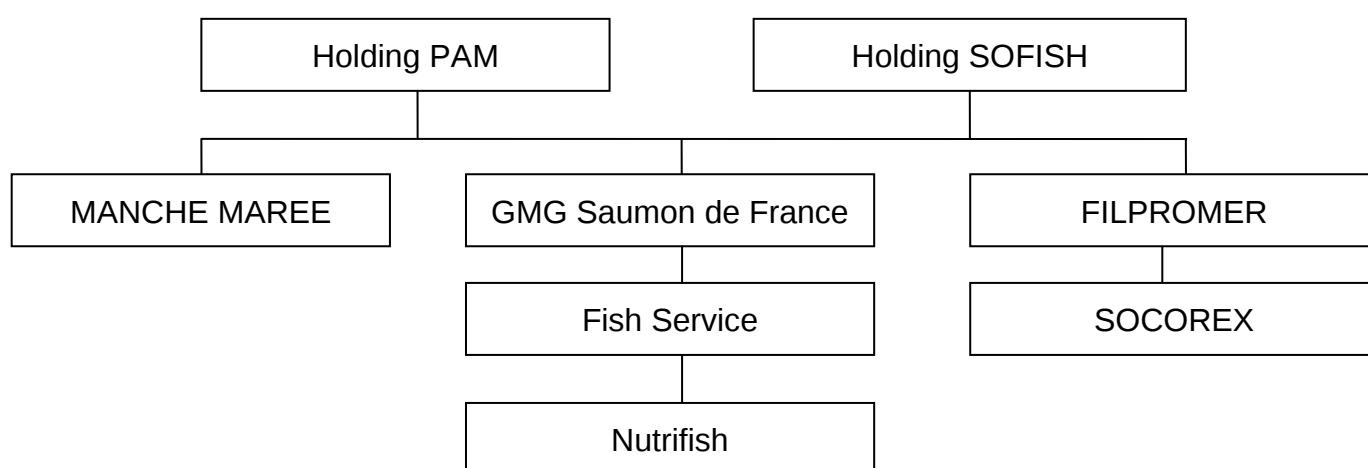


Schéma d'organisation de l'actionnariat partagé des activités des holdings PAM et SOFISH¹¹⁸

Citons également d'autres entreprises concernées par la transformation des produits de la mer dont on peut considérer qu'elles sont impliquées dans des démarches innovantes comme :

- **GELMANCHE** à Carentan, filiale du groupe Belge La Floridienne, société spécialisée dans l'activité de traiteur (salades composées et terrines de poissons). L'entreprise fabrique également des plats préparés à texture adaptée pour hôpitaux et maisons de retraite (80 salariés).
- **KERMAREE** à Blainville-sur-Mer, spécialisée notamment dans la transformation des bulots.
- L'entreprise **BLINI** à Troarn qui relève du groupe islandais ALFESCA et qui fabrique des produits apéritifs à tartiner dont certains à base de poissons (Tarama...). Elle emploie de l'ordre de 120 personnes.
- **MER et TERROIRS** à Carentan, spécialisée dans la transformation de produits marins (coquillages, crustacés cuits, poissons) et qui a repris l'activité flérienne de Charles AMAND pour ce qui concerne la transformation de produits de la mer.
- **ARIAKE**, à Alençon, qui réalise des bouillons, fonds, jus, soupes de haute qualité et naturels à base notamment de produits de la mer (une vingtaine de salariés).
- etc.

Sans avoir pu disposer des chiffres de l'emploi pour toutes les entreprises citées, on peut considérer qu'il équivaut **entre 1 300 et 1 500 salariés environ**.

¹¹⁸ Hors SOCOREX qui est une entreprise de transformation et de conservation de poisson localisée à Concarneau en Bretagne, les sociétés sont regroupées sur la zone Produimer à Tournelville. Manche Marée est pour sa part une entreprise de mareyage et de commerce de gros.

IV.2.3.2. Les perspectives de valorisations innovantes des produits de la mer

Outre le fait que la priorité fut donnée en Basse-Normandie à la valorisation du poisson frais, la transformation des produits locaux de la mer se heurte aujourd'hui à des obstacles conjoncturels et structurels qu'il convient de relater ici.

Des perspectives d'évolution existent mais restent limitées en raison de problématiques de volumes pêchés, de coût de la matière première locale, de saisonnalité de l'approvisionnement ou encore d'aptitude à la transformation des espèces capturées. Certaines entreprises du secteur agroalimentaire qui transforment les produits de la mer nous ont évoqué les problèmes de volumes insuffisants, le coût de la matière première, la capacité de transformation des espèces pêchées, la saisonnalité de l'approvisionnement ou encore des difficultés organisationnelles de la filière pêche aboutissant à une offre très atomisée. Pourtant une initiative passée entre le secteur de la pêche et l'entreprise FRIAL mérite d'être évoquée en ce sens qu'elle permettait de davantage valoriser les produits de la pêche bas-normande. En effet, en 1992, au moment où le secteur de la pêche traversait une crise majeure, une rencontre entre FRIAL, importateur de poissons, et les pêcheurs locaux a abouti à une démarche approfondie visant à valoriser la pêche régionale. Le groupe agroalimentaire avait ainsi demandé à la profession de lister les produits de la pêche et la part des volumes qui se trouvaient sans débouchés. Un accord a abouti sur le fait que la profession, via la coopérative COPEPORT MAREE, s'occupait de la préparation-filetage et de la surgélation du poisson et FRIAL intervenait à partir de ce niveau pour transformer et commercialiser la production. A ainsi été créé le GIE "Port en Bessin Promotion". A cette période, il existait une forte demande du secteur de la grande distribution, cliente de FRIAL, de développer des filières locales, et l'enseigne PICARD, par exemple, communiquait largement sur ce point auprès des consommateurs. Des marques ont été développées à cette occasion comme "Au large de France", montrant là un fort engagement des principales enseignes des GMS. Cette démarche de partenariat avec FRIAL s'est révélée être un véritable succès et a été étendue sur la base d'un autre partenariat équivalent à celui conclu avec GRANVILMER.

De cette période demeure aujourd'hui l'accord d'approvisionnement sur les pétoncles¹¹⁹ et la dorade désormais traité en direct par GRANVILMER. Face à un volume de produits bruts, FRIAL intervenait ainsi, en quelque sorte, en régulateur du marché. Le jour où le marché du frais n'achetait pas, la profession surgelait pour le débouché de la transformation locale. Au sein de COPEPORT MAREE, une vingtaine de salariés travaillaient en permanence pour FRIAL. Certaines saisons, les effectifs pouvaient atteindre 40 à 80 personnes. Des moyens d'innovation avaient en outre été mobilisés au sein de l'entreprise FRIAL pour mettre au point des plats très élaborés valorisant les produits de la pêche bas-normande. Puis, une nouvelle période est intervenue avec une plus forte valorisation du marché du poisson frais réduisant les possibilités d'une transformation industrielle et cet approvisionnement s'est arrêté.

Soulignons que les difficultés rencontrées par les outils de mareyage en Basse-Normandie -notamment à Port-en-Bessin et à Granville- ont fait peser de graves menaces sur la poursuite de cette activité en région. A Port-en-Bessin, en 2009, les activités "transformation" de la SCOP ont été placées en liquidation judiciaire et plus de 70 salariés licenciés. Après la liquidation judiciaire de la société coopérative

¹¹⁹ Une vingtaine de bateaux de pêche est mobilisée quatre mois par an pour ce marché.

COPEPORT MAREE SA, le licenciement de ses salariés et le démantèlement des activités de transformation¹²⁰, un plan de restructuration laisse toutefois augurer à court terme une reprise des activités de filetage.

La relance de valorisations industrielles des produits de la mer reste d'actualité. Aujourd'hui, l'Organisation de Producteurs Marins Pêcheurs de Basse-Normandie (OPBN), organisation professionnelle des pêches maritimes qui a pour vocation d'informer, de représenter et de défendre ses adhérents, mène des opérations de promotion et de valorisation des produits pêchés par ses adhérents de manière à faciliter l'écoulement présent et futur de ceux-ci. Elle est notamment membre fondateur du groupement qualité Normandie Fraîcheur Mer avec lequel elle travaille en étroite collaboration. L'entreprise FRIAL rencontrée se dit prête à suivre des projets à condition qu'ils soient cohérents et bâtis sur une véritable organisation pérenne. Par exemple, la transformation de la dorade grise peut être appelée à des développements et nécessiter des investissements selon GRANVILMER. De même, concernant la seiche, il existe une véritable demande de matières mais la forte saisonnalité ou disponibilité de la ressource de cette pêche nuit à des apports réguliers et constants.

Dans le domaine de la pêche qui se base sur une activité de cueillette, la mise en œuvre de contrats d'approvisionnement n'est pas possible aux dires des professionnels du fait des incertitudes liées à la ressource. Autre difficulté également soulevée, l'activité surgélation est souvent encore considérée comme un complément mais pour les professionnels de la pêche, ce débouché n'est pas noble.

Autre exemple, certaines espèces comme les coquilles Saint-Jacques, bulots et pétoncles rencontrent des difficultés pour s'inscrire dans un cahier des charges. A cela s'ajoute le prix d'achat trop bas de la matière première locale par les transformateurs pour permettre à l'activité de la pêche de vivre de son activité. Ces produits dont certains bénéficient de label en région (cas de la coquille Saint-Jacques) sont essentiellement commercialisés frais. La coquille Saint-Jacques connaît cependant un développement des tonnages et aurait besoin d'un débouché industriel dans le cadre d'une filière locale décorticage et transformation. Aujourd'hui, un partenariat lie en la matière GRANVILMER et le Groupe LE GRAËT, acteur majeur de la transformation et de la commercialisation de produits de la mer en Bretagne. La coquille Saint-Jacques est en outre concurrencée par les noix de pétoncle d'importation transformées et vendues pourtant sous cette dénomination, mais la coquille Saint-Jacques ne bénéficie pas d'appellation protégée au niveau international. La France avait tenté de le faire mais a été condamnée par l'OMC.

Il faut compter avec une autre difficulté ; le volume des espèces pêchées en Basse-Normandie susceptibles d'intéresser un transformateur est somme toute limité bien qu'on ne le connaisse pas exactement. Pour certains, il serait nécessaire, à partir d'un inventaire de la ressource pêchée et commercialisée, d'étudier plus avant avec les entreprises industrielles l'adéquation de cette ressource avec les potentialités de transformation au niveau régional.

Face à la nouvelle crise de la pêche qui sévissait en 2009, une réunion a été organisée à l'initiative du Conseil Régional entre les professionnels de la pêche et les

¹²⁰ COPEPORT disposait d'un potentiel exceptionnel. Port-en-Bessin fut l'un des premiers ports à se doter d'un outil de filetage aussi performant. Avec les difficultés de la SCOP, on a perdu des compétences irremplaçables car acquises au cours du temps.

transformateurs pour notamment évoquer la recherche de nouvelles valorisations des produits de la mer bas-normands.

En conclusion, il convient d'insister sur le rôle économique et social de la pêche en Basse-Normandie. L'activité de pêche façonne les ports et contribue à leur rayonnement touristique (exemple de Port-en-Bessin). La Basse-Normandie et ses ports de pêche bénéficient d'une image très forte. Le déclin de la pêche et de ses débouchés ne peut qu'entraîner à terme un déclin du tourisme et de l'image de la région. Pour certains acteurs consultés, la Basse-Normandie peut se prévaloir de la qualité des ressources marines, c'est pourquoi le développement d'innovations dans la commercialisation, le packaging des produits frais voire la transformation des ressources locales est à encourager. La communication est aussi stratégique et il est important de "raconter une histoire" aux consommateurs en associant le produit au terroir.

IV.2.3.3. Les activités en lien avec la thématique "Mer et Santé/Bien-Etre"

Au-delà des activités agroalimentaires en lien avec les produits de la mer, quelques entreprises de la filière santé¹²¹-mer (compléments alimentaires et cosmétiques) exploitent des bases issues de ressources marines. Elles proviennent pour la totalité aujourd'hui d'autres régions ou pays mais des projets existent de valorisation de ressources locales.

DIELEN Laboratoires, entreprise de biotechnologies localisée dans la zone d'activités Produimer à Tournelville, est spécialisée dans le développement de compléments alimentaires d'origine marine, destinés à la nutrition humaine et animale. Dès sa création en 1978, DIELEN a été précurseur en France sur la valorisation des hydrolysats de protéines de poisson, sources d'Oméga 3. La société détient plusieurs brevets d'innovation sur les nutriments d'origine marine tels que les peptides bioactifs et le collagène hydrolysé. Les recherches menées en collaboration avec les centres scientifiques et médicaux français (IFREMER, INRA, CNRS, Hôpital Tenon Paris) ont permis de déposer des brevets d'innovation sur les peptides bioactifs (GABOLYSAT®) et le collagène marin hydrolysé (PROMERIM®).

DIELEN Laboratoires a développé une gamme de compléments nutritionnels composés d'actifs naturels dont l'innocuité et l'efficacité ont été testées par des études cliniques dirigées par des experts médicaux. La société commercialise ses compléments nutritionnels en pharmacie, parapharmacie ou magasins spécialisés diététique en France et dans le monde comme le MOLVAL® (Oméga 3 + peptides bioactifs), l'OSTEOcalm® (collagène bioactif) et le STABILUM® distribué par la société YALACTA.

La matière première valorisée est un poisson de haut fond, la lingue bleue (ou Julienne), pêchée en Bretagne à partir duquel est extrait un hydrolysate enzymatique, par un façonnier localisé près du port de pêche de Lorient pour des exigences de qualité de la matière première.

DIELEN Laboratoires sous-traite ses activités de recherche et développement à l'Université de Bordeaux pour la qualification biologique des ingrédients, à l'Université

¹²¹ "Santé" doit ici être pris dans son acception originelle (au sens de bien-être) d'ailleurs conforme à la définition de l'OMS : un état de complet bien-être physique, mental et social.

de Caen pour la caractérisation et la qualification des peptides (laboratoire PE2M) et à l'Institut Technique de Développement des Produits de la Mer (ID.Mer), émanation de l'IFREMER à Lorient. Il existe également des projets de partenariat avec la société bas-normande IVAMER. En interne, DIELEN, qui compte 6 salariés, a développé un savoir-faire dans le domaine de la galénique et une activité de développement et de production dans le domaine du pelliculage (il existe une unité de pelliculage-enrobage à Tourlaville).

La société est partie prenante de la réflexion en cours au niveau régional sur les pistes de valorisation des coproduits marins en lien notamment avec la société NUTRIFISH, située également dans la zone d'activités Produimer de Tourlaville, en vue de valoriser les cartilages des saumons.

La **Compagnie Générale de Diététique YALACTA**, entreprise de biotechnologies créée en 1973 à Caen conçoit, fabrique, conditionne et commercialise des compléments alimentaires, nutraceutiques, alicaments vendus en pharmacie ou parapharmacie et notamment des produits phares comme STABILUM® (produit fabriqué par DIELEN qui en détient le brevet), SANO-GASTRIL®, PREVENTUS® et SECURIL® commercialisés dans de nombreux pays (plus de la moitié du chiffre d'affaires est réalisé à l'exportation). Certains des compléments alimentaires fabriqués contiennent des extraits marins qui proviennent de la région Bretagne. Toutefois, YALACTA est engagée dans un projet de valorisation locale de coproduits marins concernant notamment une espèce de poisson pêchée en Basse-Normandie et s'intègre donc totalement dans le projet de filière actuellement à l'étude au niveau régional. L'objectif poursuivi par la société YALACTA est d'aller vers la mise en œuvre de lots semi-pilotes, d'une phase de validation sur la reproductibilité du process et la réalisation de tests toxicologiques avant d'engager la phase lourde des tests cliniques, à condition toutefois que les projets de règlements européens sur les allégations de santé ne compromettent pas ces projets (cf. encadré ci-après). YALACTA emploie 11 personnes en 2010.

Citons aussi pour mémoire le **Laboratoire de Biologie Marine BIOTHALASSOL** situé dans l'agglomération caennaise et spécialisé dans la diffusion d'une gamme de compléments alimentaires d'origine marine destinés à corriger les états de troubles de la nutrition (carences en vitamines, en sels minéraux, en oligo-éléments).

La fabrication des compléments alimentaires à base de ressources marines menacée par un règlement européen sur les allégations de santé

Les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires sont encadrées par le règlement européen (CE) n° 1924/2006, applicable depuis le 1^{er} juillet 2007. Ce texte couvre les allégations nutritionnelles et de santé utilisées dans toute communication à caractère commercial (étiquetage sur les produits, publicités...). Ainsi, à échéance de toutes les périodes de transition prévues par le texte, toute allégation nutritionnelle ou de santé ne sera désormais permise que si elle est autorisée (au niveau communautaire) avant la mise sur le marché du produit. Pour ce faire, le texte fait figurer en annexe une liste positive d'allégations nutritionnelles autorisées, avec les conditions d'emploi correspondantes. Pour ce qui concerne les allégations de santé, celles-ci doivent faire l'objet d'une autorisation délivrée par les instances communautaires, à l'issue d'une évaluation scientifique menée par l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (AESA), sur la base d'un dossier déposé par le professionnel justifiant la véracité de l'allégation demandée. Par ailleurs, un répertoire européen des allégations de santé généralement admises, listant des allégations pouvant être utilisées

librement par tout opérateur tant que sont respectées les conditions d'emploi correspondantes, est en cours de constitution. Des critères sont actuellement en cours d'élaboration par les instances communautaires.

Or, selon la profession, l'AESA a publié les guidelines après avoir commencé l'examen des dossiers allégations soumis par les industriels, n'a pas réalisé d'étude préalable d'impact, et ne prend pas en compte "tous les éléments scientifiques pertinents" comme le prévoit explicitement le règlement, mais les seules études cliniques menées sur l'homme sain¹²². Les nouvelles conditions susceptibles d'être exigées vont contraindre les sociétés fabricantes de compléments alimentaires à s'engager dans des dispositifs de tests cliniques beaucoup plus drastiques que ceux exigés aujourd'hui pour un médicament. Cette réglementation représente ainsi une menace pour les activités des laboratoires concernés et selon le SYNADIET (Syndicat des fabricants de produits naturels, diététiques et compléments alimentaires), 15 000 emplois directs et 45 000 emplois indirects sont menacés au niveau national.

Les industriels demandent en conséquence un moratoire de 3 ans, une période durant laquelle l'ensemble des acteurs (scientifiques, industriels, consommateurs...) redéfinissent de nouvelles lignes directrices plus adaptées. La problématique de la valorisation des ressources marines à des fins de bien-être est directement impactée par l'avenir de cette réglementation.

Parallèlement à son activité pharmaceutique, le **Groupe BATTEUR** a depuis plusieurs années développé un véritable savoir-faire cosmétique. En un peu plus de dix ans, plusieurs marques et activités liées au soin, au bien-être et à la beauté, ont ainsi été achetées ou ont vu le jour au sein du groupe. L'ensemble de ces marques ont été regroupées en 2006 sous le pôle cosmétique **Océan Terre Biotechnologie** (OTB). Depuis la formulation en R&D jusqu'à la production au sein de son usine située en Bretagne et certifiée Ecocert en 2004, OTB offre une large palette de produits de cosmétique marine (Algotherm, Beauté Océane, Esthetic Concept, Ocean for Men, Spa Aquatique). Les extraits marins (algues notamment) qui entrent dans la composition des productions n'ont pas une origine locale. D'autres activités sont également reliées au savoir-faire cosmétique d'OTB, notamment dans le domaine marin comme la "Thalasso-Spa by Algotherm" de Deauville, rachetée en 1998 par le groupe, et qui est aujourd'hui à la fois vitrine du savoir-faire cosmétique d'OTB, Centre de Formation International et Centre Technique de validation des soins professionnels Algotherm. La société Spa by Algotherm propose également un service unique et haut de gamme aux professionnels du spa et de la thalasso (de la conception architecturale, au recrutement du personnel jusqu'à la formation et à l'exploitation du centre), dont le plus bel emblème est la création et la gestion du "Deep Ocean Spa by Algotherm" de Bora Bora, première Thalasso Spa du Pacifique.

L'établissement **ISIMER**, situé sur la commune de Grandcamp-Maisy dans le Calvados et qui appartient à la société GENES DIFFUSION, est spécialisé dans le traitement des algues. Cette société n'effectue en revanche pas de recherche. Après traitement des algues d'échouage, elle commercialise en fait une matière première sous forme de jus ou de jus atomisé (extrait sec). Dans le cadre du développement de son activité diététique et cosmétique, la Société de FAçonnage de Normandie (SFAN)¹²³ située à Rânes dans l'Orne a porté, il y a quelques années, un projet de valorisation

¹²² Autant de points qui justifient que la profession saisisse la justice européenne pour mal-administration de la part de l'EFSA.

¹²³ La SFAN appartenait autrefois à GENES DIFFUSION mais a été reprise par FLAMENT VERT société spécialisée dans une algue d'eau douce, la spiruline.

des algues récoltées et traitées par ISIMER qui n'a pu être mené à bien en raison de multiples problèmes liés notamment à la saisonnalité et à la qualité des algues d'échouage.

L'expérience du Symposium International Santé Mer de Granville

A quatre reprises, entre 2002 et 2007, la ville de Granville a accueilli un symposium international sur la thématique Mer et Santé. Cette initiative qui a bénéficié de financements du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) fut portée et co-organisée par le Conseil Régional de Basse-Normandie, la Ville de Granville, la CCI Centre et Sud Manche, l'Université de Caen Basse-Normandie et l'IRQUA Normandie. L'évènement s'affirmait comme un lieu d'échanges entre chercheurs, industriels et producteurs concernés par les nouvelles opportunités de valorisation des ressources marines animales et végétales, partant du constat que la biodiversité marine constitue un immense potentiel pour des découvertes majeures et des applications dans les domaines de l'alimentation et la diététique, la pharmacologie, la cosmétologie, l'énergie ou encore les bio-matériaux.

Chaque édition du symposium était l'occasion d'associer un pays invité d'honneur (le Québec en 2003, les Pays Nordiques en 2005, l'Irlande en 2007). A travers l'intervention d'éminents spécialistes, les thématiques abordées lors de la dernière édition concernaient par exemple les avancées majeures dans les applications biomédicales, les molécules à visée thérapeutique extraites de la faune ou de la flore marine ou encore la valorisation des algues. Des déjeuners thématiques étaient prévus ainsi qu'une bourse aux technologies innovantes.

La dernière édition a rassemblé plus de 120 congressistes. Depuis, cette initiative n'a pas été renouvelée. La mise en relation des acteurs et notamment les chercheurs et les entreprises, comme le font habituellement les organisateurs de ce genre de rencontres, était, selon certains participants, insuffisante. Pour qu'il soit efficace, ce type de colloque doit être accompagné de rendez-vous d'affaires à l'instar des réunions Passerelles R&D organisées par la MIRIADE en vue d'initier des projets innovants entre industriels et chercheurs

IV.2.3.4. La valorisation des coproduits et sous-produits de la pêche et des cultures marines

L'activité de la pêche et du mareyage génère des stocks importants de matières vivantes dont les entreprises doivent se débarrasser. Plutôt que de parler de "déchets", nous emploierons les termes de "sous-produits" et de "coproduits" car la valorisation de tout ou partie de ces matières est réelle ou potentielle, bien que ceux-ci sont encore considérés du point de vue sanitaire comme des déchets.

Selon la réglementation en vigueur, les coproduits issus de ressources marines sont les retraits ou déchets de poissons ou parties de poissons (par exemple) destinés à l'alimentation humaine ; les sous-produits rassemblent les déchets qui ne peuvent être valorisés dans ce cadre mais qui peuvent toutefois avoir comme débouché l'alimentation animale.

Une étude portée par Normandie Fraîcheur Mer (NFM), financée par le Conseil Régional et réalisée par la société IVAMER, dont les premiers résultats sont communiqués fin 2010, révèle que la Basse-Normandie génère 5 400 tonnes de coproduits et de sous-produits de poissons auxquels s'ajoutent 3 000 tonnes de sous-produits coquilliers issus des établissements de décorticage quasiment non valorisés en région.

Plus précisément, les activités liées à la pêche et aux cultures marines génèrent en Basse-Normandie :

- 700 tonnes de retraits de poissons, traités aujourd'hui comme des sous-produits,
- 4 700 tonnes de déchets de transformation de poissons par les mareyeurs et les industriels, traités majoritairement comme des sous-produits, mais aussi pour partie comme des coproduits,
- 3 000 tonnes de sous-produits coquilliers issus des établissements de décorticage (coquille, pétoncle, bulot...).

A l'heure actuelle, les établissements de mareyage et transformateurs n'ont d'autre choix que de faire procéder à l'enlèvement de ces matières quasiment non utilisées et non valorisées en région. C'est un opérateur de Bretagne, la société Bioceval basée à Concarneau, qui collecte et valorise ces coproduits/sous-produits issus des filières pêche et aquaculture dans le but de les transformer en farine et huile de poisson. Avec un coût d'enlèvement en moyenne de 35 euros la tonne, cela revient globalement à une dépense de près de 160 000 euros par an pour l'ensemble de la filière pêche régionale¹²⁴. On comprend dès lors la détermination des professionnels bas-normands concernés pour trouver de nouvelles voies de valorisation de leurs coproduits/sous-produits.

En 2004 déjà, l'Association pour le Développement, la Recherche et l'Innovation Agroalimentaires Normandie (ADRIA) avait réalisé à la demande du Conseil Régional un "Etat des lieux de la filière des coproduits de la mer en région et recherche de nouvelles voies de valorisation potentielles". Sur la base de données OFIMER et d'une enquête réalisée auprès de différents mareyeurs, ont été identifiés les différents gisements régionaux de coproduits et les différentes voies de valorisation mises en place. Dans un second temps, le travail a consisté à identifier différentes pistes de valorisation pour les "sous-produits" de la mer disponibles en Basse-Normandie. Ce travail a ainsi pu mettre en évidence :

- les différents procédés de valorisation de coproduits existants,
- les différents produits commercialisés à base de coproduits et leurs marchés,
- les principaux intervenants en France dans le domaine de la valorisation des coproduits (interprofession, centres de recherche, centres techniques, industriels),
- les travaux scientifiques réalisés à l'échelle mondiale sur ce sujet.

La MIRIADE a également conduit en 2009 une réflexion sur ce sujet.

Les premières conclusions de l'étude précitée, portée par NFM et intitulée "Centralisation des coproduits en criée et voies de valorisation en Basse-Normandie", ont été présentées en décembre 2010. L'étude doit permettre, en fonction des voies de valorisation les plus pertinentes recensées, de déterminer les modalités de traitement de ces coproduits et d'établir un cahier des charges à l'attention des mareyeurs. Cette approche doit enfin anticiper les conséquences de la loi "zéro rejet en mer" envisagée par la Commission Européenne et appuyer l'émergence d'opérateurs régionaux pour le traitement et la valorisation des coproduits marins.

¹²⁴ Source NFM - <http://www.nfm.fr/htm/journal.html>

L'ensemble de cette problématique intègre une forte dimension recherche et innovation. Le rassemblement des acteurs est fondamental dans ce dossier car, compte tenu de la petite taille des entreprises bas-normandes dispersées le long des côtes, elles n'ont pas les capacités pour valoriser seules ces coproduits (volumes et moyens économiques insuffisants). Le but affiché est à la fois de mettre en place de bonnes pratiques permettant de conserver les coproduits en vue de leur valorisation mais aussi de centraliser et d'organiser l'offre en vue d'une valorisation économiquement viable. Cette valorisation répond en outre à une démarche de développement durable. Toutefois, l'engagement vers ces activités nécessite de mettre en place une démarche relativement complexe et des procédures de collecte, de tri, de traitement et de conservation très rigoureuses. Il est ainsi nécessaire de disposer d'une infrastructure adaptée avec un système de collecte auprès des centres de mareyage et de débarque sur l'ensemble de la région et des outils de surgélation des matières en vue de leurs stockages intermédiaires. Sur ce dernier point, certains établissements pourront utiliser les entrepôts existants.

Par ailleurs, les coproduits sont très variés. S'agissant des poissons, selon les espèces, les débouchés sont différents et peuvent aboutir à la récupération de la pulpe, du collagène, des huiles, du surimi base... Les coproduits sont rémunérés selon la qualité des matières collectées. Le stockage et la transformation des coproduits répondent à un cahier des charges très strict du fait de la haute valeur ajoutée attendue. Par exemple pour le traitement de la seiche, il faut des outils permettant de séparer la peau des viscères, ou encore veiller à ce que les œufs ne soient pas tachés par l'encre.

La valorisation des coproduits/sous-produits soulève des problématiques technico-économiques et de rentabilité. Les questions de collecte et de logistique se posent tout particulièrement.

De multiples pistes de débouchés existent dont certaines peuvent concerner l'alimentation humaine (coproduits) ou animale (sous-produits), la santé et le bien-être (coproduits entrant dans la composition des compléments alimentaires) ou encore le secteur cosmétique. Il existe déjà localement quelques valorisations. La coopérative d'avitaillement, de mareyage et de transformation GRANVILMER est d'ailleurs impliquée dans cette voie. Une partie des coproduits de la seiche est en effet d'ores et déjà valorisée avec la récupération des œufs et des encres (sauces) à des fins alimentaires. De même, les barbes et la pulpe de pétoncles constituent des coproduits valorisés destinés aux Produits Alimentaires Intermédiaires (PAI) avec des débouchés vers des sociétés comme Mer et Terroirs (ex Charles AMAND) par exemple. Un travail a, rappelons-le, été effectué dans le passé par ADRIA Normandie sur les possibilités de récupération des petites moules de bouchots écartées au triage et qui pouvaient finalement présenter un débouché vers des industries agroalimentaires de fabrication de plats cuisinés par exemple.

Au cours de nos entretiens avec les professionnels de la mer ont été évoquées différentes pistes qui existent ou qui sont étudiées en ou hors région. Quelques exemples méritent d'être cités. Le broyage et la récupération de déchets de poissons permettent de réaliser des marquants destinés au secteur alimentaire. La valorisation des viscères de poissons comme la dorade peut constituer une source de protéines valorisables à des fins de compléments alimentaires. Il existe par ailleurs des débouchés de la pulpe de poissons pour fabriquer des appâts pour bulots. Avec le

broyage de coquilles, le calcaire récupéré pourrait remplacer le sel utilisé pour le traitement des routes l'hiver. De même, les pigments nacrés et blancs des coquilles trouvent déjà des débouchés dans la réalisation de certains revêtements et peintures pour la signalisation routière notamment.

Dans le chapitre présentant les travaux de recherche des laboratoires bas-normands ont été abordées les thématiques conduites sur le matériau nacre qui ouvrent des perspectives dans le domaine biomédical en termes de réparation osseuse et tissulaire. Selon ADRIA Normandie, ont aussi été étudiés des débouchés de valorisation d'os de seiche en vue d'obtenir de la chondroïtine sulfate utile dans la lutte contre l'arthrose. La société boulonnaise COPALIS s'est montrée intéressée dans le passé par ce sujet mais la difficulté est la rentabilité de telles fabrications en France au regard du coût des importations souvent inférieur.

On recense actuellement en Basse-Normandie deux projets complémentaires en matière de valorisation des coproduits de la mer localisés à Cherbourg et à Granville.

Sur la zone d'activités Produimer de Tournelville, NUTRIFISH, émanation des sociétés SAUMON de France (déjà citée), spécialisée dans l'élevage en rade de Cherbourg, et FISH SERVICE, centre d'éviscération, entreprise de prestation de service à haute valeur ajoutée, est un outil préfigurateur d'une unité de traitement et de valorisation des pulpes des poissons de la pêche bas-normande. NUTRIFISH, aujourd'hui spécialisée dans l'extraction de pulpes, s'inscrit dans un projet innovant de valorisation de l'ensemble des coproduits de la filière pêche bas-normande et est en capacité de traiter la totalité des espèces concernées. Ce projet qui se fixe également pour objectif de valoriser, au-delà des coproduits, les invendus, les espèces hors-quota, les espèces rejetées... va nécessiter des investissements lourds (estimés à plus de 2 millions d'euros). Ce projet a été validé par l'Organisation des Producteurs de la pêche régionale (OPBN). L'objectif est de créer une dynamique permettant de soutenir le secteur de la pêche en lien également avec les industries de transformation du poisson.

L'étude en cours réalisée par IVAMER permettra de connaître plus précisément les volumes des débouchés. Selon ses promoteurs, les collectivités territoriales bas-normandes sont sensibilisées à ce projet porteur qui pourrait démarrer dès 2011 et envisagent de l'accompagner en conséquence.

Des contacts ont été pris avec des laboratoires comme DIELEN, société installée à Tournelville (déjà citée) qui utilise des extraits issus de poissons comme la lingue bleue (ou julienne), espèces de grand fond dont les captures risquent d'être davantage réglementées à l'avenir. Un travail consiste à étudier des espèces alternatives pêchées en Basse-Normandie¹²⁵. Ces débouchés représenteraient une niche complémentaire estimée à environ 200 tonnes selon une précédente enquête de Normandie Fraîcheur Mer.

Sur Granville, la récolte de pétoncles qui peut atteindre les 2 500 tonnes les bonnes années génère de l'ordre de 2 000 tonnes de coquilles, entraînant un coût

¹²⁵ Il s'agit là d'un travail de longue haleine passant par des étapes de recherche très poussée, de sélection des matières premières adaptées sans parler des réglementations, sachant que les extraits secs de poissons utilisables pour des compléments alimentaires ne doivent pas contenir une concentration de plus de 0,1 ppm de mercure que seuls les produits de la pêche hauturière en eau profonde peuvent garantir. Or, contrairement à certains ports bretons comme Lorient, les armements bas-normands sont davantage tournés vers la pêche côtière, plus exposée aux polluants.

d'évacuation de l'ordre de 100 000 euros par an pour les professionnels localement. C'est pourquoi les acteurs de la pêche et du mareyage de Granville ont, depuis un an, engagé des pourparlers avec une société afin d'explorer les pistes de valorisation en tenant compte de trois aspects : tout d'abord une démarche innovante en R&D avec l'appui de l'IFREMER, une démarche commerciale et enfin l'aspect production que la société contactée souhaiterait externaliser. Une étude de faisabilité et une étude technique sont en cours. Il est évoqué la réutilisation de locaux sur l'ancien site de la coopérative GRANVILMER à Donville. Ce projet est complémentaire de celui de Cherbourg.

En résumé, du fait des difficultés que rencontre le secteur de la pêche et du mareyage, la constitution d'une filière régionale organisée autour de la valorisation des coproduits et des sous-produits de la pêche et des cultures marines doit, avant de dégager des bénéfices, permettre tout d'abord de supprimer une charge financière non négligeable qui pénalise aujourd'hui les entreprises.

IV.3. L'INNOVATION AU CŒUR DE LA CONSTRUCTION NAVALE ET DE LA FILIERE NAUTIQUE EN BASSE-NORMANDIE

Les activités liées aux constructions navales de nature militaire historiquement implantées à Cherbourg et à la filière nautique constituent un savoir-faire et un potentiel d'innovation remarquables. Une étude relative à la recherche et à l'innovation en lien avec la mer se devait de consacrer un développement à ces deux secteurs, certes très différents, mais qui s'ouvrent de plus en plus aujourd'hui, contexte économique et concurrence obligent, vers des activités diversifiées et innovantes ainsi que des développements annexes prometteurs. L'emploi représente près de **2 400 salariés** pour DCNS Cherbourg et de l'ordre de **1 000 salariés** aujourd'hui pour la filière nautique en région.

IV.3.1. DCNS - Cherbourg : un acteur majeur dans le développement de la recherche et de l'innovation en lien avec la mer

IV.3.1.1. Les missions et les nouvelles stratégies du Groupe DCNS dans le domaine maritime

Ensemblier-intégrateur de navires armés complets de la conception à la maintenance, le groupe DCNS propose trois types de solutions :

- des navires armés, bâtiments de surface et sous-marins avec leurs systèmes de combat,
- des services incluant la maintenance avec garantie de disponibilité, la modernisation et le soutien des navires,
- des équipements et systèmes stratégiques, dont les armes sous-marines.

Son activité s'appuie ainsi sur cinq grands métiers et compétences que sont :

- l'architecture navale,
- l'ingénierie des systèmes,
- la conduite de chantiers d'assemblage et d'intégration,
- la réalisation d'équipements spécifiques,

- le soutien au service opérationnel.

Dans la feuille de route préparant les dix ans à venir, le groupe DCNS met en avant les conditions des succès autour de quatre points : la satisfaction des clients, l'innovation, la compétitivité, les compétences. Avec la démarche "Championship : croissance - performances - alliances", DCNS présente une stratégie ambitieuse. Au-delà du socle que représente le partenariat avec la Marine Nationale, le groupe ambitionne également de se développer dans des secteurs extrêmement concurrentiels que sont le secteur naval de défense destiné à l'exportation, les énergies nouvelles (nucléaire civil, Energies Thermiques des Mers et Energies Maritimes Renouvelables) et les services. L'objectif affiché est de faire passer le chiffre d'affaire de ces axes de développement de 25 % aujourd'hui à 50 % d'ici 10 ans. C'est un facteur de développement pour l'avenir et un moyen important pour conserver des sites pourvoyeurs d'emplois au niveau national.

Dans le cadre de son **programme citoyen de transmission du savoir**, le groupe DCNS s'est engagé dans l'opération "Filières du Talent" sur trois ans (2008-2010), permettant aux collaborateurs de DCNS de transmettre leur savoir à des jeunes apprentis pour les préparer au monde de l'entreprise et les aider à trouver un emploi, et leur passion de la mer à de jeunes skippers pour les préparer à la course au large. Outre qu'ils permettront de fédérer toutes les équipes du Groupe, ces défis mettent en exergue l'exceptionnelle richesse professionnelle et technologique de DCNS.

Le groupe DCNS est engagé dans des recherches autour de la conception d'une navette maritime hybride diesel/électro-solaire en lien avec IFREMER. Ce programme appelé **DEESSE** est notamment porté par le Pôle de compétitivité Mer PACA. Ce programme peut conduire à de nombreux débouchés concernant le transport maritime ou les moyens de pêche.

Parmi les axes majeurs de diversification dans le domaine de la mer, il convient d'insister sur les Energies Marines Renouvelables, DCNS - Brest disposant à cet égard d'un incubateur dédié mais les compétences dans le domaine s'avèrent disséminées sur différents sites.

IV.3.1.2. Les potentiels d'innovations et de R&D dans le domaine maritime de DCNS - Cherbourg

Les activités principales de l'établissement de Cherbourg-Octeville reposent sur la conception, l'ingénierie, l'architecture et l'intégration des sous-marins nucléaires, de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins et des sous-marins conventionnels. Comme les sites d'Indret et de Ruelle, DCNS - Cherbourg est rattaché à la Division "Sous-Marins" du groupe. 107 sous-marins ont été lancés de Cherbourg depuis 1899. DCNS - Cherbourg a réalisé à ce jour 16 sous-marins à propulsion nucléaire (6 Sous-Marins Nucléaires d'Attaque - SNA, 6 Sous-Marins Nucléaires Lanceurs d'Engins - SNLE et 4 Sous-Marins Nucléaires Lanceurs d'Engins Nouvelle Génération - SNLE NG). Le dernier né des SNLE, "Le Terrible", est parti pour des essais en mer en janvier 2009 et doit entrer en service actif fin 2010. Il faut insister sur le fait que parmi les machines inventées par l'homme, rien n'égale, en termes de complexité, un sous-marin nucléaire. Chaque SNLE NG est un concentré de technologies variées et complexes qui nécessite 15 millions d'heures de travail (record absolu pour tout engin créé par l'homme) et

nécessite de longues années de recherche, d'innovation et de connaissances pointues du milieu marin.

S'agissant du plan de charge actuel de l'établissement, celui-ci porte sur la réalisation du premier Sous-marin Nucléaire d'Attaque du programme **Barracuda**, le "Suffren" qui entrera en service en 2017 et qui sera suivi par le "Duguay-Trouin". Au total, 6 Barracudas doivent être livrés entre 2017 et 2028. Parallèlement, le site de Cherbourg est engagé dans les programmes destinés à l'exportation comme l'**Agosta 90B** doté du système de propulsion auxiliaire anaérobie MESMA¹²⁶ destiné au Pakistan ou encore les programmes **Scorpène** Malaisie, Scorpène Inde et les sous-marins brésiliens.

Pour l'avenir proche, le lancement du programme **Andrasta** consiste dans la réalisation d'un petit sous-marin de 50 mètres, deux fois moins cher qu'un sous-marin océanique et destiné aux marines côtières. Au-delà, des développements technologiques pourraient porter sur les *concepts ships*, navires à mâture intégrée, bâtiments offrant une vision panoramique sur 360° à partir de la passerelle, le développement des matériaux composites, l'éco-conception...

Le centre DCNS-Cherbourg est en outre fortement impliqué dans des activités liées au nucléaire civil (filière EPR notamment) qui fait l'objet d'importants projets sur le site. Ce site diversifie également ses activités et intervient aussi en sous-traitance interne de Lorient pour la fabrication des anneaux de FREgates Multi-Missions (FREMM) ou pour le compte d'INDUSTEEL pour le dressage et le soudage des crémaillères de plates-formes pétrolières offshore ainsi que différentes prestations d'usinage et de chaudronnerie lourde et d'expertise tant pour le civil que le militaire.

Le site bas-normand comprend 2 343 salariés, y compris l'ingénierie de conception des sous-marins présents sur le site, soit environ 400 personnes travaillant dans ce domaine, dont 70 % d'ingénieurs et 30 % de techniciens. DCNS Cherbourg accueille en outre 125 personnes en alternance et 193 stagiaires, aspect qui révèle l'engagement fort et l'ouverture vers la formation.

Bien qu'il soit avant tout un établissement de production, le site bas-normand rassemble des compétences rares, voire uniques en France (dans des domaines spécifiques aux sous-marins comme l'architecture navale, la sécurité plongée, l'emménagement, la sûreté/sécurité, la discrétion acoustique...). La création récente de l'"Ingénierie Sous-Marins" pourrait avantageusement voir ces compétences cherbourgeoises renforcées, en particulier dans le domaine des avant-projets aujourd'hui en partie basés à Lorient.

DCNS - Cherbourg possède l'un des trois centres d'expertises et de R&D : le **Centre d'Etudes Techniques et d'Evaluation de Cherbourg (CETEC)**¹²⁷. Le CETEC s'étend sur 17 000 m² actuellement sur la zone propriété de la Marine Nationale (base navale) avant d'intégrer prochainement une nef au sein du site DCNS - Cherbourg. Sur un effectif de 60 personnes, 17 personnes dont 5 à 6 experts sont directement mobilisés sur une démarche de R&D en lien avec la mer. Les compétences du CETEC

¹²⁶ Module d'Energie Sous-Marin Autonome - Technologie unique du fait de la maîtrise acquise du procédé.

¹²⁷ Les autres structures étant le Centre d'Etudes des Structures et Matériaux Navals (CESMAN) sur le site de Nantes - Indret et la société d'ingénierie et de recherche hydrodynamique navale SYREHNA, basée à Nantes.

portent sur la recherche et le développement de technologies clés comme la discrétion acoustique et l'étude des vibrations. Les travaux de R&D conduits le sont à hauteur de 3 millions d'euros par an sur un total de 60 millions pour l'ensemble du groupe. Elles sont regroupées autour des aspects suivants :

- **Chimie - Huiles - Polymères** (le centre compétent pour les matériaux composites étant localisé à Lorient),
- **Métallurgie - Corrosion - Protection**, l'aspect corrosion étant à la base d'un partenariat étroit avec le CRITT CORRODYS,
- **Mécanique des structures** avec, par exemple, la présence d'un caisson d'essais sous pression (jusqu'à 250 bars) ouvrant des applications diverses comme la géothermie marine par exemple,
- **Matériels sous-marins** avec des actions de qualification et de mesures. La proximité de la mer est un réel avantage pour des essais in situ,
- **Soudage - Essais mécaniques**, aspect qui comprend beaucoup de R&D en termes de nouveaux alliages, nouveaux procédés de soudage...

Les développements conduits par le CETEC passent par les 3 aspects essai - qualification - expertise. La stratégie d'ouverture à de nouveaux domaines et partenariats nécessite une réorganisation du site de Cherbourg en vue de développer la réactivité. Le CETEC dispose de moyens matériels et de compétences exceptionnels lui permettant de répondre à des demandes exigeantes. Parmi les principaux équipements, citons des caissons d'épreuves de grande dimension, des bancs de pression et d'essais, une table vibrante, une station de mesures acoustiques, des bancs de transferts acoustiques, des bancs d'excitation, des bancs d'essais d'usine de réfrigération, des équipements de soudage, un laboratoire de chimie, des spectromètres (à absorption atomique, IRTF), des moyens de microscopie, une fosse d'immersion, des boucles d'essais de corrosion, des étuves... Des aspects innovants peuvent être développés dans le cadre d'une ouverture des activités vers l'extérieur autour des bruits et des vibrations (discrétion acoustique des plates-formes navales), les systèmes passifs et les systèmes actifs (partenariat avec l'école du Mans via le CTTM). Le CETEC en tant que tel est prochainement appelé à disparaître, ses activités et ses compétences devant intégrer le "Centre de Recherche" (centre inter-sites national de DCNS) dont la création a été décidée par la Direction Générale de DCNS, ceci devant se faire, selon la Direction de DCNS, à périmètre égal pour Cherbourg.

Mis à part des partenariats avec CORRODYS pour les aspects corrosion et l'étude de biofilms qui sont très liés au domaine marin, et l'ESIX-Cherbourg pour les domaines liés aux métiers de la production, il existe, somme toute, peu de liens avec la recherche locale et notamment les laboratoires universitaires, ce qui nécessite des partenariats avec d'autres écoles et universités en France, comme un partenariat avec Lyon pour les aspects acoustiques. Localement, la réactivation de la Technopole de Cherbourg constitue un point positif.

Sur le site, notons qu'il existe un service "Mesures et Métrologie" qui rassemble des compétences fortes et peu connues qui laisse augurer des développements possibles.

Pour l'avenir, parallèlement au cœur de l'activité qui restera la réalisation des sous-marins, DCNS - Cherbourg va fortement se positionner en faveur du nucléaire civil et des Energies Marines Renouvelables (éolien de surface et hydrolien).

L'établissement DCNS - Brest est désormais doté d'un incubateur, autrement dit un département R&D dédié aux EMR. Du fait des outils industriels et des moyens en chaudronnerie (usinage et formage) uniques, le site de Cherbourg pourrait avoir demain une fonction d'intégration de systèmes ou héberger des ateliers spécialisés. Après validation du concept, l'engagement dans cette voie, dès 2012, est une échéance envisageable.

Enfin, DCNS-Cherbourg se positionne également sur le sujet du démantèlement, la zone portuaire du Homet étant dédiée à la déconstruction et au démantèlement de bâtiments navals. Ce point qui fait l'objet d'un contrat d'étude nécessite des emplois spécifiques, des compétences pointues et une connaissance approfondie des filières d'élimination et de valorisation.

IV.3.2. La démarche de R&D et d'innovation des Constructions Mécaniques de Normandie

La société Constructions Mécaniques de Normandie (**CMN**) située à Cherbourg-Octeville est un chantier naval représentant l'un des leaders mondiaux de la construction de patrouilleurs rapides. Elle intègre les activités d'études, de construction de navires et l'intégration des systèmes de combat. Depuis sa création il y a cinquante ans, plus de 620 navires ont été construits ou sont actuellement en commande.

S'agissant des navires de combat ou de surveillance, les différents types de bâtiments conçus et réalisés par CMN sont regroupés en trois familles : les Combattantes (patrouilleurs rapides lance-missiles), les Vigilantes (navires de surveillance) et les Intercepteurs (navires rapides de sécurité maritime et d'interception).

Forts de leurs expériences dans le domaine militaire, les CMN se sont, depuis plusieurs décennies déjà, diversifiés dans le secteur civil et notamment dans la construction de yachts de luxe. Depuis plus de 10 ans, le site cherbourgeois s'est spécialisé dans la construction de navires de grande plaisance de 50 à 70 mètres. Le chantier naval cherbourgeois rivalise à présent avec les plus grands constructeurs de yachts d'Europe du Nord.

Trois motor yachts font désormais partie de la nouvelle CMN LINE 60. Le motor yacht Slipstream a reçu 3 prix en 2009 : le prix Nymphenburg du Design à l'occasion du salon de Monaco ; le prix du meilleur motor yacht dans la catégorie 40-65 m décerné par le jury de l'International Superyacht Society lors du salon de Fort Lauderdale, ainsi que le prix pour les meilleurs intérieurs, toutes catégories confondues.

A Tourlaville, JMV Industries, spécialiste des constructions de bateaux de course ou de croisière de tous types et de toutes tailles en composites haute performance, est filiale des CMN à 70 %.

L'activité pour les cinq ans à venir des CMN se répartit en 80 % pour les activités militaires et 20 % pour les activités de grande plaisance. Pour les cinq dernières années, le rapport était de 50-50 ; il faut y voir là davantage le hasard des commandes.

De statut indépendant, les CMN s'apprêtent à intégrer un groupe de 10 000 personnes qui comprendra, outre le chantier cherbourgeois, deux chantiers allemands et trois chantiers aux Emirats Arabes Unis.

Les CMN développent une politique interne de R&D et d'innovation indispensable pour mettre au point de nouvelles solutions navales techniquement performantes en vue d'améliorer les performances des produits actuels et de conserver une avance par rapport à la concurrence. Dans ce cadre, les CMN bénéficient du Crédit Impôt Recherche.

L'exécution de la R&D est confiée à des équipes qui œuvrent au sein des unités d'études : structure, électricité, HVAC¹²⁸, tuyauterie, propulsion, aménagement, mécanique, calculs, systèmes de combat, etc.

Au plan plus détaillé, la politique interne de développement de process innovants concerne l'ensemble du contenu des navires. Les démarches en la matière portent principalement sur :

- **les matériaux** sur la base des compétences en matériaux composites, acier et bois avec la problématique de pouvoir mixer les matériaux entre eux : acier/composites ou encore aciers/aluminium.
- **la mise en œuvre de ces matériaux** qui concerne la conception, la normalisation et les processus de mise en œuvre. La réglementation s'avère notamment très stricte en termes de pureté des soudures. De nouvelles technologies de liaisons de matériaux, autres que la soudure, sont développées.
- **la chaîne de propulsion** avec des réflexions conduites autour des process de mise en œuvre et d'expérimentations autour du lignage et du calage de la chaîne de propulsion.
- **l'automatisation de la conduite** des navires (aspects concernant également les systèmes d'armes) qui mobilise une douzaine d'ingénieurs au sein de l'entreprise sur les stades recherche - développement - exécution - installation.

D'autres aspects plus spécifiques font également appel à une démarche de développement comme **les matériaux de protection** déposés sur la coque des navires, sujet qui fait localement l'objet d'une coopération avec le CRITT CORRODYS ; **la propulsion** avec des études sur des systèmes tout électrique pour les yachts ou solutions hybrides ; **l'architecture navale** avec 4 architectes qui travaillent sur les nouvelles formes de coques et les besoins nouveaux ou encore la **réalité virtuelle** pour l'ensemble des processus allant de l'aide à la conception jusqu'à la commercialisation.

Selon la direction des CMN, entre 20 et 25 % des 400 salariés du site cherbourgeois sont directement impliqués dans une démarche de développement et d'innovation ou de mise en œuvre innovante.

Il convient de souligner que les CMN accueillent chaque année entre 3 et 4 étudiants de l'école d'ingénieurs de Cherbourg ou de l'Université de Caen dont certains sont ensuite recrutés au sein de l'entreprise.

Enfin, les CMN sont adhérents du cluster maritime français et participent à différents groupes de travail au niveau national, tels celui sur le navire du futur dans le cadre du Grenelle de l'Environnement. Il participe également à la commission de réglementation où les aspects de recherche, développement et d'innovation sont en première ligne.

¹²⁸ Heating, Ventilation and Air-Conditioning ou chauffage, ventilation et climatisation.

IV.3.3. L'innovation au cœur des PME de la filière nautique bas-normande

Les activités liées au nautisme sont particulièrement concernées par l'innovation technologique de procédés, c'est-à-dire, selon la définition officielle, la mise au point ou l'adoption de méthodes de production ou de distribution nouvelles ou notablement améliorées. Beaucoup d'entreprises de la filière nautique normande occupent des niches souvent innovantes en termes d'équipements, de services, de procédés et de matériaux utilisés. La notion d'innovation dans ce secteur correspond le plus souvent à l'utilisation de savoir-faire spécifiques

La constitution d'une filière organisée en Basse-Normandie et l'appui des acteurs institutionnels dont le Conseil Régional pour fédérer un pôle, a clairement permis de faire émerger des conditions propices à l'expression de démarches innovantes. Par exemple, "**Norlanda**", première pépinière et hôtel d'entreprises dédiés au nautisme en France réalisée par Caen la Mer, accueille depuis octobre 2008, dans un complexe de 2 hectares dont 13 000 m² de bâtiments des sociétés en création ou en développement dont bon nombre sont impliqués dans des process innovants.

La **Filière Nautique Normande** (F2N), association de type loi 1901, rassemble plus de 80 entreprises adhérentes (73 % de TPE et 27 % de PME) sur environ 165 au total (les non-adhérents sont essentiellement des TPE). Au regard du chiffre d'affaires des entreprises, on estime que F2N est représentatif de la filière à hauteur de 80 %¹²⁹.

De manière complémentaire, il faut savoir que la CCI du Nord-Cotentin dont le territoire comprend 62 entreprises de la filière nautique conduit depuis 2007 une action visant à mieux structurer la filière localement. L'objectif était d'initier une mobilisation des entreprises sur les actions à conduire, les projets étant portés par les responsables de ces sociétés réunis dans un groupe de travail. Un plan d'actions intègre à la fois un volet matériel (équipements et outillages collectifs, aménagement du plateau technique de la zone des Mielles à Tourlaville avec Ports Normands Associés...) et un volet immatériel qui peut intégrer des actions en lien avec l'innovation. Une plate-forme innovante de veille dédiée à la plaisance a été mise en œuvre et est disponible sur abonnement pour les professionnels et acteurs de la plaisance.

Par ailleurs, la plate-forme de veille et l'outil d'informations stratégiques en ligne Thémavision ont été étendus à toute la filière nautique bas-normande depuis le mois de mars 2010 et enrichis de trois rubriques locales : une revue de presse sur la vie de la filière nautique en Basse-Normandie, un outil de collaboration en ligne permettant à tous les membres du réseau F2N d'échanger sur différentes thématiques et une rubrique "Instances" où les actions et les décisions de la Filière Nautique Normande sont communiquées en temps réel aux adhérents.

Concernant le contexte, la filière nautique régionale a été sévèrement touchée ces derniers mois par des disparitions d'entreprises, notamment dans l'agglomération caennaise (Yachts Industries, Chantiers Navals de Colombelles). La crise économique actuelle fragilise le secteur avec les difficultés de trésorerie des entreprises. La

¹²⁹ F2N prépare actuellement un plan d'actions en lien avec le schéma régional de l'intelligence économique. Ce plan s'articule en deux grands types d'actions :

- des actions de lobbying (présence à des salons par exemple),
- des actions collectives d'aides à la production (collecte des déchets par exemple), à la décision (mise à disposition des entreprises d'informations stratégiques) et à la promotion.

pépinière d'entreprises Norlanda de Caen la Mer, élément stratégique majeur dans le développement de la filière nautique de l'agglomération caennaise, est porteur d'espoir dans la redynamisation locale du secteur. L'innovation est, dans ce contexte, le moyen pour une société de rester compétitive et reconnue pour ses savoir-faire.

Notons également que les chantiers navals sont soumis à des règles strictes pour réduire l'exposition des salariés aux composés organiques volatils, ce qui est parfois l'occasion pour les sociétés de s'engager dans des procédés innovants comme les procédés dits d'infusion pour lesquels le CNRT Matériaux fut sollicité (cf. deuxième partie du rapport).

Par ailleurs, dans la perspective de la déconstruction des navires, les matériaux employés doivent tendre aujourd'hui vers le 100 % recyclables. C'est la raison pour laquelle des chantiers navals et équipementiers s'engagent dès à présent dans l'utilisation de matériaux bio-sourcés à forte valeur technologique et dans un processus d'éco-conception, à l'exemple de l'entreprise ICARAI (cf. ci-après).

Concrètement, il existe somme toute peu de collaborations entre les laboratoires universitaires bas-normands et les entreprises du secteur nautique, la difficulté portant essentiellement sur les échelles de temps trop longues entre la recherche fondamentale et les solutions applicatives sur le terrain dans ce secteur. Des contacts ont essentiellement été conduits entre des entreprises de la filière et le CNRT Matériaux. Soulignons cependant que F2N organise des petits déjeuners thématiques en présence des adhérents de la filière dont certains portent sur l'innovation. De même, à partir des technologies clés, la filière a repéré des compétences en région et notamment en réalité virtuelle, technologie d'avant-vente pour les entreprises (prototypage rapide par exemple).

La vitrine que représentent les courses de niveaux international et national est aussi un moyen de développer et de montrer des innovations mais la filière régionale manque de liaisons avec le monde de la compétition nautique à part quelques entreprises impliquées. L'un des objectifs de F2N est de travailler sur ce point, de faire venir des compétitions en région et de soutenir l'élite des compétiteurs bas-normands.

Des contacts avec les acteurs fédérateurs ou qui accompagnent la filière nautique (F2N, SYNERGIA l'agence de développement économique de Caen la Mer, la CCI de Cherbourg - Nord Cotentin et la MIRIADE) nous ont permis de réaliser une liste d'entreprises bas-normandes considérées comme innovantes. Bien que probablement non exhaustive, elle permet de cerner les différentes compétences et les savoir-faire présents.

IV.3.3.1. Secteur construction - rénovation - entretien

Les **Chantiers ALLAIS / MSI** à Cherbourg sont spécialisés dans la construction de navires en aluminium permettant de décliner, à partir d'un standard, la réalisation de plusieurs unités récurrentes, suivant des spécifications techniques rigoureuses aboutissant à une véritable personnalisation du navire par son armateur.

ALLURES YACHTING, localisé à Tournelville, est un chantier naval spécialisé dans le voilier aluminium. La société s'identifie comme très innovante par le concept revisité du dériveur intégral aluminium. Les voiliers Allures sont destinés à la grande

croisière (croisière hauturière, bateau de voyage) intégrant un haut niveau de sécurité (voilier coque alu). L'entreprise porte une attention aux concepts de piles à hydrogène. Notons également que la société a reçu le Prix Bateau bleu 2009 à l'occasion du Nautic de Paris, ce prix récompensant sa stratégie innovante globale de gestion des déchets portant sur le tri sélectif, la réduction, le stockage et l'élimination des déchets, ainsi que sur la sensibilisation et la formation des propriétaires et utilisateurs en la matière.

ICARAI à Cherbourg est constructeur de bateaux en kit et prêts à naviguer. Spécialiste du bois moderne, alliant tradition et techniques modernes de production, la société s'investit notamment en faveur de l'éco-conception. Le Morbic 12, récemment sorti d'atelier, est un modèle du genre. Du choix des matières premières à son élimination en fin de vie, en passant par le *process* de fabrication et son utilisation, tout est étudié pour que l'impact environnemental du bateau soit le plus faible possible. L'entreprise a bénéficié d'une aide OSEO pour l'étude et la construction d'une coque spécifique et innovante s'adressant à une petite gamme. L'entreprise a également été soutenue par la Technopole de Cherbourg-Octeville concernant un diagnostic sur un bateau éco-conçu.

JMV Industries à Tournlaville dont l'activité repose sur la conception de structures en matériaux composites est pionnière dans la technologie dite du "pré imprégné haute température sous vide". L'entreprise filiale des CMN développe en permanence de nouvelles techniques de pointe qui s'adressent non seulement au milieu des bateaux de course, mais aussi à un nombre croissant de propriétaires de bateaux à moteur et de croisière.

YUM BOATS à Honfleur est une entreprise développant des bateaux innovants et notamment le monotype K650. Celui-ci a été nommé pour le European Yacht of the Year 2009 par un jury composé de 11 revues spécialisées européennes.

EDEL CATAMARANS à Cherbourg-Octeville, précédemment localisée en Vendée, est considérée comme une entreprise pionnière de la fabrication composite. La société occupe la niche des navires rapides de grande croisière et demeure une référence dans ce domaine. Avec une dizaine d'employés, EDEL envisage l'élaboration d'un catamaran nouvelle génération. La société collabore également avec le chantier MSI/Allais sur des vedettes de soutien aux plates-formes pétrolières.

Le chantier naval **BERNARD** à Saint-Vaast La Hougue est impliqué dans les techniques les plus novatrices pour la réalisation de travaux sur bateaux polyester, y compris des bateaux de pêche (exemple de réalisation de cales à poissons en polyester). De manière plus traditionnelle -mais utilisant des techniques non moins innovantes- la société est engagée dans la restauration de vieux gréements et est intervenue sur le chantier du Marité.

CAMS est une entreprise de chaudronnerie navale implantée à NORLANDA à Caen ayant pour activité principale la construction de petits bateaux de pêche ou de promenade tout inox. L'entreprise s'attache tout particulièrement aux économies de carburant. Elle travaille les formes et aménagements de ses réalisations avec un cabinet d'architecture qui valide les plans de carènes notamment.

NORMANDY YACHT SERVICES est une jeune société orientée vers la rénovation, la transformation, l'entretien, le service après-vente, le conseil et l'assistance technique sur tous types de bateaux à voiles et à moteur, de plaisance et/ou de service. Hébergé dans le plus grand atelier de NORLANDA, un chantier est

spécialisé dans la construction aluminium et maîtrise également les constructions bois et composites.

IV.3.3.2. Secteur étude architecture - conception et réalisation composites - matériaux bio-sourcés - environnement

La société caennaise **ADAPTEC SOLUTIONS** a mis au point des process et passé des partenariats industriels qui devraient permettre la production massive de composites à base de lin, notamment pour le nautisme.

La société **GRAND LARGUE COMPOSITES** est une société basée à Formigny. Son activité concerne la conception et la construction de pièces plastiques techniques principalement destinées au secteur nautique. L'une des réalisations du chantier est l'Avocet 50, un catamaran perce vague de course de 50 pieds. Avec plus de 60 m² de toile à la tonne et des coques ultra fines (88 cm de large pour la version sportive), ce nouveau multicoque est très adapté pour la course.

ARCTIVECH sur Caen est un bureau d'études, d'ingénierie et de maîtrise d'œuvre spécialisé dans le développement de produits industriels dans le domaine de la plasturgie (matériaux composites) et de la fonderie. Ses activités reposant sur des moyens pointus de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) concernent de multiples secteurs dont le nautisme. Récemment, la société a développé des travaux sur une coque composite, le pont et les aménagements intérieurs pour un chantier breton.

Le chantier **TRIBOX**, implanté à Beaumont-Hague, est à l'origine d'un projet de trimaran innovant, le Kaladgio. La société a développé un logiciel spécifique capable d'effectuer les calculs de stabilité adaptés au cas d'un trimaran, d'analyser si le trimaran porte sur trois, deux ou un seul flotteur et de calculer son assiette en fonction des conditions de navigation.

SHORETEAM est un bureau d'étude spécialisé sur les techniques de mise en œuvre des matériaux composites. Cette société a développé la technique d'infusion sous vide ; elle réalise des transferts de technologie dans ce domaine et accompagne les entreprises désireuses de migrer vers ces nouvelles techniques. Pour faire face aux demandes de ses clients a été créée en janvier 2010 une unité de production (atelier composite) basée à NORLANDA. La nouvelle entreprise s'appelle SHORETEAM YARDS. La société affirme conduire une démarche R&D en collaboration avec les fournisseurs de matières premières.

ROUGIER INGENIERIE est un cabinet d'ingénierie et d'architecture navale et de suivi de construction localisé à Norlanda à Caen. Il s'est notamment distingué pour ses réalisations dans les bateaux de plaisance (et notamment le Bee 6.50, sportboat ludique pour naviguer en famille ou entre amis) dont les qualités sont reconnues. Aujourd'hui, les activités développées mettent l'accent sur le secteur de la pêche en lien avec des entreprises locales comme le chantier Richard de Courseulles-sur-Mer pour la construction de petites unités de pêche en coque aluminium ou des navires bois réalisés au sein du Chantier du Bessin (entreprise JAMES). La société Rougier INGENIERIE est actuellement impliquée dans la démarche régionale autour du navire de pêche du futur. Notons que le cabinet réalise également des calculs hydrostatiques et de stabilité, des calculs de structure manuels ou éléments finis, calculs de gréements, etc.

Vincent LEBAILLY YACHT DESIGN est un bureau d'étude créé par un ingénieur et architecte naval diplômé de l'Université de Southampton. La société dessine des bateaux à la carte et de série, en accordant un soin particulier à l'innovation, l'esthétique et l'ergonomie. L'objectif est de réaliser les études techniques permettant la prise en compte des problématiques de développement durable (économies d'énergie, gestion des déchets, etc.) tout en intégrant des innovations technologiques (gestion des équipements électriques et électroniques, équipements de vieux gréements, gestion automatisée de la voilure). L'entreprise a été retenue dans le cadre d'un appel d'offre lancé par le Conseil Général de la Manche pour l'ingénierie du vieux gréement "Marité".

Citons également le **Cabinet d'expertises navales Guy BROQUAIRE**, basé à Querqueville, qui est l'inventeur d'un nouveau concept de monocoque sans gîtes. Equipé d'un anneau qui reprend quilles et gréement, ce système possède la particularité de pouvoir naviguer "à plat".

IV.3.3.3. Secteur équipementier

KARVER est une entreprise très innovante localisée à Honfleur. Créée en 2004 par l'association d'ingénieurs et d'architectes navals et d'industriels, cette société est spécialisée dans la conception et la réalisation d'éléments d'accastillage innovants et performants destinés à la haute compétition comme des poulies à capteur de charges. KARVER s'est en effet imposée dans le monde de la course à la voile comme une référence en termes d'innovation, de performance et de design et équipe à ce titre des bateaux de la coupe de l'America, de la Volvo Race, et des 60 pieds monocoques et trimarans en poulies, emmagasineurs et systèmes customs. La société se rapproche de thématiques de recherche fondamentale.

LAVAFLO WASHBOAT met au point une station de lavage pour bateaux, innovante et écologique, baptisée "Washboat". Elle traite l'eau de mer pour produire de l'eau douce et utilise des détergents biodégradables. Une station est déjà en service dans le port de Caen-Ouistreham.

Automatismes CHANU-GARNIER (ACG) a été créée en 1986 à Tinchebray. Les activités de cette entreprise portent sur l'étude et la réalisation de machines spéciales et d'automatismes pour différents secteurs industriels (principalement automobile, métallurgie, cosmétique...) dont le secteur nautique avec, par exemple, la mise au point d'un procédé de mise à l'eau des bateaux acheminés depuis leur rack de rangement par un chariot élévateur permettant de les remonter ensuite pour stockage. L'entreprise dispose ainsi d'un bureau d'études mécanique et d'un bureau d'études automatisation.

Dans le même esprit, la société **RTMO**, constructeur de machine outils à Lisieux, a mis au point un système automatisé de stockage de bateaux à sec, en réponse aux problématiques de saturation des ports à flots.

Localisé à Saint-Vaast la Hougue, **FACNOR SPARCRAFT** se situe parmi les premiers concepteurs et fabricants mondiaux d'enrouleurs de voiles et fournit de nombreux chantiers. L'entreprise équipe les "Formule 1" de la course au large (Vendée Globe, The Race, Coupe de l'America ou encore Volvo Race). FACNOR est devenu leader européen du marché grâce à une politique axée sur la recherche et un engagement dans le développement de brevets. Mis au point par FACNOR, le FlatDeck, premier enrouleur à sangle est un système innovant garantissant un enroulement-déroulement sûr et facile. Cette innovation a valu à la société d'être

nominée en 2009 au Dame Design Award. FACNOR dispose d'un bureau d'études en recherche et développement.

JAMES EBENISTERIE, à Saint-Laurent-de-Cuves dans le Sud-Manche, est spécialisée dans la réalisation d'agencements haut de gamme, mettant en œuvre les projets de décoration d'architectes et prescripteurs reconnus, notamment pour les yachts de luxe (qui représentent une partie de l'activité), en France et à l'étranger. Dans le cadre de la filière bois-polymères qui se met en place via le projet COMPOLIGNE, il existe un partenariat actif entre l'ISPA et l'entreprise JAMES EBENISTERIE dans le domaine de l'agencement intérieur des yachts. L'objectif recherché par les constructeurs est en effet de disposer de matériaux légers pour l'ameublement et les agencements intérieurs. Les matériaux en bois-polymères répondent tout à fait à cette exigence et se prêtent aisément au développement d'un design adapté grâce à des techniques de thermoformages.

EVA CADIO Design localisée à Teurtheville-Hague est une société de décoration intérieure des yachts de luxe qui développe un savoir-faire reconnu en termes de création et de technologies avancées.

Leader des fabricants de remorques, **MECANOREM** à Valognes se distingue par des systèmes innovants de remorques porte-bateaux (pour voiliers et bateaux à moteurs).

Localisée à Portbail, la société **CUBISYSTEM** est spécialisée dans des solutions flottantes innovantes comme des pontons modulaires. Ces systèmes sont utilisés dans de nombreuses activités portuaires et marinas, aménagements de zones d'échouage, aquaculture, piscines en mer, barrages anti-pollution, plates-formes pour plongeurs et travaux sous-marins, barges motorisées, etc. Ces solutions flottantes sont conçues dans une perspective de développement durable, les produits étant 100 % recyclables

IV.3.3.4. Secteur maintenance/hydraulique/automatisme/électronique embarquée

CHEMINS DE TRAVERSES est un chantier nautique d'insertion de l'économie sociale et solidaire spécialisé dans la maintenance et le tourisme social. Il existe un projet de liaisons transmanche avec des bateaux qui pourraient constituer dans le même temps des laboratoires flottants (intérêt pour la pile à hydrogène par exemple).

Forte d'une expérience technologique dans des domaines complémentaires comme l'hydraulique et l'automatisme, **OLEOSYSTEM** est une entreprise caennaise dont le projet de développement dans le secteur du nautisme est né de l'ensemble de ses réalisations passées dans le milieu de la course au large. L'entreprise assure un service global allant de la simple intervention de maintenance à la conception, l'amélioration et la modification d'installation, la mise en place d'un plan de maintenance ou encore la fourniture de pièces de rechange.

V1D2-NORMANDY GREEMENT prépare et répare les bateaux de courses au large et de régates tout comme les bateaux de plaisance sur le nouveau bassin à Caen. Cette base technique, équipée pour les bateaux à fort tirant d'eau, s'articule autour des services suivants : chantier naval, manutention, matage, quillage, carénage, peinture, antifouling, réparation composite et bois, accastillage, mat et réglage de gréement, électronique et d'électricité, assistance technique/études/pièces customs, stockage à sec intérieur et extérieur.

HYDEQUIP, localisée à Bayeux, est une entreprise leader au niveau national dans les équipements électro-hydrauliques pilotés par des systèmes informatiques embarqués (mécatronique). Ses produits s'adressent notamment à la filière nautique mais également à l'automobile ou à l'aéronautique.

MARELEC, située à Saint-Vaast-la-Hougue, présente de larges compétences qui concernent à la fois l'installation complète de l'électricité à bord des navires (génératrice, groupe, éolienne, panneaux solaires etc.), l'installation des systèmes électroniques à la carte, des systèmes de navigation et d'aide à la navigation (solution informatique personnalisée), des systèmes de communications hertziennes ou satellitaires. L'entreprise s'est engagée dans la construction d'un simulateur de navigation de haute technologie qui permet de reproduire toutes conditions de navigation. Les élèves du lycée maritime de Cherbourg se forment notamment sur cet outil exceptionnel.

MCIM est une jeune société intégratrice d'électronique embarquée pour plaisanciers et professionnels de la pêche. MCIM développe des dispositifs permettant la corrélation entre l'informatique embarquée et l'électronique de bord. Elle équipe également en WI-FI les ports régionaux. Hébergée initialement à NORLANDA, la société est aujourd'hui implantée à Port en Bessin.

IV.3.3.5. Secteur informatique/aide à la décision/ingénierie du design

KALIBEE est une entreprise caennaise innovante dans le domaine de l'informatique et du traitement de données, née de l'essaimage de la recherche universitaire caennaise (cf. chapitre consacrée aux entreprises incubées en Basse-Normandie). Elle a conçu et mis sur le marché un système embarqué unique au monde, connecté à la centrale de navigation, qui donne en temps réel des informations au skipper, par synthèse vocale. Dans le prolongement de ce produit, l'entreprise commercialise un système de suivi de régates en direct sur une interface 3D, pour les organisateurs de courses, les chaînes de télévision et les coureurs.

EURIDIS INGENIERIE est une entreprise d'ingénierie, de maîtrise d'œuvre, de design et d'animation 3D. Le secteur naval est l'un des axes d'application de l'entreprise qui réunit les savoir-faire dans les domaines du design naval, de l'imagerie et de l'animation 3D/insertion virtuelle des projets dans leur environnement et études de coordination et d'intégration.

ELECTRONAV à Equeurdreville est une jeune entreprise innovante spécialisée dans l'électronique de navigation de plaisance.

SINAY est une jeune société d'ingénierie en technologies innovantes présentée précédemment dans le chapitre sur les entreprises en lien avec la mer incubées en Basse-Normandie. Spécialisée dans l'acoustique sous-marine et les études d'impact des activités industrielles sur les écosystèmes marins, elle comprend 26 salariés et a son siège à Norlanda à Caen.

D'autres entreprises spécialisées en **imagerie 3D** et **réalité virtuelle** sont à signaler, notamment dans le Nord-Cotentin (elles sont fédérées au sein de l'association Novimage). Ces compétences s'expriment tout particulièrement dans la filière construction navale - nautisme avec des outils de conception, design extérieur et intérieur, étude et mise en œuvre de projet, maquette 3D, simulations, visites

interactives, mise en situation virtuelle... Des entreprises comme DCNS développent en interne de tels outils (salle immersive notamment).

Il convient également de citer des **entreprises spécialisées dans la construction, l'entretien et l'équipement des bateaux de pêche**. Déjà évoqué dans le chapitre sur les enjeux du secteur de la pêche, des sociétés comme le **Chantier du Bessin** à Port-en-Bessin, le **Chantier RICHARD** à Courseulles-sur-Mer ou la société **DIGNE et FRANCOISE** à Port-en-Bessin intègrent des process innovants. Rappelons d'ailleurs que des sociétés bas-normandes sont impliquées dans la réflexion autour du navire de pêche du futur.

Concernant les outils de pêche, la société **FILT**, située à Caen et créée en 1860, fabrique des filets diversifiés aux usages et applications multiples. Les secteurs d'activités en lien avec notre présente étude sont le nautisme avec la fabrication de filets de filière de bateau et la mytiliculture. L'entreprise est à la pointe de l'innovation s'agissant des process et des matériaux utilisés. Elle a, rappelons-le, mis au point avec le SMEL un cordon biodégradable, en phase d'essai depuis l'été 2010, qui permet de libérer les crustacés prisonniers de casiers "fantômes".

Enfin, même s'il ne s'agit pas d'une entreprise, il convient de citer l'**Association pour la Plaisance Eco-Responsable (APER)** dont la démarche est résolument innovante. Emanation de la Fédération des Industries Nautiques, cette association type loi 1901 créée en février 2009 a pour objectif d'organiser et d'animer la mise en place de la filière française de déconstruction et de recyclage des Bateaux de Plaisance Hors d'Usage (BPHU) et, par extension, des autres filières de déchets liés à l'ensemble des activités du nautisme. Un site offre la possibilité aux plaisanciers de remplir une fiche d'identification BPHU en ligne, leur permettant de fournir de nombreux renseignements relatifs à leur bateau (localisation, type, longueur, matériaux utilisés, matériel électronique, présence de carburant, etc.). Cette fiche signalétique est ensuite adressée aux opérateurs-déchets les plus proches géographiquement afin de leur permettre de réaliser un devis précis pour la déconstruction du bateau. Parallèlement, un numéro vert permet aux plaisanciers d'obtenir des réponses ciblées à leurs questions. Il revient également à l'APER la mission de mettre en relation les propriétaires de BPHU, ou les Points Conseils, avec les opérateurs-déchets pour la prise en charge opérationnelle du bateau. Son chef de projet est basé à NORLANDA et est chargé de la mise en œuvre du programme de déconstruction des bateaux hors d'usage sur l'ensemble du territoire français.

IV.4. LES ENERGIES DE LA MER : LES COMPETENCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES EN PRESENCE

Ce chapitre se veut délibérément succinct dans la mesure où, parallèlement à ce présent dossier, le Conseil Economique, Social et Environnemental Régional a réalisé une étude spécifique sur "les Energies Marines Renouvelables (EMR) : potentialités et perspectives en Basse-Normandie".

Les énergies de la mer intègrent plusieurs technologies au niveau mondial. Tout d'abord, l'**énergie éolienne offshore** consiste dans la réalisation de parcs éoliens en mer, ensemble constitué d'aérogénérateurs implantés à une distance plus ou moins éloignée des côtes. Au plan européen, les plus importants complexes en service se

situent à 30 km de la côte ouest du Danemark, dans les Blåvands Huk, au large du port d'Esbjerg, Horns Rev est un ensemble éolien offshore constitué de deux parcs, Horns Rev 1 et Horns Rev 2, ce dernier site étant en 2010 le plus grand parc éolien off-shore au monde.

Vient ensuite toute une série de dispositifs qui exploitent la puissance du mouvement des masses océaniques. Ainsi, l'**énergie houlomotrice** désigne l'énergie d'origine cinétique et potentielle liée au déplacement de la surface de la mer sous l'action de la houle. Les techniques employées peuvent être des générateurs houlomoteurs flottants captant l'énergie des vagues ou des systèmes de type colonne d'eau oscillante ou rampes de franchissement. La valorisation de l'énergie des vagues se situe encore au stade de démonstrateurs pré-industriels.

Une autre technique consiste à exploiter les courants marins ; elle est appelée **marémotrice** si elle utilise l'énergie potentielle liée aux variations du niveau de la mer, comme dans l'usine marémotrice de la Rance depuis 1967 ; elle est appelée **hydrolienne** lorsqu'elle utilise l'énergie cinétique des courants de marée ou océaniques captés par des turbines pouvant prendre différentes formes. Les dispositifs hydroliens peuvent être posés sur le fond, situés entre deux eaux ou sur la surface. Ceux-ci sont en phase de développement et de test, atteignant même l'échelle pré-industrielle.

L'**Energie Thermique des Mers (ETM)** ou **énergie maréthermique** est produite en exploitant la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des océans. Elle exige, en l'état actuel de la technologie, au stade de la recherche et développement et expérimentation, des mers chaudes.

Il faut également citer l'**énergie exploitant les gradients de salinité** c'est-à-dire l'énergie libérée lorsqu'un courant d'eau douce rencontre un courant d'eau salée, récupérée par pression osmotique ou par électrodialyse inversée (au stade expérimental).

L'**énergie solaire en mer** consiste dans la mise en œuvre de dispositifs photovoltaïques sur des plates-formes offshore (au stade du développement expérimental).

La **biomasse marine** concerne la culture de micro-algues marines à des fins de transformation en biocarburant de nouvelle génération et de production d'électricité. Précisons qu'en juin 2009, les pôles de compétitivité Trimatec, Mer PACA et Mer Bretagne ont signé une convention visant à structurer la filière micro-algues à l'échelle française. Les trois partenaires souhaitent en effet partager leurs efforts, en soutenant conjointement les projets de valorisation et de développement d'algocarburants.

La Basse-Normandie possède de nombreuses potentialités naturelles en raison d'un régime des vents marins favorable au large des côtes, de profondeurs adaptées des fonds et de l'existence de forts courants dont on peut tirer de l'énergie.

Comme l'a montré l'étude du CESER sur les énergies marines renouvelables, les perspectives de développement pour la région portent essentiellement sur le déploiement de l'éolien offshore et de l'hydrolien avec la mise en place de projets porteurs en Basse-Normandie. Malgré des compétences à l'Université de Caen et à INTECHMER dans le domaine des algues, les recherches en Basse-Normandie ne semblent, pour l'heure, pas concerner cette dernière possibilité de production d'algocarburants. Compte tenu du caractère exhaustif de cette étude sur les EMR, il

n'était donc pas utile de consacrer ici un développement détaillé à ce sujet. En revanche, il paraissait opportun de rappeler les compétences en recherche et innovation présentes concernant cette problématique tant au sein des laboratoires que des entreprises au niveau régional. Au fil du rapport, ces différentes compétences ont été déjà évoquées ; il s'agit ici de les rassembler pour en avoir une vue synthétique.

IV.4.1. Les compétences au sein des laboratoires de recherche dans le domaine des EMR

Compte tenu de son expérience forte dans son domaine et de son potentiel technique et instrumental de pointe, l'UMR 6143 CNRS - Universités de Caen et de Rouen "**Morphodynamique Continentale et Côtière**" (M2C), est mobilisée sur des problématiques en lien avec les énergies de la mer. Le laboratoire est en effet engagé dans des études sur des prototypes d'ouvrages, les canaux à houle permettant de procéder à des modélisations physiques ou analogiques de situation à échelle réduite (tests de fondations d'éoliennes, ancrage d'hydroliennes). Un certain nombre d'opérateurs privés spécialisés dans les énergies marines renouvelables ont dernièrement fait appel aux expertises du laboratoire, comme les sociétés WPD et SAIPEM, afin de bénéficier d'essais dans les canaux à houle. Ainsi, en 2009, un travail a été conduit sur la prospection offshore (projet de ferme éolienne).

Une problématique récente étudiée par le **Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg** (LUSAC) porte sur l'éolien offshore et l'hydrolien.

Concernant l'hydrolien, il existe une coopération avec un chercheur du laboratoire "Morphodynamique Continentale et Côtière" de l'Université de Caen Basse-Normandie sur le suivi de deux projets accompagnés par la Région et la MIRIADÉ et soumis actuellement à l'ADEME. Le premier concerne la société **GEOCEAN** avec la problématique d'implantation d'un démonstrateur hydrolien de 20 mètres de hauteur dans le Raz Blanchard. La seconde société est **WIBEE**, entreprise en cours d'incubation au sein de Normandie Incubation qui porte un projet d'hydrolienne reposant sur un concept novateur. Le rôle de M2C est d'étudier l'impact hydrosédimentaire à l'aide de modélisations physiques et numériques. Il s'agit aussi d'étudier les scénarios d'interactions entre les hydroliennes. Au niveau mécanique, l'accent est porté sur l'interaction fluide/structure et la génération de vibrations. Le LUSAC apporte également en la matière ses compétences.

La problématique des énergies, notamment marines, constitue un sujet d'intérêt pour le **CNRT Matériaux**. Ce sujet fait appel aux savoir-faire de l'IFREMER sur la tenue des matériaux en milieu marin. Une demande de financement de thèse a été effectuée auprès du Conseil Régional en vue de développer un nouveau concept d'hydrolienne. Des contacts sont également pris avec DCNS - Cherbourg.

Le **CRITT CORRODYS** a récemment investi le secteur des énergies renouvelables offshore. Des études technologiques, réalisées dernièrement pour des clients, constituent des premières mondiales. A ce sujet, la direction de CORRODYS a insisté sur les pistes de formations à développer dans le futur, dans le cadre de la "marinisation" d'équipements de type éolien offshore car on manque de compétences pointues dans ce domaine.

Rappelons également que le **CNAM-INTECHMER** de Cherbourg a émis le souhait de développer des formations en lien avec les énergies marines renouvelables.

Le projet fédérateur **GR²TC** (Gestion des Ressources, Risques et Technologie du domaine Côtier) du Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013, porté par l'Université de Caen, et notamment les sous-projets **MACROCOAST** ou **LITEC** (cf. supra) intègrent également des problématiques d'énergies marines (stabilité des fondations d'éoliennes offshore, développement de prototypes récupérateurs d'énergie marine).

Enfin, rappelons le rôle des associations environnementales dans les démarches d'impact de ces grands projets sur la faune marine ou avicole (Groupe Ornithologique Normand, Groupe Mammalogique Normand, Groupe d'Etude des Cétacés du Cotentin...).

IV.4.2. Les entreprises impliquées dans une démarche de développement innovant des énergies marines

Parallèlement au cœur de son activité qui restera la réalisation des sous-marins, **DCNS - Cherbourg** souhaite fortement se positionner dans le secteur des Energies Marines Renouvelables (éolien offshore et hydrolien). L'établissement DCNS - Brest est désormais doté d'un incubateur, autrement dit un département R&D dédié aux EMR. Du fait des outils industriels et des moyens en chaudronnerie (usinage et formage) uniques, le site de Cherbourg pourrait avoir, demain, une fonction d'intégration de systèmes ou héberger des ateliers spécialisés. Après validation du concept, l'engagement dans cette voie dès 2012 est une échéance envisageable.

D'autres savoir-faire d'entreprises bas-normandes de la **filière nucléaire** ou de la **filière nautique** par exemple pourraient être utilement mobilisables.

La société innovante **SINAY** précédemment présentée, spécialisée dans l'analyse acoustique sous-marine et les études d'impact des activités industrielles sur les écosystèmes marins, intègre tout à fait les énergies marines.

Autre société innovante incubée en Basse-Normandie déjà citée, **WIBEE** s'est spécialisée dans la conception et le développement d'éolienne urbaine innovante. Sur la base de ses compétences, WIBEE a souhaité diversifier ses activités vers l'énergie hydrolienne avec dépôt d'un brevet d'un concept novateur à axe vertical. En vue de renforcer l'expertise scientifique de ce nouveau concept d'hydrolienne une thèse financée par le Conseil Régional va débuter autour à la fois de la mise en œuvre d'une maquette physique et d'une simulation numérique.

Telles sont les compétences en recherche et innovation détectées dans le cadre de cette étude, sachant que le rapport du CESER sur les EMR développe également les potentiels industriels et portuaires non abordés ici.

Précisons également que le **Pôle Mer Bretagne** qui intègre un objectif fort de développement des énergies marines -le site de Brest étant même désigné au niveau national pour accueillir une plate-forme technologique majeure sur ce sujet- et qui est désormais étendu à la Basse-Normandie, devrait inciter au développement de projets coopératifs labellisés.

Enfin, il convient de rappeler que dans le cadre du **jumelage entre la Région Basse-Normandie et le Comté du Hordaland en Norvège**, des projets de coopération scientifique ont été évoqués et certains portent sur les énergies de la mer sachant que des projets pilotes offshore sont développés en Norvège.

CONCLUSION

En conclusion, la Basse-Normandie possède un potentiel remarquable de compétences autour de la mer et du littoral. Cette région est par ailleurs unique par la variété des faciès de littoraux qu'elle présente (un grand estuaire, deux grandes baies, un marnage exceptionnel...). C'est pourquoi la façade Manche représente un territoire pertinent pour une véritable démarche fédératrice.

Sans déflorer la synthèse-avis adoptée par le Conseil Economique, Social et Environnemental Régional qui constitue la véritable conclusion de ce travail, il paraît opportun de rappeler quelques généralités.

La taille conséquente de ce rapport est la preuve qu'il existe en Basse-Normandie une réelle force dans les compétences de recherche, d'innovation et de formations en lien avec la mer et le littoral. Les sujets abordés sont nombreux : gestion, exploitation et valorisation des ressources marines, évolution, protection et aménagement des côtes et du littoral, constructions navales et nautisme, énergies marines...

Le potentiel de recherche dans les domaines des ressources marines et du génie côtier place la Basse-Normandie parmi les pôles majeurs en France avec la présence de laboratoires reconnus pour leurs travaux concernant les ressources marines, la dynamique des systèmes côtiers et les géosciences marines au sein de l'Université de Caen avec principalement les laboratoires PE2M (Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins) et M2C (Morphodynamique Continentale et Côtière), du CNAM - INTECHMER et de l'IFREMER associés à des plates-formes et centres techniques qui sont autant de "sas" vers les secteurs professionnels.

D'autres laboratoires ou équipes de recherche, bien que ne traitant pas exclusivement du milieu marin, mènent des travaux sur la mer et le littoral. Les recherches sont très souvent conduites dans le cadre de programmes développés en partenariat dans une démarche interdisciplinaire et concernent notamment :

- la santé et l'environnement dont l'écotoxicologie marine,
- les matériaux et les composants ainsi que leurs interactions avec le milieu marin,
- les sciences humaines, économiques et sociales (géographie, histoire, sociologie, droit, sciences économiques et de gestion, littérature...).

Cette articulation originale a été particulièrement saluée par des rapports récents au niveau national dont le dernier en date consacré à la recherche, l'expertise et l'appui technique à la filière ostréicole.

Les secteurs d'activités qui ont ou qui peuvent avoir un lien fort avec la recherche marine et littorale bas-normande (c'est-à-dire la pêche et la conchyliculture, la transformation des produits de la mer et la construction navale et la filière nautique) représentent de l'ordre de **10 000 emplois directs** (estimation).

La région possède dans ces domaines une vraie spécificité sur la base d'un triptyque recherche - industries - formations, critères fondateurs des pôles de compétitivité et autres clusters en France. Ayant aujourd'hui intégré la dynamique d'un pôle de compétitivité "Mer" à vocation mondiale, le territoire bas-normand, qui a une véritable légitimité territoriale durable à faire valoir, possède tous les atouts pour valoriser des projets d'avenir dans les différentes thématiques concernées.

