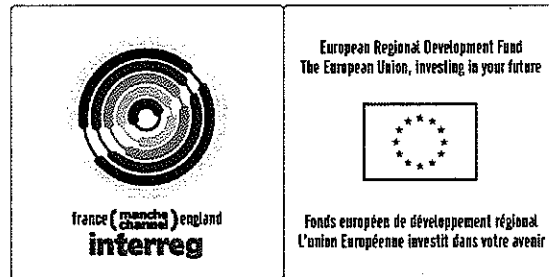


**Projet Interreg IVA
CHARM 3
(CHannel intégréd Approach for marine
Resource Management)**



Ce projet a été sélectionné dans le cadre du programme européen de coopération transfrontalière INTERREG IV A France (Manche) – Angleterre, cofinancé par le FEDER.

1) Le résumé du projet

La Manche et le sud de la mer du Nord sont des mers depuis longtemps fortement anthropisées (pêche, tourisme et activités de loisirs, extraction de granulats marins, circulation maritime, zones portuaires, fret international, zones estuariennes dégradées, éoliennes off-shore, ...), présentant des enjeux économiques considérables et soumises à une multiplicité d'utilisateurs ayant des intérêts fréquemment antagonistes. Malgré ces pressions, les ressources naturelles (halieutiques, conchylicoles, minérales) de ces zones suscitent bien des convoitises, au niveau national et européen. La demande sociétale, institutionnelle (UE, Etat et collectivités territoriales) mais aussi de sociétés civiles (pêcheurs, industriels, ONGs, ...), pour analyser les réponses de l'écosystème et de ses ressources aux différents types de contraintes, dont le changement climatique, est très forte et ne cesse de croître.

Une connaissance approfondie de cette zone maritime est donc nécessaire afin de préserver ce fragile écosystème soumis à de fortes pressions anthropiques : de plus, il est essentiel que les pays riverains aient une vision commune de la gestion de cet écosystème pour une exploitation durable de ses ressources. De fait, des systèmes d'intégrations et de synthèses des connaissances sur les écosystèmes et le développement de nouvelles recherches sont indispensables à travers la mise en œuvre d'une démarche écosystémique de la gestion des ressources marines pour améliorer les expertises de management et de planification délivrées à l'autorité publique.

Dans ce contexte, les projets INTERREG III A CHARM 1 & 2 ont permis une première approche pluridisciplinaire dans ce secteur maritime, tout en ayant une approche novatrice en modélisation spatiale des écosystèmes. Le projet CHARM 3 s'appuiera sur les résultats obtenus précédemment pour développer une démarche écosystémique pluridisciplinaire ambitieuse et aura pour vocation d'élargir le champ des investigations à l'échelle du bassin de la Manche.

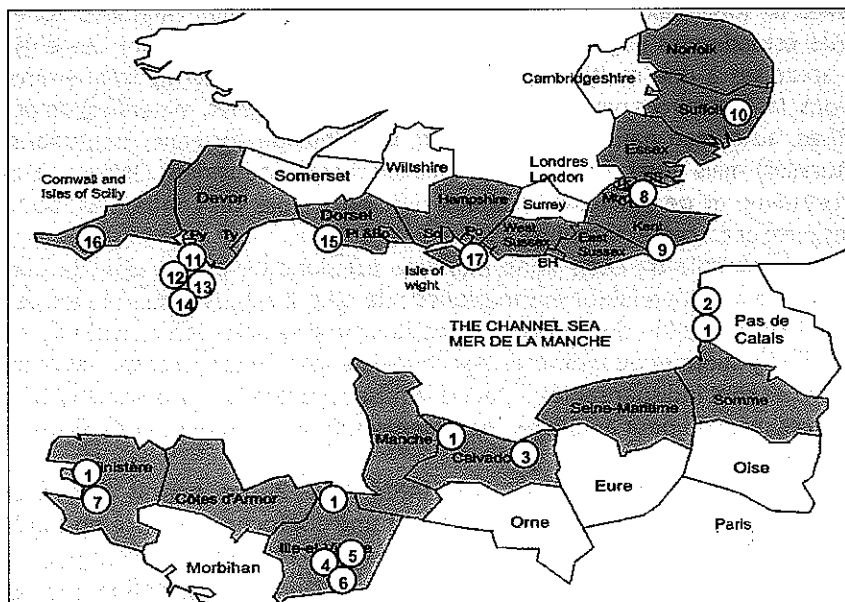
Les objectifs du projet porteront principalement sur trois axes regroupant 17 actions :

- Collecte, standardisation & cartographie de l'information : 1 [Inventaire des données physiques, environnementales, biologiques et d'activité humaine disponibles en Manche], 2 [Phyto- & zoo-plancton, Inventaire des taxons planctoniques caractéristiques, Variation spatio-temporelle de la production primaire], 3 [Ichtyoplancton], 4 [Communautés des invertébrés benthiques, Rôle des espèces benthiques invertébrées "ingénieurs", Identification des habitats benthiques sensibles], 5 [Classification des habitats marins], 6 [Données d'exploitation commerciale des espèces halieutiques, Données d'exploitation (débarquements, effort de pêche), Communautés de pêcheurs], 7 [Législation];
- Intégration de l'information par la modélisation : 8 [Cartographie & modélisation de l'habitat], 9 [Contexte économique, Dynamique des communautés halieutiques & viabilité des pêcheries, Diversification des activités de pêche, Contexte économique de la zone marine Manche], 10 [Changement climatique, Changement de composition des communautés benthiques, Changement de distribution des espèces et communautés halieutiques, Effets du changement climatique sur les "top predators"], 11 [Approches fonctionnelles & modèles de réseaux trophiques, Conséquences des perturbations anthropiques sur la population de la sole *Solea solea*, Approche fonctionnelle des écosystèmes benthiques, Modélisation des réseaux trophiques en Manche orientale, Modélisation des réseaux trophiques des écosystèmes benthiques, Lien entre les prédateurs des niveaux trophiques élevés & les écosystèmes pélagiques], 12 [Plan de gestion spatialisé de la Manche orientale];
- Outils & dissémination de l'information : 13 [Base de données multidisciplinaire avec métadonnées], 14 [Développement d'outils, Adaptation de l'extension CLUZ, Outil SIG d'interface pour ECOSPACE, Création d'un gazetier], 15 [Atlas Internet interactif, Atlas Internet des pêcheries de la Manche], 16 [Volet édition & publication], 17 [Coordination du projet, valorisation des résultats/produits & réunions publiques].

2) Les partenaires scientifiques

Leader du projet : Ifremer CMMN

Partenaires : (2) Université de Lille (Labo. d'Océanologie et Géosciences, UMR LOG 8187), (3) Université de Caen (Laboratoire de Biologie et Biotechnologies Marines UMR 100), (4) Pôle halieutique - Agrocampus Rennes, UMR 985 et UMR 1302, (5) Laboratoire RESO (Rennes - Espaces et Sociétés)-UMR ESO 6590 CNRS-Université de Rennes 2 Haute Bretagne, (6) SAS ALKANTE, (7) Université de Bretagne Occidentale-UMR AMURE - Centre de Droit et d'Economie de la Mer, (8) University of Greenwich à Medway, (9) University of Kent, (10) Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science (Cefas), (11) Plymouth Marine Laboratory, (12) Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science SAHFOS, (13) Marine Biological Association of the UK, (14) University of Plymouth-Marine Institute, (15) Marinelifa Ltd, (16) University of Exeter-Cornwall Campus, (17) University of Portsmouth Higher Education Corporation.



3) Les actions

A - Collecte & standardisation de l'information

Action 1 Inventaire des données physiques, environnementales, biologiques et d'activités humaines disponibles en Manche

En se basant sur l'expérience et l'expertise acquise lors des phases 1 et 2 de CHARM, cette action fera un état des connaissances pour les données physiques (bathymétrie, sédimentologie, etc.), environnementales (température, salinité de l'eau, matières dissoutes, etc.), biologiques (invertébrés benthiques, plancton, espèces halieutiques, oiseaux marins, grands vertébrés marins, etc.) et d'activités humaines (zones d'extraction de granulats, activités de pêche, etc.) pertinentes aux parties orientale (travail bien avancé en phases 1 et 2) et occidentale de la Manche. Les données manquantes seront répertoriées et des protocoles de campagne multidisciplinaire visant à compléter la couverture temporelle et géographique seront établis. Les besoins d'actualisation des données historiques, présumées obsolètes du fait de l'évolution récente du système, seront précisés

Action 2 Phyto- & zoo- plancton

Le phytoplancton et le zooplancton sont des composants essentiels du réseau trophique de la Manche. Cette action se focalisera sur la production primaire et secondaire afin d'établir un indice du réseau trophique évaluant l'ensemble des niveaux trophiques inférieurs de la chaîne alimentaire pélagique. Les données générées par l'Action 2 seront mises à profit pour la calibration de modèles développés dans d'autres actions.

Action 2.1 Inventaire des taxons planctoniques caractéristiques

Elle débutera par un inventaire des taxons planctoniques caractéristiques en Manche orientale et baie sud de la mer du Nord. Ceci permettra d'étudier, sur la base de données historiques (données des réseaux côtiers et des campagnes scientifiques de l'IFREMER, séries temporelles du PML, et données du Continuous Plankton Recorder (CPR) du SAPHOS), la phénologie du phyto- et zooplancton, c à d, la dynamique des successions phytoplanctonique et zooplanctonique en relation avec les variations temporelles de l'environnement, et le long d'un gradient longitudinal. Ce travail pourra être utilisé comme référence pour des études futures sur la variabilité interannuelle et les changements à long-terme. Cet inventaire permettra aussi de poser les fondations d'une approche proie-prédateur en faisant état des espèces phytoplanctoniques et zooplanctoniques dominantes, préférantes et accessoires (au sens de l'indice de Sanders par exemple). La cartographie des principaux groupes fonctionnels du zooplancton en Manche et baie sud de la mer du Nord sera construite à partir des suivis historiques ou toujours en cours.

Action 2.2 Variation spatio-temporelle de la production primaire

Un autre objectif principal de cette action sera de quantifier la production primaire annuelle intégrée en Manche et d'estimer sa variabilité saisonnière en vue de la compréhension de ses fluctuations, dont celles des ressources halieutiques. Les facteurs biotiques et abiotiques agissant sur la production primaire seront identifiés et un produit opérationnel 'production primaire' quotidien sera mis en place. Cette approche couplera des mesures in situ à partir de transects fait sur des bateaux de la Brittany Ferries et au traitement des images satellitaires des 10 dernières années qui permettront d'estimer une climatologie saisonnière moyenne de la production primaire en Manche.

Action 3 Ichtyoplancton

La distribution spatiale des jeunes stades pélagiques des poissons (l'ichtyoplancton) est souvent mal connue bien que ces stades de développement constituent une phase critique du cycle de vie des populations, sensible aux conditions hydrologiques et trophiques. De cette phase dépend fortement le succès du recrutement sur lequel repose l'exploitation d'un grand nombre d'espèce. L'étude de l'ichtyoplancton et de leurs proies zooplanctoniques associées met en œuvre des moyens techniques rigoureux allant de l'échantillonnage à l'identification précise des espèces. Cette étude est compliquée par la difficulté de leur identification en routine, pour laquelle le développement de nouvelles méthodes de reconnaissance automatique (moléculaire et analyse d'images) constitue une avancée importante dans ce domaine. L'objectif de cette action est d'identifier et caractériser les zones de pontes, les zones de transport larvaires et leurs proies zooplanctoniques associées en Manche Orientale et sud mer du Nord pendant la période hivernale. Ceci permettra de mieux connaître leur variabilité géographique (localisation et étendue) et interannuelle, ainsi que leur sensibilité à divers paramètres environnementaux et trophiques. En particulier, l'importance de l'environnement sur la localisation des habitats de pontes sera précisée. Cette connaissance contribuera directement à la gestion durable des ressources halieutiques mais aussi aux études d'impact des activités anthropiques telles que la pêche, l'extraction de granulats marins, l'installation d'éoliennes off-shore ou à la mise en place d'Aires Marines Protégées.

Action 4 Communautés des invertébrés benthiques

Action 4.1 Rôle des espèces benthiques invertébrées "ingénieurs"

Certaines espèces benthiques dites ingénieuses participent par leur présence en forte abondance à la fois au piégeage de sédiment et à des modifications des processus de dépôt/remise en suspension. A l'échelle de la Manche, certaines espèces autochtones (les polychètes *Sabellaria* spp. et *Lanice conchilega* formant des récifs et les *Ophiothrix fragilis* formant des bancs) ou introduites comme la crépidule sont structurantes pour les interactions faune/sédiment. Les surfaces occupées par ces structures (dépouillement des images sonars déjà réalisés, notamment par le CEFAS) seront estimées et une étude expérimentale des effets des populations d'invertébrés benthiques ingénieurs sur les transferts sédimentaires sera réalisée.

Action 4.2 Identification des habitats benthiques sensibles

L'objectif de cette action est de décrire la structure, composition et distribution des invertébrés benthiques en Manche orientale et sud Mer du Nord sur la base d'échantillons collectés par chalut de fond. L'information sur les espèces et les assemblages du large à méso-échelle manque souvent et l'utilisation des campagnes scientifiques halieutiques comme plate-forme permet l'observation de la macro-épifaune et méga-faune sur des zones géographiques très étendues. Les espèces observées par chalut de fond représentent la partie sessile de la faune de macro-invertébrés, la plus susceptible d'être affectées par les activités de chalutages de la pêche. Elles constituent donc des indicateurs des habitats benthiques sensibles à l'effort de pêche très précis. De plus, du fait des larges zones balayées par le chalut, ces observations représentent un habitat sur une échelle plus grande que celle généralement étudiée à l'aide de bennes. Cette échelle pourrait être plus adéquate écologiquement pour étudier la distribution des poissons qui tendent à utiliser des habitats distincts pour se nourrir ou se reposer et où l'information à l'échelle d'une benne est inappropriée.

Action 5 Classification des habitats marins

Cette action a pour but d'élaborer une classification des principaux habitats dans la zone étudiée au sens de la Directive Habitat ou de la classification européenne EUNIS en tenant compte concomitamment des structures océanographiques, sédimentaires, macro-benthiques et piscicoles. Cette approche s'appuiera sur les travaux initiés lors des phases 1 et 2 de CHARM et d'autres programmes de recherche (ex. MESH/JNCC). Cette classification sera complétée par l'acquisition de séquences vidéo obtenues à l'aide de caméras vidéos (fixes ou sur rail) et d'un ROV (Remotely Operated Vehicle) des principales communautés et faciès qui auront été identifiés dans CHARM 2 et à partir d'une radiale ouest-est dans la partie Manche Centrale où il existe encore un besoin de prospection.

Action 6 Données d'exploitation commerciale des espèces halieutiques

Action 6.1 Données d'exploitation (débarquements, effort de pêche)

Dans le cadre du Système d'Informations Halieutiques (SIH), IFREMER a développé une base de données unique, Harmonie, ayant pour vocation de rassembler l'ensemble des données de son réseau d'observation, allant des statistiques de pêche (déclaration de captures et d'effort, ventes, données VMS [1] de suivi des navires de pêche, etc.), données économiques, données d'échantillonnages biologiques acquises à terre ou en mer. Parallèlement, le SIH développe dans l'environnement d'Harmonie les requêtes de traitements de données de statistiques de pêche et les outils de communication permettant l'édition de produits standards à des échelles variées : géographiques (lieux d'origine des navires, secteurs de pêche), flottilles, espèces, métiers... Ces produits, indicateurs et tableaux de bord, permettent de décrire l'activité de pêche et d'exploitation commerciale des espèces halieutiques. Cette base de données sera utilisée pour stocker les données des différents partenaires, au moins sous une forme agrégée. Il sera alors possible de mettre en œuvre l'ensemble des fonctionnalités disponibles dans l'environnement d'Harmonie en matière de production d'indicateurs agrégés et de produits, appliqué à la Manche. Ce travail permettra également de caractériser les différents métiers exercés en Manche (Bateau, engin, espèces cibles, zones de pêche et stratégie). Les données VMS (Vessel Monitoring System) des navires britanniques et français (après accord de

la Direction des Pêches Maritimes et Aquaculture sur le niveau de restitution des données) actifs en Manche seront rassemblées, standardisées et mises en commun. L'ensemble de ces données permettra de quantifier et de cartographier les modèles d'effort de pêche et serviront à la calibration des modèles développés dans les actions 10 et 11.

Action 6.2 Pêcheries en Manche: culture, perception des lieux et marchés éthiques (va inclure du travail de 14.3)

Les pêcheries sont intégrées dans d'autres systèmes (sociaux, économiques, etc.). Afin de comprendre la durabilité des pêcheries, une approche holistique, qui considère l'industrie de la pêche au sein d'un réseau plus large d'activités, est nécessaire. Les pêcheries ont un impact sur plusieurs dimensions (économique, sociale et environnementale) géographiques de la durabilité. En plus de l'impact économique des pêcheries (local au niveau des ports, mais aussi régional), de nombreuses villes côtières qui supportent des flottes de pêche sont riches d'un véritable héritage culturel basé sur l'industrie de la pêche. C'est cet héritage culturel qui peut ensuite engendrer une réelle "perception des lieux" pour les résidents ainsi que les visiteurs et l'industrie du tourisme. En Manche, des mesures sont en train d'être implémentées afin de réaligner l'effort de pêche aux stocks actuels de poisson. Il est nécessaire de mieux comprendre les interactions entre la pêche, les communautés de pêcheurs et la communauté au sens plus large (résidents, entreprises), afin de mieux estimer les facteurs qui peuvent aider ou prévenir la prospérité future. Cette action (basée sur des méthodes qualitatives) complétera l'action existante 9.2 (qui se concentre sur l'activité économique), en considérant les pêcheries dans un contexte plus large. Seront étudiés: (i) les relations entre la pêche et la perception des lieux et leur importance pour d'autres activités économiques, comme le tourisme par exemple; (ii) la signification culturelle de la pêche pour les acteurs de cette industrie (une tradition ou seulement une activité économique?); (iii) les possibilités offertes par la croissance d'un marché éthique, ainsi que des produits locaux authentiques; (iv) les pêcheries dans le contexte de l'écotourisme; (v) les opinions des pêcheurs sur l'état de leur industrie et leur futur; et (vi) les opinions des résidents et entreprises dans les ports de pêche sur le futur de l'industrie.

Action 7 Législation

Les approches réglementaires françaises et britanniques d'administration (ex. transport maritime, pollution, extraction de granulats et de minéraux) et de gestion et de conservation des ressources marines dans la Manche orientale seront directement comparées dans le but d'établir si ces dernières sont compatibles et concordantes. Ce travail débutera par une évaluation des approches réglementaires, qui sera étendue à la Manche Orientale au niveau national, ce qui complétera donc le travail effectué pendant les phases 1 et 2 de CHARM dans la partie Est de la zone d'étude. Au final, cette action rassemblera toutes les approches réglementaires principales françaises et britanniques, aux niveaux national, communautaire et international, d'administration et de gestion de la conservation des ressources marines dans la Manche. Une partie importante du travail consistera à développer, à partir du prototype initié en phase 2, un Système d'Information Géographique (SIG) rassemblant le plus d'informations possible sous forme de couches géographiques, permettant de visualiser les réglementations diverses ayant un caractère spatial, et aussi de détecter certains conflits entre les approches des différents niveaux. En capitalisant sur (entre autres) l'expérience acquise dans le cadre du SIG-DPMA Pêche et Réglementation développé par Ifremer, un volet réglementaire trans-national sera développé à l'échelle de la Manche dans son SIG en ligne, en s'appuyant sur le serveur Sextant V3.

B - Intégration de l'information par la modélisation

Action 8 Cartographie & modélisation de l'habitat

Cette action verra la production des cartes et autres documents graphiques, pour l'ensemble des domaines sous études sur la zone étudiée. A l'aide des techniques de manipulation et d'analyse de données, de cartographie et de modélisation d'habitat mises au point lors des phases 1 et 2 de HARM, les données (d'origine britannique et française) rassemblées dans le cadre d'autres actions seront standardisées, incluses dans les bases de données existantes (développées lors des phases 1 et 2 de CHARM) et cartographiées afin d'obtenir, une couverture temporelle et géographique la plus étendue possible, de la Manche, parties

orientale et occidentale. Des données de distribution de vertébrés marins seront mises en relation avec les caractéristiques biologiques et la distribution spatiale des activités de pêcheries obtenues par VMS (EXETER, UoP-MI). Finalement, les données provenant de campagnes récentes en Manche Est (campagnes LOG USTL, CEFAS et IFREMER) ou jusqu'ici non disponibles (ex. Action 2) seront incluses dans les bases de données et cartographiées. Toutes les nouvelles cartes seront incluses dans l'atlas interactif en ligne qui a été développé lors de charm2. Les modèles existant d'habitat d'espèces halieutiques seront améliorés par l'addition de données de campagne récentes et de l'effort de pêche.

Action 9 Contexte économique

Action 9.1 Dynamique des communautés halieutiques & viabilité des pêcheries

Des changements importants sont actuellement observés dans les écosystèmes marins et les activités humaines, en particulier les pêcheries, qui en dépendent. Cette action a pour but d'analyser de concert l'étendue des changements observés dans les systèmes de communautés halieutiques et de pêcheries (en termes écologique et économique) en Manche, pour les quelques décennies passées. Ces systèmes sont considérés comme co-évolutifs à l'échelle régionale, et sous le contrôle du climat, des marchés internationaux et de la gouvernance. L'analyse sera basée sur : (i) une revue des connaissances sur les pêcheries de la Manche, (ii) la compilation et l'analyse combinée de séries de données temporelles liées au statut des ressources halieutiques exploitées, à la dynamique économique des pêcheries, et aux conditions environnementales, économiques et institutionnelles du secteur; et (iii) la modélisation bioéconomique des pêcheries de la Manche, s'appuyant sur les travaux antérieurs conduits en collaboration par des équipes françaises (UBO-AMURE, Agrocampus-Rennes, IFREMER) et britanniques (CEMARE, CEFAS). Le résultat attendu est une évaluation des principaux facteurs d'évolution du système productif halieutique de Manche et de sa durabilité. Cette action renforcera les collaborations entre spécialistes des ressources halieutiques et économistes, de façon à permettre le développement d'une approche intégrée de la gestion de l'écosystème marin.

Action 9.2 Diversification des activités de pêche

En ce qui concerne la production marchande des entreprises de pêche, des opérations de diversification sont envisageables. Pour les services non marchands, de nombreuses possibilités apparaissent avec l'importance des thématiques de pêche durable, de préservation de l'environnement, les liens avec les énergies marines et le développement d'activités liées à la culture maritime. Le développement de ces activités a pour conséquence d'accroître le chiffre d'affaires des entreprises de pêche et ceci peut se traduire par une modification de leur effort de pêche. Dans cette perspective, cette action aura pour but de recenser et d'analyser (en termes économiques, par rapport aux activités de production) les pratiques de diversification existantes en Manche par le biais d'enquêtes et d'entretiens, d'analyser la propension des pêcheurs à s'engager dans cette voie et de déterminer les facteurs de blocage (limites sociales, économiques et juridiques) et de développement de cette stratégie. Un travail similaire est en cours de réalisation en Bretagne.

Action 9.3 Contexte économique de la zone marine Manche

La "valeur économique" de la Manche résulte, d'une part, des activités économiques qui en exploitent les ressources minérales (granulats), biologiques (pêche, aquaculture) et physiques (transport maritime, conduites et câbles sous-marins, production d'énergie) ; d'autre part, des impacts environnementaux de toutes ces activités économiques et des interactions entre elles. Cette action a pour objectif de cadrer le contexte économique des influences anthropiques étudiées par le projet et fera le point sur l'ensemble des activités exploitantes à travers des indicateurs-clefs standard : chiffre d'affaires, valeur ajoutée, emploi, nombre d'entreprises, revenu distribué, activités en volume (tonnages extraits, tonnes-km de transport, trafic portuaire selon provenances, destinations et types de fret). Elle localisera les activités : zones d'extraction, routes principales de transport, zones portuaires principales. L'action pourrait être couplée ultérieurement à un jeu d'indicateurs de développement durable traduisant les impacts environnementaux des activités exploitantes. Les résultats de cette action seront utilisés dans le cadre du plan de gestion spatialisé de la Manche orientale (Action 12).

Action 10 Changement climatique

Les climatologues prévoient une augmentation entre 1 et 2,5°C d'ici 2050. Si de telles valeurs étaient atteintes, la sole et la morue disparaîtraient probablement de cette région avec toutes les conséquences économiques que cela pourrait impliquer. La Manche, mer épicontinentale est aussi un carrefour biogéographique. Des modifications substantielles des systèmes benthiques et pélagiques sont à craindre si le réchauffement se poursuit. L'objectif de cette action est d'évaluer l'impact du changement climatique sur la biodiversité en Manche et d'en prévoir l'évolution. Ces outils d'anticipation des risques liés aux variations du climat fourniront un support à la mise en place d'une stratégie de gestion de la biodiversité et d'exploitation de la ressource à long-terme en Manche.

Action 10.1 Changement de composition des communautés benthiques

Dans cette action, des cartes de probabilités de présence d'espèces clés benthiques et démersales seront réalisées pour la période 1960-2007 par le développement d'outils mathématiques nouveaux. Ces cartes seront comparées avec les observations actuelles et cette approche permettra de recalibrer les modèles. Une analyse prospective sera effectuée à partir de scénarios possibles de changement de composition des communautés benthiques et d'évolution spatiale de la biodiversité (2025-2050, 2100), en fonction des changements de température. Des indicateurs biologiques des conditions hydro-climatiques seront développés, aux échelles côtière et océanique. Des relations potentielles entre la variabilité des processus biologiques et hydro-climatiques à différentes échelles spatio-temporelles seront décrites de la méso- à la macro-échelle. Des comparaisons inter-régionales sur le couplage biologie-climat à échelles spatio-temporelles variables seront réalisées et la réponse des processus biologiques en fonction des conditions hydro-climatiques sera modélisée. Ces prédictions seront testées par l'expérimentation et l'observation *in situ*.

Action 10.2 Changement de distribution des espèces et communautés halieutiques

Les modèles d'habitat de distribution d'espèces développés sous CHARM1 et 2 décrivant les préférences environnementales des principales espèces halieutiques et de certaines de leurs écophases seront enrichis/améliorés de façon à inclure l'effet de l'effort de pêche et quantifier l'effet relatif de chacune de ces composantes sur les populations. Ces modèles seront exploités pour simuler l'effet du changement climatique sur leur distribution. La modélisation des facteurs environnementaux structurant la communauté halieutique de Manche Orientale permettra d'appliquer cette même approche à l'ensemble du peuplement halieutique. Cette approche fournira un aperçu des changements possible dans l'abondance et la distribution de ces espèces ainsi que de l'évolution possible de la biodiversité de la zone en fonction de scénarios de changement climatiques simples. Afin de compléter ces analyses de population et de communauté, des espèces halieutiques d'importance écologique et/ou commerciale seront taguées avec des instruments électroniques à mémoire qui permettront d'étudier en temps réel l'utilisation de l'espace et de l'habitat marin. Ces données seront utilisées pour l'étude des réponses d'espèces halieutiques à des régimes thermiques changeant, de façon saisonnière ou inter-annuelle, ce qui est indispensable pour prédire les changements au niveau des populations.

Action 10.3 Effets du changement climatique sur les prédateurs supérieurs

Les variabilités du climat au long-terme peuvent aussi avoir des implications sérieuses sur les « top predators », c'est-à-dire les prédateurs situés au sommet de la chaîne alimentaire. En utilisant des données françaises et britanniques détaillées et à long-terme sur la biologie reproductive et l'écologie d'alimentation des oiseaux marins (EXETER, UoP-MI), il est possible d'étudier l'influence des changements climatiques sur les vertébrés marins qui se reproduisent et se nourrissent en Manche. De plus, l'intégration de ces données avec d'autres données à long-terme, cette fois sur les proies de ces prédateurs (SAHFOS), produit un outil prédictif puissant sur les conséquences de changements présents et futurs de l'écosystème en Manche. Comprendre ce processus permet non seulement de mieux comprendre le fonctionnement des réseaux aquatiques trophiques, mais est aussi vital pour la conservation et gestion de l'écosystème.

Action 11 Approches fonctionnelles & modèles de réseaux trophiques

Action 11.1 Conséquences des perturbations anthropiques sur la population de la sole *Solea solea*

Cette approche a pour but de quantifier les conséquences des perturbations anthropiques (perte d'habitat, contaminants organiques, activités de pêche, etc.) sur le renouvellement de la population en Manche Orientale. Des modèles établissant le lien entre les perturbations des habitats de nourriceries, les captures de pêches et le recrutement de la population seront développés. Des modèles matriciels de population, permettant d'analyser les conséquences de la qualité de l'habitat sur le renouvellement de la population seront appliqués à la sole de Manche Orientale. Pour cette espèce, de nombreuses données décrivant l'abondance et les conditions environnementales associées existent et ont été accumulées lors des projets CHARM 1 & 2 et, depuis plusieurs décennies les comités d'experts du CIEM ont fournis des informations solides sur l'état des populations adultes de sole.

Action 11.2 Approche fonctionnelle des écosystèmes benthiques

La connaissance, par une approche expérimentale, des capacités des espèces benthiques à supporter des modifications des concentrations d'oxygène et de sa profondeur de pénétration ainsi que des flux de matière à l'interface eau/sédiment permettra d'avoir des premières tendances sur la valeur écologique des assemblages faunistiques à moyen terme. En retour, le rôle de la macrofaune sur les transferts dissous est une des composantes essentielles du fonctionnement chimique des sédiments superficiels, qu'il convient de quantifier. Ainsi, l'approche descriptive des écosystèmes benthiques sera complétée par une approche fonctionnelle, c'est-à-dire, une estimation des capacités de production de deux habitats majeurs rencontrés : le peuplement des cailloutis et le peuplement des sables fins à *Abra alba*. Cette approche fonctionnelle devrait permettre de quantifier la production et la respiration carbonée pour chaque faciès, et donc de dresser le bilan hétérotrophe ou autotrophe des sédiments superficiels. Les résultats obtenus pourront être utilisés soit comme paramètres dans les modèles de réseaux trophiques (ex. Ecopath) soit comme validation de ces mêmes modèles, et permettront aussi d'envisager l'impact que pourrait engendrer une modification de la répartition de ces faciès sur le fonctionnement des écosystèmes côtiers de Manche.

Action 11.3 Modélisation des réseaux trophiques en Manche Orientale

Cette action a pour objectif d'identifier les mécanismes généraux qui structurent les réseaux trophiques en Manche Est en utilisant deux approches : La première fait suite aux travaux de la phase 2 qui a vu le développement d'un modèle (i) déterminant les liens trophiques entre les différentes espèces des communautés végétales et animales marines, (ii) identifiant les flux d'énergie et de biomasse dans les réseaux trophiques marins et (iii) évaluant comment les activités humaines modifient le fonctionnement de ces réseaux trophiques. Le modèle spatialisé de fonctionnement de la Manche Orientale basé sur les réseaux trophiques (Ecopath avec Ecosim) et les modèles d'habitats (Ecospace) seront donc réutilisés et améliorés. La seconde approche sera basée sur la géomorphométrie pour explorer les relations allométriques qui gouvernent les relations proies-prédateurs et pour prédire l'alimentation écologique des espèces de poissons à partir de considérations fonctionnelles. Elle fournira ainsi un modèle simplifié de la dynamique du réseau trophique marin structurée en fonction des facteurs morphométriques déterminants de la relation proie-prédateur. Les résultats de ce modèle simplifié seront comparés à ceux obtenus par le premier type de modèle trophique.

Action 11.4 Modélisation des réseaux trophiques des écosystèmes benthiques

Une approche du compartiment benthique basée sur des critères fonctionnels considérant une large gamme de traits biologiques exprimés par les organismes (groupes trophiques, techniques reproductive, espérance de vie, mobilité etc.) et non leur simple présence, permettra d'évaluer comment le fonctionnement varie selon les assemblages. D'autres compartiments biologiques, comme le phytoplancton dans la mesure où la production primaire est un des facteurs clés dans la répartition des espèces benthiques, seront également étudiés. Un modèle type ECOPATH, ou d'autres modèles alternatifs, seront appliqués à ces unités pour ensuite envisager les relations entre-elles au niveau de l'estimation des flux d'énergie. Ce modèle ECOPATH, spécifique au fonctionnement du compartiment benthique, sera développé pour l'ensemble de la

Manche Orientale. Un affinement de la précision des résultats du modèle par une application de ce dernier à des zones plus restreintes du bassin orientale de la Manche pourrait permettre une meilleure compréhension de l'écosystème. Cette approche devrait permettre de déterminer si la communauté benthique du bassin oriental de la Manche doit être considérée comme une seule unité de fonctionnement ou si elle est composée de plusieurs sous-unités plus ou moins indépendantes ou connectées entre elles. Le modèle pourra aussi être validé en utilisant des données (collectées ou déjà disponibles) sur de petites zones en Manche occidentale, de façon à extrapoler les conclusions concernant l'étendue des communautés en Manche et leur connectivité sur une plus grande échelle spatiale. Le couplage avec des manipulations expérimentales pourrait permettre la comparaison des résultats de sorties de modèles (Flux, Stock de Carbone) avec des mesures fiables et contrôlées, ce qui permettra d'assurer une certaine garantie dans la réalité et la précision du modèle.

Action 11.5 Lien entre les prédateurs des niveaux trophiques élevés & les écosystèmes pélagiques

Le composant final de cette action a pour but de lier les communautés halieutiques situées en milieu de chaîne trophique avec les communautés de « top predators ». Des communautés des « top predators » existent en Manche ; en utilisant les données sur les flux d'énergie (modèles ECOPATH et ECOSIM), il est possible d'étudier les conséquences d'un système dynamique pour la mégafaune d'importance internationale. Cette approche permet une gestion environnementale au niveau écosystémique.

Action 12 Plan de gestion spatialisé de la Manche orientale

Les données biologiques (ex. invertébrés benthiques et espèces halieutiques) et d'activités humaines (extraction de granulats, trafic maritime, tourisme, ports internationaux, risques maritimes tels que la pollution et les accidents, données ethnographiques, etc.) seront utilisées pour étudier les problématiques spécifiques à la planification de la conservation en Manche orientale, et pour réduire leur impact. Ce travail se basera sur les résultats scientifiques préliminaires obtenus pendant la phase 2 de CHARM, avec le logiciel MARXAN. Une part importante du travail visera à établir les objectifs de conservation et les indices de biodiversité. Les pressions anthropiques sur la biodiversité seront modélisées, et les processus écologiques représentés. Cette approche permettra de mettre en évidence les zones sensibles pour le maintien de la diversité de l'écosystème de Manche orientale. Les résultats représenteront le côté « scientifique » de la gestion spatialisée en mer, et les résultats devront ensuite être discutés avec les intervenants de la zone (ce travail ne sera pas effectué dans cette action). Le travail accompli dans cette action est d'une très grande importance : les gouvernements européens prévoient en effet d'établir un réseau cohérent d'Aires Marine Protégées (AMP) pour 2012.

C - Outils & dissémination de l'information

Action 13 Base de données multidisciplinaire avec métadonnées

Une base de données multidisciplinaire sera créée, qui intégrera l'ensemble des bases de données plus spécialisées qui sont utilisées dans les diverses actions du projet. Cette base de données générale constituera un outil de valeur pour les gestionnaires de la zone CHARM car il évitera les duplications d'effort (par ex. la collection de nouvelles données quand celles-ci sont déjà disponibles et listées dans la base de données). La grande majorité de l'information contenue dans cette base de données sera géo-référencées, et des métadonnées préciseront par ex. les conditions d'utilisation, l'origine des données, la disponibilité des couches géographiques, etc.

Action 14 Développement d'outils

Des outils SIG d'utilité transversale seront développés au cours du projet. Ceci découle de la nécessité d'intégrer les résultats et produits clés des phases 1, 2 et 3 de CHARM en des outils de gestion spatialisée. Certains de ces outils (11.3, 12) auront pour objet d'aider à résoudre des problématiques de conservation spécifiques, comme par exemple l'extraction de granulats, dans le but de quantifier les impacts potentiels et les liens spatiaux dans la zone CHARM.

Action 14.1 Adaptation de l'extension CLUZ

Cette action a pour but d'adapter l'extension SIG CLUZ actuelle (couramment utilisée dans 83 pays par plus de 800 planificateurs de la conservation, étudiants, chercheurs, etc.) à l'utilisation sous la version la plus récente d'ArcGIS (versions 9+). Cet outil unique, qui joue le rôle d'interface entre MARXAN (logiciel de planification de la conservation) et le logiciel ArcGIS, fonctionne uniquement avec une ancienne version d'ArcGIS (version 3.2). Le travail affiché consiste à adapter cet outil CLUZ afin qu'il soit compatible avec les récentes versions du logiciel ArcGIS (9+) utilisées dans le traitement des données pour ce projet CHARM, mais aussi à travers le monde. De plus, la nouvelle extension CLUZ pourra exporter les résultats directement dans l'outil d'interface SIG pour ECOSPACE (Action 14.2). A l'aide de ce nouvel outil CLUZ, le plan de gestion durable (développé dans l'Action 12) pourra ainsi être utilisé pour aider à réduire les impacts de processus spécifiques et spatialement bien délimités (ex. extraction de granulats) sur la biodiversité de la zone CHARM. Cet outil pourra aussi être plus tard utilisé pour planifier les systèmes d'AMP, que ce soit en Manche ou ailleurs.

Action 14.2 Outil SIG d'interface pour ECOSPACE

Cette action fournira un outil SIG d'interface entre ECOSPACE (Open Source) et des données spatialisées. Ceci permettra d'utiliser le modèle ECOPATH pour, dans un premier temps, évaluer l'impact des activités humaines actuelles sur le réseau trophique de la Baie de Seine et de la Manche orientale. Dans un second temps, il pourra être utilisé pour évaluer des scénarios potentiels de gestion des activités humaines prenant en compte les effets indirects de ces activités, de sorte à être respectueux de l'ensemble des espèces constituant le réseau trophique.

Action 14.3 Création d'un gazetier

Un gazetier (localisation de la toponomie) sera créé, c'est à dire un glossaire de noms de lieux (les ports, les bancs de sable, les caps, etc.), qui inclura les coordonnées géographiques et toutes autres informations pertinentes (type, profondeur, population, etc.). Ce gazetier sera ensuite intégré dans l'atlas interactif afin de faciliter les recherches d'information. Ce travail sera complété par une étude linguistique et épistémologique des noms de lieux dont les origines sont diverses (noms liés à des fortunes de mer ou à la géographie et à la géologie ; noms liés à des aspects relatifs à des caractéristiques environnementales et aux activités humaines dont les activités halieutiques). Ces noms ont un intérêt primordial pour mettre en évidence certaines évolutions historiques pour lesquelles nous ne disposons pas de vraies données chiffrées.

Action 15 Atlas Internet interactifs

La plateforme IFREMER/Agrocampus existante "SIH-Harmonie" pourra être utilisée pour héberger l'ensemble des produits des partenaires du projet et mettre en œuvre un atlas double en ligne.

Action 15.1 Atlas CHARM interactif

Fort d'une base de données unique intégrant l'ensemble des données de son réseau d'observation, IFREMER développe un SIG permettant la visualisation sous format cartographique de données géo-référencées, et en particulier les données de statistiques de pêche de la flotte française (voir Action 15.2). Dans ce cadre, IFREMER propose également d'héberger et représenter les travaux produits par les partenaires, notamment en intégrant l'atlas interactif développé pendant la phase 2 de CHARM. Cet atlas commun sera donc enrichi de nouvelles couches et verra ses fonctionnalités améliorées (en terme d'outils disponibles à l'utilisateur pour obtenir à l'écran le résultat désiré, par ex. la calculatrice raster, le calcul de statistiques, etc.).

Action 15.2 Atlas Internet des pêcheries de la Manche

Au delà de la mise à jour de l'Atlas des pêcheries de Manche" (document publié en 2003), il s'agira de continuer le développement d'un atlas des pêcheries de Manche, pouvant être plus facilement mise à jour.

Le développement de ce produit sera découpé en un certain nombre de phases incluant la définition d'un plan, la constitution d'une liste d'indicateurs à insérer dans des fiches types, la réalisation de requêtes sur les bases de données nationales pour créer ces indicateurs et la validation des fiches indicateurs (indice de qualité de la donnée).

Action 16 Volet édition & publication

Comme lors des phases 1 et 2, un atlas papier sera produit ; ce document se révèle déjà être un excellent moyen de diffuser les informations relatives au projet, touchant un public très large, du scientifique jusqu'au non expert, en incluant les gestionnaires. Le site Internet (qui comprend l'atlas interactif) créé pendant la phase 1 et considérablement amélioré pendant la phase 2 continuera d'être développé en terme de fonctionnalité, et enrichi en ce qui concerne son contenu.

Action 17 Coordination du projet, valorisation des résultats/produits & réunions publiques

Cette dernière action, indispensable au succès du projet, permettra d'assurer une bonne gestion et coordination des aspects multiples de ce projet pluridisciplinaire. Bien que ce rôle soit la responsabilité de l'institution chef du projet, tous les partenaires contribueront (au prorata de leur budget institutionnel) aux coûts. Un travail considérable de valorisation des résultats et produits du projet aura lieu sous diverses formes (presse, matériaux imprimés, tels que des brochures, séminaires, ateliers, etc.). Un nombre d'intervenants (dont les organismes chargés de l'étude d'impact pour l'extraction des granulats, les éoliennes en mer, etc.) sera invité aux réunions publiques du projet, qui seront, autant que possible, traduites dans les deux langues.

