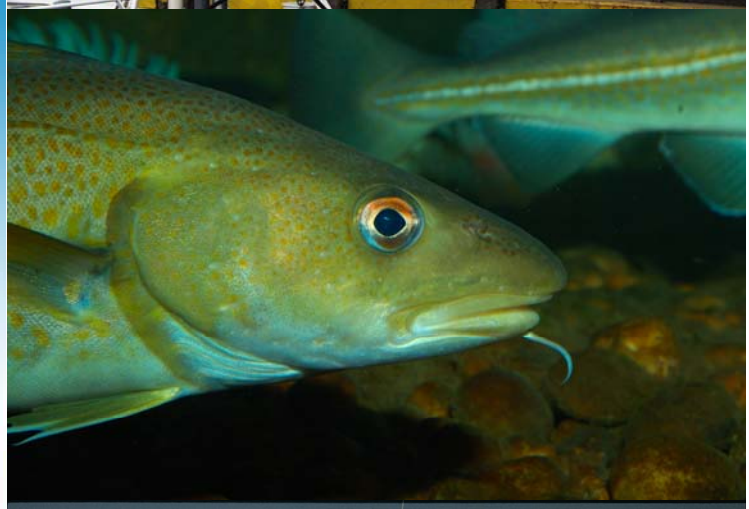
Unité Halieutique Manche Mer du Nord
Département Ressources Biologiques et Environnement
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer – IFREMER

Dossier d'évaluation par l'AERES : Projet Scientifique 2012-2016



Unité Halieutique Manche Mer du Nord
Département Ressources Biologiques et Environnement
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer – IFREMER

Dossier d'évaluation par l'AERES : Projet Scientifique 2012-2015

Coordination générale de la rédaction : B. Ernande et A. Carpentier

Coordination de la rédaction des sous-parties: B. Ernande, P. Marchal, M. Travers et S. Vaz

Sommaire

1. Présentation de l'Unité 1
1.1. Historique 1
1.2. Positionnement scientifique 1
2. Analyse SWOT 3
2.1. Points forts 3
2.2. Points faibles 4
2.3. Opportunités 5
2.4. Risques 7
3. Objectifs et description du projet 9
3.1. Contexte, mission et objectifs 9
3.1.1. Contexte politique 9
3.1.2. Contexte scientifique et objectifs 9
3.2. Description des thèmes de recherche 12
3.2.1. Thème 1: Individus, populations et niche écologique 12
3.2.1.1. Estimation et variation spatio-temporelle des traits d'histoire de vie des individus 12
3.2.1.2. Dynamiques spatio-temporelles des populations 15
3.2.1.2.1. Dynamique des populations 15
3.2.1.2.2. Analyse spatio-temporelle des patrons de distribution des populations 16
3.2.1.3. Niche écologique et habitats 16
3.2.1.3.1. Modélisation des habitats 16
3.2.1.3.2. Habitats essentiels 17
3.2.1.4. Structuration des populations et connectivité 18
3.2.2. Thème 2: Communautés, réseaux trophiques et biodiversité 20
3.2.2.1. Dynamique spatio-temporelle des communautés 20
3.2.2.2. Relations trophiques, structure et fonctionnement du réseau trophique 22
3.2.2.3. Dynamique spatio-temporelle du réseau trophique 23
3.2.3. Thème 3: Flottille, exploitation et scénarios de gestion 25
3.2.3.1. Méthodes pour l'évaluation et le diagnostic des ressources 25
3.2.3.1.1. Contributions aux recherches sur le Rendement Maximal Durable 25
3.2.3.1.2. Développement de méthodes statistiques robustes pour l'amélioration de la qualité des données et des estimateurs en entrée des modèles d'évaluation des stocks.... 26
3.2.3.2. Dynamique spatio-temporelle des flottilles 26
3.2.3.3. Evaluation de stratégies/scénarios de gestion 27
3.2.3.4. Gestion spatialisée et Aires Marines Protégées 27
3.2.3.4.1. Planification spatiale 28
3.2.3.4.2. Evaluation de stratégies de gestion spatialisées 29
3.3. Observations et outils 30
3.4. Avis et expertises 32
4. Mise en oeuvre du projet 34
4.1. Moyens humains et financiers 34
4.1.1. Moyens humains 34
4.1.1.1. Nouveaux postes : 35
4.1.1.2. Remplacements des départs en retraite : 36
4.1.1.3. Remplacements des départs pour mobilité interne : 36
4.1.2. Moyens financiers 36
4.2. Gouvernance et animation de l'Unité 38

4.2.1. Organigramme fonctionnel *38*
4.2.2. Fonctionnement de l'Unité *39*
4.3. Partenariats et collaborations **40**
4.3.1. Partenariat recherche et enseignement supérieur *40*
4.3.2. Partenariat monde socio-économique et culturel *40*
4.4. Formation par la recherche **41**
4.5. Diffusion des résultats **41**

1. Présentation de l'Unité

1.1. Historique

Depuis sa création en 2005, l'Unité Halieutique Manche Mer du Nord (HMMN) reposant sur les Laboratoires Ressources Halieutiques de Boulogne-sur-mer (LRHBL) et de Port-en-Bessin (LRHPB) a évolué d'une activité dominée par les missions de service public d'observation et d'expertise vers une activité équilibrant la mission de service public et celle de recherche. Le positionnement de l'Unité dans le panorama de la recherche en sciences halieutiques et en écologie marine, à l'origine essentiellement régional et national, s'est développé peu à peu à une échelle internationale grâce à la coordination de la recherche sur l'espace maritime Manche au travers du Chantier éponyme, aux collaborations bilatérales établies avec le Canada et le Japon, et aux nombreux projets de recherche européens développés tant sur la thématique de la dynamique des pêcheries que celle de l'écologie halieutique. Le développement de projets d'envergure sur financements extérieurs et de plateformes techniques de portée nationale a permis de générer la dynamique et "l'appel d'air" nécessaire à l'obtention de nouveaux postes pour le recrutement aussi bien de techniciens que de chercheurs avec de nouvelles compétences. Ils sont ainsi venus soutenir la progression de l'Unité sur l'ensemble de ses missions et ont permis notamment un effort de recherche plus conséquent. L'équilibre atteint reste cependant encore fragile et le projet de l'Unité HMMN pour les années à venir doit viser à consolider la situation en termes à la fois de positionnement dans le tissu de la recherche et de moyens techniques et humains.

1.2. Positionnement scientifique

L'Unité HMMN poursuivra le développement de ses activités scientifiques au sein d'un continuum Observation-Recherche-Expertise dans un contexte de recherche finalisée. Les missions de service public d'observation et d'expertise continueront de nourrir les questionnements scientifiques qui sous tendent les travaux de recherche développés. Les résultats en retour permettront à l'Unité, et plus globalement à l'Ifremer, d'adapter ses techniques d'observation et d'améliorer ses compétences en termes d'expertise afin d'exercer au mieux sa mission de service public. La structuration de l'Unité sera revisitée en trois grands thèmes 1) Individus, populations et niche écologique, 2) Communautés, réseaux trophiques et biodiversité, et 3) Flottilles, exploitations et scénarios de gestion, partageant les outils d'observations − Observations à terre et à la mer, Pôle de Sclérochronologie, Pôle Zooplancton-Ichtyoplancton, Plateforme Réseaux Trophiques − et la mission d'avis et expertise, le contenu et périmètre scientifique de l'Unité restant relativement stable à moyen terme. Cette restructuration des thèmes de recherche permettra (i) d'expliciter plus clairement les interactions réciproques entre l'exploitation et les différentes échelles biologiques, de (ii) mettre en évidence les facteurs de changement communs aux trois composantes et (iii) de répartir de manière plus homogène l'effort de recherche entre thèmes.

Forte de sa pluridisciplinarité en termes de compétences mais également de missions, l'Unité HMMN projette de poursuivre ses activités de recherche en soutien à la mise en place d'une approche écosystémique des pêches et plus généralement des activités maritimes humaines. Le projet développé par l'Unité visera donc à (i) acquérir des connaissances amonts sur l'écologie des espèces halieutiques, le fonctionnement de leurs écosystèmes et la dynamique des pêcheries et des filières associées ; (ii) appliquer ces connaissances pour prédire l'impact de la pêche, des nouveaux usages, de l'environnement et du changement global sur les différents compartiments des écosystèmes marins, dont les espèces exploitées, ainsi que

l'impact de la réglementation, de l'économie et du changement global sur les pêcheries et les filières qui en dépendent ; et (iii) évaluer pour ensuite proposer des modes de gestion des activités humaines qui permettent à la fois la conservation des ressources halieutiques et des écosystèmes marins et le maintien de la profitabilité et la durabilité des activités humaines.

Les résultats des recherches de l'Unité HMMN et leurs produits en termes d'applications et d'expertises concerneront aussi bien le monde de la recherche en écologie marine et en sciences halieutiques, que les pouvoirs publics responsables des Politiques Maritimes Européennes (Politique Commune des Pêches, PCP, et Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, DCSMM) mais également à l'échelle nationale (DPMA) et régionale (services déconcentrés de l'Etat) et les acteurs socio-économiques que sont l'industrie de la pêche, de la transformation des produits de la mer, de l'extraction des granulats marins ou des énergies marines renouvelables.

2. Analyse SWOT

2.1. Points forts

L'Unité HMMN s'appuie sur un socle de compétences très complémentaires qui lui permet de couvrir l'ensemble des domaines liés à l'écologie des espèces halieutiques en lien avec leur écosystème en amont jusqu'à la dynamique des pêcheries en relation avec les filières en aval : écologie marine, sciences halieutiques, ichtyologie, ichtyoplanctonologie, écologie trophique, sclérochronologie, biologie évolutive, modélisation statistique et modélisation dynamique. La complémentarité au sein de l'Unité provient également du couplage relativement étroit des missions d'observation, de recherche et d'expertise au sein d'un continuum qui permet d'assurer un aller-retour permanent entre questionnements scientifiques abordés par les travaux de recherche et missions de surveillance et d'expertise pour les services publics aux échelles régionale (services déconcentrés de l'Etat), nationale (DPMA) et européenne (PCP, DCSMM) et les acteurs du monde socio-économique, dont les pêcheurs et les industriels, dépendant de ressources marines telles que les granulats marins et les énergies marines renouvelables. Sur cette base, l'Unité HMMN a produit des avancées significatives au cours des 4 années écoulées dans le domaine de la recherche en soutien à une approche écosystémique globale de la gestion des activités humaines. Ainsi des résultats importants ont été acquis dans les domaines de la qualité et la précision des données à la base des diagnostics des stocks halieutiques, la dynamique spatio-temporelle des flottilles de pêche, l'évaluation de stratégies alternatives de gestion des pêcheries, l'estimation et les modifications temporelles des traits de vie des espèces halieutiques, et la niche écologique et les habitats des espèces halieutiques. Le développement d'un programme de coordination de la recherche en soutien à l'approche écosystémique de la gestion des activités humaines tel que le Chantier Manche atteste de la reconnaissance de l'Unité HMMN concernant cette thématique.

La production de l'Unité HMMN en termes de recherche a progressé de 1.15 publications de rang A par Equivalent Temps Plein (ETP) Cadre à 2,19/ETP Cadre entre les périodes 2004-2007 et 2008-2011, attestant de l'investissement fort de l'Unité HMMN dans le domaine de la recherche au cours des 4 dernières années. Cette productivité est d'autant plus forte que les Cadres de l'Unité allouent en moyenne seulement 51% de leur temps à la recherche. De même, la production en termes d'expertises a également fortement augmenté avec une participation à 56 groupes d'expertise (4,31/ETP Cadre) et 24 réponses à des saisines (1.83/ETP Cadre) de 2004 à 2007 contre 194 (10,12/ETP Cadre) et 51 (2.66/ETP Cadre) de 2008 à 2011.

Les moyens financiers à disposition de l'Unité HMMN ont également progressé au cours du quadriennal écoulé grâce essentiellement à une démarche proactive de l'Unité vis-à-vis des appels à projets européens (FP6-FP7; InterReg III et IV; DG MARE) avec un fort taux de succès concrétisé par une participation à 18 projets européens dont 4 en tant de coordinateur et 3 en tant que WorkPackage leader. Les projets scientifiques développés et les apports financiers associés ont créé la dynamique nécessaire pour obtenir le recrutement de nouveaux agents générant une augmentation des effectifs d'environ 30% sur la période 2008-2011 (+2 TA et +5 Cadres) qui a permis à la fois une montée en puissance de la production de l'Unité mais également une diversification de ses activités, notamment en termes de recherche. Ceci est particulièrement vrai pour les domaines de la sclérochronologie, l'ichtyoplancton et l'étude des réseaux trophiques, trois thématiques de recherche initiées pendant le quadriennal 2008-2011.

L'Unité HMMN possède des outils d'observation uniques au travers des campagnes scientifiques à la mer qu'elle gère (International Bottom Trawl Survey en mer du Nord, Channel Ground Fish Survey en Manche orientale, COquille Manche ORientale en Baie de Seine, Nourricerie en Baie de Somme, Crustacés à Flamanville) et des trois plateformes technologiques qu'elle a établies pendant la période 2008-2011 : les pôles Sclérochronologie et Zooplancton et la plateforme technique Réseaux Trophiques, les deux premiers ayant vocation à constituer des pôles de compétences d'envergure nationale voire internationale.

La position géographique de l'Unité au carrefour de l'Europe du nord et du sud, sa vaste zone de compétence géographique couvrant à la fois la Manche et la mer du Nord, de même que son implication forte et sa reconnaissance à l'échelle européenne, aussi bien en recherche au travers des projets précédemment évoqués qu'en expertise, au travers de sa participation à la mise en oeuvre des volets collecte de données (Data Collection Framework, DCF) et diagnostic des pêcheries de la PCP sont des atouts qui doivent permettre à l'Unité HMMN de jouer un rôle significatif dans la recherche en sciences halieutiques et écologie marine à l'échelle européenne. Ce positionnement international a été en partie généré et également entretenu par la dynamique du Chantier Manche et des projets de recherche associés. Cette dynamique a notamment permis de tisser un réseau de collaborations scientifiques internationales soutenues, avec essentiellement les pays d'Europe du nord (Irlande, Royaume Uni, Belgique, Pays-Bas, pays scandinaves) mais également d'Europe du sud (Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée) et d'autres continents (Canada, Japon). Ces collaborations scientifiques sont complétées par des liens forts avec les acteurs du tissu socio-économique lié au monde maritime tels que les pêcheurs, les extracteurs de granulats la filière des énergies marines renouvelables, l'EDF (centrales nucléaires) ou les grands ports maritimes (Le Havre, Rouen).

2.2. Points faibles

Malgré une augmentation globale des effectifs de 2008 à 2011 à l'échelle de l'Unité HMMN, certains problèmes subsistent concernant les personnels. Tout d'abord un manque évident de personnel technique est à noter au LRHPB avec seulement 1 TA pour 6 Cadres ce qui réduit ses capacités en termes d'observation sur sa zone de compétence (du Havre à Granville dans le Cotentin), notamment dans le cadre du Système d'Information Halieutique de l'Ifremer. D'autre part, un manque de personnels techniciens embarquant existe à l'échelle de l'Unité entière, seulement 5 TA sur 12 étant aptes ou habilités à l'embarquement, ce qui pose un problème relativement conséquent étant donné le nombre de campagnes à la mer et d'embarquements à bord des navires de pêche professionnelle dont l'Unité a la charge. Il faut également ajouter que la plateforme technique Réseaux Trophiques fonctionne depuis sa création courant 2010 sans personnel TA permanent, faisant appel à des CDD sur recettes extérieures, ce qui ne contribue pas à pérenniser ce domaine relativement nouveau au sein de l'Unité. De même, le pôle de Sclérochronologie souffre d'un déficit de TA permanent étant donné le nombre d'échantillons à traiter qui correspondent à tous les otolithes prélevés par les Unités Halieutiques de l'Ifremer dans le cadre de la DCF. Il existe également une surcharge en termes de sollicitation pour participation aux groupes d'expertise européens pour le diagnostic des stocks halieutiques par rapport à la disponibilité des compétences adéquates au sein de l'Unité HMMN qui nécessiterait d'être renforcées afin d'assumer au mieux notre rôle de service public à l'échelle européenne. Par ailleurs, les locaux de l'implantation boulonnaise sont pratiquement arrivés au maximum de leur capacité en termes d'effectif hébergé ce qui commence à poser problèmes vis-à-vis de l'accueil d'étudiants en stage ou en doctorat, de post-doctorants ou de visiteurs. Enfin, un déséquilibre en termes de moyens à disposition des équipes est à noter à l'échelle de l'Institut entre la façade Atlantique où sont localisés les deux

plus gros Centres[1] de l'Ifremer (Centre Bretagne et Centre Atlantique) et la façade Manche où se trouve le plus petit Centre de l'Institut (Centre Manche Mer du Nord). Le déséquilibre se fait essentiellement sentir au niveau des fonctions supports de la recherche que ce soit pour le montage et le suivi de projet ou la communication pratiquement absentes sur le Centre Manche Mer du Nord.

L'éloignement entre les deux laboratoires constitutifs de l'Unité HMMN (348 km) est un facteur qui ne facilite pas sa cohésion tant au niveau du pilotage quotidien des équipes que du développement de projets scientifiques. De plus, la localisation sur la façade Manche et relativement excentrée des deux implantations réduit l'attractivité de l'Unité vis-à-vis des visiteurs mais également des étudiants de thèse, des post-doctorants, ou en termes de mobilité interne au sein de l'Institut.

La participation de l'Unité HMMN à la formation par la recherche reste relativement faible par rapport aux standards académiques quoique en forte progression par rapport au quadriennal 2004-2007 et relativement élevée vis-à-vis des standards Ifremer (8 thèses encadrées ou co-encadrées de 2008 à 2011 et 9 post-doctorants accueillis). Plusieurs causes expliquent cette situation. Tout d'abord, seulement deux agents possèdent l'Habilitation à Diriger les Recherches (HDR) au sein de l'Unité (depuis décembre 2010 et septembre 2011). La soutenance de l'HDR doit être petit à petit généralisée au niveau des personnels Cadres pour pallier à ce manque. D'autre part, le financement des bourses présente certaines difficultés. Le nombre de bourses de Master 2 attribuées par l'Ifremer est contingenté − 4 bourses en moyenne par an pour l'ensemble de l'Unité HMMN − avec impossibilité, pour raisons administratives, de financer les stages sur recettes extérieures. De plus, il apparaît relativement difficile d'obtenir des bourses de doctorat ou post-doctorat pour des sujets de recherche finalisée que ce soit auprès des guichets de financement externes ou même en interne. De manière plus générale, l'Unité rencontre certaines difficulté à faire reconnaître certains aspects de la recherche finalisée même au sein de l'Ifremer, que ce soit pour le financement de sujets de thèse ou de post-doctorat ou la validation de projets de type InterReg.

La forte implication de l'Unité sur la scène européenne via les projets développés à cette échelle s'est en partie faite au détriment de son investissement dans des projets de recherche nationaux, ANR et FRB notamment, malgré les projets ANR COMANCHE (coordination), ANR SOLEBEMOL et FRB EMIBIOS. L'Unité devra capitaliser sur la dynamique lancée par ces trois projets et se montrer plus proactive concernant la recherche de partenariats et les réponses aux appels à projet à l'échelle nationale. Elle devra également s'investir dans l'acquisition d'un savoir-faire spécifique à la constitution de dossiers de réponse aux appels à projets ANR et FRB qui s'avère relativement différent du savoir-faire nécessaire dans le cadre des projets européens du Framework Program, InterReg ou de la DG MARE, auxquels elle est habituée.

2.3. Opportunités

Le positionnement scientifique de l'Unité HMMN bénéficie d'un contexte politique favorable au niveau local, national et international. Les politiques publiques mondiales

[1] L'ifremer est présent dans vingt-six implantations réparties sur tout le littoral métropolitain et dans les Dom-Tom. Il est structuré en cinq centres (Atlantique - Nantes, Bretagne - Brest, Manche Mer du Nord - Boulogne sur mer, Méditerranée - Toulon et Outre-Mer - Tahiti) et une vingtaine de stations rattachées à ces centres. Le siège est situé à Paris (Issy-les-Moulineaux).

(Sommet Mondial du Développement Durable de Johannesburg 2002[2]), européennes (PCP, DCSMM) et nationales (Grenelle de la Mer, Stratégie Nationale pour la Mer et les Océans-Livre bleu[3]) convergent toutes vers les objectifs communs que sont : (i) mettre en place une approche écosystémique de la gestion des activités maritimes humaines, (ii) atteindre un bon état écologique des mers (horizon 2020), (iii) aboutir à un rendement maximal durable des pêcheries (horizon 2015) et(iv) préserver la biodiversité marine (horizon 2010), en partie via (v) l'usage de réseaux d'aires marines protégées (horizon 2012) validé à toutes les échelles. Les mêmes pouvoirs publics, nationaux voire européens, affichent la volonté de développer de nouveaux usages, tels que l'exploitation des ressources minérales ou des énergies renouvelables, qui vont interagir avec à la fois les usages préexistants comme la pêche et les politiques publiques précitées. La réforme même de la PCP génère un certain nombre de questionnements concernant l'évaluation de mesures de gestion des pêcheries innovantes telles que les Quotas Individuels Transférables, l'interdiction des rejets, la mise en place de zones atelier pour le développement de l'approche écosystémique des pêches , notamment via des réseaux d'aires marines protégées. Enfin, l'Unité reçoit un soutien fort assorti de sollicitations tout aussi pressantes concernant ces questionnements de la part des collectivités territoriales, des services déconcentrés de l'état et des professionnels.

En termes de partenariat scientifique, plusieurs opportunités se dessinent pour stabiliser des collaborations existantes, voire en générer de nouvelles. A l'échelle internationale, l'Unité HMMN est porteuse, à la demande de la Direction Générale du développement de deux collaborations bilatérales avec le Ministère Pêche et Océans au Canada et la Fisheries Research Agency au Japon. La première, déjà bien établie, sera renforcée au travers de la création d'un Groupement de Recherche International coordonné par l'Unité et potentiellement financé via le programme Belmont de l'ANR. La seconde reste essentiellement à développer, seuls les premiers contacts ayant été pris. L'Unité a également débuté une collaboration avec le CSIRO (The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) en Australie au travers de co-tutelles de doctorats. A l'échelle européenne, l'Unité HMMN pourra tirer les bénéfices de la dynamique partenariale générée par le Chantier Manche qui a maintenant atteint le stade de maturité. De plus, l'Unité s'est engagée dans la coordination des activités de recherche à une échelle plus large que le bassin maritime de la Manche en participant à une réponse à appel à projet pour la création d'un ERANET visant à renforcer la coopération de la recherche européenne sur l'exploitation durable des ressources marines vivantes impliquées dans la filière des produits de la mer. L'Unité a pris en charge la coordination des cas d'études concernant les pêcheries. A l'échelle locale, il convient de noter la création en 2011, avec la participation du Centre Ifremer Manche Mer du Nord, de la Structure Fédérative de Recherche SCALE (Sciences Appliquées à l'Environnement), pilotée par l'Université de Rouen et du Havre, et du Groupement d'Intérêt Scientifique Campus de la Mer, qui regroupe l'ensemble des laboratoires, des pôles de formation et des structures de valorisation du territoire du PRES Université Lille Nord de France dont les recherches sont relatives à la mer et à l'environnement littoral sur la façade Manche-Mer du Nord. Il conviendra de préciser dans un futur proche le rôle que pourra jouer l'Unité HMMN au sein de ces deux structures ainsi que d'influer sur leur programmation scientifique pour y inclure des thématiques pertinentes pour l'Unité. Toujours à l'échelle locale, le développement à venir de la Plateforme d'Innovation Nouvelles Vagues adossée au pôle de compétitivité Aquimer (Boulogne sur mer) et financée par l'Etat via le Grand Emprunt offrira des opportunités, grâce à sa station aquacole expérimentale, d'accès à des infrastructures expérimentales à large échelle pour

[2] Nations Unies. 2002. Rapport du Sommet Mondial pour le développement durable. Nations Unies, New York, USA. 195p.
[3] Livre bleu. 2009. Livre bleu : Stratégie Nationale pour la Mer et les Oceans. 83p.

développer des travaux expérimentaux concernant entre autres le comportement, la physiologie et les traits d'histoire de vie des espèces halieutiques. Enfin, la récente habilitation de l'Unité en tant que laboratoire d'accueil de l'Ecole Doctorale 104 SMRE (Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement) du PRES Lille Nord de France devrait être également l'opportunité de développer l'implication de l'Unité dans la formation par la recherche, de même que le passage de l'HDR dans les mois à venir d'au moins deux agents de l'Unité (B. Ernande et S. Vaz).

Concernant les outils, les pôles de compétences à vocation nationale que sont le pôle sclérochronologie et le pôle zooplancton pourraient étendre leur rayonnement à l'échelle européenne dans le cadre de la nouvelle mouture de la DFC qui vise notamment à la promotion de plateforme technique régionale européenne. L'existence préalable de ces deux pôles nationaux sans réel équivalent chez nos voisins européens devrait mettre l'Unité HMMN dans une position idéale pour les proposer à la Communauté Européenne pour un développement à l'échelle régionale européenne. Enfin, l'Unité HMMN a entrepris la mise en place d'un projet de campagne scientifique à vocation écosystémique sur la Manche ouest (CAMANOC, CAmpagne MANche OCcidentale) qui viserait à pallier au manque de connaissance général sur cet écosystème. Cette campagne constituerait une première dans l'observation des ressources marines vivantes en Manche ouest.

2.4. Risques

La progression de l'Unité HMMN en termes d'effectif et de compétences lui a permis d'étendre le champ thématique des ses investigation au cours de la période 2008-2012. L'Unité doit cependant veiller à éviter la dispersion de ses thématiques de recherche et l'isolement de certains agents sur leurs propres actions de recherche afin de conserver des masses critiques sur chacun des questionnements scientifiques qui constituent son projet. Elle devra s'atteler à stimuler l'échange entre les chercheurs et le développement de projets de recherche communs. Par ailleurs, les sollicitations fortes de la part des professionnels (pêcheurs et autres industries), des service déconcentrés de l'Etat, des services publics nationaux (DPMA, Agence des Aires Marines Protégées, Ministère de l'Environnement...) ou de l'Union Européenne dans le cadre de la PCP ou la DCSMM exposent l'Unité au risque de se faire dicter une partie de ses activités et de ses orientations scientifiques, et ce en partie au détriment de la recherche.

En termes de personnel, 3 départs en retraite ainsi qu'une mobilité interne sont prévus pour les personnels Cadre et 3 mobilités internes pour les personnels TA sur la période 2012-2016, soit le départ de près d'un tiers de l'effectif. Leur non remplacement constituerait un fort préjudice pour l'Unité HMMN, la ramenant à un effectif proche de celui de début 2008, alors qu'elle a justement réussi à concrétiser et consolider sa progression sur le quadriennal écoulé au travers d'une progression d'effectif et de compétences importante. L'Unité HMMN est également dans l'incertitude vis-à-vis de l'évolution de son périmètre dans les années à venir. La Direction Générale et la Direction du Département Ressources Biologiques et Environnement souhaitent retirer le LRHPB de l'Unité HMMN pour opérer une fusion de celui-ci avec le Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (LERN) également localisé à Port-en-Bessin pour donner un Laboratoire Environnement Ressources Halieutiques et Aquacoles de Normandie (LERHAN). Cette évolution entraînerait de fait une perte d'effectif et de compétences pour l'Unité HMMN. La possible fusion est en cours de discussion et encore incertaine, aucune décision officielle n'ayant été prise. Une hypothèse de travail étant nécessaire, le projet scientifique de l'Unité HMMN développé dans ce document repose sur l'hypothèse d'un statu quo ou, si la fusion avait lieu, de collaborations maintenues entre les agents de l'actuel LRHPB et du LRHBL de sorte que les actions de recherche

développées n'en seraient pas affectées. Cette dernière hypothèse est réaliste en ce sens que dans le scénario de fusion envisagé, les agents de l'actuel LRHPB conserveraient les mêmes activités qu'actuellement au sein du LERHAN.

Enfin, la pérennité de certaines campagnes scientifiques à la mer pilotées par l'Unité HMMN pose question avec le risque de casser des séries historiques pour la plupart longues d'au moins 20 ans. L'incertitude concerne tout d'abord le renouvellement des navires de façade de la flotte GENAVIR[4], le Gwen Drez et le Thalia, qui sont proches de leur sortie de flotte et sur lesquels reposent les campagnes essentiellement côtières gérées par l'Unité HMMN (CGFS et COMOR notamment). Elle se rapporte également à la pérennité du financement des campagnes scientifiques notamment dans le cadre de la DCF.

[4] Genavir est un Groupement d'Intérêt Économique émanant de l'Ifremer pour la gestion de navires de Recherche

3. Objectifs et description du projet

3.1. Contexte, mission et objectifs

3.1.1. Contexte politique

Depuis sa création en 1983, la PCP a évolué à l'occasion de ces réformes décennales en cohérence avec les résolutions issues des Sommets de la Terre des Nations Unis (Rio 1992[5]; Johannesburg 2002[6]) et les recommandations de la FAO[7], dont le Code de conduite pour une pêche responsable[8] est un des tout premier texte à préconiser la mise en oeuvre de l'approche écosystémique des pêches (AEP). Lors de la réforme de la PCP en 2002, l'Union Européenne a adopté officiellement l'AEP. Malgré des progrès notables, la Communauté Européenne a conclu dans un Livre Vert[9] (2009) que les pêcheries européennes n'avaient toujours pas atteint un niveau optimal du fait d'une surcapacité chronique de la flotte, de la surexploitation de nombreux stocks, et de la faible résilience économique du secteur, constats sur lesquels se base en grande partie la proposition de réforme diffusée en 2011 pour adoption en 2012. Cette dernière s'appuie notamment sur trois piliers. Premièrement, elle a pour objectif la mise en cohérence avec les aspects environnementaux de la Politique Maritime Intégrée de l'Union Européenne, c'est-à-dire la DCSMM adoptée en 2008, qui vise à la restauration d'ici 2020 du bon état écologique des éco-régions marines européennes. Six des onze descripteurs du bon état écologique concernent plus ou moins directement la pêche, à savoir la biodiversité, les espèces exploitées, les réseaux trophiques, les espèces invasives, l'intégrité des fonds marins, et les effets des contaminants. Deuxièmement, elle vise à maîtriser la capacité de la flotte en instaurant des droits de pêche individualisés. Troisièmement, elle a pour but de réduire, voire interdire, les rejets de la pêche. Au-delà de ce projet de réforme, conformément aux engagements du Sommet de Johannesburg, la PCP a fixé dès 2002 l'objectif d'atteindre d'ici 2015 des niveaux d'exploitation des ressources halieutiques permettant d'obtenir un rendement maximum durable (RMD, ou maximum sustainable yield, MSY) et l'Etat français a décidé lors du Grenelle de la mer (2009) d'établir un réseau d'aires marines protégées (AMP) englobant 20% de la superficie des eaux marines sous juridiction française. Enfin, de manière générale, l'évaluation et la mitigation de l'impact du changement global −réchauffement climatique, acidification des océans, eutrophisation, exploitation, développement des activités sur les bassins versants et en domaine marin− sur les population marines exploitées, les écosystèmes marins, les différentes facettes de la biodiversité marine et le développement des activités humaines qui en dépendent apparaissent en filigrane dans l'ensemble des politiques maritimes publiques quelle que soit leur échelle.

3.1.2. Contexte scientifique et objectifs

La vocation de l'Unité HMMN reste de contribuer aux missions de service public d'observation et d'expertise de l'Ifremer, et de développer des travaux de recherche dont la finalité, à plus ou moins long terme, est de venir en soutien à celles-ci. De ce point de vue, l'évolution des politiques maritimes décrites précédemment dans le contexte général d'une approche écosystémique des pêches et plus globalement des activités humaines suggère certaines orientations scientifiques.

---

[5] Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement
[6] Sommet Mondial pour le Développement Durable
[7] Food and Agriculture Organization of the United Nations
[8] FAO. 1995. *Code de conduite pour une pêche responsable*. FAO, Rome, Italy. 46p.
[9] Communauté Européenne. 2009. *Livre vert. Réforme de la politique commune de la pêche*. Communauté Européenne, Bruxelles, Belgique. 30p.

Tout d'abord, l'objectif d'atteinte du RMD pour les stocks exploités génère un regain d'intérêt pour la dynamique des populations dont il dépend principalement. Celui-ci ne se résume cependant pas à la dynamique temporelle puisque d'autres infléchissements suggèrent des extensions dans deux directions notamment. Premièrement, l'établissement de réseaux d'AMP pose *de facto* la question de leur pertinence vis-à-vis de la distribution spatiale des populations, leur structuration et leur connectivité, et donc plus globalement leur dynamique spatio-temporelle en relation avec le cycle de vie des espèces considérées et leurs habitats essentiels. Deuxièmement, les impacts de l'exploitation ou de certains aspects du changement global comme le réchauffement climatique sur la dynamique spatio-temporelle des populations passent en partie par leurs effets sur les processus individuels tels que le comportement, la physiologie, l'ontogénie ou l'évolution qui modifient les dynamiques plastique et évolutive des traits d'histoire de vie des individus à la base de la démographie.

De plus, l'approche écosystémique de manière générale, et certains descripteurs du bon état écologique de la DCSMM plus particulièrement, tels que les réseaux trophiques, les contaminants ou la biodiversité, imposent une intégration à des échelles d'organisation plus élevées que la population que sont la communauté, voire le réseau trophique dans sa totalité . Les effets de l'exploitation ou des changements environnementaux comme le réchauffement climatique ou l'eutrophisation sur la composition des communautés, leur diversité fonctionnelle ou le fonctionnement des réseaux trophiques, sont au coeur des questionnements. De même, les interactions entre populations au sein des réseaux trophiques et la façon dont elles influent sur la productivité des stocks exploités sont des connaissances susceptibles d'être aussi importantes dans l'atteinte du RMD que celles sur la simple dynamique des populations mono-spéficique.

Enfin, les orientations très volontaristes en termes de gouvernance que sont l'individualisation des droits d'accès à la ressource, l'interdiction des rejets, l'atteinte du RMD et l'établissement de réseaux d'AMP, mais aussi la multiplication des usages, nécessitent également de considérer le compartiment humain des écosystèmes et notamment la dynamique des flottilles et de l'exploitation. Il est question ici de l'effet des modes de gouvernances envisagés sur la dynamique de l'exploitation au travers par exemple de l'ajustement de la capacité ou du choix des métiers, mais aussi de leur efficacité en termes de durabilité des ressources et des flottilles qui les exploitent. Il s'agit également d'envisager et évaluer des modes de gestion alternatifs et de spatialiser les approches afin d'être pertinent vis-à-vis de problématiques telles que les réseaux d'AMP ou les interactions entre les multiples usages du domaine marin.

Le champ d'activités de l'Unité HMMN couvre déjà l'ensemble de ces aspects prouvant par là-même la pertinence de sa programmation scientifique. Le projet de l'Unité s'inscrira donc dans la continuité, tout en opérant une réorganisation à l'aune des orientation décrites précédemment. Il s'appuiera sur trois thèmes de recherche couvrant les différentes échelles d'organisation biologiques précédemment identifiées et la dimension activités humaines (Figure 3-1). Le Thème 1 "Individus, populations et niche écologique" traitera par ordre d'échelle (i) des processus individuels au travers de l'estimation et la compréhension des phénomènes générant la variation spatio-temporelle des traits de vie ; (ii) de la dynamique spatio-temporelle des populations intégrant à la fois les aspects classiques de la démographie avec l'analyse spatio-temporelle des patrons de distribution des populations; (iii) de la niche écologique des espèces au travers de sa projection géographique en termes d'habitats à différents stades de vie dont certains essentiels; et (iv) de la structuration des populations entre stades de vie ou sous forme de méta-populations et de la connectivité entre leurs différentes composantes.

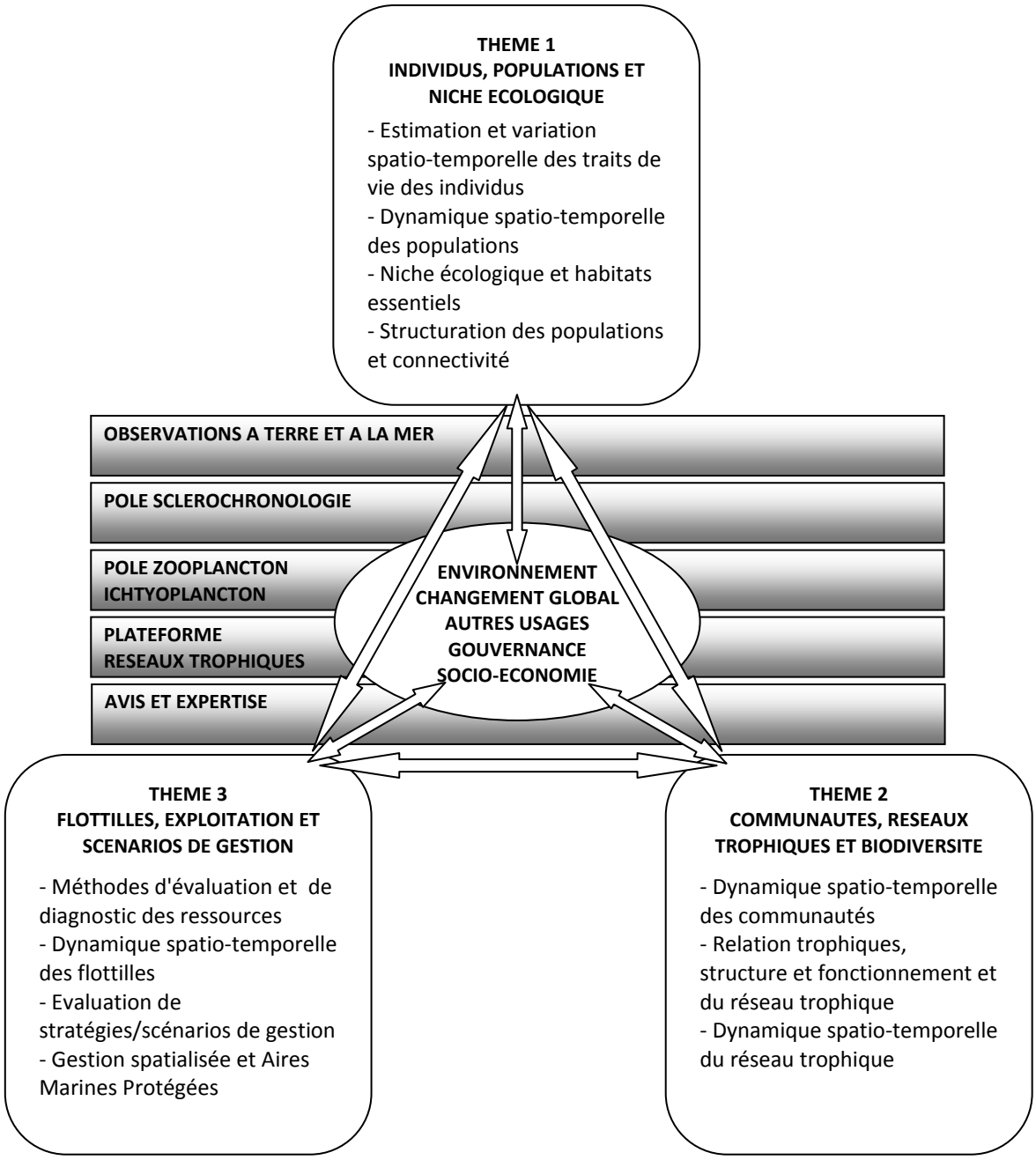


Figure 3-1. Structuration du projet de l'Unité HMMN pour la période 2012-2016

Le Thème 2 "Communautés, réseaux trophiques et biodiversité" opérera une intégration aux échelles supérieures en se focalisant sur (i) la dynamique spatio-temporelle des communautés correspondant à divers compartiments de l'écosystème −communautés du zooplancton, ichtyologique et méga-benthique− en termes de composition taxonomique et de diversité fonctionnelle ; (ii) l'identification et le déterminisme des relations trophiques ainsi que leurs conséquences en termes de structure et de fonctionnement des réseaux trophiques ; et (iii) la dynamique spatio-temporelle des réseaux trophiques qui en découle avec notamment les effets des interactions entre populations et les effets cascades vers les maillons inférieurs et/ou supérieurs de certaines pressions. Le Thème 3 "Flottilles, exploitation et scénarios de gestion" s'intéressera quant à lui à la dimension activité humaine en développant des travaux sur (i) les méthodes d'évaluation et de diagnostic des ressources avec en point de mire la mise en place du RMD et l'amélioration des données servant à l'évaluation des stocks ; (ii) la compréhension

et la prédiction des dynamiques spatio-temporelles des flottilles par une approche des comportements individuels des différents usagers du domaine maritime dans le cadre d'une approche spatialisée des usages multiples ; (iii) l'évaluation des scénarios ou stratégies de gestion combinant droits d'accès individualisés, interdiction des rejets, RMD, au travers d'approches bio-économiques de la dynamique des flottilles ; et (iv) la gestion spatialisée, notamment au travers des AMP, mais également de la compétition spatiale entre usages en prenant en compte la spatialisation des composantes écologiques et de la gouvernance. Ces trois thèmes ne seront bien entendu pas traités indépendamment et chacun prendra en compte les interactions avec les différentes composantes de l'écosystème (au sens large, i.e. incluant les sociétés humaines et leurs activités) couvertes par les deux autres (Figure 3-1). De même, chaque thème inclura les impacts des différents forçages que sont l'environnement, le changement global, les autres usages, la gouvernance et la socio-économie sur la dynamique des composantes qui les intéressent. Comme durant la période 2008-2011, ces trois thèmes s'appuieront sur un certains nombre d'outils d'observation communs : les "observations à terre et à la mer", le "pôle de sclérochronologie", le "pôle zooplancton-ichtyoplancton" et la "plateforme technique réseaux trophiques", et tous trois viendront abonder le domaine "Avis et expertise" de l'Unité HMMN.

La description à suivre du projet de l'Unité HMMN expose tout d'abord en détail les actions de recherche qui seront entreprises dans le cadre de ces trois thèmes (Section 3.2), puis décrit les évolutions majeures envisagées concernant les outils d'observation (Section 3.3) et le domaine Avis et expertise (Section 3.4).

3.2. Description des thèmes de recherche

Les frontières entre les trois thèmes de recherche sont fortement perméables et il existe de ce fait certaines actions de recherche pouvant relever de plusieurs thèmes à la fois, comme par exemple la dynamique des populations et leur diagnostic, ou la pertinence et les effets des réseaux d'AMP. Dans ce cas, leur positionnement dans un thème donné est affaire de praticité pour la présentation et n'hypothèque en rien un traitement complémentaire au sein d'un autre thème.

3.2.1. Thème 1: Individus, populations et niche écologique

Coordination de la rédaction : S. Vaz et B. Ernande

Ce thème traitera des aspects liés aux échelles individus et populations, et s'intéressera aux dynamiques correspondantes dans les dimensions à la fois temporelle et spatiale en lien notamment avec la niche écologique des organismes selon leur stade de vie et la structuration des populations.

3.2.1.1. Estimation et variation spatio-temporelle des traits d'histoire de vie des individus

Concernant les traits d'histoire de vie (THV) des individus, l'Unité HMMN continuera à développer des méthodes statistiques permettant leur estimation −croissance, âge et taille à maturation, effort reproducteur− à partir de la sclérochronologie et notamment du rétro-calcul des courbes de croissance. Les méthodologies envisagées feront appel à la fois à l'analyse d'image pour automatiser au moins partiellement la reconstitution des courbes de croissance ainsi qu'à l'ajustement de modèles d'énergie d'allocation à ces courbes grâce à de nouvelles méthodes (ex. les modèles statistiques non-linéaires à effets mixtes) permettant de prendre en compte la variabilité interindividuelle des THV et de l'estimer. Toujours dans le cadre de l'estimation des caractères biologiques des individus, l'Unité s'attachera à développer une

nouvelle ligne de recherche concernant la morphogenèse des otolithes et donc leur biominéralisation. L'utilisation rigoureuse des otolithes comme indicateurs de différents aspects de la biologie et l'écologie des poissons dépend en grande partie de la compréhension du processus de biominéralisation. Plus particulièrement, leur forme est utilisée comme un moyen d'identifier les espèces mais également les populations au sein d'une même espèce. Cependant, il a été démontré que la quantité de nourriture disponible pouvait influer sur la forme des otolithes au niveau intra-populationnel chez la morue (Hüssy 2008[10]). L'objectif ici sera d'étudier dans quelle mesure, au-delà de la quantité de nourriture, la composition même du régime alimentaire est susceptible d'influer sur la forme des otolithes. L'approche sera tout d'abord basée sur des données de terrain au niveau individuel combinant régime alimentaire identifié *via* les contenus stomacaux et/ou les isotopes stables et forme des otolithes étudiée par analyse d'image en 2D et/ou 3D chez un nombre significatif d'espèces de poissons (20 à 30) de Manche orientale et du Golfe de Gascogne. En cas d'identification d'une association entre régime alimentaire et forme des otolithes, cette étude permettra ainsi de construire des hypothèses sur l'absence ou la présence de lien de causalité par comparaison des résultats entre espèces et entre écosystèmes. Celle-ci pourra ensuite être complétée par une approche expérimentale sur une ou deux espèces modèles exposées à différentes compositions du régime alimentaire de façon contrôlées. Ces travaux seront notamment développés dans le cadre d'une thèse. En termes d'application, l'identification potentielle d'un lien entre forme des otolithes et régime alimentaire des individus qualifierait les otolithes comme indicateurs de l'écologie trophique des poissons et permettrait de relativiser certaines variations de forme attribuées à une structuration des populations.

Au-delà des développements méthodologiques pour l'estimation, les travaux auront également pour objectif de documenter les patrons de variation temporelle et/ou spatiale des THV de certaines populations exploitées. A propos de la variation temporelle, l'Unité poursuivra ses travaux sur les changements adaptatifs des THV générés par l'exploitation. Les études empiriques porteront sur des populations exploitées par la pêche, mais aussi l'aquaculture, pour lesquelles des séries historiques de données sont disponibles comme les gadidés de mer du Nord (morue, merlan, églefin, tacaud norvégien) grâce à la campagne IBTS, certaines populations de saumon sauvage suivies depuis des décennies en France (Adour) par l'Unité Halieutique Gascogne Sud de l'Ifremer, et en Irlande par le Marine Institute (Newport, Irlande), la coquille Saint Jacques de Baie de Seine échantillonnée par la campagne COMOR et l'huître creuse de Marennes-Oléron suivie par le Laboratoire Environnement Ressources des Pertuis Charentais de l'Ifremer. En plus de documenter les modifications temporelles des THV, les travaux viseront à élucider leurs causes et notamment à distinguer la part due à la plasticité phénotypique, et celle due à l'évolution adaptative en réponse à l'exploitation. La comparaison entre espèces de poissons itéropares (gadidés) et semelpares (saumon) permettra également d'évaluer si les pressions de sélection exercées par l'exploitation sur l'âge et la taille à maturation sexuelle ou l'effort reproducteur sont de même nature et conduisent à des réponses évolutives similaires selon la stratégie de reproduction. De même, le rapprochement des résultats obtenus pour des espèces de poissons d'un même bassin maritime et d'une même famille, les gadidés de mer du Nord, mais possédant des stratégies d'histoire de vie contrastées pour des niveaux d'exploitation relativement équivalents, sera aussi l'occasion de tester si certaines stratégies sont plus sensibles que d'autres en termes de réponse des THV à l'exploitation.

Concernant la variabilité spatiale des THV, deux échelles seront considérées. Premièrement, les patrons de variation spatiale seront étudiés à l'échelle inter-populationnelle le long de

[10] Hüssy K. 2008. Otolith shape in juvenile cod (*Gadus morhua*): Ontogenic and environmental effects. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 364: 35-41

gradients latitudinaux ou environnementaux (ex. gradient de température) couvrant une large portion de l'aire de répartition des espèces considérées comme la sole depuis la mer du Nord jusqu'au Golfe de Gascogne par exemple. Ces travaux porteront sur les phénomènes d'adaptation locale des populations aux caractéristiques environnementales des différentes grandes éco-régions, et de variation génétique co- ou contre-gradient qui constituent un des aspects de la diversité intra-spécifique. Le deuxième objectif sera d'évaluer s'il existe des patrons de variation des THV pertinents à l'échelle intra-populationnelle (au sein de bassins maritimes délimités tels que la Manche orientale ou la mer du Nord) et le cas échéant de relier celle-ci à la distribution spatiale et la structuration des populations. L'idée ici est de révéler des cas potentiels d'adaptation locale et/ou de variation plastique en relation avec l'environnement au niveau intra-populationnel. L'objectif à moyen terme est d'identifier des sous-unités potentielles des populations qui soient démographiquement pertinentes −les THV déterminant en grande partie la dynamique des populations−, voire évolutivement pertinentes −la variation des THV pouvant être indicatrice d'adaptation locale.

L'unité HMMN se penchera également sur les processus à l'origine des patrons de variation spatio-temporelle des THV sur la base essentiellement de développements méthodologiques et de travaux de modélisation. Un premier objectif sera d'estimer les gradients de sélection imposés sur les THV par la sélectivité par la taille de la pêche pour une série de stocks dont le saumon irlandais, la sole et la plie de Manche est et ouest et les gadidés de mer du Nord. Les gradients de sélection mesurent quantitativement les pressions de sélection responsables des réponses évolutives adaptatives potentielles des populations. Ces travaux seront pour partie réalisés dans le cadre du groupe de travail du CIEM WGEVO[11]. Les recherches porteront également sur le déterminisme génétique de la maturation sexuelle chez les poissons, et plus généralement les animaux, ces caractères étant les plus impactés par l'évolution induite par la pêche. Un modèle de génétique quantitative de la maturation sexuelle sera développé et permettra d'établir les méthodes statistiques nécessaires au traitement des données expérimentales pour estimer les sources génétiques de la variabilité de l'âge et la taille à la maturation au sein des populations, ces sources génétiques représentant le potentiel évolutif de ces caractères en réponse à l'exploitation. Enfin, un dernier objectif sera d'évaluer la part de l'évolution neutre ou dérive génétique, et celle de l'évolution adaptative dans l'évolution des THV induite par la pêche. Une première approche consistera à développer une méthodologie couplant modèle de génétique des populations et modèles statistiques dans le but d'estimer les parts neutre et adaptative grâce au couplage de données de marqueurs moléculaires neutres et de données phénotypiques. Une seconde étape consistera à étudier les modifications génétiques potentielles engendrées par la pêche au niveau moléculaire grâce à un modèle individu-centré décrivant de manière explicite la machinerie génétique des individus. Celui-ci décrira les modifications des parties tant non codantes (marqueurs génétiques neutres) que codantes (gènes déterminant notamment les THV) du génome, et permettra d'établir le lien entre les effets de la pêche sur la variabilité génétique neutre, et ceux sur la variabilité génétique codante au sein des populations exploitées. Ce modèle pourra également être utilisé pour étudier les effets de l'évolution des THV induite par la pêche sur la dynamique des populations, et d'évaluer des stratégies de gestion visant à mitiger les effets de cette évolution tant au niveau diversité génétique qu'au niveau de la productivité des stocks.

Enfin l'Unité entend développer une nouvelle ligne de recherche qui concerne les effets des polluants organiques persistants (PCB et PBDE) sur les THV des poissons, et d'en évaluer l'impact à court terme sur la dynamique des populations, et à long terme sur la dynamique évolutive des THV eux-mêmes, les polluants étant à même de générer des pressions de sélection sur certains caractères tels que l'effort reproducteur. Ces travaux combineront

[11] Working Group on Fisheries-induced Evolution

expérimentation, afin d'évaluer l'effet direct des polluants sur les THV au niveau individuel, et modélisation afin de réaliser l'intégration à l'échelle des populations pour prédire les conséquences sur leur démographie ainsi que l'évolution des THV. Deux cas d'étude seront utilisés : la sole de Manche est et le poisson zèbre pris comme espèce modèle pour observer les effets sur plusieurs générations. Ces recherches seront développées en collaboration notamment avec l'Unité Halieutique Gascogne Sud et l'Unité Biogéochimie et Ecotoxicologie de l'Ifremer, et feront l'objet d'une réponse commune à appel à projet de l'ANR.

3.2.1.2. Dynamiques spatio-temporelles des populations

La dynamique spatio-temporelle des populations sera considérée selon deux approches essentiellement : la dynamique des populations classique et l'analyse spatio-temporelle des patrons de distribution des populations.

3.2.1.2.1. Dynamique des populations

Les questions traitées dans cette partie relèveront d'une approche écologique de la dynamique des populations, l'approche diagnostic des stocks exploités étant considérée dans le thème 3 (Section 0). Les travaux concerneront un certains nombre de cas d'étude choisis pour leur importance économique et/ou la disponibilité de séries historiques de données. On peut citer ici la coquille Saint Jacques en Baie de Seine, dont la dynamique de population spatialisée sera étudiée sur la base des données de la campagne COMOR en développant un modèle couplant phase larvaire pélagique sous influence de l'hydrodynamisme, et phase adulte benthique, ou les raies qui font l'objet de limitations de pêche drastiques, voire d'interdiction selon les espèces, pour lesquelles l'Unité entend développer des travaux spécifiques. L'effet des AMP sur la dynamique des populations sera également considéré au travers d'un cas d'étude sur les grands crustacés décapodes de l'ouest Cotentin. L'accumulation d'observations sur 25 années au casier sur le cantonnement de Flamanville permettra d'évaluer l'évolution de quatre espèces de crustacés −homard, tourteau, araignée et étrille− et différentes variables associées suite à l'instauration d'une réserve. Les résultats préliminaires montrent que la mise en place d'une réserve peut entraîner l'augmentation de l'abondance d'une espèce tout en provoquant l'exclusion compétitive d'autres espèces, modifiant ainsi la composition de la communauté. Ainsi l'augmentation de la taille et de la proportion de femelles en gestation du homard, espèce fortement territoriale, semble lui apporter un avantage compétitif par rapport à d'autres crustacés, essentiellement le tourteau, dont l'abondance et la taille diminuent au sein de la population capturée. Cet effet négatif sur la diversité est a priori contraire à l'objectif des AMP de protéger la biodiversité. De plus, l'augmentation du potentiel reproducteur de la population de homard de la réserve, lié à l'augmentation de l'abondance, de la taille et de la proportion de femelles, permet une plus grande production de larves et de juvéniles, et augmente potentiellement l'alimentation en larves d'autres secteurs. Les recherches devront être poursuivies de façon à vérifier si la création d'une zone interdite à la pêche peut permettre à toutes les populations de crustacés présentes de s'y développer sans que l'une d'elles domine territorialement les autres. Ceci passera par l'étude des interactions compétitives possibles entre espèces concernant des ressources trophiques communes ou à l'habitat disponible. L'étude s'attachera aussi à évaluer si la productivité halieutique à l'extérieur de la réserve se trouve améliorée grâce à l'échappement des individus vers les eaux exploitées. Cet échappement bénéficie en premier lieu à la pêche adjacente par deux mécanismes : émigration nette des adultes et des juvéniles de la réserve vers l'extérieur et exportation des œufs et des larves pélagiques qui contribuent au recrutement d'autres populations non protégées. Cette dispersion larvaire, qui est à la base de la connectivité entre les populations et les différents stocks organisés en méta-populations, fera l'objet de travaux présentés en Section 3.2.1.4.

3.2.1.2.2. Analyse spatio-temporelle des patrons de distribution des populations

Les schémas de distribution spatiale peuvent être identifiés et décrits quantitativement en utilisant les géostatistiques. Celles-ci sont particulièrement appropriées pour l'analyse de la distribution spatiale d'organismes présentant des comportements grégaires mais des distributions saisonnières variables. La standardisation méthodologique et la mise en place de procédures opératoires et de formats d'échange de données homogènes au sein des équipes scientifiques participantes est un problème central qui fera l'objet de développement de la part de l'Unité HMMN. En outre, l'analyse variographique −i.e., l'étude du variogramme, outil à la base des méthodes géostatistiques d'interpolation− est compliquée par l'absence de critères objectifs permettant de standardiser l'établissement du variogramme expérimental, et repose essentiellement sur un savoir d' « experts ». Afin de standardiser ces procédures, un protocole de travail sera développé aboutissant *in fine* à l'automatisation des différentes étapes de l'analyse variographique et de l'interpolation par l'utilisation de critères objectifs permettant d'évaluer à la fois les aspects « construction » et « modélisation » du variogramme expérimental. Ces approches seront principalement développées dans le cadre du projet InterRegIVA CHARM3.

L'analyse spatio-temporelle des patrons de distribution ainsi déterminés permettra de détecter les zones utilisées de façon récurrente, ou au contraire les modifications de la distribution dans le temps pour un grand nombre de populations ichtyologiques à différents stades de vie. De plus, la disponibilité croissante de données cartographiques homogènes sur des séries temporelles suffisamment longues permettra d'envisager de développer un système de surveillance et d'alerte, potentiellement pertinent dans le cadre de la DCSMM, pour détecter des changements des schémas de distribution des différents descripteurs du système (paramètres de l'environnement et/ou indicateurs biologiques dont les populations ichtyologiques). L'analyse spatio-temporelle à l'aide d'outils multivariés (tels les « Empirical Orthogonal Functions » ou les analyses multi-tableaux) couplée à des procédures statistiques de contrôle et la mise en lumière des changements détectés à l'aide de tableaux de bord permettront d'informer des changements de tous les composants du système surveillé (état, pression). L'Unité HMMN s'attachera à vérifier la performance de ces indicateurs au travers de scénarios, notamment dans le contexte du projet FP7 VECTORS.

3.2.1.3. Niche écologique et habitats

3.2.1.3.1. Modélisation des habitats

Dans le cadre de la modélisation statistique des habitats des espèces, les méthodes de régression ont pour but de définir la niche écologique d'une espèce en corrélant sa réponse, généralement en termes d'abondance et/ou de probabilité de présence, à des descripteurs de l'environnement. La projection géographique des prédictions de ce modèle à partir de cartes géo-référencées des descripteurs de l'environnement constitue la prédiction de l'habitat de l'espèce et donc de sa distribution spatiale. La construction du modèle d'habitat s'effectue toujours en trois étapes : le choix du type de modèle, la sélection du modèle, l'évaluation de son ajustement et de son pouvoir prédictif en termes de distribution spatiale. Il existe un grand nombre de techniques de modélisation statistiques permettant de prédire les habitats des espèces, et plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour atteindre cet objectif. Il convient donc de choisir la plus adaptée aux données. La sélection du modèle implique d'estimer les contributions respectives des facteurs explicatifs testés à la réponse d'une espèce. Les facteurs ne contribuant pas significativement à cette réponse sont éliminés du modèle. La nature bruitée (erreurs d'observation et processus aléatoires) et redondante (auto-corrélation spatiale et temporelle) des données acquises en milieu naturel complique grandement la construction

et la pertinence statistique et écologique des modèles. L'Unité HMMN s'attellera à déployer de nouveaux développement statistiques, en partie dans le cadre du projet InterRegIVA CHARM3, pour pallier, au moins partiellement, à ces problèmes et, en particulier, la prise en compte de l'effet des échelles spatiales étudiées.

Les modèles d'habitat ne prennent souvent en compte que l'environnement physique alors même que son aptitude à expliquer les distributions observées à lui seul est limitée. Afin de mieux définir les facteurs les plus déterminants de la distribution spatiale des espèces, ces modèles peuvent être élargis de façon à relier la réponse d'une population à différentes hypothèses de contrôles extrinsèques (position géographique, environnement, faune associée) et intrinsèques à la population (dépendance spatiale, taille, structure en âge). Ces modèles peuvent ainsi fournir une estimation numérique de la réponse de ces espèces aux changements d'un ou de plusieurs facteurs envisagés. L'impact des changements climatiques, de l'exploitation des granulats marins ou du changement de la taille des populations du fait de l'exploitation des stocks, sont autant de facteurs susceptibles de modifier la distribution des espèces et suscitent de nombreuses interrogations. L'Unité établira des scénarios de changement climatique et d'exploitation, et simulera leurs effets à l'aide de modèles adaptés développés pour cet usage. Les modèles d'habitat d'espèces décrivant les préférences environnementales des principales espèces halieutiques et de certaines de leurs écophases pourront être enrichis de façon à inclure et quantifier l'effet relatif du climat et/ou de l'exploitation sur la distribution des populations. Cette approche fournira un aperçu des changements possibles de l'abondance et de la distribution de ces espèces en fonction de scénarios de changements climatiques ou de schémas d'exploitation simples. Ces travaux seront en grande partie réalisés dans le cadre des projets InterRegIVA CHARM3 et FRB EMIBIOS.

Les modèles statistiques d'habitat peuvent être appliqués pour définir la niche écologique des mêmes espèces exploitées dans plusieurs éco-régions en corrélant la densité de ces espèces à des descripteurs de l'environnement ou de la faune associée. Néanmoins, la réponse décrite par ces modèles pour une même espèce peut différer significativement d'une région à l'autre[12]. De façon à fournir une enveloppe de prédiction pour chaque espèce, plusieurs types de modèles doivent être utilisés et leurs prédictions combinées (ensemble forcasting). Cette approche doit permettre de tester l'hypothèse de persistance de la niche malgré la variabilité observée de la distribution des poissons en utilisant les modèles développés à l'échelle des scénarios de changement globaux (50 ans). Ces travaux seront développés dans le cadre du projet FRB EMIBIOS. Ces modèles de niche seront intégrés à un modèle mécanistique end-to-end (ECOMARS3D couplé avec OSMOSE) pour pouvoir simuler le changement de distribution spatiale des espèces en fonction de différents scénarios de changement climatique.

3.2.1.3.2. Habitats essentiels

En raison de la fragilité actuelle de certains stocks de poissons, les zones de ponte et de nourricerie sont considérées comme des « habitats essentiels ». La ségrégation spatiale de chaque phase résulte d'un ensemble de facteurs différents et permet ainsi une occupation optimale de chaque zone pour la fonction à laquelle elle est dédiée. Les processus à la base de la dynamique spatiale et temporelle doivent être mieux explicités. Il s'agit également de vérifier si la distribution de l'ichtyoplancton dépend de la distribution des adultes et de l'hydrodynamisme, ou si elle subit une évolution différente.

[12]Thuiller, W., 2004. Patterns and uncertainties of species' range shifts under climate change. Global ChangeBiology 10, 2020-2027.

L'identification des zones de ponte ou de transport et la connaissance de leurs variabilités géographique (localisation et étendue) et interannuelle, est un pré-requis essentiel à leur protection ou à la simulation de transport passif dans des modèles hydrodynamiques. L'Unité HMMN réalisera une cartographie des frayères et des larves de certaines espèces prépondérantes en Manche et mer du Nord afin de localiser et de caractériser des zones de ponte récurrentes. L'identification de ces frayères imposera la mise en œuvre d'outils d'observation et de suivi novateurs. La mise en service d'un système de pompage en continu des œufs de poissons appelé « CUFES » (Continuous Underway Fish Egg Sampler) durant la campagne IBTS à bord du navire océanographique Thalassa permettra d'obtenir des observations hautes fréquences des abondances d'œufs pélagiques issus des pontes hivernales des principales espèces commerciales de cette zone. Le développement d'un nouveau système d'analyse d'images, le ZooScan, permettra ensuite d'identifier les oeufs de poissons dans les échantillons prélevés de façon automatisée via des algorithmes d'apprentissage supervisé. La caractérisation des habitats de ponte permettra de préciser l'importance de l'environnement et en particulier de l'hydrodynamisme, ou encore de facteurs trophiques sur l'occupation de ces habitats par les stades ichtyoplanctoniques.

Le même type d'approche que celle menée sur la distribution des frayères sera également développé pour les habitats de transitions larvaires en Manche orientale et dans le sud de la mer du Nord. Ceci permettra d'explorer la variation interannuelle des distributions des différents stades larvaires afin de mettre en évidence l'impact des fluctuations des paramètres environnementaux sur ces distributions. Le couplage entre l'abondance des stades ichtyoplanctonologiques et des assemblages de zooplancton associés permettra également d'identifier des relations proies-prédateurs éventuelles (objet du projet InterRegIVA MEMO). L'utilisation de l'otholitométrie pour mesurer les accroissements journaliers, du microscope électronique à balayage pour les contenus stomacaux, et des profils d'acides gras pour établir des indices de condition, permettront d'élucider les facteurs de mortalité de l'ichtyoplancton pour permettre, à terme, la prévision du recrutement. Cette connaissance est déterminante pour comprendre les processus affectant la survie et le transport de l'icthyoplancton jusqu'aux zones de nourriceries et permettre la prévision du recrutement.

L'ensemble de ces résultats doit être placé dans une perspective de protection et de conservation des habitats essentiels de ces zones. La perte et la dégradation des habitats et notamment les habitats essentiels du fait des nombreuses activités humaines dans les zones côtières et épicontinentales constituent désormais une préoccupation majeure des gestionnaires marins. L'impact des changements climatiques, de l'exploitation des granulats marins ou du changement de la taille des populations du fait de l'exploitation des stocks, sont autant de facteurs susceptibles de modifier la distribution des espèces, et suscitent de nombreuses interrogations. L'Unité développera le couplage dynamique de modèles d'habitats spécifiques à chaque phase de vie des populations étudiées afin de détailler et de mieux appréhender l'importance de ces impacts sur l'ensemble du cycle de vie et sur le devenir de ces populations.

3.2.1.4. Structuration des populations et connectivité

On connaît souvent mal l'origine (frayères ou gisement source) et la destination (nourriceries ou gisement d'accueil) des phases planctoniques des espèces exploitées et plus mal encore les mécanismes régissant la dérive larvaire entre ces deux zones. L'Unité participera au développement de modèles hydrodynamiques couplés à des modules de dérives de particules et biologique simulant les trajectoires, le comportement des larves et leur limites physiologiques de survie, dans le but d'élucider certaines de ces questions pour les espèces de poissons exploités de Manche et mer du Nord.

La Basse-Normandie est dotée de gisements mouliers en eau profonde, situés au large de la côte Est du Cotentin, et de gisements découvrants disséminés le long des côtes du Calvados. Dans le cadre du projet DILEMES (Dynamique de la dérive larvaire des gisements de moules du large en Baie de Seine), mené en collaboration avec le Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (Port-en-Bessin) et le CRPMEM de Basse-Normandie, l'Unité HMMN s'attachera à comprendre le fonctionnement de ces gisements mouliers et de déterminer s'il existe une inter-connectivité entre eux afin d'élucider l'origine des larves qui colonisent ces gisements. Des travaux de modélisation hydro-biologique, validés par des mesures effectuées sur le terrain au moyen de flotteurs qui seront lâchés à partir de gisements côtiers, permettront d'estimer les trajectoires des larves de moules. et d'apporter des éléments de réponse sur les fortes variabilités interannuelles d'abondance observées.

Les courants sont également responsables de la dispersion d'espèces invasives telles que *Mnemiopsis leidyi* (zooplancton gélatineux responsable de l'effondrement des stocks de petits poissons pélagiques en Mer Noire ; Bilio and Niermann, 2004[13]). Des études de transport par les courants seront développées dans le cadre du projet InterRegIVA MEMO pour étudier les possibilités de dispersion ou de rétention des patchs, et mieux identifier les zones potentielles d'impact de ce cténaire. Un modèle IBM de dérive de particules (Ichthyop) sera adapté pour prendre en compte les champs de courants de la Mer du Nord (collaboration avec le CEFAS) et identifier les zones de rétention possibles pour cette espèce. Ce modèle de dérive de particule sera couplé à un module biologique afin d'estimer l'impact potentiel de ce carnivore sur le reste du réseau trophique (et notamment sur les œufs et larves de poisson).

Le même type d'outil peut permettre l'analyse de la connectivité en termes d'hydrodynamique des réseaux d'AMP. L'Unité HMMN étudiera dans le cadre du projet InterRegIVA PANACHE le transport larvaire et la connectivité résultante au sein du réseau d'AMP existantes et envisagées dans l'espace Manche. L'objectif de l'étude sera de quantifier les pourcentages de connectivité entre AMP. Pour ce faire, un modèle lagrangien sera couplé à un modèle hydrodynamique pour quantifier la proportion de particules provenant d'une AMP qui atteignent une autre AMP comparé à l'ensemble des particules issues de la première AMP. Plusieurs configurations de profondeur et de saisonnalité seront testées pour comparer au mieux l'efficacité en termes de connectivité de plusieurs réseaux potentiels d'AMPs. Des caractéristiques biologiques générales pourront éventuellement être incluses dans le modèle lagrangien, de façon à simuler la dispersion d'œufs et/ou larves de poissons. Dans ce cas, des matrices de connectivité entre zones AMPs seront produites pour chaque typologie de poissons. Dans la même lignée, l'Unité s'attellera à développer un projet de recherche intégré concernant les cantonnements à crustacés du Golfe normand-breton qui couvre une superficie unique en France de 1500 ha. Ces différentes zones de cantonnement sont réparties le long de la côte ouest du Cotentin pour quatre d'entre elles, à Chausey ainsi qu'au large de Paimpol pour la plus importante. Les résultats préliminaires obtenus sur le cantonnement de Flamanville (cf. Section 3.2.1.2.1) montrent l'intérêt d'un tel dispositif sur les paramètres de croissance et de reproduction du homard. Il n'existe toutefois pas pour l'instant d'étude permettant de connaître sa contribution larvaire à l'écosystème environnant et inversement la contribution des autres cantonnements à son recrutement. L'étude envisagée en collaboration avec les différents gestionnaires des zones protégées prendra en compte aussi bien l'habitat que l'hydrodynamisme du milieu environnant. Elle visera à évaluer le temps de dispersion larvaire entre les différentes zones de cantonnement et ses conséquences en termes de survie jusqu'à la phase de recrutement en fonctions des courants résiduels qui pourraient interconnecter certaines d'entre elles.

[13] Bilio M. et Niermann U. 2004. Is the comb jelly really to blame for it all? Mnemiopsis leidyi and the ecological concerns about the Caspian Sea. *Marine ecology Progress series* 269: 173-183.

Les modèles de dynamique des populations sont appliqués pour évaluer les différentes unités de gestion appelées aussi « stocks » halieutiques. D'un point de vue opérationnel, les stocks halieutiques sont traditionnellement définis sur la base de leur localisation géographique, en général au sein d'un bassin maritime relativement délimité (ex. la sole ou la plie de Manche est). Dans le cadre de la PCP, les stocks évalués sont définis selon leur localisation dans les zones statistiques définies par le CIEM. La pertinence écologique de cette définition a régulièrement été remise en cause, les unités de gestion résultantes étant très souvent déconnectées de la notion de population sur laquelle les modèles d'évaluation des stocks reposent pourtant. Une définition pertinente des unités de gestion devrait notamment prendre en compte la structuration des populations aussi bien spatiale qu'en termes de sous-composantes démographiques lorsqu'elles s'organisent en métapopulation. Ainsi, différentes techniques se basant sur l'analyse des traits d'histoire de vie, des signaux environnementaux ou de la génétique, ont été développées pour étudier certains aspect de cette structuration [14]. L'Unité HMMN développera une approche basée sur l'utilisation, *via* l'analyse d'image, de la forme des individus ou de leurs otolithes dont il est déjà connu qu'elle varie géographiquement, traduisant l'occupation d'habitats différents par des sous-composantes de la population. Ce type d'analyses sera notamment appliquée sur le rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*, analyse du corps), espèce nouvellement évaluée, et sur le merlan bleu (*Micromesistius poutassou*, analyse de l'otolithe), première espèce la plus exploitée en Europe pour son intérêt en termes de pêche minotière.

3.2.2. Thème 2: Communautés, réseaux trophiques et biodiversité

Coordination de la rédaction : M. Travers et S. Vaz

Le thème 2 assurera l'intégration d'échelle des individus et des populations vers les communautés et les réseaux trophiques. Il s'attachera à étudier la dynamique spatio-temporelle des communautés et de leur diversité, les déterminants de relations trophiques et leurs conséquences en termes de structure et de fonctionnement des réseaux trophiques ainsi que leur dynamique spatio-temporelle.

3.2.2.1. Dynamique spatio-temporelle des communautés

La connaissance de la phénologie, c'est-à-dire la dynamique périodique saisonnière, des successions zooplanctoniques, ichtylogiques ou benthiques en relation avec les variations spatio-temporelles de l'environnement ou de la production primaire associées est nécessaire afin d'établir une référence à l'aune de laquelle la variabilité interannuelle et les changements à long-terme de ces compartiments pourront être mesurés. L'Unité HMMN entreprendra ce travail en débutant par un inventaire des taxons caractéristiques de ces compartiments et de leur distribution quelle que soit l'éco-région ou la saison considérées. Cet inventaire permettra aussi de poser les fondations d'une approche proie-prédateur en faisant état des espèces dominantes ou caractéristiques, ou de cartographier les principaux groupes taxonomiques à partir des suivis historiques lors de la campagne IBTS principalement.

Des ordinations canoniques de type analyses de redondance ou de correspondance canonique peuvent être utilisées pour modéliser la relation entre la composition des assemblages ichtyologiques et des paramètres explicatifs de type environnemental. Dans le cadre des projets InterRegIVA CHARM3 et FRB EMIBIOS, l'Unité appliquera ces modèles multivariés dans le but de prédire le type d'assemblage en fonction de l'environnement présent, et d'élaborer des scénarios de changement à l'échelle des peuplements. En relation avec les

[14] Cadrin, S.X., Friedland, K.D. & Waldman, J.R. (eds.) 2005. Stock identification methods, Applications in Fishery Science, Elsevier Academic Press, 719p.

développements du thème 1, des scénarios de changement climatique et d'exploitation seront développés et combinés aux modèles précédents de façon à fournir un aperçu des changements possibles de la structure et de la distribution de ces assemblages, ainsi que de l'évolution potentielle de la diversité taxonomique mais également fonctionnelle de la zone en fonction de scénarios de changements climatiques ou de schémas d'exploitation simples.

La partie sessile de la faune de macro-invertébrés, observée par dragage ou chalutage notamment lors des campagnes COMOR, CGFS et IBTS, est la plus susceptible d'être affectée par les activités de chalutages par la pêche. La structure, la composition et la distribution des assemblages macro-épibenthiques seront étudiées de façon à identifier les communautés mégabenthiques et les forçages environnementaux qui les structurent. L'objectif ici sera d'obtenir des typologies d'assemblage d'espèces et d'en suivre l'évolution interannuelle. A terme, les observations des invertébrés benthiques faites à partir des campagnes scientifiques de chalutages pourront être utilisées comme prédicteurs de la distribution des espèces halieutiques dans le cadre de la modélisation des habitats optimaux de ces espèces. La macrofaune benthique constitue également un indicateur très précis des habitats benthiques sensibles à l'effort de pêche. Elle peut être classée sur la base du potentiel de croissance et des traits d'histoire de vie des espèces qui la constituent, et sa distribution peut être cartographiée pour fournir une information sur la localisation des biotopes ou habitats marins les plus sensibles aux arts traînants. Une première approche de la sensibilité des communautés benthiques sera initiée en adaptant la méthode de Kostylev et al. (2005[15]) pour déterminer la distribution des principaux habitats épibenthiques et prédire leur sensibilité aux perturbations en Manche orientale et sud mer du Nord. La localisation et l'étendue de ces zones pourront ensuite être comparées avec la distribution de l'effort de pêche par chalutage de façon à déduire le niveau de pression supporté par ces habitats sensibles, ou mettre en évidence une augmentation ou une diminution de l'effort de pêche.

L'utilisation de groupes fonctionnels définis sur la base des traits d'histoire de vie des espèces ou de leurs caractéristiques trophiques présente une alternative aux approches taxonomiques classiques pour décrire la diversité fonctionnelle au sein des communautés, le niveau trophique d'un habitat et le lien à l'environnement, donnant ainsi une représentation indirecte de l'habitat. Dans le cadre du projet FRB EMIBIOS, la caractérisation de la diversité fonctionnelle des assemblages ichtyologiques sera étudiée et quantifiée, de même que son évolution au cours du temps. Utilisant les séries temporelles des campagnes CGFS et IBTS, la mise en place d'indicateurs fonctionnels complètera la vision spécifique déjà existante de l'écosystème Manche Est, et mettra en évidence l'évolution de la diversité fonctionnelle au cours des 25 dernières années. Une comparaison avec les séries temporelles de différents forçages locaux (débit des rivières, température, effort de pêche, extraction de granulats…) ou globaux (index du NOA[16], index du GSNW[17]) sera effectuée pour tester le rôle de ces forçages dans la dynamique de la diversité fonctionnelle. En parallèle, la diversité fonctionnelle sera considérée à une échelle plus large que les simples assemblages ichtyologiques. En effet, les invertébrés benthiques seront intégrés aux études d'assemblages de sorte à augmenter la diversité fonctionnelle considérée, et donc mieux décrire le fonctionnement de l'écosystème. Ainsi, l'approche taxonomique descriptive des assemblages mégabenthiques et démersaux précédemment évoquée pourra être complétée par une estimation de leur diversité fonctionnelle, notamment dans le cadre du projet FP7 VECTORS.

[15] Kostylev V.E., Todd B.J., Longva O. and Valentine P.C. 2005. Characterization of benthic habitat on northeastern Georges Bank, Canada. In. *Benthic habitats and the effects of fishing* (Eds. P.W. Barnes and J.P. Thomas). American Fisheries Society Symposium 41: 141-152.
[16] North Atlantic Oscillation
[17] Gulf Stream North Wall

3.2.2.2. Relations trophiques, structure et fonctionnement du réseau trophique

La structure et la dynamique du réseau trophique émergent des interactions individuelles entre proies et prédateurs, qui sont variables dans le temps et dans l'espace. L'effort entrepris sur l'étude empirique de ces relations (notamment par l'analyse des contenus stomacaux et analyses isotopiques) sera poursuivi et s'attachera à étudier le déterminisme des relations proies-prédateurs. Les travaux, développés dans le cadre d'une thèse; viseront à déterminer la niche trophique d'une quinzaine d'espèces ichtyologiques prépondérantes en Manche orientale. L'objectif sera de déduire les interactions compétitives potentielles à l'échelle inter-spécifique mais également intra-spécifique sur la base du degré de spécialisation des niches trophiques, une espèce généraliste par exemple pouvant être composée d'individus soit généralistes soit spécialisés, mais sur des proies différentes. Une étude sera conduite sur la niche morphologique de ces mêmes espèces, basée à la fois sur la morphologie générale des individus, étudiée par géomorphométrie, et certaines caractéristiques morphologiques fonctionnellement liées à la nutrition. Celle-ci permettra d'analyser les interactions compétitives attendues sur la base de considérations morphologiques fonctionnelles, et de déterminer si des patrons de variation morphologique suggérant l'existence de morphotypes sont observables à l'échelle du bassin de la Manche orientale. Les approches niche trophique et niche morphologique seront enfin combinées afin d'identifier les déterminants morphologiques potentiels des relations proies-prédateurs au sein de la communauté ichtyologique.

Concernant les travaux sur la structure du réseau trophique de Manche est, l'Unité poursuivra tout d'abord son étude visant à comparer la relation positive théorique entre la taille des individus et leur niveau trophique −prédite d'après l'hypothèse selon laquelle plus les individus sont grands plus leur proies peuvent être grandes− et les relations réalisées au sein de la communauté ichtyologique à différentes échelles taxonomiques et différentes échelles spatiales. Les travaux sur la variabilité spatiale de la structure du réseau trophique dans sa globalité continueront également. La structure du réseau sera appréhendée au travers de la définition de groupes fonctionnels sur la base des signatures isotopiques du carbone et de l'azote des individus. L'objectif sera ici d'identifier les déterminants environnementaux de la variabilité spatiale du positionnement de ces groupes au sein du réseau trophique, en termes à la fois de niveau trophique et d'origine de la matière organique. Cette étude sera complétée par la détermination des niches isotopiques des différents groupes fonctionnels et de leur recouvrement, et l'identification de leurs différentes sources trophiques afin d'analyser les interactions trophiques et compétitives entre groupes fonctionnels. Ces études seront en grande partie réalisées dans le cadre d'un post-doctorat.

En parallèle de ces travaux sur l'ensemble du réseau trophique, des maillons clés de ce dernier seront étudiés plus en détail. Ainsi la position trophique des larves de poissons (e.g. hareng) sera étudiée via l'analyse de leurs contenus stomacaux au microscope électronique à balayage, l'analyse de leurs signatures isotopiques du carbone et de l'azote, et la caractérisation de leurs indices de conditions. La survie de ces premiers stades de vie étant très dépendante des conditions environnementales, les résultats obtenus seront mis en relation avec la distribution spatio-temporelle des proies et prédateurs de larves de poissons pour tâcher de mieux comprendre le succès du recrutement. Le lien entre cette étude et les travaux empiriques antérieurs sera fait en se concentrant sur les changements de comportement alimentaire au cours du cycle de vie (larves, juvéniles, adultes). Les changements ontogéniques de contenus stomacaux et signatures isotopiques seront mis en relation avec l'augmentation de taille des individus avec l'âge, ainsi que leurs changements d'habitat, pour déterminer s'il existe en plus un changement de comportement de prédation. De même, le niveau trophique et les sources de nourriture de certaines espèces de céphalopodes, seiche et calmars, seront étudiés par

l'analyse des signatures isotopiques en combinant analyse des tissus musculaires, qui intègrent le régime alimentaire à moyen terme, et analyse de pièces dures, comme la coquille interne ou les statolithes, qui intègre le régime alimentaire sur des périodes longues. Ces derniers travaux seront effectués dans le cadre des projets InterRegIVA CHARM3 et InterRegIVA CRESH en collaboration avec la FRE BIOMA de l'Université de Caen Basse Normandie.

Une attention particulière sera également portée aux gélatineux, souvent considérés comme des « culs-de-sac » trophiques, et notamment le cténaire *Mnemiopsis leidyi*, espèce invasive et vorace observée lors des campagnes récurrentes hivernales IBTS depuis 2009. La place de cette espèce dans le réseau trophique sera caractérisée par des études isotopiques couplées à l'observation de leur contenus digestifs, en collaboration avec les partenaires du projet Interreg Iva – 2 mers MEMO. Des expériences de nutrition seront également menées en collaboration avec les collègues de ULCO-LOG pour déterminer la cinétique de prédation de cette espèce, à la fois sur les crustacés planctoniques (ex. les copépodes), et sur les œufs et larves de poisson.

3.2.2.3. Dynamique spatio-temporelle du réseau trophique

Suite à l'étude empirique des relations proie-prédateur et de la structure associée des réseaux trophiques, l'accent sera porté sur la modélisation de leur dynamique spatio-temporelle. La formulation conceptuelle du processus de prédation permettra de simuler les relations trophiques entre les principaux groupes fonctionnels identifiés en Manche orientale, d'où émergera la dynamique du réseau trophique. L'utilisation de plusieurs outils de modélisation existants (OSMOSE, EwE, ATLANTIS, ou modèles de spectre de taille) ou à développer, permettra de comprendre l'influence de la conceptualisation des processus de prédation sur les résultats obtenus, mais également d'apporter une enveloppe d'incertitude aux résultats obtenus.

Tout modèle est conçu comme une description simplifiée de la réalité. Le besoin de simplification est évident dans le cas de systèmes complexes tels que les réseaux trophiques. Les modèles développés se doivent cependant de conserver les composants et processus essentiels à la structuration et au fonctionnement du réseau trophique. Récemment, une série de modèles basés sur la description de la structure des réseaux trophiques marins par la distribution de biomasse entre classes de taille (ex. Benoit et Rochet, 2004[18] ; Andersen et Beyer, 2006[19]), modèles dit de "spectre de taille", se sont avérés fort utiles pour l'analyse et l'interprétation de données à l'échelle de l'ensemble du réseau trophique (ex. Stobberup et al., 2005[20]). Cependant, ces modèles tendent à pousser la simplification de la structure du réseau trophique jusqu'à l'extrême en réduisant celle-ci à une seule dimension (la taille des individus) de sorte qu'ils peuvent difficilement être utilisés pour des prédictions quantitatives de la dynamique des réseaux trophiques, voire dans certains cas, certaines prédictions qualitatives peuvent apparaître discutables. Ces modèles reposent de plus sur la description des relations trophiques à partir du simple rapport entre la taille des proies et celle des prédateurs, relation que les travaux de l'Unité sur la relation entre la taille des individus et leur niveau trophique remet en cause. L'Unité s'attachera donc à développer de nouvelles méthodes de simplification du réseau trophique à des fins de modélisation qui conservent les éléments essentiels à une description pertinente des relations trophiques. Une méthode consisterait

[18] Benoit, E., & Rochet, M. 2004. A continuous model of biomass size spectra governed by predation and the effects of fishing on them. *Journal of Theoretical Biology* 226: 9-21

[19] Andersen, K. H., & Beyer, J. E. 2006. Asymptotic size determines species abundance in the marine size spectrum. *The American Naturalist* 168: 54-61.

[20] Stobberup, K. A., Inejih, C. A. O., Traore, S., Monteiro, C., Amorim, P., & Erzini, K. 2005. Analysis of size spectra off northwest Africa: a useful indicator in tropical areas? *ICES Journal of Marine Science* 62: 424-429.

notamment à réduire le nombre de dimensions utilisées pour décrire le réseau trophique en utilisant à la fois la taille des individus et les déterminants morphologiques prépondérants des relations prédateur-proie déterminés par les travaux empiriques de l'Unité.

En termes d'utilisation d'outils existants, des développements spécifiques seront envisagés pour plusieurs modèles. La calibration du modèle Ecopath, essentiellement réalisée sur la base de données bibliographiques, sera affinée grâce aux résultats empiriques sur les relations trophiques obtenus sur la zone Manche est, et les dynamiques temporelle et spatio-temporelle décrites par les modules Ecosim et Ecospace seront mises à jour à l'avenant. Le modèle ainsi calibré sera utilisé pour aborder essentiellement deux problématiques. La première concernera le lien entre la distribution des populations ichtyologiques et celui de leurs proies potentielles. L'idée est de vérifier si les théories d'"ideal free distribution" ou d'"optimal foraging" en lien avec les ressources trophiques sont capables de reproduire les distributions observées. La comparaison des prédictions du modèle EwE avec celles des modèles d'habitats statistiques basés sur des prédicteurs abiotiques permettra d'identifier la part des facteurs physiques et des facteurs trophiques dans le forçage de la distribution spatiale des populations de poissons. La deuxième problématique développée dans le cadre du projet FP7 VECTORS concernera les conséquences sur la dynamique du réseau trophique et la productivité des stocks halieutiques, les interactions entre distribution spatiale des ressources et spatialisation des usages, dont la pêche et les extractions de granulats qui détruisent les proies benthiques des populations de poissons benthiques et démersaux.

L'application du modèle OSMOSE à la Manche Est sera poursuivie, par couplage avec un modèle physique et biogéochimique pour les bas niveaux trophiques, et avec le développement d'un module prenant en compte la dynamique des pêcheries (cf Section 3.2.3.4.2). Une autre fonctionnalité basée sur la modélisation des habitats et des niches écologiques (cf Section 3.2.1.3.1) sera ajoutée au modèle afin de mieux représenter la distribution spatiale des espèces explicitement considérées. En tenant compte des rétroactions existant dans le système marin, cette approche de modélisation innovante, dite "end-to-end", permettra l'intégration des principales composantes de l'écosystème marin, de la physique jusqu'à l'activité et la gestion des pêcheries, en passant par la biogéochimie et la dynamique des communautés de poissons exploitées. Dans le cadre du projet FRB EMIBIOS, ce modèle intégré sera utilisé pour projeter des trajectoires futures plausibles de la biodiversité marine et des services écosystémiques associés à travers la combinaison de scénarios environnementaux et de gestion des pêcheries dans six écosystèmes marins côtiers dont la Manche Est. Cette approche sera utilisée pour évaluer la pertinence d'un ensemble d'indicateurs de biodiversité pour la prise de décision sous différents scénarios de changement global et sous différentes options de gestion des pêcheries incluant la mise en place d'aires marines protégées. Ces travaux seront complétés pour comparaison par une approche basée sur des scénarios strictement similaires utilisant le modèle EwE décrit supra, et ce afin d'identifier les résultats robustes en ce sens qu'ils sont indépendants des hypothèses sous-jacentes et plus généralement de l'outil utilisé. Le projet contribuera ainsi fortement à l'expertise scientifique en soutien de la Communauté Européenne sur la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin.

Enfin, un effort particulier sera apporté à la modélisation de la partie benthique de l'écosystème, très structurante en Manche Est. Une première étude s'attachera à grouper les taxons benthiques selon des critères fonctionnels, principalement trophiques, pour mieux discriminer les proies potentielles pour les maillons trophiques supérieurs. Les groupes résultants seront comparés aux données de contenus stomacaux disponibles et permettront de faire des hypothèses sur la redondance trophique ou non de certains taxons. Dans un deuxième temps, un modèle spatial centré sur les communautés benthiques sera développé

dans le cadre d'une thèse, où les processus couplant le benthos et le pelagos seront particulièrement étudiés (prédation, émission de larves et recrutement benthique). L'application de ce modèle à la Manche Est renforcera la compréhension de cet écosystème très peu profond, et les résultats obtenus permettront probablement d'affiner la représentation des communautés benthiques dans les autres modèles d'écosystème développés par l'Unité HMMN.

3.2.3. Thème 3: Flottille, exploitation et scénarios de gestion

Coordination de la rédaction : P. Marchal

3.2.3.1. Méthodes pour l'évaluation et le diagnostic des ressources

3.2.3.1.1. Contributions aux recherches sur le Rendement Maximal Durable

En signant le Traité de Johannesburg sur le développement durable en 2002, l'Union Européenne s'est notamment engagée à « Maintenir ou restaurer les stocks à des niveaux permettant de produire le rendement maximal durable, le but étant d'atteindre d'urgence cet objectif pour les stocks réduits, et là où c'est possible, pas plus tard qu'en 2015 ». Dans son acception classique, le Rendement Maximal Durable (RMD, ou MSY) représente le niveau de captures à long terme maximal pouvant être atteint pour un stock donné, lorsque celui-ci est exploité à un niveau de pression de pêche constant. La référence au RMD est utilisée par la plupart des organisations régionales de gestion des pêches comme objectif de gestion. A l'échelle européenne, la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin considère ainsi le RMD comme le principal critère du bon état écologique (Descripteur 3 : « Les populations de tous les poissons, mollusques et crustacés exploités à des fins commerciales se situent dans les limites de sécurité biologique, en présentant une répartition de la population par âge et par taille qui témoigne de la bonne santé du stock »). Le CIEM, à la demande de la Commission européenne, formule également depuis quelques années ses avis scientifiques en suivant une approche permettant d'atteindre le RMD. Cependant, cette approche n'a jusqu'à présent été mise en oeuvre que pour les stocks évalués pour lesquels le RMD peut être calculé de manière analytique. Or, de nombreux stocks ne peuvent être évalués analytiquement, faute de données disponibles. De plus, le RMD est calculé stock par stock, de sorte que les interactions techniques et biologiques entre espèces ne sont pas prises en compte. Les quotas de pêche calculés et recommandés sur cette base ne prendront donc pas en compte les interactions biologiques et technologiques entre des stocks appartenant à un même écosystème et exploités par les mêmes pêcheries. Dans un contexte quasi-général de pêcheries mixtes pluri-spécifiques, cette situation peut générer une incompatibilité entre les quotas de pêche relatifs à chaque espèce et la composition spécifique annuelle des captures. Cette incompatibilité peut conduire les pêcheurs de l'UE à rejeter en mer du poisson pour lequel leur quota est atteint tout en continuant à pêcher un stock pour lequel ils en disposent toujours d'une provision suffisante.

Une réflexion internationale est en cours pour, (1) développer des évaluations de stocks et des points de référence non analytiques, basés sur des indicateurs de traits d'histoire de vie et des indicateurs de distribution spatiale et, (2) mieux prendre en compte les interactions entre espèces dans le cadre quasi-général de pêcheries mixtes pluri-spécifiques. L'Unité HMMN s'investira dans des recherches qui permettront d'alimenter cette réflexion de deux manières. Tout d'abord, dans le cadre du projet européen FP7 SOCIOEC, l'Unité HMMN développera des modèles permettant d'évaluer par simulation numérique les propriétés de points de référence biologiques estimés à partir d'indicateurs de distribution spatiale pour les stocks de Manche et de mer du Nord non sujets à évaluation analytique. Enfin, de par sa participation

au groupe de travail CIEM sur les pêcheries mixtes (WGMIXFISH[21]), l'Unité HMMN développera des approches permettant de proposer aux gestionnaires des avis biologiques prenant en compte les interactions techniques et l'exploitation conjointe d'un certain nombre de stocks par ces pêcheries pluri-spécifiques.

3.2.3.1.2. Développement de méthodes statistiques robustes pour l'amélioration de la qualité des données et des estimateurs en entrée des modèles d'évaluation des stocks

De nombreux instituts de recherche ont, comme l'IFREMER et l'IRD[22] en France, adopté l'outil COST développé par l'Unité HMMN pour les estimations statistiques servant à l'évaluation de l'état des stocks halieutiques. En l'absence de gouvernance, et puisque les librairies R sont libres de droit, chacun développe des routines adaptées à ses propres besoins, ce qui n'est ni efficace ni productif pour l'intérêt général. La communauté scientifique internationale s'est mobilisée pour qu'une suite du projet, désormais terminé, soit envisagée et l'Union Européenne y a répondu en identifiant une ligne budgétaire spécifique dans sa proposition de règlement relatif au Fonds européen pour les affaires maritimes et la pêche (période 2014 – 2020). L'objectif principal du projet futur sera de relier le développement de l'outil COST au développement de bases de données régionales, les deux systèmes étant complémentaires et utilisant le même format de données. En tant que coordinateur du projet initial, l'Unité HMMN sera appelée à jouer un rôle majeur dans le développement de méthodes permettant une meilleure intégration des données internationales sur la pêche dans les modèles d'évaluation des stocks.

L'Unité HMMN poursuivra également les travaux menés sur le développement de méthodes statistiques robustes permettant d'améliorer la précision des indices d'abondance, basés sur des CPUE[23] commerciales, qui sont utilisés pour calibrer l'évaluation de certains stocks. En particulier, une thèse dont l'objectif ultime sera d'améliorer la précision de l'évaluation du stock de lieu noir de mer du Nord, devrait démarrer dès octobre 2012 (recherche de financements en cours). L'approche envisagée dans le cadre de ce projet consisterait à coupler la dynamique écologique du stock de lieu noir et la dynamique des flottilles l'exploitant, dans un contexte écosystémique. La réalisation de cet objectif nécessitera en particulier de prendre en compte les conditions environnementales rencontrées lors du cycle de vie ainsi que les changements de distribution spatiale de l'effort de pêche opéré par l'ensemble des flottilles exploitant cette espèce. Une attention particulière sera consacrée au report d'effort entre les métiers ciblant le lieu noir et les autres espèces (gadidés, espèces profondes) et à l'impact de l'environnement économique sur la distribution spatio-temporelle de l'effort de pêche. Enfin, les résultats obtenus lors de ce projet seront utilisés pour ajuster les indices d'abondances basés sur les CPUE commerciales, et réévaluer la perception sur l'état biologique et la pression actuellement exercée sur le stock de lieu noir en mer du Nord et les points de référence biologiques qui lui sont associés (dont le RMD).

3.2.3.2. Dynamique spatio-temporelle des flottilles

La DCSMM requiert une approche multi-sectorielle et partenariale de l'ensemble des activités anthropiques s'exerçant dans le domaine maritime (ex. exploitation des ressources vivantes et minérales, transport maritime, production d'énergie, dans un contexte de changement environnemental), afin de répondre aux enjeux écologiques et socio-économiques liés à son utilisation (stocks halieutiques en déclin, habitats dégradés, pertes d'emplois dans le

[21] Working Group on Mixed Fisheries
[22] Institut de Recherche pour le Développement
[23] Captures Par Unité d'Effort

secteur de la pêche, conflits d'usage). Ce changement de paradigme paraît indispensable compte-tenu de la complexité des interactions et de la pluridisciplinarité nécessaire pour la recherche de solutions durables. C'est dans ce contexte que l'Unité HMMN s'est engagée dans le projet européen FP7 VECTORS, où elle coordonne notamment un module scientifique consacré à l'analyse et à la modélisation du comportement des agents (pêcheurs, extracteurs de granulats, transporteurs…) exploitant un domaine maritime commun. Un aspect important de ce module consistera à analyser et modéliser les interactions spatiales d'une sélection de flottilles de pêche avec d'autres flottilles, mais également avec d'autres usages (trafic maritime, parcs éoliens, extractions de granulats), dans un contexte de gestion spatiale déjà ou potentiellement contraignant (ex. mise en place de réseaux d'AMP). Outre le sujet de ces recherches, lui-même novateur, un autre aspect original résidera dans le développement d'approches conceptuelles basées sur des équations différentielles stochastiques qui seront mises en place pour modéliser les trajectoires de pêche à partir de données géo-référencées (ex. données VMS). Ces approches seront mises en place dans le cadre d'une thèse qui démarrera en collaboration avec Agrocampus-Ouest fin 2012.

3.2.3.3. Evaluation de stratégies/scénarios de gestion

Au cours des dernières années, l'Unité HMMN a développé des modèles bio-économiques permettant d'évaluer, de manière exploratoire, des outils de gestion dont l'application est actuellement en cours de discussion dans le cadre de la prochaine réforme de la Politique Commune des Pêches : Quotas Individuels Transférables, interdiction des rejets, incitations économiques, cantonnements. Ces développements seront poursuivis notamment dans le cadre du projet FP7 SOCIOEC, dans lequel l'Unité HMMN développera en collaboration avec l'Unité Ecologie et Modèles pour l'Halieutique (EMH) de l'Ifremer le modèle bio-économique ISIS-Fish (et plus particulièrement le modèle de dynamique des flottilles) de manière à implémenter puis simuler différents modes de droits à produire en combinaison avec des cibles de gestion basées sur le MSY. Une des difficultés rencontrées lors du développement de ces modèles sera de paramétrer la réponse des flottilles de pêche à des mesures de gestion auxquelles elles n'avaient pas été confrontées jusque là. Pour cela, diverses hypothèses comportementales seront testées. En outre, une approche participative sera mise en place avec les organisations de producteurs et les professionnels pour établir de concert des scénarios de gestion réalistes et discuter les résultats produits par les modèles.

Les modèles bio-économiques, au développement desquels l'Unité HMMN a contribué activement, ne prenaient jusque récemment guère en compte la structuration des écosystèmes marins, leur fonctionnement, ou encore la compétition spatiale entre flottilles de pêche et autres usages, au regard des efforts consacrés à la conceptualisation et à l'intégration des mécanismes de comportement de pêche et de leur impact sur les ressources halieutiques. Or, la prise en compte de ces processus est indispensable pour évaluer de manière intégrée les performances de mesures de gestion spatialisées telles que les AMP, dont les objectifs de conservation écosystémique et d'utilisation multi-sectorielle sont beaucoup plus larges que les outils de gestion des pêches et des ressources halieutiques évoqués ici. La contribution de l'Unité HMMN au développement de tels modèles, parfois qualifiés de « end-to-end », est décrite dans la Section suivante.

3.2.3.4. Gestion spatialisée et Aires Marines Protégées

Les AMP ont été historiquement conçues pour répondre à des objectifs de conservation des ressources halieutiques. Cependant, l'efficacité mitigée des régimes existants de gestion des pêches a conduit au développement d'AMP basées sur un ensemble d'objectifs plus large. Actuellement, les AMP sont souvent invoquées comme un instrument de gestion permettant

d'aménager l'exploitation durable des ressources marines, vivantes ou non, dans le cadre d'une gestion écosystémique intégrée et responsable. Ainsi, une attention particulière est accordée à la gestion écosystémique des activités humaines, y compris de la pêche mais pas uniquement[24], et qui inclurait des contraintes élargies pour protéger et conserver l'écosystème dans son ensemble. Par ailleurs, l'étude d'un certain nombre de nouvelles questions telles que l'effet de l'inclusion d'un éventail élargi de facteurs socio-économiques et légaux dans les scénarios de conservation et de leur pondération relative, forme également une large part des préoccupations sociétales, auxquelles la communauté scientifique est et sera amenée à répondre dans les années à venir. L'Unité HMMN apportera sa contribution aux réflexions actuelles et futures sur la gestion spatialisée en développant des recherches et des outils de modélisation innovants visant à (i) déterminer la géométrie et la localisation géographique des zones de protection, en pondérant les impératifs de conservation et d'utilisation des écosystèmes (planification spatiale) ; et (ii) comprendre et prévoir les effets d'une gestion spatialisée sur les écosystèmes et les usages qui en dépendent.

3.2.3.4.1. Planification spatiale

Si les Etats ont pour obligation de créer des réseaux d'AMPs dans leurs eaux territoriales, leur localisation géographique et leur niveau de protection sont souvent établis au cas par cas. Afin de coordonner la mise en place des différents réseaux d'AMPs, une démarche de planification spatiale systématique de la conservation est de plus en plus encouragée. Cette démarche a pour but de proposer un réseau d'AMP qui soit cohérent, même dans un contexte transfrontalier, comme c'est le cas en Manche orientale. L'accompagnement scientifique de cette planification spatiale se traduit, ou doit se traduire, par des travaux de recherche sur le développement et l'utilisation de cibles de conservation précises et de logiciels permettant d'identifier les zones importantes pour atteindre ces cibles de conservation. L'Unité HMMN apportera ainsi, dans le cadre du projet InterRegIVA CHARM3, une contribution scientifique à la mise en cohérence de l'aménagement des activités anthropiques avec les objectifs de conservation de l'écosystème marin de Manche orientale, en testant et appliquant des techniques encore peu utilisées en milieu marin. Nous en présentons les grandes lignes directrices ci-dessous.

Tout d'abord, dans la plupart des travaux sur la conservation ou la gestion des milieux marins, les habitats benthiques sont utilisés comme des représentations de la biodiversité. Considérant que la colonne d'eau ne devait pas être négligée dans le cadre d'une approche de conservation intégrée, une typologie des masses d'eau a été proposée et est en cours de validation avec différents jeux de données d'espèces pélagiques. L'Unité HMMN s'est également engagée dans le calcul de cibles de conservation par habitat en utilisant les relations aire-espèces pour chacun de ces habitats, ainsi que dans l'étude de l'influence du jeu de données biologique et de la typologie d'habitat utilisée sur la définition de ces cibles. Les résultats obtenus permettront de justifier et d'affiner spatialement les cibles de conservation, ce qui constitue une avancée majeure en regard des cibles *ad hoc* de 10 ou 20%, proposées dans les textes officiels. D'autres travaux seront consacrés à la définition de différents scénarios de conservation, à l'aide du logiciel MARXAN notamment. De nombreuses données de Manche orientale seront utilisées : distribution d'espèces ou d'habitats importants (données interpolées ou modèles d'habitats), mais également caractérisation des activités humaines avérées ou potentielles. Ainsi, l'utilisation des données sur la valeur des débarquements et la distribution de l'effort de pêche permettra d'étudier les interactions entre aires protégées et les principaux métiers de la pêche dans la zone. L'ajout d'autres informations sur les zones de transport maritime,

[24]FAO 2003.Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries.1-112 pp.

d'extractions de granulat marin, de parcs d'éoliennes offshore, ou encore de projets d'AMP en cours, permettront de prendre en compte les différentes contraintes spatiales résultant des multiples usages et réglementations en Manche orientale. Enfin, les différentes analyses décrites précédemment seront intégrées dans une étude globale du système d'aires marines protégées existant en Manche orientale (côté français et anglais). L'objectif de cette étude sera d'évaluer dans quelle mesure la mise en place de ce réseau pourrait permettre d'atteindre les cibles de conservation préalablement définies, et comment il pourrait être complété tout en minimisant son impact sur les différentes activités humaines pratiquées en Manche orientale.

3.2.3.4.2. Evaluation de stratégies de gestion spatialisées

L'étude des effets de différents systèmes d'AMP sur l'effort de pêche, les systèmes biologiques et le secteur de la pêche sont au cœur de nombreux débats sociétaux actuels. Tout en poursuivant des objectifs de conservation écosystémique, les AMP peuvent permettre de soutenir la pêcherie locale voire même d'augmenter sa productivité au fil du temps par l'émigration de jeunes individus vers l'extérieur de la réserve et la diffusion de larves vers les autres sous-populations. La combinaison dynamique de projets de réseaux d'AMP, des niveaux de protection envisagés dans ce réseau, du fonctionnement trophique de la zone et/ou de modèles bio-économiques, permettrait de prévoir l'impact des réseaux envisagés, tant au niveau de la biodiversité et du fonctionnement de l'écosystème, que des activités humaines.

Afin de pouvoir répondre dans le futur à des questionnements portant sur l'évaluation de mesures de gestion spatialisée, dans un cadre écosystémique et multi-sectoriel, l'Unité HMMN s'est récemment engagée sur la voie de l'utilisation et du développement de modèles « end-to-end », avec des applications en Manche orientale (projets FP7 VECTORS, FP7 BENTHIS, InterRegIVA PANACHE). Deux démarches ont été privilégiées, la première consistant à développer des modèles écosystémiques existant (ATLANTIS, OSMOSE, Ichtyop) en y intégrant certains processus écologiques manquant (dont la dynamique des flottilles pour certains), et l'autre consistant à développer un modèle bio-économique (ISIS-Fish) en y intégrant certains processus écosystémiques (habitats).

Ainsi, dans le cadre d'une thèse démarrée en octobre 2011 en collaboration étroite avec le CSIRO (Australie) (projet FP7 VECTORS), un modèle de dynamique des flottilles, intégrant la compétition spatiale avec d'autres usages (trafic maritime, extractions de granulats, éoliennes), sera couplé avec le modèle écosystémique ATLANTIS, dans lequel les habitats et les interactions trophiques entre groupes fonctionnels d'espèces seront définis et paramétrés pour la Manche orientale. Une fois réalisé, ce modèle pourra être utilisé pour évaluer simultanément l'impact de stratégies de gestion spatialisées et de la compétition entre usages sur l'allocation de l'effort de pêche et l'abondance des différents groupes fonctionnels de la Manche orientale.

Le modèle individus-centré OSMOSE simulait initialement des communautés multi-spécifiques de poissons structurées en taille (Shin et Cury 2004). Ces dernières années, des modifications du code ont été réalisées pour permettre le couplage avec les modèles bio-physiques simulant courants et dynamiques planctoniques (Travers 2009). Au cours du projet InterRegIVA CHARM 3, des adaptations ont également été mises en place pour prendre en compte les proies benthiques, très importantes en Manche. Ces développements ont contribué à une plus grande généricité du modèle, qui est désormais en cours d'application dans plusieurs écosystèmes (travaux inscrits dans un projet FP7, MEECE). Afin de comprendre comment le réseau trophique peut réagir à des changements du milieu et de gestion des pêcheries, de nouveaux développements vont être apportés au modèle. Il s'agira notamment d'intégrer des modèles statistiques de niche pour modéliser la distribution spatiale des poissons (projet FRB EMIBIOS) et des modèles de dérive larvaire pour mieux représenter la

dynamique liée aux zones de pontes et de nourriceries (projet FP7 VECTORS). Une autre limite du modèle actuel étant la représentation de mesures de gestion ou scénarios d'exploitation réalistes, un effort de modélisation sera également porté sur l'intégration des modèles de choix discrets (Random Utility Models - RUM) développés par ailleurs par l'Unité HMMN. L'ajout de ce composant au modèle OSMOSE permettra d'étudier les impacts conjoints des différentes pêcheries et de modifications environnementales sur l'écosystème, ce qui fera de ce modèle « end-to-end » un outil approprié pour tester l'effet de mesures de gestion dans plusieurs conditions environnementales (ex. prise en compte de l'incertitude de ces dernières pour les années à venir).

Utilisant les résultats de modèles hydrodynamiques, la plateforme Ichthyop (Lett et al. 2008) permet de simuler la dérive de particules et en particulier la dérive d'œufs et larves de poissons. Dans le cadre du projet MEMO, ce modèle IBM a été modifié et est utilisé pour étudier la dérive de plancton gélatineux en Mer du Nord. D'autres applications sont prévues dans les années à venir, notamment pour étudier la connectivité entre aires marines protégées en Manche ou encore pour tester différentes hypothèses de structuration de stock d'espèces exploitées (ex. la plie et le hareng). Des modifications techniques sont envisagées pour permettre notamment l'intégration de champs de proies potentielles pour les larves, ce qui améliorera l'évaluation de leur taux de survie et donc le recrutement.

L'Unité HMMN contribuera, en collaboration avec l'Unité EMH, également à l'élargissement du modèle bio-économique ISIS-Fish dans un cadre écosystémique au travers des projets européens FP7 VECTORS et BENTHIS, et du projet InterRegIVA PANACHE. Dans le cadre des projets FP7 VECTORS et BENTHIS, l'Unité HMMN co-encadre une thèse et sera impliquée dans les travaux visant à évaluer les performances de stratégies de gestion spatialisées visant à mitiger les effets de la pêche sur le compartiment benthique. Enfin, dans le cadre du projet InterRegIVA PANACHE, l'Unité HMMN organisera un couplage dynamique entre les modèles ISIS-Fish et MARXAN. Ce couplage permettra notamment de simuler sur plusieurs années l'effet de zones de protection prioritaires estimées dans la Manche par MARXAN sur la dynamique des flottilles, des ressources halieutiques qu'elles exploitent, et du compartiment benthique impacté par la pêche.

3.3. Observations et outils

Le mandat de l'Unité HMMN en termes de mission de service public ne changeant pas, les activités d'observation seront conservées telles que décrites dans le document Bilan (Document Bilan Section 2). Nous ne soulignerons ici que les évolutions anticipées et les nouvelles actions. Une première évolution attendue est liée à la DCSMM dans le cadre de laquelle le suivi des descripteurs du bon état écologique des éco-régions européennes doit commencer en 2014. Il est relativement difficile à l'heure actuelle d'en évaluer l'impact potentiel sur les activités d'observation de l'Unité HMMN étant donné que les modalités de suivi ne sont pas encore définies et que le degré d'implication de l'Ifremer dans ce suivi est inconnu, sans parler de l'organisation qui serait mise en place au sein de l'Institut si implication il y avait. Une seconde évolution anticipée concerne le suivi et l'évaluation de l'effet des AMPs qui sont petit à petit établies le long des côtés française, et notamment le Parc Marin des Trois Estuaires qui est en cours de définition le long des côtes picardes et de la mer d'Opale. S'il est encore une fois difficile d'anticiper l'implication réelle de l'Unité HMMN en termes d'observation, il est fort probable qu'elle interviendra au moins en appui scientifique pour ce qui concerne la définition des protocoles de suivi et l'exploitation des données résultantes. Une troisième évolution envisagée concerne le positionnement international des pôles Sclérochronologie et Zooplantcon-Ichtyoplantcon. En effet, il est prévue que la nouvelle mouture de la DCF, qui verra le jour à l'occasion de la réforme de la PCP mise en place en

2013, promeuve la mise en place de plateformes techniques régionales européennes dans les domaines liées à la collecte de données d'intérêt halieutique. Les pôles Sclérochronologie et Zooplancton-Ichtyoplancton sont idéalement positionnés pour prétendre à ce statut qui pourrait permettre une montée en puissance de leurs moyens et de leurs activités.

Concernant les nouvelles actions, l'Unité HMMN développe à l'heure actuelle un projet de nouvelle campagne scientifique écosystémique récurrente nommée CAMANOC (CAmpagne MANche OCcidentale) dans le but de pallier au manque de connaissance générale en Manche ouest (Figure 3-2A). Ce projet visera à récolter des données sur chaque maillon de cet écosystème peu connu (environnement physico-chimique, phytoplancton, zooplancton, œufs et larves de poissons, macrofaune benthique, poissons et céphalopodes, oiseaux et mammifères marins) de façon à évaluer son état et sa dynamique au cours du temps. Cette campagne sera également valorisée au sein de projets soutenus par de nombreuses collaborations et portant sur l'étude du changement de distribution édaphique des populations d'invertébrés benthiques, la mise en place d'outils acoustiques pour améliorer les connaissances sur le zooplancton, ou encore la caractérisation des traits d'histoire de vie de certaines espèces de poissons exploités. La stratégie d'échantillonnage (Figure 3-2B), couvrant toute la Manche Ouest et prenant en considération les facteurs profondeur et strates sédimentaires, et le protocole envisagés ont été pensés de façon à permettre une comparaison des données récoltées avec celles des campagnes couvrant les zones géographiques avoisinantes (EVOHE, CGFS, IBTS).

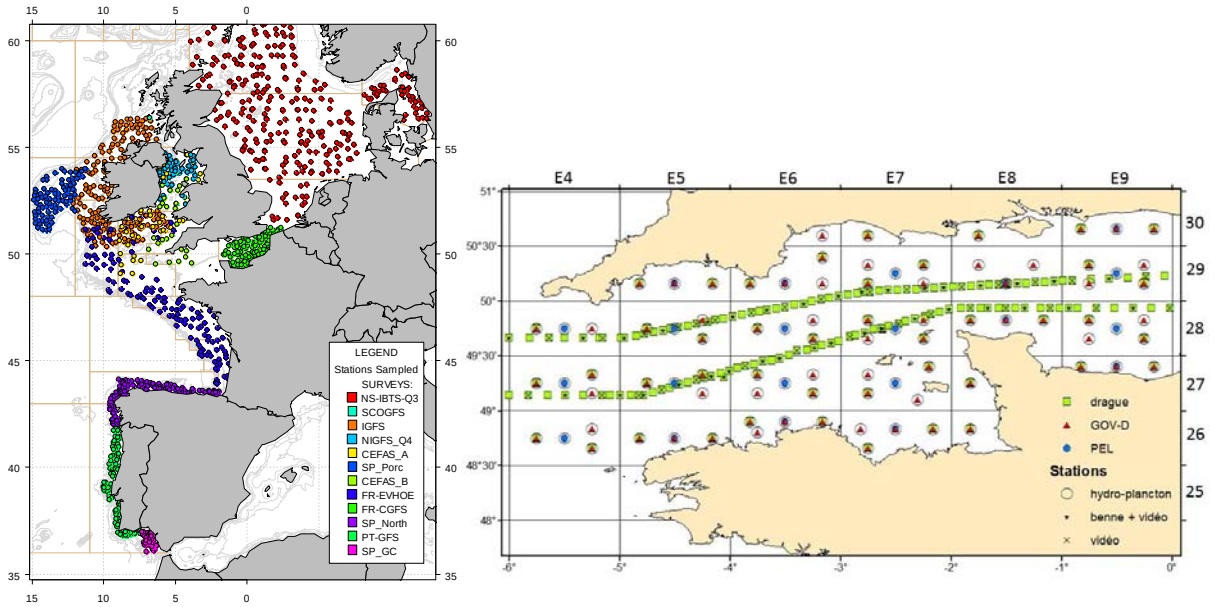


Figure 3-2. Campagne CAMANOC. A. Couverture spatiale des campagnes européennes ciblant l'ichtyofaune qui illustre l'absence d'observation en manche ouest. B. Plan d'échantillonnage envisgé dans le projet CAMANOC

L'Unité HMMN entreprendra également de développer l'utilisation de la vidéo sous-marine à bord des campagnes scientifiques. L'information sur les espèces et les assemblages benthiques à méso-échelle manque souvent et l'utilisation des campagnes scientifiques halieutiques comme plateformes d'observation écosystémiques permet l'échantillonnage de la macro-épifaune et mégafaune sur des zones géographiques très étendues[25],[26]. Néanmoins, dû à la

[25] Martin J. 2011. *Les invertébrés marins du golfe de Gascogne à la Manche orientale*. Éditions Quæ, Collection Guide pratique, 300 pp. ISBN 978-2-7592-0107-5 - Réf. 02082

faible efficacité des chaluts de fond pour la capture de certains de ces organismes, les espèces observées ne représentent qu'une partie de la faune des macro-invertébrés et ne constituent pas des indicateurs d'habitat benthique très précis. En outre, ils ne permettent pas de caractériser la nature du fond. Enfin, certaines zones ne sont pas accessibles au chalutage car trop accidentées ou sensibles à ce type de perturbation. L'utilisation de plusieurs engins, chalut et vidéo sous-marine, sur la même zone permettrait d'obtenir des données complémentaires qui, une fois combinées, permettraient de mieux décrire la nature et la complexité du fond, la structure et la composition des communautés d'invertébrés benthiques ainsi que leur distribution sur le plateau continental métropolitain. L'emploi de l'imagerie sous-marine permettrait également de mettre en évidence, sur les transects effectués, les zones de transition entre les différents assemblages benthiques, d'aider à la compréhension de ces zones de transition et surtout de pondérer l'information obtenue par les chaluts (parfois intégratrice de plusieurs types d'habitats). Ces observations amélioreront ainsi la résolution spatiale et la robustesse de la définition des assemblages benthiques sur les zones étudiées. Elles devraient permettre aussi la définition d'indicateurs des types d'habitats biotiques benthiques à méso-échelle, valorisant ainsi différemment les campagnes halieutiques scientifiques de la DCF avec possibilité de les intégrer au suivi envisagé pour la DCSMM. Ces données vidéo pourraient être aussi utilisées pour le suivi de l'évolution des fonds en l'absence de chalutage dans certaines AMPs et sur les zones d'extractions de granulats marins, ou l'évolution des communautés benthiques sur les structures jouant le rôle de récifs artificiels volontaires ou pas tels que les champs d'éoliennes offshore.

Enfin, l'Unité s'attachera à coordonner l'utilisation, voire le développement, de méthodes d'analyse d'image, ou plus généralement du signal, utilisées dans plusieurs des ses activités. En effet, que ce soit pour identifier les espèces au sein du zooplancton et de l'ichtyoplancton, étudier la forme des poissons et de leurs otolithes, ou estimer l'âge des poissons et leur courbes de croissance à partir de leurs pièces calcifiées, le traitement numérique d'images est à la base des analyses effectuées. Dans ce cadre, le pôle de Sclérochronologie a repris le développement du logiciel TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées) initialement lancé par le Laboratoire de Sclérochronologie des Animaux Aquatiques de l'Ifremer et l'IRD. Etant donné son importance dans les activités de l'Unité, l'analyse du signal devra être développée pour optimiser les outils d'analyse de forme et de discrimination qui en découlent, automatiser certains aspects de la lecture de pièces calcifiées, mais aussi pour répondre à des problématiques scientifiques comme par exemple l'étude de la morphogenèse de l'otolithe. L'analyse du signal pourra également être mise à profit dans l'utilisation des signaux acoustiques enregistrés durant les campagnes scientifiques pour quantifier les bancs de poissons, activité qui pourrait être développée en collaboration avec l'Unité EMH dont c'est une des spécialités.

3.4. Avis et expertises

De même que pour l'observation, les activités d'avis et d'expertise assurées par l'Unité HMMN ne connaîtront pas de changement majeur par rapport au quadriennal écoulé. Une fois de plus seules les évolutions anticipées seront soulignées. Concernant la pêche, l'Unité HMMN anticipe tout d'abord une recrudescence des sollicitations de la part de la DPMA au travers de saisines émanant d'interpellations de l'Etat par les organisations professionnelles mais aussi directement de la part des professionnels du fait des profonds bouleversements que subira l'activité de pêche locale et régionale suite à la réforme en cours de la PCP : atteinte du RMD, individualisation des droits d'accès aux ressources, diminution voire suppression des

[26] Ellis J.R. et Rogers S.I. 2004. Distribution and structure of faunal assemblages and their associated physical conditions on the Atlantic continental shelf of the British Isles. ICES M 2004/P:03 CD-ROM.

rejets, introduction probable d'espèces nouvelles dans le régime de gestion par quotas, réduction de l'impact des engins de pêche sur les fonds et les habitats, réduction de la consommation de carburant. L'Unité prévoit également une évolution significative des travaux effectués dans le cadre des diagnostics des stocks exploités du fait de la mise en place fort probable d'une approche multi-spécifique, une majorité des pêcheries couvertes par l'Unité étant mixte, et multi-critères du fait du rapprochement entre de la PCP et de la DCSMM. Enfin, dès 2012, l'Unité participera aux groupes de travail de l'Organisation des Pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO ou Northwest Atlantic Fisheries Organisation, NAFO) qui réglemente les eaux internationales situées entre le Canada et le Groenland en matière de pêche. En effet, la France contribue à l'évaluation des ressources halieutiques en Atlantique Nord-Ouest du fait de sa présence sur les territoires de Saint Pierre et Miquelon. L'Unité participera également aux travaux du conseil consultatif franco-canadien pour la gestion des ressources halieutiques des eaux canadiennes partagées avec la France et, de manière plus spécifique, à l'évaluation du stock de morue du Banc Saint-Pierre.

A propos des autres usages, l'Unité HMMN prévoit une augmentation des demandes d'avis concernant les champs d'éoliennes offshores du fait de la sélection par l'Etat en 2011 de trois sites potentiels d'extraction d'énergie éolienne en Manche Est sur les cinq identifiés sur le pourtour du littoral métropolitain. La visibilité en termes des tâches qui seront dévolues à l'Unité HMMN à ce sujet est relativement floue étant donné qu'aucune organisation rigoureuse n'a été mise en place en interne contrairement à ce qui a été fait concernant les diagnostic des pêcheries ou les expertises des dossiers de demande d'extraction de granulats marins. L'Unité sera également sollicité pour certaines expertises scientifique concernant le Parc Marin des 3 Estuaires.

4. Mise en oeuvre du projet

4.1. Moyens humains et financiers

4.1.1. Moyens humains

Au 1er janvier 2012, l'Unité HMMN est composée de 18 cadres de recherche et 12 TA permanents, 3 thèses et 1 post-doctorant. Durant le quadriennal écoulé, les effectifs permanents ont augmenté de 5 cadres et 1 technicien. 1 technicienne a été réintégrée au LRHBL le 1er janvier 2012 suite à la fin d'une mise à disposition dans une structure professionnelle externe. Au cours de l'année 2012, il est prévu que l'Unité soit renforcée par le recrutement en juin d'1 technicien halieute au LRHPB et en septembre d'1 technicien affecté principalement à la plateforme réseaux trophiques au LRHBL, venant ainsi comblé les manques identifiés dans ces domaines (cf. Section 2.2). L'Unité accueillera aussi 1 nouveau post-doctorant et 2 doctorants au LRHBL.

Au-delà de ces renforts déjà programmé, l'Unité HMMN devra veillera à assurer le recrutement supplémentaire d'un certain nombre de personnels statutaires nécessaires à la mise en œuvre et au bon déroulement du projet de l'Unité HMMN sur la période 2012-2016. Ces demandes de recrutement viseront non seulement à compenser les pertes d'effectifs attendues (Tableau 4-1) en raison des départs en retraite programmés (3 cadres) et des souhaits de mutation interne (1 cadre et 4 TA) liés aux ouvertures de postes potentielles sur les sites géographiques convoités par ces agents, mais aussi à renforcer les compétences de l'Unité dans des domaines de compétence nouveaux, tels que la modélisation de systèmes dynamiques spatialisés complexes ou l'analyse du signal, ciblés selon les activités développées. Elles auront également pour objectif de maintenir un ratio techniciens/chercheurs en cohérence avec l'équilibre entre les activités d'observation, de recherche et d'expertise pratiquées. Les profils des personnels cadres et TA prioritaires pour l'Unité HMMN sont répertoriés dans les 3 sections suivantes.

Nom	Catégorie	Implantation	Motif	Année
Départs en retraite				
Delpech Jean-Paul	Cadre	Boulogne/mer	Retraite	2014-2015
Tétard Alain	Cadre	Port-en-Bessin	Retraite	2014
Morin Jocelyne	Cadre	Port-en-Bessin	Retraite	2014-2015
Demandes de mutation interne				
Vaz Sandrine	Cadre	Boulogne/mer	Mobilité	2013-2014 ?
Le Roy Didier	TA	Boulogne/mer	Mobilité	2013-2014 ?
Rostiaux Emilie	TA	Boulogne/mer	Mobilité	2013-2014 ?
Louis Wilfried	TA	Boulogne/mer	Mobilité	2013-2014 ?
Raulin Pascal	TA	Boulogne/mer	Mobilité	2013

Tableau 4-1. Pertes d'effectifs attendues sur la période 2012-2016

4.1.1.1. Nouveaux postes :

Cadre de recherche en modélisation des systèmes dynamiques complexes pour application à la dynamique des pêcheries :

Le recrutement d'un cadre spécialisé en dynamique des pêcheries permettrait de renforcer les activités de recherche et d'expertise menées au sein du thème 3 par le développement de modèles conceptuels et opérationnels spatialisés. Ce cadre sera ainsi amené développer des modèles permettant d'évaluer les performances d'un ensemble de stratégies de gestion (spatialisées notamment) sur la dynamique des flottilles de pêche et des écosystèmes qu'elles impactent. Ce renforcement permettrait également de développer le volet expertise en mettant l'accent sur les « nouvelles espèces » ciblées sur la façade Manche telles que le Rouget barbet, d'y inclure les aspects spatiaux induits par les interactions entre les autres usages et la pêche ainsi que la mise en place du Parc Marin des Trois Estuaires. Il permettrait de plus de faire face à la surcharge de l'Unité en termes de sollicitation pour participation aux groupes d'expertise européens pour le diagnostic des stocks halieutiques (cf. Section 2.2). Un profil de modélisateur est requis, ainsi qu'une expérience dans les travaux multi-disciplinaires.

Cadre de recherche en traitement du signal :

Le recrutement d'un cadre spécialisé en analyse du signal permettrait de développer une activité de recherche plus significative au sein du pôle de Sclérochronologie qui n'a pu le faire jusqu'à présent du fait de la présence d'un seul cadre et de la forte sollicitation de la part de la DCF. Ce cadre contribuerait aux actions de recherche sur la morphogenèse des otolithes et la structuration des stocks, toutes deux basées sur l'analyse de forme des otolithes, et continuerait à développer l'outil de Traitement Numérique des Pièces Calcifiées (TNPC) pour automatiser un certains nombre de tâches en termes de lecture des otolithes et d'analyse de forme. Il serait également amené à collaborer aux travaux d'identification des espèces du zooplancton et de l'ichtyoplancton par analyse d'image menés au sein du pôle Zooplancton ainsi qu'aux études sur la morphologie des poissons développées dans le cadre de la plateforme réseaux trophiques

Cadre de recherche en écologie de l'ichtyoplancton :

Le recrutement d'un cadre spécialisé dans l'étude des processus affectant la survie des larves de poissons (nutrition, croissance, mortalité, prédation…) permettrait de venir compléter les activités du cadre récemment recruté au LRHBL dont les compétences concernent plutôt la taxonomie et la dynamique spatiale de ces larves. Ce renforcement de compétences permettrait également de traiter les aspects liés au recrutement qui pour l'instant n'est pas du tout abordé.

TA spécialisé en sclérochronologie :

Le pôle Sclérochronologie est en charge du traitement de toutes les pièces calcifiées prélevées par les laboratoires Ressources Halieutiques de l'Ifremer. Les exigences croissantes de l'Europe concernant le nombre d'espèces commerciales à étudier dans le cadre de l'évaluation des ressources halieutiques et du suivi des stocks augmente considérablement le nombre d'échantillons à traiter dont certains demandent la mise en œuvre d'une technicité de plus en plus poussée. Le pôle devra être renforcé d'1 TA afin de pouvoir répondre aux engagements contractualisés (Data Collection Framework) avec l'Europe.

TA spécialisé en zooplancton :

Le recrutement d'un technicien spécialisé dans le prélèvement et l'identification du zooplancton (y compris l'ichtyoplancton) permettrait de maintenir à jour l'analyse des échantillons qui sont prélevés chaque année et d'assurer une montée en puissance des activités du pôle Zooplancton avec comme conséquence une augmentation du nombre d'échantillons

prélevés et analysés. Ce poste viendrait soutenir l'activité des 2 techniciens déjà positionnés à temps partiel sur cette activité, l'un à 50% et l'autre à 80%.

4.1.1.2. Remplacements des départs en retraite :

Les demandes de recrutement pour cause de départ en retraite concerneront :

- 1 Cadre spécialisé en sciences halieutique avec activité d'expertise concernant les autres usages (ex. extraction de granulats et les éoliennes offshore) (retraite J.-P. Delpech, LRHBL)
- 1 Cadre specialisé en écologie halieutique avec activité d'expertise concernant la conservation des habitats essentiels (retraite J. Morin, LRHPB)
- 1 Cadre spécialisé en sciences halieutiques avec activité d'expertise concernant les stocks locaux d'importance (ex. raies et petit requins) (retraite A. Tétard, LRHPB)

Il est à noter que l'Unité HMMN sera très pénalisée par le système de Compte Epargne Temps mis en place à l'Ifremer. Les agents pourront en effet bénéficier de leurs congés épargnés et quitter l'Unité plusieurs mois, voire une année, avant la date officielle de leur départ en retraite sans pouvoir être remplacés.

4.1.1.3. Remplacements des départs pour mobilité interne :

Les demandes de recrutement pour cause de mutation concerneront :

- 1 Cadre spécialisé en écologie halieutique avec activité d'expertise concernant la conservation des habitats et les plans de gestion spatialisés (mutation S. Vaz, LRHBL)
- 4 TA halieutes (mutations D. Le Roy, E. Rostiaux, P. Raulin, W. Louis, LRHBL)

4.1.2. Moyens financiers

Concernant les moyens financiers, l'Unité HMMN pourra s'appuyer sur 7 projets européens (3 FP7 et 4 InterReg) et 2 projets nationaux (1 FRB et 1 ANR), dont la plupart perdureront jusqu'à 2014 ou 2015 (Tableau 4-2). Ces projets seront complétés par 2 projets InterRegIVa, PANACHE et Val-Mer, et 1 projet FP7, BENTHIS, qui viennent d'être acceptés et qui sont en cours de négociation. De plus, l'Unité veillera à se montrer plus entreprenante que par le passé dans ses réponses aux appels à projets de guichets de financement nationaux tels que l'ANR et la FRB. L'Unité prévoit déjà de participer à la constitution d'un dossier de réponse au prochain appel à projets CESA de l'ANR qui viendrait soutenir financièrement les travaux projetés sur l'effet des polluants organiques persistants sur les traits d'histoire de vie des poissons.

Project title	Funding body	No. teams	Team role	Funding (k€)	
				Total	Team
CREAM (2011-2014). Improving research in support to scientific advice to fisheries management in the Mediterranean and Black Sea	EU (FP7)	22	P	1,000	43
VECTORS (2011-2015). Vectors of change in marine life, impact on economic sectors	EU (FP7)	37	P	12,484	340
SOCIOEC (2012-2015). Socio-economic effects of management measures of the future Common Fisheries Policy	EU (FP7)	25	P	3,000	200
CHARM3 (2009-2012)	InteReg IVa	17	Coord.	5,825	1,209
CRESH (2009-2013), Céphalopodes: Recrutement Et Suivi des Habitats des pré-recrues de Manche	InteReg IVa	7	P	877	168
EMDI (2008-2013), Espace Manche Develomment Initiative	InterRegIVa	19	P	1,652	65
MEMO (2011-2013), Mnemiopsis leidyi: Ecology, Modelling and Observation	InterReg IVa 2 Seas	5	WP	1,751	306
COMANCHE (2011-2014), Interactions écosystémiques et impacts anthropiques dans les populations de COquilles Saint-Jacques de la MANCHE	ANR	5	Coord.	977	55
EMIBIOS (2012-2014), End-to-end Modelling and Indicators for BIOdiversity Scenarios	FRB	6	P	264	61

Tableau 4-2. Liste des projets européens et nationaux déjà en cours pour la période 2012-2016

4.2. Gouvernance et animation de l'Unité

4.2.1. Organigramme fonctionnel

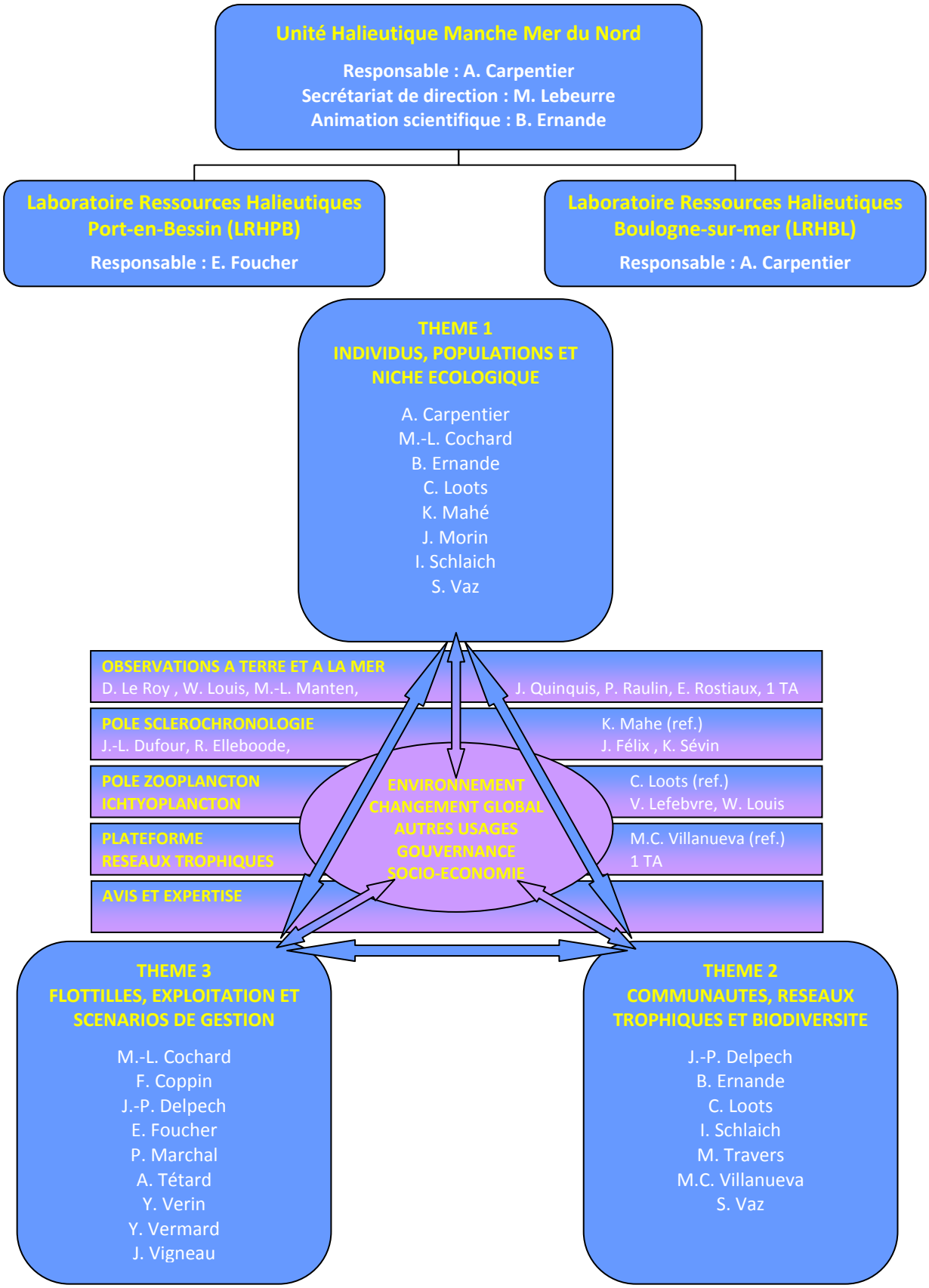


Figure 4-1. Organigramme de l'Unité HMMN pour la période 2012-2016

4.2.2. Fonctionnement de l'Unité

Etant donné l'incertitude quant au devenir du LRHPB et de sa fusion avec le LERN à Port-en-Bessin (cf. Section 2.4), le scénario présenté ici repose sur un status-quo, l'Unité HMMN conservant sa répartition en 2 laboratoires positionnés à Boulogne-sur-mer, le LRHBL, et Port-en-Bessin, le LRHPB, avec une emprise géographique pour les missions de service public et de recherche maintenue à l'identique. L'équipe de direction regroupera le responsable de l'Unité HMMN (André Carpentier) ainsi que les chefs du LRHBL (André Carpentier) et du LRHPB (Eric Foucher), le responsable de l'Unité assumant également la gestion de l'implantation boulonnaise, assisté par une attachée de direction (Mathilde Lebeurre). Les mandats des responsables venant à échéance au 31/12/2012, des modifications de l'équipe de direction pourraient éventuellement intervenir en 2013 selon les décisions de la Direction Générale de l'Ifremer concernant la reconduction de ces agents ou en fonction de leurs souhaits respectifs. Bruno Ernande, chercheur au LRH-BL sera toujours chargé de l'animation scientifique de l'Unité en soutien au responsable, et du suivi de dossiers spécifiques.

Comme déjà décrit (Section 3.1.2), pour ses activités scientifiques, l'Unité HMMN organisera et développera ses travaux selon 3 thèmes indépendamment de l'implantation géographique (Figure 4-1) : Thème 1 "Individus, populations et niche écologique" ; Thème 2 "Communautés, réseaux trophiques et biodiversité"; et Thème 3 "Flottilles, exploitation et scénarios de gestion". Les activités des trois thèmes s'insèreront dans un continuum observation-recherche-expertise commun, les activités d'observation et d'expertise, de même que certains travaux de recherche, étant largement transversaux aux thèmes. Les thèmes s'appuieront sur des outils communs d'observation amont que sont la collecte de données à terre et à la mer liée à sa mission de service public et ses trois plateformes techniques : le pôle national "Sclérochronologie", le pôle national "Zooplancton", et sa plateforme technique "Réseaux trophiques". Pour rappel, le pôle national « Zooplancton » est partagé avec le Laboratoire Environnement Ressources (LER) de Boulogne-sur-mer, le LRHBL ayant en charge la partie relative à l'ichtyoplancton. Les activités aval d'Avis et d'Expertise seront abondées par les trois thèmes en fonction des compétences concernées.

La gouvernance, l'animation scientifique et la communication au sein de l'Unité HMMN s'appuiera sur :

- un conseil scientifique regroupant le responsable d'Unité, l'animateur scientifique, les responsables des 2 implantations géographiques et les référents de chacune des 3 thématiques. Ce conseil se réunira 2 fois par an pour échanger sur les axes stratégiques d'orientation et de développement scientifique, et sur certains aspects opérationnels de l'Unité liés aux activités scientifiques ;
- un conseil d'Unité qui regroupera tous les agents des deux implantations géographiques et se réunira 1 fois par an pour échanger et débattre des projets scientifiques mais aussi de la gestion opérationnelle de l'Unité ;
- le maintien au LRHBL d'une réunion de laboratoire hebdomadaire flash (30 min) qui sera étendue au LRHPB. La possibilité d'une réunion flash commune entre les deux implantations en visio-conférence sera envisagée ;
- le maintien par le LRHBL du séminaire scientifique mensuel avec présentations académiques faisant régulièrement intervenir des scientifiques extérieurs, et auquel l'équipe portaise sera associée en visio-conférence ;
- le maintien, d'un point de vue scientifique, de la réunion mensuelle informelle de discussion scientifique organisée sur l'implantation boulonnaise ("café scientifique") ;

- la mise en ligne régulière des travaux de l'Unité sur le site Internet de l'Unité (http://wwz.ifremer.fr/manchemerdunord) et du Chantier Manche (http://wwz.ifremer.fr/defimanche).

4.3. Partenariats et collaborations

4.3.1. Partenariat recherche et enseignement supérieur

Concernant les collaborations scientifiques, l'Unité HMMN continuera à s'appuyer sur le réseau relativement dense établi jusqu'alors, notamment grâce au Chantier Manche, qui sera entretenu par les projets européens et nationaux dans lesquels elle est engagée (cf. Section **Error! Reference source not found.**). Pour rappel, celles-ci incluent essentiellement des instituts nationaux ou Universités d'Europe du Nord (Angleterre, Belgique, Danemark, Pays-Bas, Norvège...), certaines équipes universitaires ou d'écoles d'ingénieurs françaises majoritairement du nord de la France (ex. PRES Université Lille Nord de France, Université de Rouen, Université de Caen, AGROCAMPUS-Ouest) mais également de l'IRD, du MNHN et du CNRS, sans bien sûr oublier les Unités Ifremer comme Ecologie et Modèles pour l'Halieutique (EMH), Sciences et Technologies Halieutiques (STH), et Halieutique Gascogne Sud (HGS) en halieutique, DYNamiques de l'Environnement Côtier (DYNECO) en environnement, Physiologie et Fonctionnement des Organismes Marins (PFOM) en physiologie des poissons et mollusques bivalves et Biogéochimie et Ecotoxicologie (BE) sur les contaminants. L'Unité s'attachera à se rapprocher également de l'UMR 212 EME (Ecosystèmes Marins Exploités ; IFREMER-IRD-UM2) avec laquelle des convergences thématiques évidentes apparaissent −concernant notamment les habitats, la structuration des populations et la dynamique des réseaux trophiques− mais sans que des collaborations fermes existent encore excepté au travers du projet FRB EMIBIOS.

A l'échelle internationale, l'Unité HMMN aura pour objectif de développer plus avant la collaboration bilatérale avec le Ministère Pêche et Océans au Canada en créant un Groupement de Recherche International qui pourrait faire l'objet d'un dossier de réponse à appel à projets du programme Belmont de l'ANR. Elle visera aussi à conforter la collaboration entrevue et tout juste initiée avec la Fisheries Research Agency au Japon.

A l'échelle locale, l'Unité HMMN devra préciser son positionnement au sein de la Structure Fédérative de Recherche SCALE (pilotage Université de Rouen et du Havre) et être force de proposition proactive concernant sa programmation scientifique afin d'en devenir un réel acteur. Concernant le Groupement d'Intérêt Scientifique Campus de la Mer −qui regroupe l'ensemble des laboratoires, des pôles de formation et des structures de valorisation du territoire du PRES Université Lille Nord de France dont les recherches sont relatives à la mer et à l'environnement littoral sur la façade Manche-Mer du Nord−, au-delà de son intérêt en termes d'affichage régional, il conviendra tout d'abord d'identifier les opportunités qu'il offre à l'Unité de développer de nouveaux partenariats et de compléter ses compétences, une partie des membres du GIS étant déjà des collaborateurs de l'Unité, ainsi que la plus-value réelle en termes d'obtention de moyens financiers, le GIS lui-même n'étant pas source de finances.

4.3.2. Partenariat monde socio-économique et culturel

Les partenariats avec le monde socio-économique resteront a priori les mêmes que lors du quadriennal écoulé, à savoir les différents usagers professionnels du milieu maritime (CRPMEM, Organisations de Producteurs, industriels des autres usages), les représentations locales des institutions territoriales et les services concentrés ou déconcentrés de l'Etat (Conseils Régionaux, DPMA, DIRM, etc.) et certaines institutions de diffusion des sciences auprès du grand public (Nausicaa à Boulogne-sur-Mer et la Cité de la Mer à Cherbourg).

4.4. Formation par la recherche

Bien que l'enseignement ne fasse pas partie des missions de l'Ifremer, l'Unité HMMN s'attachera à développer la formation par la recherche plus avant. Ceci passera par l'incitation systématique des personnels Cadres à passer leur HDR afin d'être à même d'encadrer des doctorants dans le cadre de l'affiliation de l'Unité à l'Ecole Doctorale SMRE (PRES Lille Nord de France) en tant que laboratoire d'accueil. 2 nouvelles HDR sont déjà prévues d'ici la mi-2013. L'Unité visera également une progression du nombre d'étudiants de Master et de doctorants encadrés en incitant les personnels cadres à s'investir dans ce domaine et en s'attachant à trouver de nouveaux modes de financements de ces étudiants, notamment sur recette extérieur pour ceux de Master (cf. Section 2.2), en fonction de l'évolution souhaitée des règles internes de gestion à l'Ifremer. Enfin, un effort accru devra être porté sur l'accueil de chercheurs pots-doctorants.

4.5. Diffusion des résultats

La valorisation des résultats obtenus par l'Unité se fera tout d'abord sous forme de publications dans des journaux de rang A avec pour objectif de maintenir, voire améliorer, le niveau de publication atteint durant le quadriennal écoulé. La participation à des colloques scientifiques nationaux ou internationaux constituera également un moyen de faire connaître les travaux de l'Unité et d'entretenir les collaborations voire d'en créer de nouvelles. Comme par le passé, une large part de la valorisation se fera également au travers du transfert des connaissances et des savoir-faire acquis vers les activités d'expertise que ce soit au bénéfice des politiques maritimes publiques (ex. diagnostic des pêcheries, saisines) ou des professionnels de la pêche et des autres usages. Ces transferts pourront également se faire au travers de projets communs avec les professionnels ou de leur formation. Enfin, l'Unité maintiendra également son activité de diffusion des sciences vers les organismes institutionnels, les gestionnaires et politiques par l'organisation d'événementiels (ex. Chantier Manche), mais aussi vers le grand public, que ce soit par la communication vers les médias de tous types ou par la participation à des évènements tels que la Fête de la Science.