

Contribution à une stratégie nationale
de recherche en sciences marines
à l'horizon 2020



Explorer la mer
pour comprendre la terre

LA MER, L'AVENIR DE L'HOMME



AVANT PROPOS

Alors que le XXI^e siècle n'a pas encore franchi le cap de sa première décennie, deux tendances auxquelles l'humanité se trouvera confrontée, s'esquissent déjà. La première est empreinte d'un certain pessimisme, en raison des ombres indéniables qui pèsent sur la prospérité des générations actuelles comme futures : changement climatique, épuisement programmé des ressources énergétiques, menaces sur certaines sources d'alimentation humaine... Ces réalités sont autant de défis que les hommes du XXI^e siècle vont devoir surmonter s'ils veulent favoriser la seconde tendance, la voie du progrès, dont les promesses et les aboutissements renvoient globalement à la notion de « qualité de vie ».

Or, les océans pourraient permettre de faire face à certaines de ces préoccupations. On le sait désormais, la mer détient la clé du changement climatique. De la restauration et la préservation des stocks halieutiques et du développement de l'aquaculture dépendent le maintien d'une importante partie des ressources alimentaires de l'humanité. Les océans recèlent des ressources minérales dont le potentiel et l'étendue sont encore sujets de débats, mais s'avèrent aussi un vivier d'énergies nouvelles, susceptibles de prendre le relais des énergies fossiles. Le champ des possibles ouvert par les « biotechnologies bleues », avec les utilisations de molécules marines, s'annonce incroyablement vaste, et

la liste des domaines d'application potentiels ne cesse de s'allonger : industrie, santé, cosmétiques, agro-alimentaire... Enfin, sur la question du bien-être, nos concitoyens ne souhaitent plus seulement respirer l'air marin, admirer la faune et la flore marines et sous-marines, ou encore naviguer pendant leurs vacances : ils sont de plus en plus nombreux à chercher à s'installer durablement au bord de la mer, afin d'y vivre comme d'en vivre.

L'Ifremer dans un monde en mouvement

C'est précisément pour répondre à ces défis que l'Ifremer, l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, a conçu son plan stratégique. L'Ifremer est l'un des établissements de recherche marine le plus intégré au monde dont la gamme de compétences est la plus étendue. Les technologies sous-marines, la biodiversité, l'halieutique et l'aquaculture, l'environnement littoral, les ressources minérales, les biotechnologies, l'océanographie opérationnelle, comptent parmi ses missions de recherche et ses domaines de compétence et d'excellence. Etroitement articulé avec la préparation du contrat qui liera l'Ifremer avec l'État pour les années 2009-2012, le plan stratégique doit porter une ambition plus vaste, celle d'une contribution à une stratégie de recherche nationale marine. Un horizon de quatre ans est en effet très court, au regard aussi bien des enjeux dont la mer est porteuse, que du rythme de nombreux programmes de recherche. Le plan stratégique permet donc de discerner les enjeux des 10 à 15 années à venir, et de mesurer leurs implications en terme de priorités scientifiques, de stratégies de coopération, mais aussi, pour l'Ifremer, de gestion de ses ressources, et en premier lieu de ses ressources humaines.

L'élaboration de ce texte a mobilisé toute l'intelligence collective de l'Ifremer et de ses partenaires. Il porte la trace des débats qui se sont noués autour de la place qu'à l'avenir, l'Institut doit donner, dans ses programmes et ses projets, aux énergies marines renouvelables, à la biodiversité, à l'observation des conséquences du changement climatique ou encore à l'articulation entre pêche et aquaculture. Ce travail s'est

enrichi des travaux de perspective menés conjointement, en France et en Europe, avec de nombreux organismes, au cours des dernières années, ainsi que des contacts bilatéraux pris tout au long de l'année 2008. La présentation finale retenue se fonde sur l'approche intégrée des sciences et technologies marines qui, depuis près d'un quart de siècle, structure l'établissement. En effet, alors que la recherche se déroule toujours davantage sur des appels à projets à caractère transdisciplinaire, dans l'espace national comme européen, cette approche conserve plus que jamais toute sa pertinence.

L'Ifremer affirme dans ce document des ambitions précises : devenir agence de moyens pour la flotte océanographique française dans son ensemble ; renforcer ses points forts dans le domaine de l'océanographie opérationnelle côtière et hauturière, de l'exploitation des ressources minérales profondes, des énergies marines renouvelables, de la biodiversité, des biotechnologies bleues, de l'halieutique et de l'aquaculture durables, en recherchant des partenaires d'excellence, notamment avec les universités, en clarifiant ses interventions avec les autres établissements regroupés au sein du programme 187 de la loi organique relative aux lois de finances (LOLF), mais aussi en développant ses partenariats européens et internationaux.

Pour relever ces défis ambitieux, l'Institut s'engage à accomplir sur lui-même un travail important, y compris dans sa dimension managériale : certification ISO 9001 de l'établissement à l'horizon 2012 ; certification des comptes dès 2009 ; simplification et clarification du nombre de programmes et projets scientifiques ; affirmation d'une charte identitaire ; amplification et professionnalisation de la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences seront quelques-unes des idées fortes de l'Ifremer. Ainsi renforcé, il pourra apporter sa contribution à la connaissance, la protection, l'exploration et l'exploitation du monde marin, qui constituent pour la France un domaine d'excellence et d'espérance, dans l'optique du développement durable, à laquelle chacun doit désormais s'attacher. En intitulant son plan « contribution à une stratégie nationale en sciences marines », l'Ifremer affiche fortement et clairement sa conviction que seule une mise en réseau de la communauté française des sciences de la mer permettra de bâtir des réponses à la hauteur des enjeux.

LA MER AU XXI^E SIECLE

L'océan, un milieu aux spécialités multiples

Si les grands navigateurs et conquérants ont permis de connaître précisément l'étendue des océans, leur conquête est cependant loin d'être achevée. Car à la connaissance de leur superficie doit succéder celle de leur fonctionnement et celui de la vie qu'ils abritent. Explorer le milieu marin de la côte au large, de la surface au plancher océanique, afin de l'exploiter selon les règles du développement durable, c'est là tout l'enjeu des sciences marines. Or, la mer s'avère parfois difficile d'accès, et ne peut être explorée, découverte et surveillée que par des infrastructures de recherche adaptées. La mer se caractérise par une physique particulière et un fort hydrodynamisme, qui contrôlent ses cycles chimiques, bio-géochimiques et biologiques. Sa dynamique la révèle complexe, hétérogène, profonde, stratifiée mais également en perpétuel mouvement, à tel point que des stratégies d'échantillonnage adaptées sont nécessaires afin de représenter une réalité non biaisée. Elle constitue un milieu géologique unique, dont les dorsales actives sont à la base de la formation géologique des continents. Ses écosystèmes profonds sont à l'origine de la vie en mer et sur terre. Les innombrables espèces qu'elle abrite sont particulièrement délicates à étudier, en raison de leurs dynamiques et de leurs comportements migratoires, dans l'espace comme dans le temps. Le milieu marin requiert ainsi d'être étudié à toutes les échelles, du local au planétaire, dans le cadre d'une approche globale pluridisciplinaire afin de combler le déficit de connaissances accumulé par rapport aux milieux terrestres.

Les priorités stratégiques mondiales

À l'échelle internationale comme européenne, l'océan sera au centre de toutes les attentions, dans le cadre de nombreux domaines de recherche. Parmi eux : les prédictions du changement climatique et de ses impacts, l'océanographie opérationnelle, l'observation et la surveillance opérationnelle des écosystèmes, les espèces invasives, les impacts anthropiques conjugués dans la zone côtière, les outils de planification spatiale pour la gestion, notamment du plateau continental et des aires marines protégées, et le développement d'indicateurs, de méthodes et de modèles pour assurer des avis intégrés de haute qualité.

Un nouveau dispositif de recherche et de nouvelles attentes sociétales

La mise en place de ces chantiers va intervenir dans un contexte nouveau, marqué en premier lieu par les différentes réformes engagées en matière de recherche scientifique. La mise en place en France de la loi d'orientation pour la recherche et de la loi d'autonomie des universités ; la généralisation des financements par appel à projets, que ce soit au niveau régional, national ou européen ; la création de l'AERES ou encore le renforcement des pôles de compétitivité constituent de nouvelles donnes auxquelles l'Ifremer doit s'adapter. Par ailleurs, un nouvel acteur joue désormais un rôle de premier ordre : le grand public. Il prend de plus en plus conscience de l'importance d'un environnement sain et de la nécessité de la protection des services rendus par les écosystèmes marins et de leur biodiversité, et il entend de plus en plus peser dans les débats (Grenelle de l'environnement, Grenelle de la Mer). Son inquiétude est d'ailleurs partagée par l'ensemble des acteurs en raison de la quasi-unanimité scientifique sur certains sujets, tels que l'accélération du changement climatique et de ses impacts sur le niveau et l'acidification des mers, ou encore la surexploitation des ressources marines et l'insuffisance des modes de gestion classiques des ressources halieutiques.



L'IFREMER DE DEMAIN

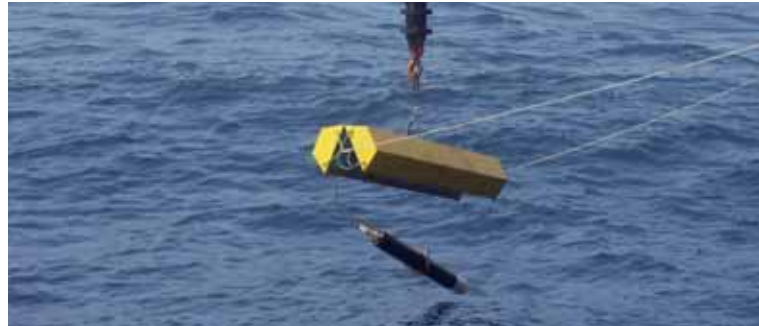
Dix axes structurants pour l'Ifremer à l'horizon 2020

Fort de sa pluridisciplinarité et d'une approche intégrée pour le développement durable, l'Ifremer a identifié dix axes structurants, en lien avec les priorités stratégiques internationales. Pour développer ces axes conjuguant continuité et renouveau, il doit viser l'excellence, et améliorer sa capacité à intégrer en partenariat des thématiques de recherches transversales. Ces dix axes ont pour point commun de requérir aussi bien des travaux de recherche en lien avec les missions d'expertise et de surveillance de l'Institut, que la mise en oeuvre de ses moyens technologiques. Ces dix axes sont :

- connaître la circulation océanique pour enrichir le diagnostic du changement climatique.
- connaître et caractériser la biodiversité marine pour mieux la préserver.
- développer la valorisation des ressources biologiques par les biotechnologies et la bioprospection.
- contribuer à une pêche et à une aquaculture durables.
- favoriser une exploitation durable des ressources minérales et énergétiques.
- enrichir les réseaux de surveillance pour répondre aux enjeux internationaux et européens.
- concevoir un système national de prévisions environnementales des milieux côtiers.
- optimiser la flotte océanographique comme très grande infrastructure de recherche.
- mettre en œuvre une stratégie nationale et européenne des bases de données marines.
- promouvoir une capacité d'innovation technologique partagée.

I / CONNAÎTRE LA CIRCULATION OCÉANIQUE POUR ENRICHIR LE DIAGNOSTIC DU CHANGEMENT GLOBAL

Déterminer des rétroactions entre la circulation océanique et le changement climatique aux différentes échelles spatiales et de temps, en y incluant l'étude des processus d'échange côte-large.



Contexte et enjeux

En démontrant de manière quasi-certaine que le réchauffement climatique actuel était lié à l'activité humaine, le GIEC a installé durablement la question du changement climatique au premier plan des préoccupations de l'opinion publique et des décideurs. Dans ce cadre, il importe d'observer et de quantifier les changements climatiques en cours dans les composantes physique, géochimique et biologique des océans et de préciser le rôle de l'océan dans le climat terrestre.

Par ailleurs, l'océan côtier est le lieu d'activités multiples, allant de la pêche et l'aquaculture au transport maritime et au tourisme. Certaines de ces activités, comme l'exploitation des énergies renouvelables, sont amenées à se développer, créant de nouveaux besoins de connaissance.

Les régions côtières sont aussi les plus vulnérables au changement global, ce qui soulève des questions allant de la gestion de l'eau au devenir des contaminants. Les organismes français concernés et, en particulier l'Ifremer, ont initié le développement d'outils (Previmer, REDEO), basés sur l'observation et la modélisation de l'océan.

Enfin, l'observation des océans par satellite et la modélisation océanique à très haute résolution ont ouvert un champ entier de recherche en révélant, à la surface de l'océan, la présence souvent systématique de fronts et de tourbillons de très petites échelles spatiales, qui prouve la variabilité organisée aux petites échelles. Or, ces phénomènes de petites échelles, très énergétiques, influent notablement sur les bilans globaux de matière et de chaleur dans l'océan.

3 enjeux ont donc été définis :

- ▶ la participation à l'effort international de diagnostic du changement climatique et de compréhension des mécanismes sous-jacents,
- ▶ l'océan à haute résolution, thème pour lequel l'Institut a su développer des compétences originales,
- ▶ l'océan côtier et les échanges avec le large dont la connaissance, compte tenu de la pression des usages, demande à être approfondie.

Objectifs et stratégie

Maintenir et pérenniser les réseaux d'observation globaux

- ▶ Étendre la capacité de mesure au-delà de 2000 mètres de profondeur, zone peu documentée de la circulation océanique

L'étude du climat nécessitant l'acquisition de séries à long terme, l'Ifremer maintiendra sa stratégie d'observation et de compréhension de la variabilité climatique de l'océan à échelle globale et dans les chantiers régionaux déjà identifiés, dans le but de définir des indicateurs, et de contribuer à l'évolution des réseaux d'observation du changement climatique pour l'océan. La compréhension des processus de variabilité océanique, qui est nécessaire à la détermination de tendances liées au forçage anthropique ou d'évolutions imprévues pouvant conduire à des changements abrupts, sera au centre des recherches.

Le couplage des cycles biogéochimiques avec l'océan physique et la compréhension des rétroactions vers le système climatique sont devenus des thématiques de recherche majeure. Aussi, l'Institut contribuera à la mise en place de mesure de routine, sur les profileurs Argo, des paramètres pertinents en bio-géochimie pour quantifier le changement climatique dans ces compartiments de l'océan.

- ▶ Contribuer au volet marin des études de diagnostic, d'attribution et de régionalisation des effets du changement climatique
- ▶ Mieux comprendre les échanges entre l'océan côtier et l'océan du large

L'analyse de l'impact à long terme du changement climatique sur la zone côtière, c'est-à-dire à de petites échelles spatiales, est un domaine assez vierge d'investigation en France, et est appelé à se développer fortement dans les prochaines années. L'Ifremer, qui a déjà développé une stratégie pour la façade méditerranéenne, possède de nombreux atouts pour se placer en position d'intégrateur de la connaissance dans ce domaine.

- ▶ Maîtriser la dynamique de l'océan à très haute résolution
- ▶ Transférer la connaissance acquise vers les systèmes d'océanographie opérationnelle

Ces dernières années, l'Ifremer a su se positionner comme leader dans l'observation et l'analyse quantitative de la petite échelle spatiale grâce à ses partenariats avec les agences spatiales (CNES, ESA) dans le domaine de l'observation et avec le JAMSTEC dans le domaine de la modélisation. L'Institut renforcera la synergie entre les efforts théoriques et numériques, l'interprétation des observations satellite de très hautes résolutions, les développements instrumentaux, les déploiements et l'analyse des mesures *in situ*. Le lien entre les observations et les propriétés 3D de l'océan permettra à l'Ifremer d'aborder les questions relatives aux capacités d'observation des phénomènes, aux conditions d'applications et d'observabilité des phénomènes, à l'élaboration des méthodes d'interprétation et des modèles numériques, puis de la gestion de l'information et de son partage. Les applications principales couvrent différents champs, allant du local au climatique, et permettra notamment de mener des études sur les tourbillons de petites et moyennes échelles. Les échanges côte-large et la meilleure connaissance des processus physiques au droit des talus permettront une modélisation réaliste.



2/ CONNAÎTRE ET CARACTÉRISER LA BIODIVERSITÉ MARINE POUR MIEUX LA PRÉSERVER

Analyser et comprendre le fonctionnement des écosystèmes marins et côtiers, et notamment français



Contexte et enjeux

L'évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (MEA) décrit la biodiversité comme le support des services rendus par la nature, qu'ils soient culturels, économiques ou environnementaux. Or, plus de 60 % des services écologiques sont, à ce jour, considérés comme détériorés. Une préservation des écosystèmes et une gestion durable des ressources, une réduction des vecteurs d'impacts et un développement de l'ingénierie écologique sont donc des questions majeures dont va dépendre directement le bien-être futur de l'homme. Contribuer à cette compréhension du rôle et des fonctionnalités de la biodiversité pour analyser la résilience des écosystèmes, développer des capacités de prévision de son évolution et une meilleure évaluation des services rendus constituent les objectifs prioritaires en ce domaine pour la recherche marine.

La question du maintien de la biodiversité dans son ensemble et de son exploitation durable est une priorité mondiale identifiée dans plusieurs conventions internationales (CBD), politiques européennes (PCP, SMM) et stratégies nationales (SNB, Grenelle de l'Environnement). Elle est fondée sur quatre axes applicables au milieu marin :

- ▶ la caractérisation et l'évaluation de la biodiversité dans toutes ses composantes (génétique, spécifique et écosystémique),
- ▶ la compréhension de sa dynamique à différentes échelles et la prévision de son évolution, notamment dans le contexte des changements globaux,
- ▶ l'évaluation des impacts écologiques, économiques et sociaux des changements,
- ▶ le développement de pratiques de gestions durables des espèces et de leurs habitats.

L'enjeu, pour l'Ifremer, est également de participer à la construction d'une vision stratégique en matière de biodiversité en appui aux décisions publiques. La sous-représentation de l'expertise scientifique française dans les instances internationales doit notamment être améliorée dans le cadre de l'initiative internationale d'expertise en biodiversité IMOSEB.

Objectifs et stratégie

- ▶ Étudier l'adaptation des espèces marines aux changements globaux et l'étude de la résilience des écosystèmes anthropisés marins

Le développement de la connaissance de la biodiversité fonctionnelle impose notamment de s'appuyer sur des inventaires spécifiques faisant intervenir des techniques de biologie moléculaire.

- ▶ Développer les recherches selon des approches se focalisant sur des « sites-ateliers » ou sur des « processus », par le biais d'une approche pluridisciplinaire associée à une coordination pluri-organismes

L'approche écosystémique, qui consiste à étudier une population donnée en fonction de ses interactions avec les autres organismes, populations, espèces, est maintenant reconnue par la communauté scientifique comme par les gestionnaires.

- ▶ Modéliser la biodiversité marine dans des systèmes complexes en y incluant la représentation des usages

Des modèles numériques cohérents, évolutifs et sous contrôle qualité sont à développer. Ils regroupent dans un cycle généralement pluridisciplinaire :

- les codes de calcul et leur résolution numérique
- la quantification et la qualification des processus
- un ensemble de données de terrain permettant de calibrer et valider les résultats

- ▶ Bâtir un partenariat essentiel avec le MNHN, les universités et les OSU pour l'élaboration des inventaires des peuplements

- ▶ Contribuer à la mise en place d'un mécanisme intergouvernemental d'expertise scientifique pour la préservation de la biodiversité profonde (en eaux internationales) IMOSEB

- ▶ Participer à l'animation de la plate-forme IPBES

La mise en place d'un travail autour des indicateurs de biodiversité marine et côtière s'impose pour la progression de la connaissance et l'expertise sur ces thèmes. Elle peut être envisagée selon différentes modalités :

- ▶ Faire un inventaire des indicateurs de biodiversité existants (tâche prévue dans le cadre du SINP et bâtir une réflexion autour du développement d'indicateurs concernant la biodiversité non exploitée
- ▶ Animer un travail sur les indicateurs de biodiversité fonctionnelle pour faire le lien avec la liste des services écosystémiques du MEA, soit 23 services regroupés dans 4 catégories
- ▶ Participer au développement d'indicateurs issus de l'écologie du paysage, en vue de pouvoir relier des informations sur la structure des paysages et le fonctionnement des écosystèmes marins et côtiers
- ▶ Chercher à mieux exploiter l'indice trophique marin en tant qu'indicateur de biodiversité fonctionnelle offrant une image dynamique des interactions société-nature
- ▶ Articuler les indicateurs de biodiversité avec des modèles de simulations permettant de tester des scénarios, de rendre les indicateurs dynamiques et de réaliser des analyses prospectives
- ▶ Contribuer au développement de réseaux de suivi de la biodiversité à partir de partenariats avec des usagers de la biodiversité



3/ DÉVELOPPER LA VALORISATION DES RESSOURCES BIOLOGIQUES

Collecter, isoler, caractériser les micro-organismes marins. Accroître la mise en valeur de l'intégralité de la biomasse marine exploitée et particulièrement celle des co-produits. Développer une recherche innovante en réponse aux exigences de différents secteurs industriels



Contexte et enjeux

Le milieu marin représente 70 % de la biosphère mais seulement 300000 espèces sur les 1,8 millions sont recensées sur la planète, pour 10 à 100 millions estimées. Cette ressource inconnue et inexploitée pourrait bien être le principal gisement de nouvelles molécules des prochaines décennies, le milieu marin ayant déjà fourni plus de 5000 molécules utilisées en pharmacologie. La nécessité de trouver de nouveaux médicaments et des systèmes de production performants notamment, offre de réelles opportunités de R&D, d'autant plus que les solutions proposées par les biotechnologies répondent à plusieurs enjeux majeurs de demain :

► **la raréfaction et le renchérissement des matières premières et des énergies fossiles : les biomasses végétales marines produites par la photosynthèse peuvent constituer une solution pour produire de l'énergie ou des matières premières d'intérêt industriel (chimie fine, pharmacie).**

► **la demande de réduction des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre des procédés de transformation industrielle : les microalgues peuvent contribuer à la séquestration du CO2, et certaines enzymes peuvent fournir des solutions alternatives de biosynthèse catalytique aux procédés chimiques actuels.**

► **le respect de l'environnement avec le traitement des pollutions qu'elles soient terrestres, marines ou industrielles.**

► **l'évolution de la législation en matière de produits chimiques (directive européenne REACH), avec l'objectif industriel de 20 à 30 % de produits d'origine naturelle à l'horizon 2030. La part des polymères biodégradables issus des biotechnologies pourrait ainsi atteindre entre 15 et 20 % du marché mondial des polymères issus de la pétrochimie au cours des prochaines décennies.**

► **la raréfaction des ressources marines en général et alimentaire en particulier, qui justifie la nécessité d'accroître la mise en valeur de l'intégralité de la biomasse exploitée.**

Enfin, moins de 50 % des espèces marines exploitées commercialement sont directement utilisées par l'Homme, le reste étant souvent considéré à tort comme déchets ou co-produits, qu'il faudra donc valoriser.

Ainsi, la gestion et l'exploitation durable de la ressource marine, dans le respect de la biodiversité, constitue un véritable enjeu planétaire.

Objectifs et stratégie

L'Ifremer possède une spécificité relativement unique qui lui permet d'accéder et de disposer de la souche d'origine marine. Il possède les moyens d'exploration puis de conservation des micro-organismes, et a développé des savoir-faire incontestables en cultures contrôlées, compétences qui le mettent en meilleure position pour aborder les espèces non encore cultivées, tant en matière de procédé que de génomique. Cela lui confère une place privilégiée pour explorer les fractions non cultivables par le biais de la «métagénomique». Des compétences et un savoir-faire spécifiques portent notamment sur les biopolymères, les enzymes, les peptides, notamment antimicrobiens, et sur la bioconversion de la ressource marine. L'Institut a également su fédérer autour de lui nombre de partenaires impliqués dans le domaine de la conversion biotechnologique de la biomasse en produits d'intérêt : il doit maintenant atteindre un niveau de cohérence grâce à une animation active de l'axe biotechnologie.

Domaine par domaine, les objectifs qu'il se fixe sont les suivants :

► Bioprospection

- soutenir les collections de micro-organismes et les élargir à d'autres micro-organismes marins non hydrothermaux
- isoler et cultiver les espèces jusqu'à présent considérées comme incultivables en s'appuyant sur les résultats de la métagénomique
- mettre en place une procédure de récolte systématique lors des campagnes océanographiques

► Biodiversité moléculaire

Mettre en place les moyens de contribuer et de répondre aux nouveaux besoins et défis en termes de nouvelles molécules visant des applications en santé humaine et animale notamment, en constituant ou en enrichissant les chimiothèques

► Environnement

Porter un intérêt particulier aux micro-organismes et aux biomolécules qui leur sont associées, dans la cadre d'applications en biotechnologies environnementales (bioremédiation, bioproduits, bioprocédés, directive REACH...)

► Bioconversion

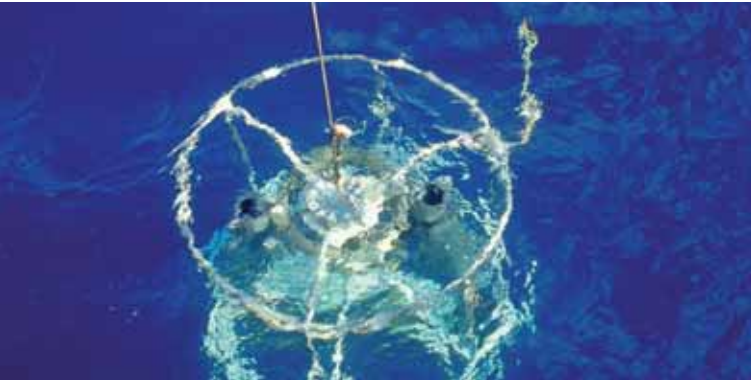
Mettre au point, développer et transférer des solutions biotechnologiques de conversion (bioprocédés) permettant de maximiser l'exploitation de la ressource dans un contexte de durabilité

► Biotechnologie des microalgues

Poursuivre et amplifier les recherches engagées visant à exploiter un large potentiel biotechnologique, plusieurs voies de valorisation énergétique s'offrant à la biomasse végétale constituée par ces microalgues, qui pourrait, à l'instar des plantes terrestres, produire de l'hydrogène, être transformée en biogaz par des procédés de méthanisation ou fournir des huiles transformables en biodiesel. Les investissements très élevés effectués très récemment par le monde industriel, devraient contribuer à faire émerger une filière de production d'énergie de masse

► Expertises internationales

Développer l'expertise scientifique et les collaborations de R&D pour participer aux échanges internationaux pour la future réglementation liée à la préservation et l'utilisation durable de la mer et de ses ressources.



4/ CONTRIBUER À UNE PÊCHE ET À UNE AQUACULTURE DURABLES

Permettre à la pêche et l'aquaculture d'assurer, d'une manière durable l'approvisionnement alimentaire en produits sains tout en répondant aux nouveaux défis de l'état des ressources, de la hausse des prix de l'énergie, de la rentabilité des entreprises et de la protection des habitats



Contexte et enjeux

D'après les prospectives de la FAO pour 2020-2030, l'aquaculture et la pêche pourraient contribuer à parts quasi égales aux 130 à 150 millions de tonnes par an de produits qui devront être destinés à la consommation humaine, contre 108 en 2005. Or, maintenir voire accroître la disponibilité des produits bioaquatiques pour l'alimentation humaine requiert à la fois un système de gestion durable des ressources halieutiques et une croissance durable de la production aquacole : c'est là un enjeu majeur des applications de la recherche marine. La pêche et l'aquaculture sont confrontées à des contraintes communes telles que impacts sur les écosystèmes et sur la biodiversité, effets du changement climatique ou encore mondialisation croissante du commerce des produits de la mer, mais aussi à des difficultés spécifiques, en particulier la surexploitation des ressources halieutiques des mers européennes et les conflits d'usage entre le développement de

l'aquaculture et autres activités déjà concentrées sur le littoral. En d'autres termes, l'enjeu n'est pas moins que la viabilité des pêches et de l'aquaculture, dont les avenir sont indissociables.

Objectifs et stratégie

► **Appliquer la démarche écosystémique aux pêcheries et aux entreprises aquacoles**

Ce principe central repose sur 4 tendances générales :

- assujettir le court terme opérationnel à une planification stratégique de long terme
- coupler l'analyse de risque et la démarche de précaution
- associer la représentation citoyenne aux acteurs traditionnels des filières pêche et aquaculture (administration, profession, recherche)
- concevoir la production durable d'aliments d'origine marine comme une contribution au développement durable en général

L'enrichissement des relations entre scientifiques et professionnels reste par ailleurs un objectif permanent : c'est dans ce sens que l'Ifremer a signé un certain nombre de chartes, notamment en 2004 avec le CNPME et la DPMA, et en 2006 avec le CNC. Les projets RECOPECA et OPTI-PECHE-Pôle de compétitivité en sont une autre illustration.

Afin d'atteindre ces objectifs, il apparaît nécessaire de maintenir certaines priorités en matière de recherche et d'expertise, mais aussi de mettre en place de nouvelles stratégies.

► Des axes de recherche et d'expertise à maintenir

En matière de recherche, l'Ifremer va poursuivre sa stratégie d'amélioration de la collecte, des méthodes d'observation à l'aide des navires océanographiques, de la gestion de données et des outils de modélisation de la dynamique des stocks exploités en les couplant à une approche économique. Il va maintenir des séries à long terme d'observation des populations exploitées, des écosystèmes et de leurs usages, dont quelques « séries de référence ». Un investissement sur les études de marquage individuel va notamment être réalisé.

L'Institut va développer de nouvelles méthodes de traitement de l'information, d'expérimentation, d'analyse, de modélisation et de diagnostic de la santé des écosystèmes. Il va également améliorer sa capacité à anticiper les crises qui affectent la filière conchylicole, et poursuivre l'effort de recherche sur les sorties de crise. Les efforts de recherche en pathologie des espèces cultivées vont être poursuivis, en particulier pour les mollusques et crevettes, en concentrant les efforts sur la connaissance des organismes pathogènes et leurs interactions avec l'hôte et l'environnement, ainsi que sur la sélection génétique, en étroite association avec le secteur professionnel. Il en sera de même pour l'amélioration de la qualité des aliments d'origine marine et le développement d'indicateurs de durabilité, ce dont témoigne déjà le contrat européen ECASA. L'Ifremer continuera également sa mission d'expertise auprès des autorités publiques, régionales, nationales ou européennes.

► De nouvelles stratégies

L'Ifremer s'attachera à approfondir la connaissance de la biologie et de l'écologie des populations ciblées par la pêche et/ou « domestiquées » par l'aquaculture en utilisant des méthodes novatrices, par exemple de biologie moléculaire. Cela consistera notamment à préciser l'empreinte écologique de la pêche et de l'aquaculture en identifiant les processus « moteurs » de la dynamique et en orientant les recherches piscicoles vers des concepts d'intensification écologique associant à la fois des critères de quantité et de qualité des productions. Il cherchera également à mieux comprendre le fonctionnement et à évaluer les performances et les capacités d'évolution des systèmes de gouvernance du secteur de la pêche et de l'aquaculture.

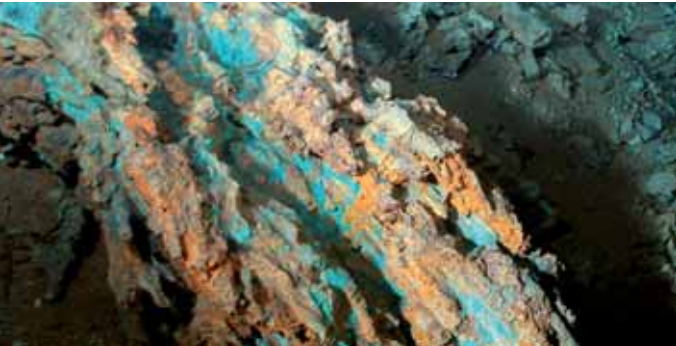
En matière de stratégie, l'Institut développera son potentiel d'expertise dans de nouveaux domaines :

- les AMP et les récifs artificiels
- les économies d'énergie
- la planification spatiale de l'aquaculture (accessibilité au domaine public maritime)
- les nouvelles technologies (norme ISO des infrastructures aquacoles, *offshore...*)
- les avis bio-économiques intégrés.



5/ FAVORISER UNE EXPLOITATION DURABLE DES RESSOURCES MINÉRALES ET ÉNERGÉTIQUES

Explorer les grands fonds afin d'établir les conditions d'un meilleur approvisionnement en matières premières à partir des ressources marines profondes, ainsi que de l'exploitation des nouvelles ressources (hydrogène, méthane, pétrole et gaz, hydrate de gaz et métaux). En déterminer l'impact sur les écosystèmes marins. Contribuer au développement des énergies renouvelables



Contexte et enjeux

Dans les 20 ans à venir, l'approvisionnement énergétique devra faire face à une demande croissante à la réduction, à terme, de la production d'énergie fossile, ainsi qu'à la nécessité de diminuer l'impact sur l'environnement pour les effets climatiques. Les richesses des profondeurs océaniques, qui couvrent 60% de la planète (au-delà de 2000 m de profondeur), pourraient ainsi devenir cruciales pour les futurs besoins mondiaux en énergie et matières premières.

Les ressources énergétiques marines font l'objet d'une exploration et d'une exploitation poussées pour certaines d'entre elles, dont les hydrocarbures, tandis que d'autres telles que les hydrates et l'hydrogène en sont encore au stade de l'estimation du gisement et du développement de procédés d'exploitation et d'intégration dans une filière énergétique. Des horizons différents de mise en production sont à considérer, autorisant des travaux de recherche à court ou à long terme. Par ailleurs, les explorations scientifiques menées dans les grands fonds depuis une trentaine d'années ont permis d'identifier plusieurs processus géologiques et géochimiques conduisant à la concentration des métaux, ayant notamment donné lieu aux nodules polymétalliques, aux encroûtements cobaltifères et aux sulfures hydrothermaux, ainsi qu'à la genèse de ressources énergétiques potentielles originales, en l'occurrence les hydrates de méthane et l'hydrogène. Ces découvertes ouvrent de nouvelles frontières pour la recherche et l'identification de ressources minérales et énergétiques dans les océans.

Les enjeux sont de quatre sortes :

► Scientifiques

L'approvisionnement en matières premières nécessite d'abord un recensement des potentiels. La progression dans la connaissance scientifique de la nature et des processus de formation des ressources est fondamentale pour toute exploitation industrielle, et pour la confirmation de leur viabilité, en particulier l'hydrogène, le méthane, le pétrole et le gaz en conditions difficiles, ou encore les métaux.

► Technologiques

Des progrès sont attendus pour développer des technologies d'exploration, de production, d'extraction et de transport efficaces adaptées aux cas spécifiques des grands fonds, sans oublier leur impact environnemental.

► Géopolitiques et économiques

L'accès aux matières premières minérales engendre une concurrence internationale croissante. À l'instar de la Russie, du Japon, des États-Unis et de la Chine, la France et l'Europe devront définir une stratégie dans ce domaine et assurer la sécurité de leurs approvisionnements.

► Juridiques

Face à l'évolution rapide de la demande en matières premières minérales, ainsi qu'à l'intérêt croissant de l'industrie, une réflexion est actuellement menée par l'ISA pour légiférer dans les eaux internationales.

Objectifs et stratégie

► Développer la connaissance / l'exploration profonde

Des campagnes pluridisciplinaires en géosciences marines et en biologie profonde sur des chantiers ciblés devront être organisées. L'Ifremer devra s'attacher à développer la connaissance sur des objets géologiques spécifiques en relation avec les différents types de ressources minérales et énergétiques, en mettant l'accent sur l'interaction fluides-roches ou sédiments. Il devra contribuer à la découverte des nouvelles ressources et en établir l'intérêt industriel, tout en prenant en compte l'importance de l'approche écosystémique pour une exploitation durable des ressources. Il lui faudra améliorer la connaissance des analogues de réservoirs par la sédimentologie. Enfin, la nécessité du développement de partenariats stratégiques s'impose, tant au niveau académique (UMR, GDR) qu'industriel, notamment en mettant en place un GDR en sédimentologie marine.

► Sélectionner des chantiers géographiques en fonction des différents enjeux ;

développer des outils d'exploration et d'observation ; déployer des observatoires fond de mer (Esonet, EMSO) ; améliorer les systèmes de production, en collaboration avec le milieu industriel ; évaluer l'impact de l'exploitation des ressources (pétrolier et minier)

► Développer les énergies renouvelables marines :

énergie éolienne en mer, énergie marémotrice, énergie des vagues, énergie des courants, énergie thermique des mers et ses dérivés (climatisation), énergie des gradients de salinité et biomasse (microalgues, voir *axe 3*)

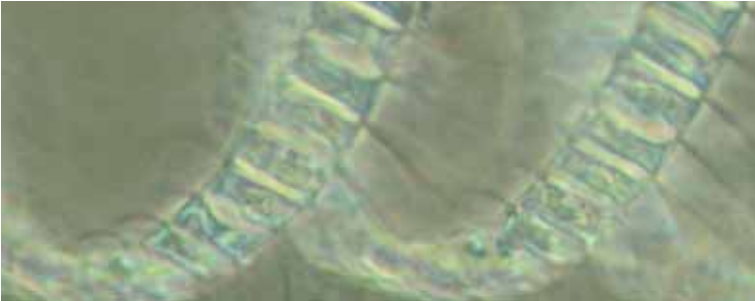
► La ressource naturelle le long des côtes européennes est importante en éolien offshore, en énergie des vagues et des courants.

Le potentiel des énergies renouvelables marines en outre-mer est également à prendre en compte, notamment au regard des spécificités du contexte énergétique insulaire. Entre mars 2007 et mars 2008, l'Ifremer a conduit une étude prospective sur les énergies renouvelables marines à horizon 2030, en relation avec des industriels. Des questions de recherche ont été identifiées en considérant les différentes filières technologiques. Elles préconisent :

- l'accompagnement en développement technologique des concepteurs industriels en fonction des partenariats
- la contribution à une meilleure connaissance des ressources énergétiques exploitables
- le développement des études pour l'évaluation de l'impact environnemental et socio-économique.

6/ ENRICHIR LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX INTERNATIONAUX ET EUROPÉENS

Animer en mer et dans les eaux côtières et littorales des réseaux nationaux de surveillance performants pour mieux répondre aux réglementations environnementales, halieutiques et zoo-sanitaires, en soutien aux politiques publiques et en application aux directives européennes. Développer une recherche innovante en soutien à la surveillance pour permettre d'anticiper les évolutions réglementaires



Contexte et enjeux

La France, aussi bien dans le cadre des conventions internationales qu'elle a signées que dans la mise en œuvre des directives européennes auxquelles elle s'est engagée, doit mettre en place des réseaux de surveillance de plus en plus complexes. Les objectifs poursuivis sont ceux des politiques européennes de l'eau (DCE), des écosystèmes côtiers et du large (SMM), de la pêche (PCP), de l'environnement, de la sécurité sanitaire et de l'aquaculture

et des conventions des mers régionales (OSPAR, Convention de Barcelone). Ce sont des actions à forte composante opérationnelle donnant lieu à des synthèses annuelles et des avis pour l'appui aux politiques publiques, avec pour objectifs de caractériser les états des écosystèmes et de leurs ressources afin d'améliorer la viabilité de leur mode d'exploitation et d'en restaurer les états et les usages.

Les réseaux de surveillance, considérés comme des « services d'intérêt public », sont aujourd'hui le ROCCH (Réseau d'observation des contaminants chimiques), le REBENT (Réseau de surveillance des biocénoses benthiques), le REPHY (réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines), le REMI (Réseau de contrôle microbiologique des zones de production conchylicole), ou le REPAMO (Réseau de pathologie des mollusques).

Toutefois, ces réseaux sont aussi nourris par des questions de recherche suscitées parfois directement par leur mise en œuvre. Les paramètres suivants sont ainsi à prendre en compte :

- l'exigence de qualité à toutes les étapes de la surveillance et de l'expertise, qui va imposer l'accréditation des laboratoires de l'Ifremer, ainsi que de ceux des sous-traitants et des partenaires
- le changement d'échelle géographique et de portage des réseaux, les zones couvertes par ceux-ci ayant été globalement étendues

- l'augmentation du nombre de donneurs d'ordre, qui rend la coordination plus difficile

Aussi, dans le cadre d'un continuum recherche-surveillance-expertise, le maintien d'un fort potentiel de recherche associé à un partenariat d'excellence va devoir être mis en place. Il permettra, en métropole et outre-mer, de soutenir la qualité et la performance des réseaux de surveillance et des expertises associées, et d'enrichir les méthodes de recherche et de surveillance (détection chimique des toxines phytoplanctoniques, prévision des efflorescences phytoplanctoniques, écotoxicologie, impacts, évolution des méthodes de dosage, recours à la biologie moléculaire...). Il donnera lieu au développement de nouveaux systèmes automatisés de surveillance à haut débit de la qualité de l'environnement et des ressources. Enfin, il devra permettre d'anticiper les nouvelles réglementations en participant aux comités d'experts européens et en y apportant le savoir-faire nouveau issu de la recherche.

Objectifs et stratégie

Sur la question des risques naturels et anthropiques, le principe d'approche pluridisciplinaire développé au sein de l'Ifremer, qui lui permet d'apporter son concours en matière d'analyse et parfois d'évaluation, devra être conforté dans le cadre des différents objectifs visés autour des risques :

- microbiologiques
- chimiques
- phytoplanctoniques (toxiques)
- géologiques (séismes, avalanches sous-marines, tsunamis)

Pour maintenir et ajuster aux nouveaux enjeux réglementaires et de démarche qualité les dispositifs de surveillance normative, l'Ifremer, qui a vocation à être animateur et acteur du système de surveillance des eaux et des écosystèmes marins et côtiers, devra mettre en oeuvre les actions suivantes :

► externaliser plus systématiquement les tâches de routine et se redéployer sur des tâches à plus forte valeur ajoutée (bancarisation, séries à long terme et recherche)

► développer une stratégie de surveillance globale, intégrant le large et la zone côtière

► investir dans le développement de nouveaux capteurs et dans l'automatisation des données afin d'obtenir de nouveaux gains de productivité

► développer la recherche en microbiologie virale et sur les toxines phytoplanctoniques pour aboutir à des nouvelles méthodes de diagnostics

► utiliser les données de l'océanographie opérationnelle fournies par les observations satellitaires et aéroportées, les bouées de mesure automatisée haute fréquence et les modèles numériques

► optimiser et mieux valoriser l'utilisation de la flotte par la conduite de campagnes scientifiques plus intégrées dans le cadre de la démarche écosystémique pour les pêches et de la SMM

► poursuivre efficacement le travail concernant les systèmes d'information, une des compétences affirmées de l'Ifremer au niveau national et européen.



7/ CONCEVOIR UN SYSTÈME NATIONAL DE PRÉVISION ENVIRONNEMENTALE DES MILIEUX CÔTIERS

Développer des systèmes de diagnostics et de prévision des impacts anthropiques pour anticiper les évolutions des écosystèmes et de leurs modes d'exploitation, pour en favoriser la surveillance et appuyer la gestion des crises affectant les différents usagers du milieu maritime



Contexte et enjeux

Au cours des dix dernières années, la démonstration de la faisabilité de l'océanographie opérationnelle pour la description de l'état physique de l'océan a été faite, que ce soit aux échelles globales, régionales et côtières. Ses applications sont d'ordre institutionnel ou privé, par exemple :

- les pollutions accidentelles (suivi et prévision des dérives de nappes)
- la sécurité et le transport maritime (recherche de personnes en mer et prévision de la dérive d'objets)
- la prévision météorologique et la prévision des événements extrêmes (cyclones...)
- la prévision saisonnière et celle du climat

- le couplage vers la modélisation biogéochimique et la gestion des ressources halieutiques
- l'océanographie militaire (propagation acoustique et visibilité sous-marine)
- les applications *offshore* (exploitation pétrolière, routage et pose de câbles sous-marins)
- la recherche (études de processus, du climat de l'océan ou encore d'optimisation des campagnes océanographiques)

En ce qui concerne plus spécifiquement l'océanographie côtière opérationnelle, on retrouve les mêmes enjeux, en y ajoutant la surveillance environnementale tant biologique que sanitaire, ainsi que la gestion des impacts du changement climatique et la réponse au besoin d'information du grand public. Les activités économiques de la frange littorale sont également utilisatrices potentielles de services issus de l'océanographie opérationnelle : c'est le cas de l'aquaculture, la pêche, le transport maritime, l'aménagement *offshore*, les énergies renouvelables en mer, les loisirs nautiques ou encore la gestion active de la qualité des eaux de baignades ou aquacoles. On peut y ajouter la dimension prévisionnelle qui devrait permettre aux autorités en charge d'anticiper les crises, notamment microbiologiques sanitaires et dues aux efflorescences algales toxiques.

Les principaux enjeux de l'océanographie opérationnelle côtière sont :

- la mise en place d'un système national opérationnel pour le domaine côtier sur les trois façades métropolitaines, qui devra s'étendre jusqu'à la côte et tenir compte des bassins versants

- l'appui à la SMM et aux politiques publiques

- le couplage avec les activités de surveillance

Le système recherché, qui doit s'appuyer sur un système hauturier mis en place dans un cadre européen (Kopernikus), devra être capable de fournir des informations précises, qualifiées et cohérentes – c'est-à-dire sur l'état passé, présent et futur pour des échéances allant de quelques jours à quelques semaines – sur l'état physique, biogéochimique et des écosystèmes.

Objectifs et stratégie

La mise en place d'un tel système de prévision environnementale des milieux côtiers repose sur les mises en œuvre suivantes :

► **Poursuivre la définition du modèle économique de l'océanographie opérationnelle et l'organisation des services de base d'océanographie opérationnelle côtière et hauturière, dans un cadre national (REDEO, Mercator-Ocean, pôle de compétitivité mer) et européen (Kopernikus)**

► **Mettre en place les systèmes de mesures *in situ* nécessaires à l'océanographie côtière opérationnelle et participer à la définition des nouveaux moyens d'observation (satellite, *in situ*)**

Des partenariats devront notamment être mis en place afin de permettre une intensification et une rationalisation des mesures en zone côtière à des fins opérationnelles et de recherche.

► **Poursuivre la démonstration de complémentarité entre surveillance, alerte et océanographie opérationnelle**

► **Définir avec les ministères concernés la stratégie d'appui de l'océanographie côtière opérationnelle à la SMM**

L'approche « mission » de la prévision environnementale pré-opérationnelle devra être complétée par une approche de valorisation en cohérence avec le rôle d'appui de l'Ifremer au développement du secteur économique.

► **Développer la recherche sur des sujets identifiés :**

- les modèles en vue d'établir une reproduction réaliste des processus physiques et surtout biologiques
- le développement des méthodes d'assimilation de données pour améliorer les prévisions, fournir chaque type de prévision ou d'analyse avec des estimations d'erreurs

Quelques sites pilotes pérennes seront nécessaires, en particulier ceux à la confluence des besoins cruciaux émanant des domaines satellitaires, numériques et côtiers. Ils pourront être très largement instrumentés (océano-météo notamment) car ils répondent à une demande commune, et peuvent de fait être valorisés plus efficacement. Enfin, le système d'observation côtier devra avoir la capacité de mettre en œuvre des systèmes de mesures à distance relocalisables facilement déployables en cas de crise.



8/ OPTIMISER LA FLOTTE OCÉANOGRAPHIQUE COMME TRÈS GRANDE INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE

Gérer et mettre en œuvre la flotte océanographique nationale, les engins sous-marins et l'instrumentation associée, et développer une recherche technologique pour maintenir ces équipements compétitifs au meilleur niveau mondial



Contexte et enjeux

Par son décret de création, l'Ifremer a la charge de « créer et gérer des équipements lourds d'intérêt général ». L'Ifremer est actuellement propriétaire de 4 navires hauturiers, 4 navires côtiers, 2 systèmes sous-marins profonds, et de nombreux autres équipements dont les sismiques et deux AUWs (voir axe 5). Cet ensemble «pèse» plus de 370 millions d'euros en valeur de remplacement, et représente un coût d'exploitation annuel supérieur à 30 millions d'euros. Par ailleurs, l'Ifremer a accès au navire hydrographique *Beautemps-Beaupré* de la Marine nationale via la convention de partenariat signée avec la Défense. L'Ifremer n'exerce pas seul cette mission d'agence de moyens ; les autres acteurs français sont le SHOM (pour le ministère de la Défense), l'IPEV et l'IRD pour les navires hauturiers, l'INSU et le CEMAGREF pour les navires côtiers.

La qualité de la flotte et de ses équipements est indispensable à une recherche d'excellence. Aussi, l'enjeu principal est de conserver à la flotte ses performances et lui donner les moyens de s'adapter aux besoins du futur, tout particulièrement ceux décrits précédemment : l'étude des rétroactions entre la circulation océanique et le changement climatique (*axe 1*) ; le développement de l'approche écosystémique des pêches (*axe 4*) ; l'exploration des grands fonds (*axe 5*) ; la surveillance des aléas gravitaires, sismiques, volcaniques et tsunamis (*axe 5* entre autres) ; l'établissement d'une cartographie des habitats et d'un atlas des mers continentales (*axes 1 et 4*) ; le suivi des zones littorales et côtières dans une perspective de mise en œuvre de la SMM (*axe 7*).

Pour atteindre ses objectifs de recherche, l'Ifremer va devoir faire face à un certain nombre de difficultés et besoins, tout d'abord le financement du fonctionnement de sa flotte, en raison notamment du coût du carburant et de la non-couverture des campagnes scientifiques par l'UE ni par l'ANR : la réalisation de campagnes éloignées notamment, reste ainsi difficile à programmer. Par ailleurs, le besoin de renouvellement de ses capacités s'impose, notamment la modernisation de la flotte côtière et régionale vieillissante dans un contexte d'approche écosystémique du littoral et des plateaux continentaux, et sa nécessité d'adaptation aux besoins générés par la SMM. Celui-ci doit prendre en compte le besoin d'innovation technologique, notamment pour la mise au point de nouvelles générations d'engins autonomes, dont des AUWs grands fonds, et de nouveaux modes de déploiements multi-vecteurs en s'appuyant sur la structure du CETSM. Enfin, l'Institut va devoir définir de nouveaux indicateurs de la flotte plus pertinents tant sur le plan de mesure de la performance scientifique que sur le plan économique, qui seront proposés aux partenaires étrangers dans une démarche de vision globale et d'inter-comparaison du service scientifique rendu utile à la réalisation des coopérations scientifiques.

Objectifs et stratégie

En conséquence, pour maintenir et ajuster la flotte océanographique nationale par rapport à la demande et aux besoins de la recherche de la communauté scientifique française, l'Ifremer propose :

► La mise en place d'un nouveau modèle économique de la flotte

Celui-ci est à définir en cohérence avec le nouveau mode de financement de la recherche par projets, notamment en recherchant des co-financements, qu'ils soient publics ou privés.

► La poursuite de l'effort de recherche technologique sur la flotte et les engins

L'objectif est de maintenir le niveau d'excellence mondiale reconnue à cette infrastructure nationale.

► Le regroupement avec les autres gestionnaires de la flotte côtière

L'Ifremer a vocation à être le gestionnaire de l'ensemble de la flotte hauturière française. L'opportunité d'un tel regroupement est par conséquent à étudier dès lors qu'il peut apporter une économie d'échelle.

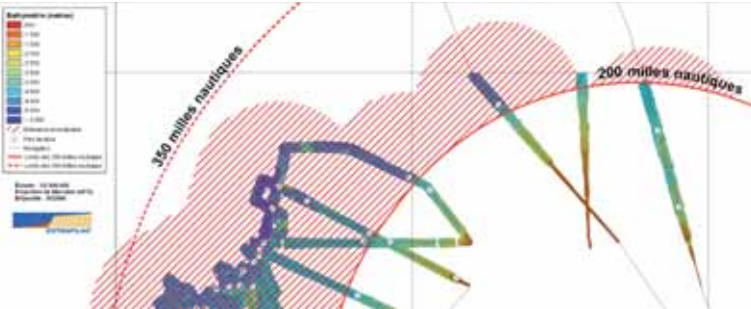
► Le renforcement du partenariat et de la synergie avec les gestionnaires de flottes européens, suivant des modalités à définir pour une intervention tous océans

Les infrastructures nécessaires à la réalisation des programmes de recherche sont particulièrement lourdes et coûteuses dans le cas des sciences marines. C'est pourquoi de nombreuses initiatives visant à la création d'infrastructures gérées au niveau européen ont vu le jour ces dernières années. Parmi elles, le programme Eurofleets, notamment coordonné par l'Ifremer, qui débutera en janvier 2009 pour une durée de quatre ans. Il va permettre des rapprochements entre certaines flottes complémentaires en agissant sur les critères d'interopérabilité, ainsi que la promotion d'une structure européenne type GEIE.



9/ METTRE EN ŒUVRE UNE STRATÉGIE NATIONALE ET EUROPÉENNE DES BASES DE DONNÉES MARINES

Sauvegarder, gérer et pérenniser les données marines et côtières dans des bases à disposition de l'ensemble des utilisateurs en appui à la décision publique, en soutien à la recherche et à la gestion de la ZEE et en réponse aux directives européennes



Contexte et enjeux

L'Ifremer a développé, en lien avec ses tutelles et ses principaux partenaires (SHOM, INSU, BRGM, CNES, IRD), des banques de données dans les domaines de l'hydrologie, des géosciences, de l'environnement marin, de l'halieutique et de la biologie. Certaines données sont utilisées par les communautés scientifiques nationale, européenne et internationale, par les ministères de tutelles pour l'élaboration de trois systèmes d'informations nationaux sur l'eau, la pêche et les milieux naturels, par les conventions internationales dans le cadre des engagements pris par la France, mais également par un public de plus en plus large, ainsi les opérateurs publics tels que les services des régions ou les agences, mais aussi privés, notamment le grand public.

Son rôle est alors de sauvegarder et de cataloguer ces données qui ont une forte valeur patrimoniale, de les référencer et de les gérer pour assurer leur disponibilité et permettre leur diffusion, au travers de portails dédiés, tout en respectant les directives nationales et internationales et les normes de format et de qualité de la discipline.

Ces bases de données ont évolué progressivement d'une vision patrimoniale vers une aide à la décision publique et de service aux utilisateurs publics et privés. Par ailleurs, elles sont confrontées à une triple évolution :

- une évolution à caractère normatif imposée par les directives européennes (DCR, DCE, SMM) et les attentes nationales (Géoportail et systèmes d'informations nationaux : SIEau, SINP, SIPA)
- une évolution à caractère technologique impulsée par la directive INSPIRE, les normes de qualité (normes ITIL, ISO 19115, ISO 20000) et le développement des outils de gestion et des réseaux de communications. L'évolution normative, ainsi que l'évolution des services de l'État, centraux (DGME) ou déconcentrés (MIMEL), la création d'Agences (ANR), constituent une impulsion forte pour évoluer vers davantage de services
- une évolution liée au caractère dimensionnant, sur le plan informatique, des grands volumes de données à traiter d'origine spatiale

Objectifs et stratégie

Les bases de données sont aujourd'hui de véritables moyens stratégiques, au même titre que les grands équipements et les grands moyens de calcul. L'objectif principal est de les intégrer dans des systèmes permettant d'accéder de manière globale et hiérarchisée à l'ensemble des données en environnement marin, d'assurer une complète interopérabilité entre toutes les banques grâce à un « portail océan » unique, et de construire des services reposant sur la disponibilité, la continuité, la qualité et l'engagement de services. Une évolution des indicateurs de qualité doit encore permettre de mieux évaluer les performances des banques et des systèmes d'informations.

Avec ses moyens répartis sur l'ensemble du littoral et ses moyens d'intervention au large, ainsi que son expérience dans la maîtrise d'œuvre de projets similaires tels EXTRAPLAC, SEXTANT, Quadrig2 et BIOCEAN, l'Ifremer est un acteur légitime pour remplir ces objectifs, si les moyens financiers sont mis en place. En effet, l'Institut a assuré la maîtrise d'œuvre scientifique et technique du projet EXTRAPLAC associant le SHOM, l'IFP et l'IPEV ; par ailleurs, il a développé une stratégie intégrée en matière de cartographie d'habitats et de biodiversité depuis le développement technologique jusqu'à la bancarisation d'informations et la production de cartographies sous référentiel international. L'initiative EMODNET proposée par la directive SMM vise à édifier le futur réseau européen de données marines et de le faire reconnaître, à terme, comme le « World Data Center » européen de la Commission Océanographique Intergouvernementale de l'Unesco : l'Ifremer, coordinateur du projet Sea-DataNet, ainsi que l'ensemble de ses partenaires ont de fait une position et une responsabilité privilégiées dans son élaboration.

Les ambitions de coordination et d'interopérabilité des bases de données marines sont à construire sur les points suivants :

- **La cartographie inter-organismes précisant les responsabilités respectives de chaque organisme, dans une vision commune, en vue d'élaborer une politique nationale de gestion de données**

- **La constitution de « réseaux de systèmes d'information nationaux », à l'image du projet SeaDataNet, et l'élaboration de produits partagés à forte valeur ajoutée**

- **Le développement des outils de services pour satisfaire les clients utilisateurs des bases de données, et de leurs produits dérivés notamment pour les exigences des directives européennes**

- **La construction d'un partenariat, pour le programme national sur le plateau continental, sous la forme d'une initiative pluriannuelle (SHOM, BRGM, IRD, INSU, Universités-Ifremer) sous tutelle des ministères concernés**

- **La bancarisation des inventaires de biodiversité, qui devra intégrer les contraintes d'interopérabilité avec les initiatives internationales**

Elle constituera le socle de la coopération avec l'AAMP, visant le développement d'outils opérationnels pour exploiter ces données en termes de tableaux de bords pour les gestionnaires

- **L'objectif commun de renforcer la position de la France au niveau européen et international**



IO/ PROMOUVOIR UNE CAPACITÉ D'INNOVATION PARTAGÉE

Intégrer des technologies de pointe dans des systèmes de mesures au service de la recherche océanographique et de l'exploitation des ressources. Faire de nos moyens d'essais et de qualification des outils de coopération inter-organismes et renforcer leur valorisation économique



Contexte et enjeux

Si, à l'origine, la technologie sous-marine a largement été développée pour des applications militaires, comme c'est le cas des sonars, puis par l'exploration pétrolière (révolution de la sismique 3D), les découvertes scientifiques issues de la recherche publique ont également toujours été liées au progrès technologique, ce qui est tout particulièrement le cas en océanographie. Les besoins d'observations, de mesures et de surveillance nécessitent toujours plus de précision, de fiabilité, de durabilité et de qualité. En mer, la sanction d'un défaut de fiabilité ou de conception entraîne en général la perte totale, sinon de l'équipement, du moins de la campagne. D'où l'importance des moyens d'essais et de qualification adaptés aux spécificités du milieu marin, dont la majeure partie – en France – est gérée par l'Ifremer : leurs évolutions doivent suivre les besoins de la recherche technologique.

Dans la conquête moderne du savoir et de la connaissance des grands fonds, la France, avec le Cnexo puis l'Ifremer, a été l'un des précurseurs, avec les États-Unis, l'URSS et le Japon. Elle en a retiré une avance technologique qui a permis de réaliser des premières mondiales dans le milieu scientifique, comme le *Nautile* et l'*Épaulard* - qui fut le premier AUV - et obtenu, de ce fait, une reconnaissance mondiale dans les technologies de l'océanographie.

L'Ifremer y occupe une place spécifique, en particulier grâce à une réelle synergie recherche-technologie, liée à une forte participation transversale de la technologie en soutien aux programmes scientifiques et de surveillance, ainsi qu'à ses relations étroites avec les secteurs socio-économiques. D'autre part, sa mission d'agence de moyens lui confère un rôle moteur pour les avancées technologiques, afin de répondre aux besoins de la communauté scientifique nationale.

Les questions relevant des sciences pour l'ingénieur ont une place très spécifique dans leur application au milieu marin. L'Ifremer est leader dans certaines disciplines telles que la tenue en pression externe, la résistance des matériaux à la corrosion et aux biosalissures, ou encore la sismique et l'acoustique sous-marine. En ce qui concerne la technologie navale, l'Ifremer a développé des compétences de maîtrise d'ouvrage, notamment en matière d'architecture système des navires et engins, et technologiques dans le domaine des matériaux, de l'hydrodynamique, de l'acoustique, optique, électronique et électrotechnique, en soutien à ses projets et aux besoins industriels.

Toutes les prospectives nationales et internationales insistent sur la nécessité de développer des moyens d'observation et de mesure faisant de plus en plus appel à une multidisciplinarité des compétences, allant des capteurs aux données en intégrant la bancarisation. Dans le même temps, les exigences en termes d'assurance-qualité s'étendent au secteur de la recherche, d'où la nécessité de mettre en place un système formalisé (certification

ou accréditation) pour sécuriser l'activité de qualification et d'essais. Enfin, l'activité de métrologie est appelée à se développer, notamment en liaison avec la DCE, et devra être mieux prise en compte à l'Ifremer, qui devra équiper des laboratoires et revoir l'organisation de ces tâches en inter-organismes.

Objectifs et stratégie

Les défis que doit relever l'Ifremer portent sur les points suivants :

► Les capteurs

Les pistes nouvelles, à développer en partenariat avec les laboratoires universitaires, les écoles d'ingénieurs et les instituts de recherche tels le CNRS, CEA ou le SHOM concernent :

- le besoin crucial de développement de capteurs de détection de matériel biologique, éventuellement à l'état de traces (microalgues, organismes pathogènes)
- le développement de méthodes et technologies adéquates (optique, acoustique...) pour la mesure, avec auto-calibration, de paramètres *in situ* physico-chimiques de l'eau de mer en complément, et si possible en remplacement des techniques de prélèvement
- la mise en commun de compétences multidisciplinaires (biologie, physique, chimie, nanotechnologies...) pour concevoir des capteurs capables de décrypter les interfaces biologie / milieu inerte

► Les systèmes de transmission et de gestion de données

Ils devront permettre de disposer des données dans les plus brefs délais après la mesure, y compris celles acquises par les navires et transmises aux équipes scientifiques à terre.

► La chaîne de mesures ou système instrumental

Les ruptures et défis génériques pour les systèmes instrumentaux sont :

- la réduction de l'encombrement, de la consommation d'énergie et des coûts de récupération complète des systèmes

- la mise en œuvre des nouveaux systèmes de communication et le développement de « l'intelligence locale » des capteurs pour faciliter leur intégration multisupports

- l'amélioration de l'autonomie et de la résistance aux bio-salissures

► Des bases d'essais en mer

Des bases d'essais en mer gérées dans le cadre de collaborations régionales sont envisagées ou à l'étude, afin de permettre la mise au point d'instruments tels drones et observatoires sous-marins à grande échelle, voire à échelle « un », et sur de longues périodes.

► Des outils de mise au point exclusifs à moderniser

Certains moyens de qualification « classiques » tels l'hydrodynamique et la pression ont des performances uniques en Europe, comme c'est le cas des caissons hyperbares et de la veine de courantométrie de Boulogne, et restent des supports indispensables pour qualifier et sécuriser les équipements embarqués. Le maintien de ce parc nécessitera de renouveler ses composants les plus vétustes, en particulier le caisson 1000 bars de Brest, et de faire évoluer leur environnement de mesure en fonction de la complexité des dispositifs testés.



POUR UNE MISE EN RÉSEAU DES SCIENCES MARINES

Pour atteindre les objectifs qu'il s'est fixés dans le cadre de ces 10 axes structurants, l'Ifremer va par ailleurs devoir agir sur deux fronts, l'un en externe, dans le cadre de partenariats mieux ajustés ; l'autre en interne, au sein même de ses murs et avec ses propres ressources humaines.

Construire avec les universités et les organismes de recherche un partenariat stratégique

L'Institut entend mettre en œuvre des partenariats aux niveaux local, régional, européen et international. Certains axes seront privilégiés, en l'occurrence le renforcement des liens entre l'Ifremer et les universités françaises ; l'utilisation d'outils structurants et visibles comme les UMR et GDR, et le renforcement de la capacité d'accueil d'étudiants français, européens et hors UE ; et la collaboration avec les organismes du B2C3I, principalement sur les problématiques halieutiques et environnementales. Ceux-ci se sont engagés, à travers une convention signée en janvier 2005, à favoriser, au niveau de chaque région d'outre-mer, une dynamique de coopération permettant de faire émerger des projets conjoints au sein de pôles d'excellence, construits sur les complémentarités des organismes. Il s'agit également d'inscrire pleinement la recherche outre-mer dans l'EER, par son implication dans les programmes européens.

Coopérer avec les acteurs majeurs des pays développés et renforcer notre action en Méditerranée

Certaines activités de recherche ne peuvent être conduites qu'à échelle planétaire, en particulier dans les domaines de l'océanographie et du climat, des géosciences et de l'halieutique ; elles sont donc menées dans le cadre de programmes internationaux, dont l'Ifremer co-suppporte certains des secrétariats internationaux (PMRC, GLOBEC, IMBER, KOPERNICUS, CIEM...). Du fait de l'échelle internationale de certaines

questions, de la similitude des types de problème à résoudre ou encore de la complexité scientifique et technologique des problèmes, l'Ifremer doit élargir son champ de coopération tant vers des pays possédant des capacités techniques et scientifiques égales ou supérieures à celles de la France, que vers des pays potentiellement clients de ses compétences : les États-Unis, le Canada, le Japon, la Chine et la Russie.

Les actions de l'Ifremer à l'international entrent ainsi aujourd'hui dans 3 grandes catégories :

- la participation à de grands programmes internationaux
- les partenariats scientifiques avec des acteurs majeurs des pays développés
- les interventions en appui au développement, mais de façon sélective et en privilégiant notamment la Méditerranée

Participer à la construction de l'espace européen de la recherche marine

La mise en place progressive d'une Politique Maritime Intégrée produira des effets directs et indirects sur les travaux de l'Ifremer, avec respectivement la proposition d'une stratégie européenne de recherche marine et maritime, et la mise en œuvre de nouvelles obligations, ainsi que la maîtrise du développement économique. Il en sera de même de l'EER, qui inscrira progressivement l'orientation des recherches nationales dans le cadre de la programmation conjointe, avec un rôle accru des pôles d'excellence. Dans ce contexte d'un espace européen en construction, le principal enjeu pour l'Ifremer consistera dans son engagement en faveur de la structuration de la recherche marine en Europe qui visera à assurer plus de complémentarité et moins de duplication dans les efforts

de recherche engagés par les États. L'Institut doit donc avoir l'ambition d'assurer un rôle directeur dans des domaines ciblés, déclinés selon ses trois missions fondatrices :

► la recherche scientifique

Une adroite combinaison des priorités nationales et européennes devra être mise en place afin de coordonner, avec un partenariat national fort, des projets européens d'envergure, voire des programmes pluri-nationaux ou des entités paneuropéennes dédiées.

► la surveillance de l'environnement et de la qualité des produits

Dans un contexte où le niveau de l'expertise publique au service de la société s'europanise et transcende les cloisonnements nationaux, il s'agira de calibrer, comparer, harmoniser puis sélectionner nos méthodologies pour les faire valoir auprès des organismes similaires en Europe afin de contribuer à l'émergence d'un système de surveillance unifié qui incorpore un maximum de savoir-faire français.

► les équipements lourds

Pour conserver des infrastructures opérationnelles et de niveau mondial dans un contexte de renchérissement général des coûts, l'Ifremer devra participer à la structuration des infrastructures partagées à l'échelle européenne, accompagner la rationalisation et la spécialisation de certains gros équipements et des infrastructures dédiées, et en assurer l'animation et la coordination en Europe.

Une organisation interne au service de la stratégie

L'évolution de l'Institut sera également interne. Des efforts de modernisation de la gestion financière seront apportés. Les ambitions et les valeurs de l'organisme devront être mieux affichées. À ces fins, une culture de la valorisation sera développée et professionnalisée, et une stratégie valorisation pro-active organisée comme un véritable processus industriel sera mise en œuvre, afin de positionner l'Ifremer comme un partenaire de référence pour le monde industriel. Sur le plan des ressources humaines, l'Institut s'est d'ores et déjà engagé à développer

la mobilité inter-organismes et à mieux reconnaître la performance individuelle et collective, à favoriser et améliorer le développement professionnel, la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences, l'accueil et la mobilité européenne et internationale des chercheurs. Il visera également à améliorer la reconnaissance de la performance individuelle, y compris l'expertise. Enfin, il s'appuyera sur la qualité du dialogue social de l'Ifremer pour favoriser la cohésion et accompagner les évolutions de l'Institut. L'Ifremer devra encore s'approprier les meilleures pratiques de l'évaluation scientifique ; il poursuivra la démarche de communication élargie qu'il a initiée, et qui a choisi de se concentrer sur 4 champs d'action prioritaires : sensibiliser aux enjeux des sciences marines ; renforcer la visibilité de l'Institut ; mieux expliciter l'Ifremer et ses domaines d'action, et enfin partager l'identité de l'Institut.





GLOSSAIRE

AAMP : Agence des aires marines protégées
AERES : Agence d’Évaluation de la Recherche et de l’Enseignement Supérieur
AMP : Aire marine protégée
ANR : Agence nationale de la recherche
AUV : Autonomous Underwater-Vehicle
B2C3I : Comité inter-organismes pour l’outre-mer tropical français (réunissant les organismes concernés par la LOLF)
BIOCEAN : Base de données Écologie Benthique en Environnement Profond
BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières
CBD : Convention on Biological Diversity
CEA : Commissariat à l’énergie atomique
Cemagref : Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts
CETSM : Centre Européen de Technologie Sous-Marine
Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique
CIEM : Conseil International pour l’Exploration de la Mer
CNC : Comité national de la conchyliculture
CNES : Centre national d’études spatiales
CNPMEM : Comité National des Pêches Maritimes et des Élevages Marins
CNRS : Centre national de la recherche scientifique
Cnexo : Centre National pour l’Exploitation des Océans
COI : Commission Océanographique Intergouvernementale de l’Unesco
DCE : Directive-cadre sur l’eau
DGME : Direction générale de la modernisation de l’État
DPM : Domaine public maritime
DPMA : Direction des pêches maritimes et de l’aquaculture
EPIC : Établissement public à caractère industriel et commercial
ECASA : Ecosystem Approach to Sustainable Aquaculture
EER : Espace européen de la recherche
EMODNet : European Marine Observation and Data Network
EMSO : European Multidisciplinary Seas Observation

ESA : Agence spatiale européenne
Esonet : European Seas Observation Network
EXTRAPLAC : EXTension RAisonnée du PLateau Continental
FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations
GDR : Groupement de recherche
GEIE : Groupement européen d’intérêt économique
GEOSTAR : Geophysical and Oceanographic Station for Abyssal Research
GIEC : Groupe d’Experts Intergouvernemental sur l’Évolution du Climat
GLOBEC : Global Ocean Ecosystem Dynamics
IFP : Institut français du pétrole
Ifremer : Institut français de recherche pour l’exploitation de la mer
IMBER : Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research
IMOSEB : International Mechanism Of Scientific Expertise on Biodiversity
INSU : Institut national des sciences de l’univers
IPBES : Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
IPEV : Institut Paul-Émile Victor
IRD : Institut de recherche pour le développement
ISA : International Seabed Authority
ISO : Organisation internationale de normalisation
ITIL : Information Technology Infrastructure Library
JAMSTEC : Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
LOLF : Loi organique relative aux lois de finances dont le programme 187 est mis en oeuvre par l’INRA, l’IRD, le CEMAGREF, le BRGM, le CIRAD et l’Ifremer
MAP : Ministère de l’Agriculture et de la Pêche
MEA : Millennium Ecosystem Assessment
MEEDDAT : Ministère de l’Écologie, de l’Énergie, du Développement durable et de l’Aménagement du territoire
Mercator-Ocean : Groupement d’Intérêt Public sur l’océanographie opérationnelle, constitué par le CNES, l’Ifremer, le CNRS, l’IRD, le SHOM et Météo-France.

MESR : Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche	REMI : Réseau de contrôle microbiologique des zones de production conchylicoles
MIMEL : Mission interministérielle de la mer et du littoral	REPAMO : Réseau de PArthologie des MOLLusques
MNHN : Muséum national d'histoire naturelle	Réphy : Réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines
OPTIPECHE : Système pour l'Optimisation. Durable et Responsable de la Pêche au Chalut	ROCCH : Réseau national d'observation des Contaminants Chimiques
OSPAR : Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est	SeaDataNet : Projet européen visant à développer une infrastructure paneuropéenne pour la gestion des données marines et océanographiques
OSU : Observatoire des sciences de l'univers	SEXTANT : Serveur de données géographiques de référence de l'Ifremer
PCP : Politique commune de la pêche	SHOM : Service hydrographique et océanographique de la Marine
PMRC : Programme mondial de recherche sur le climat	SIEau : Système national d'information sur l'eau
PREVIMER : Produit en routine des analyses et des prévisions sur l'état de l'environnement marin en zones côtières	SIH : Système d'information halieutique
QUADRIGE2 : Banque de données sur le littoral gérée par l'Ifremer	SINP : Système d'information sur la nature et les paysages
Rebent : Réseau national de surveillance des biocénoses benthiques	SIPA : Système d'information de la pêche et de l'aquaculture
REACH : Règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions des substances chimiques	SMM : Stratégie sur le Milieu Marin
REBENT : Réseau de surveillance des biocénoses benthiques	SNB : Stratégie nationale de la biodiversité
RECOPESCA : Réseau de mesures des données d'effort de pêche et de paramètres environnementaux	UE : Union européenne
REDEO : Réseau pour le Développement et l'Exploitation en Océanographie Côtière Opérationnelle	UMR : Unité mixte de recherche
	ZEE : Zone économique exclusive

CRÉDITS PHOTOS

Ifremer/ Gérard Véron : p. 17
Ifremer/Gregory Rocher : p. 11
Ifremer/ Marc Taquet : p. 5 - 10 - 15
Ifremer/ Michel Gouillou : p. 3 - 22 - 23 (Campagne Momareto)
27 (Campagne Momareto)
Ifremer/ Nolwenn Carn : p. 8
Ifremer/ Olivier Barbaroux : p. 13 - 20 - 21 - 25
Ifremer/ Olivier Dugornay : p. 9 - 14 - 19 - 30
Ifremer/ Philippe Grossel : p. 18
Ifremer/ Stéphane Lesbats : p. 12 - 26

Données, cartes :
Ifremer/ Projet Kergueplac 1 : p. 24

Par les engins lors des campagnes océanographiques :
Ifremer - Victor/Campagne Serpentine 2007 : p. 16
Ifremer - Victor/Campagne Momareto 2006 : p. 29

l'**ifremer** vous révèle les océans



155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
Tél : (33) 01 46 48 21 00
Fax : (33) 01 46 48 21 21
www.ifremer.fr