EVOLUTION DE LA FLOTTE OCEANOGRAPHIQUE CIVILE FRANÇAISE

Rédacteurs : **Patrick FARCY et Philippe HUCHON**

(Version A du 26 Janvier 2007)

PROPOS LIMINAIRES

Par la lettre de mission ci-après, l'INSU, l'Ifremer, l'IRD et l'IPEV nous ont confié la mission de préparer et rédiger un plan d'évolution de la flotte océanographique civile française. A cet effet et dans le cadre de cette mission, un Groupe de Travail pour l'Evolution de la Flotte (GTEF) a été créé. Il s'appuie sur les compétences réunies au sein des commissions thématiques nationales, de la commission nationale « flotte et engins » et des représentants d'organismes (INSU, IPEV, IRD, Ifremer, et SHOM en invité).

Ce texte a été rédigé avec la participation très active de ses membres :

Nom	Prénom	Organisme
FARCY	Patrick	Ifremer
HUCHON	Philippe	UPMC
ALAYSE	Anne-Marie	Ifremer, CST
ARNAULT	Sabine	IRD, Chargée de mission
BAUDIN	François	INSU, Division Technique
BINOT	Jacques	Ifremer, DMON
BOUDOURESQUE	Charles-François	COM, Commission ECOREC
DEVENON	Jean-Luc	Ifremer, CST
CANNAT	Mathilde	CNRS/IPGP, Commission Géosciences
DEPLUS	Christine	INSU, Chargée de mission
DU PENHOAT	Yves	IRD, Commission OPCB
GUENNOC	Pol	BRGM, Commission Flotte & Engins
JUGIE	Gérard	IPEV, Directeur
PAPINEAU	Nicole	INSU, Directrice adjointe
PAUL	Jacques	GENAVIR, Administrateur
RAIMBAULT	Patrick	INSU, Chargé de mission
ROSSIGNOL	Nadine	Ifremer, secrétariat du GTEF
TRENKEL	Verena	Ifremer, EMH

Le SHOM était représenté par Henri **DOLOU**

Ce groupe s'est réuni le 5 décembre 2005, le 6 février 2006, le 24 mars 2006, le 10 mai 2006 et le 13 juin 2006.

La Directrice de l'INSU, Sylvie JOUSSAUME

Le Président-Directeur Général de l'IFREMER, Jean-Yves PERROT,

Le Directeur Général de l'IRD, Serge CALABRE

Le Directeur de l'IPEV, Gérard JUGIE

à

- Patrick FARCY
  Responsable du Programme
  « construction et développement des navires, des engins et des équipements océanographiques »
  Ifremer Centre de Brest BP70
  29280 Plouzané cedex
- Philippe HUCHON
  Professeur
  Laboratoire de Tectonique
  Université Pierre et Marie Curie
  T46-0, E2 – Case Courrier 129
  4, Place Jussieu
  75252 – Paris Cedex 05

Objet :

Plan d'évolution de la flotte océanographique française.

Le 2 février 2006

L'évolution croissante et complexe des besoins de la recherche océanographique française, la forte pression de la demande sociétale et l'augmentation des coûts de fonctionnement de la flotte océanographique française amènent l'Ifremer, l'IRD , l'IPEV et l'INSU à préparer un plan d'évolution coordonné des composantes de la flotte océanographique nationale gérées par les quatre structures, mettant à jour les plans antérieurs.

Nous souhaitons vous en confier la rédaction.

A cet effet, nous vous demandons d'animer le groupe de travail « GTEF » mis en place sur proposition des organismes, qui oeuvrera en concertation avec des experts représentant les différentes composantes de la communauté scientifique. Il s'appuira également sur les compétences réunies au sein des commissions thématiques nationales (Géosciences, ECOREC et OPCB), des comités inter-régionaux (CIR) et de la commission nationale « flotte et engins ». Vous conduirez votre réflexion en vous appuyant sur les spécialistes des navires, équipements et engins des quatre structures que nous mobilisons à cet effet.

.../...

Vous vous attacherez à identifier les besoins en moyens, à partir des prospectives scientifiques des organismes, pour élaborer un schéma cohérent de l'évolution de la flotte nationale et en déduire des scénarios de financement. Vous préciserez et justifierez les grandes options que vous proposerez pour les différentes composantes : flotte hauturière, flotte côtière (hors navires de stations), engins sous-marins et équipements lourds. Vous vous attacherez notamment à expliciter et à fonder les renouvellements nécessaires au sein de la flotte et à proposer d'éventuels moyens nouveaux pour répondre à des besoins émergents. Vous rechercherez à optimiser les complémentarités entre les différentes composantes de la flotte nationale et rechercherez les synergies possibles avec les flottes d'autres pays européens.

Nous vous demandons de nous soumettre une proposition de plan d'évolution de la flotte océanographique française, pour la fin du premier semestre 2006 ; elle devra ensuite être validée et approuvée par les quatre organismes concernés avant d'être présentée aux tutelles.

La Directrice de l'INSU,
Sylvie JOUSSAUME.

Le Président-Directeur Général de l'Ifremer,
Jean-Yves PERROT.

Le Directeur Général de l'IRD,
Serge CALABRE.

Le Directeur de l'IPEV,
Gérard JUGIE.

SOMMAIRE

I	INTRODUCTION - LE NAVIRE OCEANOGRAPHIQUE DANS LA CHAINE D'ACQUISITION DE DONNEES	9
II	LES GRANDS AXES DE LA PROSPECTIVE SCIENTIFIQUE	11
III	LA FLOTTE OCEANOGRAPHIQUE CIVILE EN 2006	23
IV	QUELLE EVOLUTION POUR LA FLOTTE OCEANOGRAPHIQUE CIVILE ?	29
V	PROPOSITIONS - EBAUCHE DE CALENDRIER	43
VI	CONCLUSION	53
	ANNEXES	55
	Annexe 1 : Documents consultés	57
	Annexe 2 : Liste des acronymes	59
	Annexe 3 : L'apport du plan de renouvellement Ifremer 1995-2010	63
	Annexe 4 : Synthèse des coopérations et cofinancements possibles	65
	Annexe 5 : Liste des laboratoires et services ayant répondu au questionnaire sur la flotte océanographique	69

I INTRODUCTION – LE NAVIRE OCEANOGRAPHIQUE DANS LA CHAINE D'ACQUISITION DE DONNEES

L'Océan, espace mythique, parfois hostile, est resté longtemps méconnu et l'est encore aujourd'hui pour une bonne part (grands fonds, biodiversité). Si l'homme a pu rapidement se déplacer à sa surface, ce qui se passait en dessous restait souvent mystérieux. Bien que l'élaboration de cartes, de sondes et bien évidemment la pêche datent de plusieurs siècles, c'est à la fin du 19ème siècle que la pose du premier câble télégraphique sous-marin entre la France et la Grande-Bretagne a fait prendre conscience de la nécessité de mieux connaître les fonds marins (topographie, température, sédiments, courants).

Pendant près d'un siècle, le navire a été le seul vecteur pour la mesure de ces paramètres. L'engouement pour la mesure de précision est apparu durant la seconde guerre mondiale où, certains phénomènes restant inexpliqués, les sous-mariniers ont lancé des programmes de recherche qui nécessitaient des mesures très précises dans la colonne d'eau. Mais c'est véritablement depuis la fin des années 60, grâce à l'électronique et sa miniaturisation, que les bouées ont pu partiellement se substituer à des navires pour réaliser certaines missions de mesures en continu (ce fut le cas pour les besoins de la météorologie).

A la fin des années 70, les satellites ont apporté la dimension globale car ils peuvent balayer, en quelques heures, la quasi-totalité de la surface des océans. Néanmoins, le satellite reste limité aux mesures de surfaces : courants généraux, température, salinité, état de mer (vent et vagues), flux de CO_2, couleur de la mer, mais aussi gravimétrie et, en conséquence, topographie du fond des océans. En revanche, l'étude du sous-sol et de l'océan, en dessous de la surface, nécessite toujours des moyens mis en œuvre à partir des navires.
Si le satellite apporte une vision globale des phénomènes et une excellente répétitivité des mesures (de plusieurs heures à quelques jours), la résolution de ses mesures ne permet pas d'étudier les phénomènes locaux, à courte échelle, et ne peut pas fournir la vision tridimensionnelle nécessaire pour observer, étudier et modéliser l'océan, l'accès aux mesures dans la tranche d'eau restant impossible par des techniques spatiales. De plus, sans les points d'étalonnage fournis par les navires ou les données de références issues des systèmes de mesure in-situ, les données du satellite ne sont pas directement exploitables.

Depuis la fin des années 80, même si le « profileur » a permis la mesure de paramètres physico-chimiques dans la colonne d'eau, jusqu'à environ 4000 mètres, les mesures grands fonds restent l'apanage des sous-marins habités ou non.

La continuité temporelle de la mesure ne peut être assurée que par les stations (côtières ou fond de mer) et les bouées dérivantes ou les « profileurs ».

Le navire océanographique reste par ailleurs incontournable pour le déploiement et la récupération d'engins et d'équipements océanographiques, pour l'intervention sur site et bien entendu pour la recherche halieutique. Il est indispensable pour réaliser des prélèvements et acquérir des échantillons, que ce soit des échantillons vivants, des sédiments, de la flore ou des prélèvements d'eau.

Par conséquent, le navire océanographique, associé aux engins et équipements, reste un élément central des outils de mesure et d'observation de l'océan qui sont :

Pour la surface	➢	satellite, **navire**, station côtière, bouée fixe ou dérivante.
Pour la colonne d'eau	➢	**navire**, «profileur», engin sous-marin de type Autonomous Underwater Vehicle (AUV) ou « glider ».
Pour le fond	➢	**navire**, engin sous-marin habité ou Remotely Operated Vehicle (ROV), AUV, Observatoire de Fond de Mer (OFM).
Pour le sous-sol	➢	**navire (carottage forage et sismique)**, système de mesures sismiques, *Ocean Bottom Seismometer* (OBS), Exocet, …

Le navire et les engins sous-marins sont les seuls outils qui permettent à la fois les prélèvements (eau, biodiversité, sédiment, roche) et des mesures à haute résolution.

Il convient également de souligner les énormes progrès réalisés au cours des trois dernières décennies d'une part dans le développement de capteurs acoustiques plus précis et plus efficaces comme les sondeurs bathymétriques multifaisceaux qui permettent une cartographie complète et détaillée de zones étendues, et d'autre part dans le traitement des données, grâce aux progrès de l'informatique et des communications (vitesse de traitement, stockage, réseaux, transmission temps réel, etc.)

II LES GRANDS AXES DE LA PROSPECTIVE SCIENTIFIQUE

Dans son mandat, il est précisé que le GTEF devra s'appuyer sur les prospectives scientifiques des organismes. Le texte qui suit reprend donc les réflexions menées au sein des principaux organismes concernés par la recherche océanographique, ainsi que des évaluations menées par l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST) et le Comité National d'Evaluation de la Recherche (CNER). Mais à l'heure de la construction de l'espace européen de la recherche, il nous a semblé également important de se placer d'emblée dans une perspective européenne et donc de s'appuyer, en particulier, sur les travaux du Marine Board de la Fondation Européenne de la Science (ESF).

Les recherches en océanographie font intervenir de nombreuses disciplines avec des moyens spécifiques. Elles concernent l'étude de la terre solide et de ses enveloppes fluides avec un intérêt de plus en plus grand pour les interactions aux interfaces (géosphère /hydrosphère/atmosphère/biosphère ainsi que l'interface terre-mer). Pour cette raison, la recherche en océanographie est essentiellement pluridisciplinaire et fait intervenir des outils complémentaires. L'ossature des grands équipements repose sur les navires de recherche et les engins lourds comme les engins submersibles en complémentarité avec d'autres systèmes d'observation et de mesure tels que les satellites et les avions.

Outre un besoin de connaissance toujours présent, les défis actuels de l'Océanographie doivent aussi répondre aux questionnements de la société sur les ressources naturelles de l'océan, la préservation des écosystèmes et de la biodiversité, le rôle de l'océan dans la problématique du changement climatique et, bien sûr, l'environnement côtier. De plus, la prise en compte des risques telluriques et l'amélioration de notre connaissance des aléas sismiques, volcaniques et gravitaires sont devenues une nécessité, en particulier à la lumière d'événements tels que le séisme du 26 décembre 2004 et le tsunami associé.

Nous analyserons ces questions scientifiques en les regroupant en cinq grands thèmes :

- les ressources naturelles de l'Océan et sa biodiversité,
- les aléas sismique, volcanique, gravitaire et tsunamis,
- la structure et la dynamique de l'intérieur de la Terre,
- l'Océan et la variabilité climatique,
- les zones côtières et la plate-forme continentale.

Excepté « structure et la dynamique de l'intérieur de la Terre », chacun de ces thèmes, aussi identifiés par l'ESF, répond à un double besoin de compréhension des processus et de connaissance fondamentale d'une part, de réponse à une demande de la société, soucieuse de son développement économique (ressources halieutiques et pétrolières) et confrontée aux impacts anthropiques (réchauffement global, niveau de la mer, fonte des calottes glaciaires, menaces sur la biodiversité, etc.) et aux catastrophes naturelles (séismes, tsunamis) d'autre part. Cette inquiétude est renforcée par

la pression démographique considérable qui s'exerce, à l'échelle mondiale, sur la frange côtière.

Les ressources naturelles de l'Océan et sa biodiversité

Ressources vivantes

Le domaine de la pêche maritime se trouve actuellement confronté à un double défi. D'une part, une surexploitation de plus en plus généralisée des ressources halieutiques induit de fortes tensions dans ce secteur et une augmentation de la sensibilité de ces ressources aux variations environnementales. D'autre part, les enjeux de la pêche maritime sont de plus en plus insérés dans ceux de l'ensemble de la société, tant en termes de responsabilité environnementale que de dépendance de l'avenir des ressources aux effets des autres usages de la mer.

Une réponse à cette évolution du contexte est le développement d'une approche écosystémique de la pêche maritime. A partir d'une conceptualisation et d'une incitation dans des forums internationaux : The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM)), etc. ; puis des jalons posés dans des conventions internationales (e.g. convention sur la biodiversité, convention de Johannesbourg), des orientations pour sa mise en œuvre sont en cours d'élaboration dans les instances nationales et européennes.

Cette évolution se traduit par un profond renouvellement et un approfondissement du questionnement vers la communauté scientifique. Pour aider à la définition des nouveaux objectifs de la gestion des pêches, il s'agit ainsi de développer les connaissances sur les caractéristiques et le fonctionnement non seulement des populations mais aussi des écosystèmes d'intérêt halieutique, tant dans le domaine côtier (avec en perspective la Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC)) que pour les systèmes hauturiers. Ces approches visent notamment à mieux comprendre les forçages et les régulations auxquels sont soumis ces systèmes, d'en déduire leurs trajectoires possibles d'évolution et d'apprécier les effets induits des changements attendus. De telles approches nécessitent le développement d'actions de recherche prenant en compte l'ensemble des composantes des écosystèmes (physique, environnement, système trophique, dynamique de population, etc.).

La mise en œuvre des politiques des pêches, qu'elles soient sectorielles ou intégrées dans une stratégie plus générale, impose la disponibilité de tableaux de bord sur l'état et l'évolution des systèmes sous gestion. Ce type de démarche repose sur la disponibilité d'indicateurs de contrôle régulièrement actualisés. Ainsi, pour relever le défi d'un développement durable de la pêche, l'Union Européenne a mis en place un système d'évaluation des ressources halieutiques. Les campagnes scientifiques récurrentes contribuent à l'évaluation des stocks dans le cadre des groupes de travail internationaux comme ceux du CIEM. Le mouvement vers une gestion

écosystémique qui se dessine en ce moment dans la communauté européenne va renforcer les besoins de collecte d'observation en mer dans la décennie à venir. Depuis 2003, certaines campagnes halieutiques sont cofinancées (à hauteur de 50 % pour les campagnes placées en première priorité) par la Commission européenne sous le règlement sur la collecte de données halieutiques (*Data Collection Regulation - DCR*). La révision de la DCR pour la période 2007-2013 prévoit le principe d'une campagne de chalutage pour les espèces démersales et d'une campagne acoustique pour les espèces pélagiques par grande région. Au-delà de ces campagnes obligatoires pour la DCR, des campagnes contractualisées ou financées sur fonds propres sont effectuées chaque année par l'Ifremer, en particulier sur les navires côtiers. A ces campagnes d'évaluation des stocks s'ajoutent des campagnes scientifiques, pour répondre au premier objectif indiqué ci-dessus.

La biodiversité dans l'Océan profond

La vie dans l'océan profond, sa biodiversité, sa dynamique, ses adaptations aux conditions de l'habitat font partie des enjeux du programme international *Census of Marine Life*. Leur étude fait partie des objectifs prioritaires des deux réseaux d'excellence (le 6ème programme cadre de la Commission Européenne - PCRD) auxquels sont associées les équipes françaises : *Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning* (MARBEF) et *Marine Genomics*) ; *Census of marine life* fait également partie des programmes labellisés pour leur mise en œuvre lors de la prochaine Année Polaire Internationale 2007/2008. L'ensemble des programmes d'étude de la biodiversité marine tente d'en comprendre la répartition et la dynamique sous l'action des variations naturelles et anthropiques (« Qu'est-ce qui vit dans l'océan ? », « Qu'est-ce qui vivra dans l'océan ? »). Les enjeux de la connaissance de l'évolution de la biodiversité marine sont importants, sans doute comparables (et liés) à ceux de la connaissance de l'évolution du climat. Selon les estimations publiées, l'océan aphotique représente l'un des habitats de notre planète les plus riches en espèces encore inconnues qui peuvent représenter une source de ressources génétiques considérables.

Ce thème de recherche, qui représente une des forces de la communauté française, est orienté vers les écosystèmes des milieux extrêmes et la biotechnologie, et possède deux volets : le premier est lié à l'exploration des zones actives de l'Océan en se focalisant sur quelques habitats caractéristiques qu'ils soient situés sur les marges, les dorsales ou qu'ils soient liés à d'autres environnements fragmentés (milieux riches en matière organique détritique par exemple) ; le second concerne la dynamique temporelle de ces systèmes et est lié à l'observation multiannuelle. Le programme *MOnitoring of the Mid Atlantic Ridge* (MoMAR) de surveillance d'une zone chantier de la dorsale médio-Atlantique (dynamique d'un écosystème de dorsale lente) près des Açores est une des actions retenues par la communauté nationale (voir le paragraphe concernant les observatoires) et fait pendant à d'autres actions multiannuelles effectuées en collaboration internationale sur les dorsales rapides (ride est-Pacifique).

Ressources énergétiques et minérales

Dans ce domaine, l'enjeu majeur se situe sans aucun doute dans l'offshore pétrolier profond, compte tenu de l'épuisement probable des réserves en hydrocarbures vers 2050 (?) pour le pétrole et 2070 (?) pour le gaz. L'offshore profond est, avec les zones arctiques, l'une des dernières frontières de l'exploration pétrolière. En dehors des aspects purement industriels, ce thème est principalement abordé au sein du Groupement De Recherche (GDR Marges) qui associe le BRGM, le CNRS, l'IFP, l'Ifremer, l'IRD et la compagnie TOTAL et qui développe des recherches fondamentales sur les différents aspects de l'évolution intégrée des marges continentales en amont de la prospection des hydrocarbures en domaine profond. La panoplie d'outils nécessaires se compose essentiellement des divers moyens géophysiques : bathymétrie multifaisceaux, gravimétrie, magnétisme et sismique multitraces et grand-angle (OBS). Le développement récent de parcs d'OBS conséquents, à l'Ifremer, à l'INSU et à l'IRD permet maintenant d'envisager des expériences avec un grand nombre d'instruments, ce qui est extrêmement contraignant en termes de place sur le navire. Les modèles de plus en plus précis ainsi obtenus des ensembles et structures géologiques superficiels et profonds doivent être complétés par des contrôles par sondages, carottages et forages, ces derniers étant réalisés dans le cadre de programmes européens et internationaux. Il faut aussi mentionner les recherches axées sur les ressources minérales (en particulier celles liées à l'hydrothermalisme océanique) ainsi que sur les granulats et autres matériaux marins.

La France possède l'une de zones économiques exclusives les plus importantes au monde qui représente plus de 10 millions de km^2 (source programme EXTRAPLAC) :
http://www.extraplac.fr/FR/extensions/synthese.php
Sujet aux décisions des Comités Interministériels, le programme EXTRAPLAC vise à étendre le plateau continental juridique dans les grands fonds au-delà des 200 milles nautiques. Une meilleure connaissance de l'environnement et des ressources de tous types des immenses territoires sous-marins de la ZEE française, dans les très vastes territoires des grands fonds encore très peu explorés mais aussi dans zones peu profondes des marges continentales y compris de la métropole, représente un enjeu d'importance pour la flotte océanographique dans les prochaines décennies.

Les aléas sismique, volcanique, gravitaire et les tsunamis

Le séisme de Sumatra de décembre 2004 et le tsunami qui l'a suivi nous ont rappelé que les tremblements de terre sont les catastrophes naturelles les plus imprédictibles et parmi les plus meurtrières. La répartition mondiale des séismes montre que la majorité des zones soumises à un aléa sismique élevé sont des zones côtières, principalement le long des limites de plaques en convergence (par exemple, convergence Afrique/Europe, subduction des Antilles, Sumatra, …) ou en décrochement (mer de Marmara, etc.). A l'aléa sismique est souvent associé un potentiel de glissement de terrains et de tsunami. Par ailleurs, la plupart des édifices volcaniques

passent par des phases de destruction catastrophiques que ce soit par effondrement de caldeira, effondrement de dôme (exemple récent de Montserrat) ou effondrement d'un pan entier de leur flanc. Lorsque ces volcans sont situés en contexte insulaire (Antilles, Réunion), ces déstabilisations de flanc produisent des avalanches de débris sous-marines pouvant être aussi à l'origine de tsunamis gigantesques. A plus petite échelle, mais à fréquence plus élevée, les pentes sous-marines (marges continentales ou autres) sont le siège d'instabilités gravitaires comme ce fut le cas devant l'aéroport de Nice en 1979. Les effets de ces catastrophes naturelles sont d'autant plus importants qu'elles affectent des régions densément peuplées et le plus souvent en fort développement démographique. Enfin, il faut mentionner que l'aléa gravitaire a aussi un impact sur l'exploitation pétrolière en offshore profond.

L'un des défis pour les années à venir est l'évaluation de ces phénomènes potentiellement dangereux ce qui implique en amont une meilleure compréhension de l'ensemble des processus géodynamiques ou sédimentaires dans lesquels ils s'intègrent.

En France, les zones côtières les plus exposées sont les Antilles et la Côte d'azur, mais tendre à une meilleure compréhension des processus nécessite aussi des études sur d'autres chantiers (Méditerranée orientale et occidentale, mer de Marmara, marge Andine, Sumatra, etc.). Cerner l'aléa sismique dans ces régions nécessite des études sismotectoniques fines dont une partie, en complément des réseaux sismologiques déployés à terre, doit être réalisée en mer. Les recherches impliquent donc des travaux coordonnés à terre et en mer, la partie marine s'étendant de la zone côtière au domaine hauturier profond. Ces études vont de l'établissement de cartes bathymétriques et géologiques à des analyses géotechniques sur le fond (mesure de résistance des sédiments) afin de caractériser les risques de glissements sous-marins, en passant par la surveillance sismique en continu et donc la mise en place de réseaux d'observatoires sous-marins permanents.

Des campagnes en mer sont donc indispensables et plusieurs approches complémentaires doivent être développées : sismologie, cartographie haute résolution, imagerie géophysique (sismique et méthodes potentielles), mesures géotechniques sur le fond, géochimie (fluides). Le suivi dans le temps des phénomènes s'avère une étape incontournable qui nécessite la mise en œuvre de stations de mesures en fond de mer. Ces dernières années ont montré de réelles avancées sur le plan technologique qui rendent possible, pour les années à venir, le déploiement de réseaux d'observatoires fond de mer multi-paramètres.

Ces campagnes requièrent la presque totalité de la panoplie d'outils existants (sondeurs multifaisceaux petits fonds et grands fonds, gravimètre, magnétomètre, sondeur de sédiments, sismique réflexion avec grande longueur de flûte réceptrice, sismique haute résolution, sismique rapide, sismique 3D, sismique près du fond, OBS pour sismique réfraction et écoute des séismes, carottier, pénétromètre, submersible, ROV, AUV, ….) .

Structure et dynamique de l'intérieur de la Terre

Depuis la mise en évidence de la tectonique des plaques dans les années 60, la nécessité des études marines pour l'étude de la dynamique de la Terre solide ne se dément pas. L'étude de la dynamique du manteau convectif et de l'origine de ses hétérogénéités de température et de composition requiert des campagnes de géophysique et d'échantillonnage de roches, mais aussi l'installation et la maintenance de stations instrumentales pour des mesures sismiques et magnétiques sur des durées de quelques mois à plusieurs années. En effet, les réseaux d'instruments terrestres laissent de vastes lacunes mal caractérisées. Cette approche de type observatoire fond de mer est donc indispensable à une réelle avancée sur la résolution des modèles globaux de la structure du manteau. Comprendre la dynamique du noyau et du champ magnétisme terrestre nécessite d'aller mesurer les anomalies magnétiques, qui révèlent les inversions du champ dans le passé. Le développement récent d'outils de mesure magnétique près du fond offre de nouvelles perspectives en ce domaine.

L'intervention sous-marine est également requise pour étudier les processus fondamentaux de la tectonique des plaques : processus de la subduction, de l'accrétion océanique, interactions points chauds-dorsales, déformation intraplaque, stades précoces de la collision continentale. Parmi ces chantiers, certains ont vocation à développer une dimension d'observatoire fond de mer. Le chantier MoMAR concerne ainsi le suivi temporel des processus tectoniques, volcaniques et hydrothermaux à l'axe de la dorsale médio-Atlantique (MAR) près des Açores. Plusieurs chantiers couplent une double approche Terre et Mer et abordent également, en plus de questions fondamentales, les Risques et Aléas volcaniques ou sismiques décrits dans un paragraphe précédent (chantiers Antilles et Sumatra par exemple).

Qu'il s'agisse de cartographie, de levés géophysiques de surface ou de fond, ou de prélèvements, l'accès à des navires polyvalents (dont des navires adaptés aux conditions sub-hauturières pour le lien Terre-Mer) est donc nécessaire. Certaines opérations géophysiques exigent une place de pont importante et sont donc dimensionnantes pour les navires (sismique réflexion avec grande longueur de flûte réceptrice, sismique 3D, et sismique réfraction lourde avec de nombreux OBS). Les capacités d'intervention sous-marine (submersible, ROV, AUV) sont également indispensables pour les opérations de type observatoire.

L'Océan et la variabilité climatique

L'interaction océan-climat

Le rôle de l'Océan global sur le climat de la Terre résulte de sa grande capacité à stocker et transporter la chaleur, le sel, le carbone,

etc., et à échanger avec l'atmosphère. Il est nécessaire de surveiller régulièrement l'état de l'Océan, à différentes latitudes et échelles spatio-temporelles, pour comprendre son état climatique et les processus qui conduisent à cet état, pour décrire et quantifier sa variabilité, et pour détecter d'éventuelles modifications du système climatique, brutales ou lentes. En plus des propriétés physiques du milieu, les changements climatiques affectent la biodiversité, le fonctionnement des écosystèmes et les cycles biogéochimiques : identifier et quantifier les mécanismes de transfert depuis les forçages climatiques et anthropiques jusqu'aux écosystèmes et les rétroactions sont des enjeux majeurs.

Des programmes internationaux, tels que *CLImate VARiability and predictability* (CLIVAR), *Array for Real-time Geostropic Oceanography* (ARGO) et *Global Ocean Data Assimilation Experiment* (GODAE), *Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research* (IMBER) ou *GLOBal Ocean ECosystem dynamics* (GLOBEC) ont été définis pour donner un cadre et coordonner les observations nécessaires qui doivent se faire à l'échelle globale. Les observations par satellite, à la couverture géographique quasi-globale, sont cependant restreintes à la surface des océans et à la part la plus superficielle de la zone euphotique, du fait de l'opacité de l'océan aux radiations électromagnétiques. Leurs précisions, bien que des progrès significatifs aient été obtenus cette dernière décennie, limitent leur utilisation pour des missions pionnières, par exemple la mission SMOS pour mesurer la salinité des océans. Des observations in situ de l'océan restent nécessaires, en particulier à partir des navires océanographiques.

Des campagnes sont en effet indispensables pour maintenir des stations de longue durée ou pour effectuer des sections répétitives. Les observations de longue durée sont très précieuses pour de nombreuses activités scientifiques : la mise en évidence de la variabilité temporelle basse fréquence (saisonnière à inter-annuelle et décennale) de certains phénomènes et leur compréhension, la validation des observations spatiales, la mise en évidence de nouveaux processus, l'obtention de mesures in situ permettant de contraindre les modèles de circulation océanique. Un exemple de ce type d'expérience est le programme Observatoire de la Variabilité Inter-annuelle à DEcennale du gyre subpolaire de l'Atlantique Nord et des mers nordiques (OVIDE) mis en place dans le cadre de CLIVAR ; une section hydrologique est répétée tous les deux ans entre le Portugal et le Groenland sur la période 2002-2010 pour déterminer les fluctuations basses fréquences de la circulation océanique et des transports de chaleur associés.

Des analyses de données en temps quasi-réel à partir d'un centre d'analyse à terre où sont effectuées d'autres analyses à partir des observations satellitales ou de bouées, ou des activités de prévision comme celles du centre MERCATOR-Océan, sont de plus en plus courantes et permettent de préciser au mieux les structures océaniques et ainsi d'optimiser les objectifs des campagnes. Elles sont devenues indispensables, à l'image des données météorologiques.

Ce type de campagne est discuté dans un cadre international et, en général, bénéficie d'une planification raisonnée avec d'autres groupes dans le cadre de programmes internationaux. Elles permettent en outre le déploiement de capteurs autonomes (tels les profileurs PROVOR), mettent en œuvre des moyens classiques comme les *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP), *Conductivity Temperature Depth System* (CTD), mouillages et mât météorologique..). L'utilisation de « gliders » (engin autonome de type planeur de l'océan) dans les années futures pourra apporter des observations complémentaires à un coût moindre. Des développements technologiques sont en cours pour ajouter des capteurs chimiques (O_2, pH) ou bio-optiques. Elles participent également à l'effort international de déploiement des capteurs dans le cadre du système GEO.

Pour comprendre les liens et les rôles entre cycles biogéochimiques et changement global, il est nécessaire de prendre en compte les interfaces entre l'océan avec l'atmosphère, mais aussi l'interface eau-sédiment (profonde et aux marges). Le développement de ce type de recherche nécessite des rapprochements multidisciplinaires et donc des navires qui disposent de capacités importantes d'accueil comme celles du *Pourquoi pas ?*, de *L'Atalante* ou du *Marion Dufresne II*.

La variabilité climatique à long terme

L'accès aux archives anciennes du climat que constituent les sédiments océaniques, y compris les coraux, est un élément essentiel à la compréhension de l'évolution du climat. Les aspects paléo-océanographiques et paléo-climatiques sont traités dans le programme international IMAGES (International Marine Global Change Study), dans lequel la flotte nationale joue un rôle majeur grâce au *Marion Dufresne II* et son carottier long *Calypso*. D'autres moyens tels que le navire foreur *Joides Resolution* (ou son successeur) et les plateformes spécifiques (forage sur récifs ou sous la glace) du programme *Integrated Ocean Drilling Programme* (IODP), sont également utilisés. Pour certains aspects (stratigraphie à haute résolution du quaternaire dans le Golfe du Lion, par exemple), la communauté a également besoin de navires capables de mettre en œuvre des outils sismiques de plus en plus évolués (sismique 3D) avec une capacité de carottage de moyenne longueur.

Les zones côtières et la plate-forme continentale

L'océan côtier est à la fois une zone d'échange privilégiée, seul point de contact entre l'océan, le continent et l'atmosphère, et un espace directement soumis à la pression des activités humaines. En termes de superficie, la zone côtière (estuaires, baies, lagunes, plateau) ne représente que 8 % de la surface des océans. Mais son rôle est fondamental dans l'équilibre du cycle de la matière, en tant que récepteur et transformateur des apports continentaux. C'est également une zone hautement productive, responsable d'environ 25 % de la production primaire de l'océan, de 50 % de la fixation du carbone minéral et de 90 % de la minéralisation réalisée au sein des

sédiments marins. La zone côtière est soumise à l'action des agents météorologiques, hydrodynamiques et sédimentologiques, parfois très violents voire catastrophiques, qui induisent une évolution permanente et complexe du milieu physique émergé et submergé. Ajoutons, au titre des préoccupations que 90 % des ressources vivantes marines sont exploitées dans la zone côtière. Les domaines littoraux et côtiers réunissent donc des préoccupations fondamentales, propres au fonctionnement du système "géosphère-biosphère", et finalisées, relevant de la gestion du milieu et de la ressource. Ils représentent des enjeux majeurs des prochaines années non seulement du point de vue demande sociétale (enjeux sanitaire et économique) mais également en terme de problématique scientifique.

Les suivis à long terme et en temps réel sont devenus nécessaires pour répondre aux interrogations de la société concernant les évolutions futures de l'environnement (qualité de l'eau, biodiversité, …). Les implications sont le développement des sites ateliers (chantiers) et celui des observatoires (les deux étant souvent associés) qui, en conséquence, nécessiteront des visites régulières sur le long terme. Ces contraintes auront des conséquences sur la programmation et le calendrier des flottes régionales.
Les actions de recherche menées dans le domaine de l'océanographie côtière peuvent être réunies en plusieurs grands secteurs ; chacun d'entres eux est caractérisé par des interfaces sensibles et des nécessités logistiques spécifiques.

Les apports continentaux et le continuum "eau douce-eau de mer"

L'étude du lien continent-océan depuis les bassins versants jusqu'au milieu marin côtier et hauturier est nécessaire en particulier afin de définir le devenir des apports de matière des grands fleuves dans l'océan côtier et plus largement vers l'océan global. Tous les composés qui entrent dans les cycles biologiques (éléments biogènes, métaux, traces, etc.) ou qui sont liés à la matière organique (argiles, ballasts minéraux) doivent être étudiés, tant leur importance est cruciale dans le devenir des apports fluviatiles en mer. Les objectifs majeurs consistent à développer une vision d'ensemble des transferts et des transformations d'éléments biogènes et anthropogènes dans leur cheminement depuis les bassins versants jusqu'à l'océan, à travers les différents écosystèmes du continuum aquatique. Les recherches s'orientent vers la prise en compte des évènements extrêmes (crues, tempêtes) nécessitant des stratégies de type « alerte » et l'étude de la transformation et du transfert de matière dans les grands estuaires et les eaux littorales peu profondes.

L'interface "eau - sédiment"

Les caractéristiques physiques de l'interface eau-sédiment traduisent l'influence d'évolutions et d'actions variées : processus géologiques et sédimentologiques anciens à récents et actuels, dynamique sédimentaire, échanges particulaires et dissous entre milieux.
Ces travaux se déplacent depuis peu vers les zones sensibles et fragiles que représentent les pertuis et les estuaires, c'est-à-dire vers l'interface continentale. Le couplage étroit entre la colonne d'eau et le

domaine benthique (une des spécificités du domaine côtier) nécessite des opérations pluridisciplinaires impliquant un grand nombre d'embarquants et de plus en plus de matériels lourds et sophistiqués (carottiers, chambre benthique, ADCP de fond…). Une grande partie des analyses (chimiques et biologiques) doivent être effectuées directement à bord ce qui implique de disposer de laboratoires équipés.

Les marges et l'interface côte-large

La gestion durable des risques et des ressources des marges continentales implique une connaissance intégrée des différents domaines et des zones de transition, depuis la terre jusqu'à la pente continentale, en surface et à différentes profondeurs. Les réponses à apporter à ces enjeux nécessitent des connaissances de plus en plus précises (en terme de résolution) et étendues (surfaces « cartographiées ») et en 3 dimensions (reconnaissance 2D fine voire 3D localement et modèles géométriques). L'obtention de vérités terrain en nombre et en qualité suffisants demeure absolument indispensable.

L'interface hauturier-côtier joue un rôle essentiel dans la dynamique des réseaux trophiques pélagiques côtiers jusqu'aux productions halieutiques et les marges se comportent suivant les cas comme des zones de puits ou de source, que ce soit pour la matière inerte sous toutes ses formes ou pour les organismes vivants.

Bien que la communauté océanographique ait conscience de la nécessité d'aborder l'étude de cette interface, la complexité et les échelles variées des processus à prendre en compte sont telles que la tâche est extrêmement ardue. La diversité et la complexité des processus hydrodynamiques en zone de marge (marées, courant de bordure, intrusions à méso-échelle, *up/down-wellings*, panache d'eau douce, plongée d'eau dense, etc.), l'influence de la bathymétrie et les caractéristiques de l'océan ouvert adjacent à chaque marge rendent chaque système côtier complexe et souvent unique. La prise en compte de la variabilité spatio-temporelle nécessite l'installation de mouillages de grande envergure, des maillages fins de stations, une couverture quasi-synoptique des sites d'étude, etc. Ces opérations requièrent des navires de grande autonomie et autorisant la manutention d'équipements lourds (bouées instrumentées, chambre benthique, pompe in situ, etc.).

Les projets en cours (MERCATOR/Coriolis) et en développement incluront à court terme le couplage des dynamiques de plateau continental et de plaine abyssale. Ce couplage nécessitera un ensemble de mesures synoptiques sur le talus où les processus physiques sont présents sur un large spectre de fréquences.

Le suivi temporel des processus : l'approche observatoire

Pour chacun des thèmes abordés plus haut se développe de plus en plus une approche qui intègre la dimension temporelle et conduit donc à développer des sites chantiers instrumentés, dans la colonne d'eau et au fond de la mer. Cette approche d'observatoire permet de suivre dans le temps les évolutions du milieu (physique, chimique, géologique, biodiversité, écosystèmes, cycles biogéochimiques). On peut ainsi caractériser l'évolution et l'impact d'évènements d'ordre géologique (éruptions, séismes ou glissements de terrain), océanographique ou anthropogénique.

En océanographie physique, de tels chantiers d'observation temporelle, pour certains labellisés « Observatoires de Recherche de l'Environnement » par le Ministère de la Recherche, pour d'autres organismes ou services d'observations labellisés par l'INSU, représentent une part croissante des travaux de la communauté. Ils correspondent à des « transits valorisés » (ex : campagnes MINERVE, NIVMER, OISO, SURVOSTRAL), ou au maintien de réseaux de mouillages (PIRATA), ainsi qu'à des services d'observations utilisant des navires côtiers (ex : DYFAMED). Ces campagnes ne nécessitent en général pas un personnel embarqué important (mais qualifié), du fait d'expériences automatisées. Elles ne demandent pas non plus obligatoirement des navires de grande capacité mais sont contraignantes en matière de programmation de la flotte. De nombreux programmes de recherche s'appuient en effet sur la pérennité de ces services d'observation et donc sur la disponibilité de navires pour de fréquents retours sur zone.

En géosciences et en biologie, on assiste au développement d'une approche d'observatoires fond de mer multidisciplinaires, dont un exemple est le chantier MoMAR, très orienté vers les écosystèmes des milieux extrêmes et les biotechnologies. Des sites observatoires multiparamètres comparables sont également en projet pour le suivi de l'aléa sismique, volcanique (Antilles) et gravitaire (marge Ligure). Ces observatoires multidisciplinaires nécessitent la mise en œuvre d'outils d'intervention sous-marine de type *Nautile*, ROV *Victor* et AUV et mobilisent des équipes scientifiques nombreuses du fait de leur pluridisciplinarité. Le *Pourquoi pas ? a été* conçu explicitement pour répondre à ces besoins. La régularité des retours sur zone est également nécessaire, ces observatoires multidisciplinaires représentent donc, comme les sites observatoires en océanographie physique, une contrainte en matière de programmation de la flotte.

La formation, composante essentielle de la recherche

La capacité de mise en œuvre des outils océanographiques classiques et modernes, mais d'encombrement moyen, est indispensable pour suivre l'évolution des contenus pédagogiques notamment induit par la modernisation de l'enseignement des sciences de la mer lors de la réforme dite Licence-Master-Doctorat (LMD). L'adaptation des moyens de certaines stations marines a permis dans un passé récent (Banyuls, Marseille) et devrait

permettre, dans un avenir que l'on peut souhaiter proche (IUEM Brest, Villefranche/Mer), un transfert d'une partie de la charge des demandes pédagogiques des navires de façade vers les navires de stations. Cependant, dans le cadre de l'enseignement en géosciences marines, en océanographie physique et biogéochimique, les outils embarqués (sismiques, ADCP de coque, engins tractés…) nécessitent une surface de travail qui ne peut se trouver qu'à bord d'un navire de façade. Actuellement, une part significative du temps d'utilisation des navires de l'INSU est dévolue à l'enseignement. La taille de certains navires hauturiers et les bonnes conditions d'accueil à bord, (comme par exemple sur le *Marion Dufresne II*), permettent de contribuer régulièrement à la formation de terrain des étudiants en océanographie dans le cadre des universités flottantes.

Synthèse

Quelle que soit la thématique, la tendance actuelle est à :

- une évolution vers plus de pluridisciplinarité ;
- une approche multi-outils ;
- l'utilisation de parcs d'instruments en grand nombre (profileurs, OBS, etc.) ;
- l'utilisation d'engins lourds (*Nautile*, *Victor 6000*, les sismiques, les carottiers, le pénétromètre *Penfeld,* les engins tractés, les AUV, …) pour l'océan profond et de systèmes de chalutage et de dragage sélectifs pour l'halieutique ;
- des interventions régulières, que ce soit pour la mise en œuvre d'observatoires permanents en domaine pélagique côtier et du large, et en milieu profond (programme MoMAR), pour l'enchaînement d'études sur un chantier (dont PIRATA, DYFAMED, SAGER-Sumatra et MoMAR sont de bons exemples) ;
- assurer la logistique des observations automatiques sur sites ateliers (mouillages instrumentés) ou sur engins dérivants ou autonomes (flotteurs, gliders, AUV) ;
- un regain d'intérêt pour la zone côtière et le plateau continental, c'est-à-dire la tranche 30-500 mètres et les échanges entre l'océan côtier et celui du large.

C'est dans ce contexte scientifique que se situe la réflexion sur les moyens océanographiques nécessaires aux programmes d'Océanographie des 15 à 20 prochaines années. Ces programmes impliquent une grande variété de scenarii, donc des navires aux capacités adaptées. Malgré une focalisation croissante sur un nombre réduit de chantiers, une capacité d'intervention tous océans reste indispensable. Une trop grande spécialisation des navires doit donc être écartée afin de maintenir une souplesse dans le choix du navire support. Il faut également noter que certains besoins ne relèvent pas de la flotte nationale. Le forage profond par exemple est assuré par la participation active de la France au consortium ECOD au sein du programme IODP. De même l'accès aux zones polaires est une spécialité de nos collègues allemands et le mécanisme d'échange de temps bateau permet de répondre aux besoins, encore faiblement exprimés, de la communauté française pour l'Arctique.

III LA FLOTTE OCEANOGRAPHIQUE CIVILE EN 2006

Evolution et composition

En 1984, lors de la création de l'Ifremer, issu de la fusion du CNEXO et de l'ISTPM, la flotte Ifremer était composée de 12 navires. En 1985, un premier plan de renouvellement de la flotte a permis la modernisation et l'optimisation de cette flotte par le retrait de service de huit navires âgés et la mise en service de trois navires neufs : *L'Atalante* en 1991, *L'Europe* en 1994 et la nouvelle *Thalassa* en 1996, cofinancée et utilisée par l'IEO (à hauteur de deux mois l'an).

En 1995, un nouveau plan se proposait de prolonger l'effort de renouvellement de la flotte Ifremer par le remplacement ou la modernisation des navires les plus anciens : *Le Suroît* a été modernisé en 1999, le *Nadir* est sorti de flotte en 2003 et le *Pourquoi pas ?*, co-financé entre l'Ifremer et la Marine nationale, est entré en service actif au début de l'année 2006. Il consacre 180 jours de mer à des campagnes scientifiques civiles et 150 jours sont affectés aux missions de la Marine nationale en général et du SHOM en particulier.

La flotte INSU a débuté son renouvellement dans les années 80. Le *Côte d'Aquitaine*, le *Georges Petit* et le *Côte de Normandie* datent de cette époque ; ces deux derniers sont désormais sortis de flotte. Le *Téthys II* a été mis en service en 1994 et le *Côtes de la Manche* est entré en flotte en 1997.

L'IRD (à l'époque ORSTOM) s'est équipé en 1987 d'un navire polyvalent pour les Territoires Outre-Mer (TOM) du Pacifique, l'*Alis*. En 1995, un catamaran de 35 mètres, *Antéa*, est entré en service en Atlantique tropical. Suite à des problèmes techniques importants, l'*Antéa* n'a pu fonctionner entre 1999 et 2005. Il fait aujourd'hui l'objet d'une importante restructuration et est de nouveau opérationnel depuis le second semestre 2006.

L'IPEV (à l'époque IFRTP) disposait d'un navire océanographique et ravitailleur des Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF), le *Marion Dufresne*, d'un navire à capacité glace, *L'Astrolabe*, pour une semaine d'utilisation scientifique par an environ, et d'un navire halieutique, *La Curieuse*. En 1995, le *Marion Dufresne II* a pris le relais du *Marion Dufresne* et consacre désormais 217 jours par an à des campagnes scientifiques.

En 2006, la flotte océanographique française est donc composée de :

Cinq navires hauturiers (ou grands hauturiers) : trois navires Ifremer (*Pourquoi pas ?*, *L'Atalante*, *Thalassa*), deux navires IPEV (*Marion Dufresne II* et *L'Astrolabe*) auxquels il faut associer un bâtiment de la Marine nationale, le *Beautemps-Beaupré,* pour 10 jours de mer par an.

Quatre navires semi-hauturiers (ou petits hauturiers) : un Ifremer (*Le Suroît*), un IPEV (*La Curieuse*) et deux IRD (*Alis* et *Antéa*).

Six navires côtiers (ou de façade) : trois INSU (*Téthys II*, *Côtes de la Manche*, *Côte d'Aquitaine*) et trois Ifremer (*L'Europe*, *Gwen Drez* et *Thalia*).

Quatre engins sous-marins Ifremer : *Nautile*, le ROV *Victor 6000*, le Système Acoustique Remorqué *(SAR*) et l'*AUV* Aster^X

Des équipements lourds : les sismiques Ifremer (SMT, SISRAP, SISHR), les carottiers lourds *Calypso* IPEV et Ifremer, et le pénétromètre à sédiments Ifremer, *Penfeld.*

Nom	**Fonction**	**Profondeur d'instrumentation**	**Année de mise en service**
Nautile	Submersible habité	6000 m	1985
Victor 6000	Robot télé-opéré	6000 m	1998
SAR	Sonar acoustique latéral	6000 m	1984
Aster^X	AUV	3000 m	2006
SMT	Sismique multitraces	-	2000
SISRAP	Sismique rapide	-	2005
SISHR	Sismique haute résolution	-	2003
Calypso	Carottier	>6000 m-	1996(*MDII*) & 2006 (*Pp ?*)
Penfeld	Pénétromètre	6000 m	2006

Les navires de stations et le catamaran du CEMAGREF, L'Esturial, ne rentrent pas dans le cadre de notre étude.

NAVIRES OCEANOGRAPHIQUES CIVILS FRANCAIS

Nom du navire	Longueur (m)	Type	Année mise en service / modernisation	Activité principale	Nombre scientifiques ou techniciens	Porte-engins	Zone géographique privilégiée
Ifremer							
Pourquoi pas ?	107	hauturier	2006	plurisdisciplinaire/station	40	Oui - 2 engins	tous océans
L'Atalante	85	hauturier	1991	pluridisciplinaire/en route	30	Oui - 1 engin	tous océans
Thalassa	74	hauturier	1996	recher. halieutique/océano	25	occasionnel (ROV)	Atlantique
Le Suroît	56	semi-hauturier	1975/1999	géophysique	14	oui (SAR)	Méditerranée, proche Atlantique
L'Europe	30	côtier	1994	halieutique, littoral	8	non	Méditerranée
Thalia	24	côtier	1978	pluridisciplinaire	6	non	Manche - Golfe de Gascogne
Gwen-Drez	24	côtier	1976	halieutique	5	non	Manche - Golfe de Gascogne
IRD							
Antea	36	semi-hauturier	1995	pluridisciplinaire	10	non	Atlantique Tropical
Alis	28	semi-hauturier	1987	pluridisciplinaire	6	non	Pacifique Sud-Ouest
IPEV							
Marion Dufresne II	120	hauturier	1995	pluridisciplinaire	110	non	tous océans
La Curieuse	25	semi-hauturier	1989	Halieutique/océano	12	non	Océan Indien
L'Astrolabe	65	hauturier	1987	ravitailleur, "glace"	50	non	Tasmanie - Terre Adélie
CNRS/INSU							
Tethys II	25	côtier	1994	pluridisciplinaire	8	non	Méditerranée
Côtes de la Manche	25	côtier	1997	pluridisciplinaire	8	non	Manche-Golfe de Gascogne
Côte d'Aquitaine	19	côtier	1980	pluridisciplinaire	6	non	Manche-Golfe de Gascogne
CEMAGREF *							
L'Esturial	12	côtier	1993	estuarien	10	non	Gironde

* non inclus dans la présente étude

La communauté utilisatrice des moyens à la mer

Afin d'évaluer quantitativement la communauté scientifique utilisatrice de la flotte, nous avons mené une large enquête auprès des laboratoires, tous organismes de recherche confondus : CNRS, universités, IRD, BRGM, Ifremer. Il en ressort que plus de 600 chercheurs, près de 400 ingénieurs et techniciens et environ 400 doctorants et post-doctorants utilisent les moyens à la mer et leurs données (*pour environ 640 homme-ans en équivalent temps plein*). A ces chiffres, on doit ajouter les utilisateurs d'autres organismes français comme METEOFRANCE ainsi que les scientifiques étrangers qui embarquent régulièrement sur les navires français dans le cadre de collaborations scientifiques ou d'échanges de temps navires. Cette même enquête nous a également permis de vérifier l'adéquation entre les projets des laboratoires et la prospective scientifique.

Domaine	Chercheur	Enseignant-chercheur	Ingénieur	Technicien	Doctorant	Post-doctorant	Total
Biologie et écologie marine	47	32	20	16	50	8	173
Géosciences	136	118	49	23	103	15	444
Halieutique	65	4	11	34	18	5	137
Océanographie côtière	47	34	16	36	79	12	224
Océanographie physique et biogéochimique	97	52	42	29	105	22	347
Technologie	2	0	77	25	2	0	106
Total	394	240	215	163	357	62	1431

Effectifs des personnels utilisateurs des moyens océanographiques, par grands domaines

Les atouts et les faiblesses de la flotte océanographique

Le premier des atouts de la flotte française hauturière, reconnu par l'ensemble de ses utilisateurs est d'être une flotte moderne, bien équipée et dont les équipements sont performants. On le doit pour beaucoup, à la qualité du dispositif mis en place par l'Ifremer, L'IPEV et GENAVIR. L'Ifremer et l'IPEV sont autorités de conception de navires, d'engins et d'équipements océanographiques, tandis que GENAVIR et l'IPEV (qui contracte CGA/CGM pour l'armement) en assurent le suivi, la maintenance et le maintien en conditions de fonctionnement optimal ; cela se traduit par une richesse d'équipements et une grande disponibilité, mais également par un coût de fonctionnement qui, en raison de contraintes budgétaires, est loin d'être assuré à 100 %. De ce fait, le seuil de recherche de ressources externes est tel qu'il ne permet plus de garantir la

programmation de campagnes scientifiques à l'aune exclusive de leurs évaluations par les commissions nationales.

Le parc des équipements et des engins est très complet et unique en Europe : *Nautile* est le seul engin scientifique profond habité (6000 mètres) européen (hors Russie). Certains équipements sont parmi les plus performants dans le monde de la recherche océanographique : la nouvelle Sismique Multi-Traces (SMT), le carottage Calypso, etc. La multiplicité des équipements embarqués permet de mieux optimiser les campagnes et d'en réduire le temps à la mer ; la notion de panoplie d'équipements prend ici tout son sens.

La programmation de la flotte hauturière, placée sous la responsabilité des instituts gestionnaires des navires, est fondée sur les évaluations réalisées par les commissions scientifiques nationales (Géosciences, Océanographie Physique Chimique et Biologique (OPCB) et Ecologie des Ressources et Environnement Côtier (ECOREC)), et les propositions de la commission nationale « Flotte et Engins ». De la même manière, l'évaluation des campagnes côtières est réalisée par des comités inter-régionaux (CIRMAT, CIRMED), associant l'Ifremer et l'INSU.

La flotte française hauturière a une capacité d'intervention sur toutes les mers du monde et a fortiori dans notre Zone Economique Exclusive (ZEE) et en outre-mer : le *Marion Dufresne II*, basé à l'île de la Réunion, couvre tous les océans à l'exception des zones de glace. *Alis* est basé à Nouméa et couvre une partie du Pacifique Sud-ouest. *Antéa* a pour vocation de couvrir l'Atlantique tropical. Les navires de l'Ifremer peuvent se répartir sur toutes les zones océaniques (Atlantique Nord, Pacifique Est, Méditerranée) excepté les pôles. Les domaines qui ne sont pas couverts par la flotte française, comme les navires polaires ou les navires foreurs, sont des domaines pour lesquels les échanges de temps bateau, des affrètements ou encore la participation à des programmes internationaux (par exemple IODP) sont possibles.

En revanche, la flotte côtière en Manche/Atlantique est loin d'atteindre le niveau d'excellence de la flotte hauturière aujourd'hui. Plus particulièrement, le *Gwen Drez* s'avère trop faible en propulsion pour tester les nouveaux outils halieutiques (chaluts, dragues, …). ; même si la flotte méditerranéenne est moderne et bien équipée, la flotte côtière est mal adaptée aux besoins actuels et futurs liés aux directives cadres européennes : Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et Stratégie Maritime Européenne (SME).
Par ailleurs l'Ifremer et l'IPEV, qui doit rembourser l'emprunt du *Marion Dufresne II*, sont contraints de financer un part de leurs budget de fonctionnement par des ressources externes (affrètements, compagne co-financées).

IV QUELLE EVOLUTION POUR LA FLOTTE OCEANOGRAPHIQUE CIVILE ?

Le constat effectué sur la flotte actuelle montre que l'effort de modernisation a été important sur la flotte hauturière, parfois au détriment de la flotte côtière. Les propositions élaborées ci-après par le groupe de travail vont dans le sens d'un ré-équilibrage nécessaire de l'effort par la prise en compte de l'évolution des besoins scientifiques dans le domaine côtier et des conséquences des directives européennes sur la recherche.

En effet, le suivi des ressources en zones côtières, l'exploration de la ZEE de la France (seconde ZEE au monde), les besoins d'inventaire et de cartographie des zones marines ainsi que l'inventaire des habitats marins et des ressources biologiques, minérales et énergétiques nécessiteront la mise en œuvre de moyens mieux adaptés aux objectifs de ces grands projets. Cette perspective impose de revoir fondamentalement le schéma des moyens actuels, répartis en navires hauturiers pour le large et navires côtiers pour la frange du littoral jusqu'à quelques dizaines de miles nautiques de la côte. Elle nous conduit à proposer la mise en œuvre de bateaux semi-hauturiers polyvalents, en Manche/Atlantique puis en Méditerranée pour assurer la continuité des mesures entre la côte et le large.

Les propositions développées dans ce document reposent donc sur le concept de base du continuum côtier-hauturier mis en avant dans la prospective scientifique. Cependant, pour une meilleure lisibilité, les scénarii d'évolution sont présentés suivant trois domaines complémentaires :

- Les mers régionales (Manche/Atlantique et Méditerranée).
- Le domaine hauturier.
- L'outre-mer (y compris les TAAF).

Les évolutions des engins sous-marins et des équipements communs de la flotte sont également abordées.

4-1 LES MERS REGIONALES

D'après les **conclusions de l'OFWG,** les navires européens de classe régionale sont nombreux, anciens, souvent mal équipés et peu adaptés. La France n'échappe à la règle, en particulier pour la façade Manche/Atlantique au sens large (c'est-à-dire Manche, Mer du Nord, Mer Celtique et golfe de Gascogne, jusqu'au plateau continental) que nous distinguerons de la façade Méditerranéenne. En effet, la flotte côtière Méditerranéenne est constituée de navires récents que sont *L'Europe* et *Téthys II*, alors que la flotte Manche/Atlantique, hormis *Côtes de la Manche*, comprend principalement des bateaux en fin de vie. De ce fait, le degré d'urgence et les objectifs de modernisation de ces flottes, en phase avec ceux proposés par l'OFWG (moins de navires, des bateaux mieux adaptés), sont différents.

Quelle évolution pour la flotte régionale ? (côtière et semi-hauturière)

Une des caractéristiques de la flotte côtière actuelle est une forte appropriation des navires de chaque organisme par ses équipes scientifiques. Cet état de fait vient de la spécialisation de certains navires (besoins halieutiques versus besoins de recherche et d'enseignement) mais également du mode d'utilisation différent de la flotte de l'INSU par rapport à la flotte de l'Ifremer. Une évolution dans la gestion devrait permettre une optimisation de l'utilisation de ces navires. Il sera important de conforter et de faire évoluer le rôle des Comités Inter-Régionaux CIRMED et CIRMAT qui assurent la gestion scientifique des navires de façade et des équipements associés. Depuis leur création, ces comités ont démontré leur pertinence en termes de crible scientifique et de gestion opérationnelle. Ils permettent une souplesse de programmation indispensable pour appréhender les phénomènes du milieu, par essence très fluctuants, et une parfaite coordination de la gestion des moyens pour l'ensemble des laboratoires et organismes concernés. *De même, l'introduction de navires semi-hauturiers (voir plus loin) devra s'accompagner de modifications dans les procédures d'évaluation scientifique. En effet, celles-ci sont réalisées séparément pour le domaine côtier (CIR) et le domaine hauturier (commissions nationales) ; l'utilisation de navires semi-hauturiers nécessitera un rapprochement de ces deux structures. Une proposition consiste à intégrer des experts des CIR aux commissions nationales.*

La flotte régionale Manche/Atlantique

La flotte Manche/Atlantique comprend aujourd'hui quatre navires côtiers : *Côtes de la Manche*, *Côte d'Aquitaine*, *Thalia* et *Gwen Drez*. Les trois derniers sont en fin de vie. L'urgence des cinq prochaines années est l'adaptation de cette flotte aux programmes scientifiques côtiers et littoraux. En terme de géographie, il convient de souligner la grande extension des façades maritimes et des plateformes très étendues vers le large, et dont l'enjeu est important dans le cadre des requêtes, en cours, d'extension de la ZEE.

Le nombre moyen de jours d'utilisation de cette flotte est de 700 à 1000 jours d'armement par an dont environ 15 % du temps est consacré aux transits. Il faut en séparer l'activité halieutique qui se situe à environ 200 jours par an. La pression d'usage n'est pas la même sur tous les navires : elle augmente sur *Côtes de la Manche*, diminue légèrement sur *Thalia* et *Gwen Drez* et diminue sur le *Côte d'Aquitaine,* probablement à cause de son obsolescence.

Le renouvellement attendu de cette flotte est le moment tout indiqué pour revoir la question de l'adéquation des moyens à la demande, ou comment répondre aux sollicitations des utilisateurs. Plusieurs éléments sont alors à prendre en compte :

- un navire côtier doit travailler dans une zone limitée (façade Atlantique, Manche, …) afin de limiter les transits;
- la programmation de certaines campagnes est liée à la saisonnalité des phénomènes biologiques à étudier ;

- plusieurs types de campagnes pourraient être réalisés sur des bateaux de stations, des bateaux d'autres partenaires ou des bateaux affrétés, capables de faire des prélèvements ou de la mise à l'eau ou récupération de petits équipements dans les rades, les rias, les abers ou autres embouchures de rivières.

L'évolution de la flotte Manche/Atlantique passe par son optimisation pour une meilleure disponibilité des moyens, en se fondant sur les principes suivants :

- rendre les bateaux plus polyvalents ;
- avoir une panoplie de bateaux mieux adaptée aux besoins scientifiques, mais également aux zones littorales et aux conditions de travail en mer, parfois très difficiles l'hiver ;
- garder une place à l'enseignement ;
- avoir une possibilité d'accès (limité) aux bateaux de stations dans le cadre de la programmation par les CIR.

La panoplie des navires régionaux proposée se bâtirait alors avec :

- l'accès au petit fond et eaux calmes par l'utilisation de navires de stations (quelques dizaines de jours par an et par navire) et du futur « *Petibato* » de l'Ifremer qui sera transportable par route ;
- **un navire estuarien polyvalent pluridisciplinaire**, succédant au *Côte d'Aquitaine* (environnement, biologie, ressources halieutiques et enseignement), basé en Gironde et couvrant principalement de la Gironde jusqu'à l'estuaire de la Loire en passant par les pertuis. Il pourra également travailler en baie de Seine ;
- un navire côtier pour la Manche et le sud Bretagne, pluridisciplinaire (environnement, biologie, technologie et enseignement) et halieutique. Ce navire côtier serait le *Côtes de la Manche* modifié pour du chalutage et du dragage (halieutique et coquilles St-Jacques) ;
- l'accès **à un navire semi-hauturier pluridisciplinaire (NPA, Navire Polyvalent Atlantique)** de plus grande taille (35 à 45 mètres) décrit plus loin (assurer le continuum côtier-hauturier), pour travailler sur le plateau continental, de la côte jusqu'aux tombants.
- l'accès éventuel à des navires partenaires (SHOM, partenaires européens dont IEO).

Les dates optimales d'entrée en flotte sont :

- 2009 pour le navire estuarien polyvalent pluridisciplinaire, successeur du *Côte d'Aquitaine ;*
- après 2011 pour le navire semi-hauturier NPA.

La configuration de cette flotte sera alors modifiée en profondeur : en effet, on passe d'une configuration à quatre navires côtiers (autour de 24 mètres de longueur) plus ou moins spécialisés mais soumis aux même contraintes (météorologiques, zones de travail, faibles emports) à trois navires multidisciplinaires mais de capacités complémentaires : un navire estuarien polyvalent d'environ 20 mètres dédié aux zones à faibles fonds, un navire côtier de 24 mètres

pour des travaux jusqu'à quelques dizaines de miles nautiques des côtes, et un navire semi-hauturier marin, tous temps, pour assurer la continuité avec le domaine hauturier, jusqu'au talus continental.

La flotte régionale méditerranéenne

Les deux navires qui constituent cette flotte ont été mis en service en 1994. Ils répondent bien aujourd'hui aux besoins de la communauté scientifique en Méditerranée. Du fait de la bonne adéquation entre les besoins et les outils, la pression sur cette flotte est importante et son utilisation est aujourd'hui optimale.
Le faible emport de scientifiques (au maximum huit) peut être partiellement compensé par l'installation d'un lien numérique permanent à haut débit terre-navire; ce type d'équipement, en cours de développement pour la grande plaisance, sera bientôt abordable et réellement opérationnel en Méditerranée.

Pour le court terme (d'ici 2015), le moyen de répondre à la demande scientifique ne passe pas forcément par l'entrée en flotte d'un nouveau navire, mais plutôt par l'échange de temps bateau et une optimisation des moyens qui nécessiterait une modification du mode de fonctionnement des navires côtiers, et de *L'Europe* en particulier. En effet, ce navire travaille presque exclusivement de jour et suit un cycle de travail/repos particulier. Ce rythme, les arrêts techniques et les aléas météorologiques limitent le nombre de jours effectifs de campagne en mer par an.

La flotte côtière méditerranéenne serait alors composée comme suit :

- les navires de stations (quelques dizaines de jours par an) et « petibato » pour l'accès aux zones littorales ;
- *Téthys II* et *L'Europe* ;

Pour le moyen terme (à partir de 2015), on peut s'attendre à un accroissement important de la demande sur toute la Méditerranée, principalement pour l'environnement et les géosciences (gestion des risques). La durée de vie de *L'Europe* étant plus courte que celle des navires en acier, sa sortie de flotte doit être envisagée entre 2015 et 2020. La réponse aux demandes sociétales et scientifiques passe par la mise en service d'un bateau de gamme moyenne, de type semi-hauturier qui reprendrait les campagnes de *L'Europe* et partiellement du *Suroît : le NPM (Navire Polyvalent Méditerranée).*

La flotte méditerranéenne serait alors composée comme suit :

- l'accès aux zones littorales par l'utilisation de navires de stations (quelques dizaines de jours par an) et du futur « Petibato »;
- *Téthys II* ;
- l'accès à un navire semi-hauturier pluridisciplinaire de plus grande taille NPM (45 à 50 mètres), décrit ci-après , pour travailler sur toute la Méditerranée ;
- un accès à un futur navire semi-hauturier de l'IEO, en Méditerranée, est aussi envisageable.

- **Assurer le continuum côtier-hauturier**

Le continuum côtier-hauturier, mis en avant par la prospective scientifique, doit être assuré par des navires de taille moyenne (35 à 50 mètres) **économiques** (effectif réduit, restauration simplifiée), qui sont à même de réaliser des mesures dans les zones côtières, même par faible profondeur (>10 mètres de hauteur d'eau), mais qui sont assez puissants et marins pour réaliser des campagnes en haute mer; on les appellera également navires semi-hauturiers. Ces navires sont moins coûteux que les navires hauturiers, mais sont limités en taille de laboratoires, de plage arrière et d'accueil de scientifiques et emportent des équipements légers comme les AUVs.

Les scénarios envisageables pour ce segment de la flotte sont :

- Mise en œuvre d'un Navire Polyvalent en Manche/Atlantique (**NPA**), de 35/45 mètres qui reprendra les missions d'halieutique, de biologie, de géophysique, avec installation d'un sondeur multifaisceaux halieutique (SMFH) pour l'halieutique, combiné avec un sondeur petit fond pour la cartographie de plateau (ce pourrait être l'option « bathymétrie » du SMFH). Ce navire devra pouvoir accueillir jusqu'à 15 scientifiques. Il permettra d'assurer la couverture complète du plateau continental, de la proche zone côtière jusqu'au haut de pente (200 à 300 mètres de profondeur) quasiment par tous temps. Le complément sur la zone littorale sera assuré par d'autres navires (*Petibato* pour la bathymétrie) et le bas de pente par *Le Suroît* dans un premier temps ou un navire équivalent (par exemple NPM ensuite). Son champ d'opération inclura le proche Atlantique et le golfe du Lion.

- Mise en œuvre d'un Navire Polyvalent en Méditerranée (**NPM**), de 45/50 mètres, pour les missions de biologie, de géophysique, de physique. Ce navire reprendra assez largement les missions de l'actuel *Suroît* ; il disposera d'un sondeur à haute résolution de type EM300 ; cela lui permettra également de réaliser certaines campagnes côtières. Il devra répondre également aux besoins de l'océanographie moderne avec la mise en oeuvre d'outils variés tels que : « glider », AUV, PROVOR, OBS, stations de fond de petite ou moyenne taille et train allégé *Victor*. Ce navire devra accueillir jusqu'à 20 scientifiques. Il reprendra également des missions de *L'Europe*, dont la sortie de flotte est attendue entre 2015 et 2020. Son champ d'opération pourrait être étendu à l'océan Indien.

Ces deux navires pourront bien évidemment être opérants ailleurs que sur leurs zones de travail dédiées. Le NPA pourra par exemple être utilisé pour travailler dans le golfe du Lion pour des campagnes halieutiques.

4-2 LE DOMAINE HAUTURIER

La flotte océanographique hauturière actuelle est dimensionnée pour répondre aux besoins scientifiques de la prochaine décennie et répondre partiellement aux activités nouvelles comme l'océanographie opérationnelle et les observatoires fond de mer, que nous analyserons par la suite. Depuis *L'Atalante*, les navires qui la composent ont été définis en étroite collaboration avec la communauté scientifique, en tenant compte des besoins exprimés et identifiés par les différents groupes ad hoc et validés par les comités scientifiques.

Les grands navires hauturiers, *Marion Dufresne II*, *Pourquoi pas ?*, *L'Atalante* et *Thalassa* sont naturellement, mais pas seulement, les navires embarquant les engins lourds (engins sous-marins, observatoires, sismique lourde sauf *Thalassa,* etc.). Ils disposent des équipements nécessaires à la mise en œuvre ou à la récupération de stations et ont la possibilité d'emport d'un engin pour les interventions sur site (connexions, remplacements de modules, etc.).

Cette flotte est moderne puisque le plus ancien de ces navires, *L'Atalante*, date de 1990 et subira une modernisation à mi-vie en 2008, et le plus récent *Pourquoi pas ?* est entré en flotte après essais en 2006. Aucun de ces navires ne sortira de flotte avant 2015. En revanche, la période 2006-2015 verra s'effectuer la modernisation de *L'Atalante* et, dans une moindre mesure, celle de *Thalassa*.

Les travaux de modernisation constituent des étapes importantes et nécessaires de la vie d'un navire. En effet, la coque a souvent été mise à rude épreuve, les moteurs sont à re-conditionner et surtout les équipements électroniques (scientifiques, informatiques et de navigation) sont souvent obsolètes et parfois ne sont plus maintenus par les constructeurs ; ils ne correspondent plus aux besoins de précision qu'attendent les grands programmes de recherche aujourd'hui. Moderniser un bateau, c'est lui offrir une seconde vie et l'adapter aux enjeux scientifiques pour les 10 à 15 ans à venir. C'est également permettre des réductions, même minimes (car la plus grande part du coût de fonctionnement du navire est dû au combustible et aux salaires des équipages), des coûts de fonctionnement et d'entretien. **L'évolution des équipements doit s'envisager en respectant la notion de panoplie d'équipements**.

L'Atalante est et doit rester le navire polyvalent (hors campagnes halieutiques) réservé à une utilisation par la communauté scientifique, bien qu'également disponible pour des affrètements. Il est important de conserver ses missions actuelles « en route » ; il faudra, entre autres, remplacer le sondeur multifaisceaux (SMF) EM12 qui est en fin de vie. Sa modernisation est prévue pour fin 2008, soit 18 ans après sa livraison.

Concernant *Thalassa*, l'évolution des techniques de pêche ne va pas ou peu générer de grosses évolutions du navire ; celui-ci est sain, silencieux et bien entretenu. Compte-tenu de ses campagnes récurrentes (évaluation des stocks) il est principalement cantonné à l'Atlantique Nord. Les équipements halieutiques et l'informatique ont été remplacés durant ces dernières années et le sondeur

multifaisceaux halieutique (SMFH) a été installé en 2005. Il faudra envisager un arrêt technique en 2013 pour réaliser la modernisation à mi-vie de la coque et des moteurs ainsi que le remplacement d'équipements scientifiques comme les ADCP ; la participation de l'IEO au financement est envisagée.

Le *Marion Dufresne II* est un navire multifonctions, mis en service en 1995, dont 217 jours par an sont utilisés pour la recherche. Son principal atout est d'être le seul au monde, actuellement, à pouvoir réaliser des carottages longs, de grand diamètre, et à travailler dans les hautes latitudes (mais pas en zone de glaces). Il est équipé d'un sondeur SMF dont la maintenance n'est pas garantie à moyen terme (l'électronique date des années 1990).
La question de l'avenir du *Marion Dufresne II* à partir de l'année 2015 est clairement posée. C'est à cette date que les contrats d'achat et de gestion arriveront à leurs termes. Le Ministère en charge de l'Outremer estime qu'il n'est pas raisonnable de prolonger sa durée de vie au-delà de 20 ans et souhaite engager une réflexion sur son remplacement (rapport public annuel 2005 de la Cour des comptes au Président de la République).
Pour la recherche, il est important que les performances du *Marion Dufresne II* en matière de carottage long (jusqu'à 60 mètres) soient pérennisées, ainsi que ses capacités d'accueil et de travail par tout temps et dans les hautes latitudes. Cela peut amener à la réalisation d'un nouveau navire hauturier, à l'adaptation de navires existant ou à venir, à la modernisation du *Marion Dufresne II* ou à l'accès à un navire étranger. Dans tous les cas, il sera important de bénéficier des équipements et logiciels en cohérence avec les autres navires hauturiers. Si la durée de vie du *Marion Dufresne II* est prolongée, une modernisation importante serait à envisager entre 2012 et 2015.

Il faut par ailleurs profiter des modernisations pour adapter les navires aux besoins d'acquisition de données en route, entre autres pour l'océanographie opérationnelle. Cela implique le renouvellement de certains équipements comme les « courantomètres Doppler », les stations de mesures météorologiques, les centrales de mesure de paramètres hydrologiques (type « ferrybox ») et les systèmes de communication en lien permanent.

Enfin, les échanges de temps navire avec d'autres pays européens sont à amplifier. Ils permettent d'avoir accès à des zones non couvertes par la flotte hauturière française et à des équipements non disponibles. Ils permettent donc d'optimiser les transits et de profiter d'opportunités de présence ou de passage dans des zones éloignées.

Un point important à renforcer est la cohérence de la gestion de la flotte hauturière (et semi-hauturière). Cette cohérence existe dès l'évaluation des campagnes par les commissions nationales, mais la gestion des navires et des équipements est plurielle. Chaque organisme doit garder le contrôle de la programmation de sa flotte, tout en respectant les priorités scientifiques. En revanche, pour augmenter la cohérence des choix de nouveaux équipements ou optimiser le fonctionnement et la maintenance, il est essentiel de renforcer la concertation entre organismes. **Une gestion en commun des équipements et de leur mise en œuvre serait génératrice d'efficacité et d'économie.** Elle existe déjà au niveau de certains parcs instrumentaux. Il faut l'étendre et l'intensifier.

4-3 L'OUTREMER DONT LES TAAF
(hors *Marion Dufresne II*)

Cette flotte est actuellement constituée de navires appartenant ou gérés par l'IPEV et l'IRD. Les navires considérés sont :

- *Antéa* re-motorisé et éventuellement équipé d'un sondeur multifaisceaux redevient le navire semi-hauturier de l'Atlantique tropical et des Antilles à partir de 2007 ; il pourrait également apporter un renfort en Méditerranée, en particulier pour des campagnes halieutiques ;
- *Alis* arrivera en fin de vie vers 2015. Il serait re-motorisé en 2007. Sa sortie de flotte ne permettrait plus de couvrir la ceinture tropicale du Pacifique sud. Plusieurs hypothèses sont envisageables pour l'après-2015:
    - remplacement par un navire d'occasion à moderniser et à équiper,
    - remplacement par des navires de station en cofinancement avec les Collectivités d'Outre-Mer,
    - remplacement par un navire neuf en collaboration avec un pays de la zone Pacifique (Nouvelle Zélande, Australie),
    - remplacement par un navire semi-hauturier pour les DOM/TOM de l'océan Indien et du Pacifique, éventuellement en collaboration avec le SHOM ;
- *La Curieuse* pourrait sortir de flotte rapidement si aucune solution de financement de son fonctionnement n'est trouvée. Dans le cas contraire, elle pourrait être utilisée pour des campagnes d'halieutique ou comme support pour des opérations de sismique avec OBS;
- enfin *L'Astrolabe* est avant tout un navire mixte, aujourd'hui affrété, permettant l'accès aux stations polaires de Terre Adélie durant l'été austral ; il réalise des mesures hydrologiques durant les différents transits effectués pendant cette période. Cette fonction qui est unique, doit être préservée. Le remplacement de *L'Astrolabe* par un navire commun avec l'Australie ouvrirait des opportunités de campagnes océanographiques dans le Pacifique Sud.

Tous ces navires devront disposer de moyens de mise à l'eau et de récupération d'engins légers comme les AUVs ou les « gliders », dont ils seront les bateaux supports, au même titre que les bateaux côtiers. Ils pourraient également avoir une capacité d'emport d'OBS, en appoint de *L'Atalante*, du *Pourquoi pas ?* ou du *Marion Dufresne II*, à des campagnes combinées de sismique lourde et d'OBS.

4-4 REPONDRE AUX NOUVEAUX BESOINS

Concernant l'océanographie opérationnelle, il n'existe pas, aujourd'hui, de réelle structure, comme en météorologie, qui a une obligation de résultats et qui assure une continuité de service dans des délais impartis. Une activité réellement opérationnelle pourra influencer la définition des besoins en termes de moyens à la mer. Mais actuellement, les programmes sont avant tout des programmes pré-opérationnels. Les activités de services proposées dans le cadre de GMES ont encore vocation à être démonstratives ou pré-opérationnelles. Les contraintes de mouillage et récupération d'instruments ne sont donc pas aussi fortes et les besoins peuvent être couverts avec l'existant, navires d'opportunité compris. Il n'y a donc pas encore de besoin de navire dédié à cette activité.

Un second besoin concerne la mise en œuvre et la maintenance des stations de fond. En première analyse, la prise en compte de ce besoin doit être possible par l'ensemble de la flotte hauturière. Les projets sont encore sous forme prototype, et impliquent des contraintes qui restent à évaluer concrètement. Les résultats de projets tel que *European Seafloor Observatories NETwork* (ESONET) permettent d'en préciser le contenu. Les contraintes seront différentes si l'on considère la mise à l'eau ou la récupération en surface d'instruments ou s'il y a une intervention sur le fond avec utilisation d'engins sous-marins, habités ou non.

La mise en œuvre, le suivi et l'exploitation des AUVs sont également possibles sur la majorité des navires des flottes régionales et hauturière et sur des navires d'opportunité. L'AUV deviendra un équipement indispensable sur l'ensemble de la flotte hauturière et semi-hauturière.

L'évolution des campagnes de sismique réfraction et réflexion se traduira probablement par une modification des capacités d'emport des OBS sur les navires hauturiers (voir précédemment) afin de programmer des campagnes avec un grand navire (nombre d'OBS réduit, 30 à 40) ou en combinant hauturier et semi-hauturier ou navire d'opportunité (pour un plus grand nombre d'OBS, jusqu'à 100).

Enfin, les demandes en océanographie halieutique, qui ont été redéfinies et renforcées en 2002 au niveau européen par la réglementation européenne sur la collecte des données halieutiques (DCR), seront étendues dans le prochain plan de cette DCR (2007-2012) qui contient notamment de nouvelles exigences en réponse aux besoins de l'approche écosystémique des pêches. Il convient que les propositions d'évolution de la flotte tiennent compte de l'amplification de cette dynamique qui sera intégrée dans la stratégie maritime européenne (SME) et des partenariats possibles avec nos proches voisins (IEO).

4-5 LES ENGINS SOUS-MARINS ET LES EQUIPEMENTS

L'évolution des engins sous-marins

Le *Nautile*

Le *Nautile* est le seul submersible habité opérationnel en Europe, si l'on met à part les « Mir » russes. Néanmoins, l'arrivée du *Victor 6000* a fait baisser la demande scientifique pour *Nautile* ; en effet, dans la majorité des missions possibles, le ROV est capable de faire la même chose, tout en augmentant le temps de travail effectif au fond et permettant ainsi un gain de temps important. En revanche, la liberté de manœuvre (sans câble ombilical), la précision plus grande des manipulations et des observations liées à la présence de l'homme à bord et à sa vision en trois dimensions, sont des atouts majeurs pour certaines opérations (installation d'outils sur le fond et interventions sur épaves en particulier). Il joue également un rôle de sécurité pour *Victor 6000* (en cas de panne ou de perte de ce dernier). La France doit avoir accès à deux engins sous-marins.

Le *Nautile* doit subir un grand carénage toutes les 500 plongées ou tous les 5 ans. Sa durée de vie est limitée à 30/35 ans ou 3000 plongées et il doit donc sortir de flotte au plus tard en fin de prochaine décennie. Il est clair que la question du maintien d'un submersible habité dans la panoplie de la flotte océanographique française se pose donc dès à présent. Si la réponse à la question est oui, le coût du maintien doit être assuré et il sera nécessaire de prévoir un grand carénage du *Nautile* en 2008 puis en 2014, et ensuite prévoir son éventuel remplacement vers 2020. Si la réponse est non, la décision de sortie de flotte du *Nautile* doit être prise. La réponse doit être fondée sur une analyse des coûts bien sûr, et doit prendre en compte d'autres aspects d'ordre politique, scientifique, technologique et logistique :

- d'un point de vue politique, il s'agit préciser le positionnement de l'Europe pour la présence humaine dans l'océan profond et le prestige qui en résulte en regard de la Chine qui fait construire deux sous-marins habités pour les grands fonds (7000 mètres) et des Etats-Unis qui ont lancé la construction d'un *Alvin* 6500 mètres, ainsi que du Japon, qui dispose de deux sous-marins, les *Shinkai* 2000 et 6500 mètres. La question stratégique d'une capacité européenne d'intervention habitée en milieu marin profond doit donc être pesée en regard de toute compétition ;

- d'un point de vue technologique, c'est le maintien d'un savoir-faire français de 40 ans dans le domaine des submersibles habités qui est à conserver et à valoriser ;

- scientifiquement parlant, les observations, les prélèvements et les manipulations d'outils sont plus efficaces dans un submersible habité. A contrario, le temps réel de travail sur le fond en continu est trois ou quatre fois plus important avec un ROV;

- d'un point de vue logistique, alors que le ROV peut être mis en œuvre sur plusieurs navires européens, *Nautile* ne peut être utilisé que sur *L'Atalante* ou *Pourquoi pas* ?, ce qui réduit sa souplesse d'utilisation ; cependant le N/O *Pourquoi pas* ? a été conçu dans l'optique de pouvoir mettre en œuvre deux engins lourds, ce qui en fait un navire océanographique unique au monde (avec, par exemple, la combinaison du *Nautile* avec le SAR).

Victor 6000

Le ROV *Victor 6000* est entré en flotte en 1998. En 2009, après plus de 10 ans de fonctionnement, il faut programmer son grand premier carénage dont le but est multiple : permettre la modernisation d'équipements (navigation, énergie/puissance, informatique et PC de commande), diminuer les coûts de maintenance (treuil plus léger), améliorer les performances du véhicule et de ses équipements, et surtout optimiser des tâches à bord permettant de passer, pour des opérations classiques, de trois opérateurs GENAVIR (pilote, chef de quart et coordinateur) à deux. Cela génèrera une diminution des coûts d'exploitation par la réduction de 10 à 7 du personnel opérationnel sur une campagne ROV classique.
Par ailleurs, la réalisation d'un train *Victor 6000* « allégé », en synergie avec l'AWI et le projet *Victoria*, adapté à une profondeur d'intervention jusqu'à 4000 mètres, ouvrirait des opportunités de prestations d'intervention, comme celles réalisées actuellement pour le projet de détecteur de neutrinos, ANTARES, avec des navires supports voire le NPM à terme.

Les AUVs, les « gliders » et les engins tractés

L'entrée en flotte des AUVs côtiers de type « Aster[x] » se fera dans un premier temps sur certains navires côtiers et sur les navires semi-hauturiers. **Une évolution grand fond de l'actuel AUV est souhaitable pour les campagnes hauturières**, en complément d'autres équipements comme les SMF navires et les ROV. En revanche, un AUV lourd pouvant par exemple embarquer une sismique près du fond, n'est réalisable qu'avec un engin encombrant, gros consommateur d'énergie et donc très cher. On peut penser attendre encore au moins une décennie pour réaliser les piles à combustibles peu encombrantes et de grandes capacités, nécessaires à ce genre d'AUV.
Les engins tractés existants comme le SAR et le futur Exocet sont encore les mieux adaptés pour les charges utiles lourdes ou très consommatrices d'énergie. Ils constituent une bonne filière préparatoire à la réalisation et l'utilisation future d'AUVs lourds ; en effet, les missions seront proches et les équipements identiques (sismique, sonar latéral). De ce fait, il faut poursuivre la modernisation des équipements du SAR, dans le cadre du projet « Exocet », équipements qui devront être compatibles et interchangeables avec ceux d'un AUV.
Certains gliders existent déjà sur le marché en petit nombre. La génération suivante devra faire l'objet de développements technologiques et intègrera des innovations. Une étude prospective est actuellement menée à l'Ifremer.

L'évolution des autres équipements lourds

Les sismiques

La plupart des équipements de sismique sont récents : entre 2000 et 2004 pour les sismiques multitraces (SMT), rapide (SISRAP) et haute résolution (SHR). La technologie numérique utilisée est la plus évoluée qui existe aujourd'hui. La durée de vie de cette technologie permettra de conserver ces équipements au moins jusqu'en 2020, moyennant des évolutions de matériel électronique et d'éléments de flûte. Il n'y aura pas d'investissement lourd à prévoir d'ici 2015, sauf à rallonger la SMT actuelle jusqu'à six kilomètres.

Les sondeurs multifaisceaux

La panoplie d'équipements de sondage (SMF) permet de répondre à toutes les demandes de cartographie ou d'imagerie: elle va du sondeur très petit fond (3 mètres), aux sondeurs de large fauchée de bonne résolution (1°x1°) des navires hauturiers, en passant par le sondeur petit fond SMFH du futur semi-hauturier en Atlantique ou l'EM300 du *Suroît* ou son équivalent sur le futur semi-hauturier en Méditerranée. La très haute résolution est apportée par les engins : Module de Mesure en Route (MMR) du *Victor 6000*, AUV, Exocet, en collaboration avec l'INSU pour les AUV et l'AWI pour le MMR.

Les équipements de carottage

Il sera important d'équiper les navires océanographiques d'outils de carottage adaptés à leurs missions. Le *Marion Dufresne II* ou son successeur est et doit rester le navire le plus performant, et de loin, en termes de longueur et de qualité de carotte. La technologie Calypso doit être complètement déclinée sur le *Pourquoi pas ?* mais pour des carottes plus courtes (au maximum 36 mètres), et par grande profondeur (câble synthétique). Le pénétromètre « Penfeld » devra être utilisable sur le *Pourquoi pas ?*, *L'Atalante* et le *Marion Dufresne II*. Il faut par ailleurs maintenir la capacité de dragage des flottes hauturières et semi-hauturières. Cette méthode est en effet la mieux adaptée à l'échantillonnage des roches dures.

Les équipements de communication

L'évolution des systèmes de communication doit permettre des accès permanents et peu coûteux, afin de faciliter le travail en commun et les échanges de données entre le bord et les laboratoires à terre. C'est l'objectif du projet du pôle de compétitivité Mer, « eX-Trème ».
L'outil aura un impact important tant pour les programmes de recherche que dans le cadre de la formation des jeunes chercheurs.
Des formules autorisant un meilleur contrôle des coûts et un débit constant 95 % du temps arriveront bientôt, même si la faiblesse du marché des communications navires-terre en plein océan ne permettra pas, rapidement, une réduction importante des coûts d'abonnement.

L'évolution des logiciels et des banques de données

Les logiciels embarqués

L'optimisation des flottes passe par une standardisation des logiciels embarqués, pour l'acquisition des données, leur traitement, leur archivage et les contrôles qualité, ainsi que le traitement du positionnement et de la navigation. Les organismes disposent d'une panoplie d'outils (développés ou achetés) dont l'intérêt, pour les utilisateurs, est qu'ils soient homogénéisés et généralisés sur tous les navires de la flotte afin d'homogénéiser l'archivage et permettre la valorisation scientifique et commerciale des données.

Les banques de données

Les évolutions de la flotte, des navires et engins, ont un impact significatif sur la gestion et la diffusion des données; cela concernera essentiellement :

1) le saut quantitatif (nombre) et qualitatif (résolution) des systèmes d'observation embarqués, en particulier, dans le domaine des mesures acoustiques: sondeurs, sonars, sismiques, courantomètres doppler mais aussi de l'imagerie visible : photos et vidéos considérées comme données scientifiques à part entière.

La capacité technique des centres de données devra être renforcée en conséquence afin d'assurer la pérennité de l'ensemble des mesures, mais aussi des conditions de mise en œuvre des différents systèmes et afin de garantir dans la durée, l'inter comparaison et les utilisations conjointes des résultats obtenus;

2) l'accroissement des possibilités de prélèvements et d'analyses d'échantillons hydrologiques, géologiques ou biologiques permis par des navires ayant des capacités d'emport d'équipements lourds et d'embarquement d'équipes scientifiques suffisantes pour dépouiller les échantillons recueillis et/ou les conditionner.

Les systèmes d'information devront soutenir l'effort d'identification et de traçabilité des échantillons recueillis ;

3) la possibilité de connexions à haut débit entre navires et terre permettant une meilleure synergie des travaux entre équipages, équipes scientifiques embarquées et équipes restées au laboratoire. En particulier, la possibilité d'exploiter directement, à terre, en temps quasi-réel, les résultats obtenus permet une réactivité très importante dans certains domaines et la valorisation de résultats secondaires à la mission principale (le navire océanographique devenant navire d'opportunité pour des équipes restées à terre). L'océanographie pré-opérationnelle tire déjà profit de cette possibilité.

Les systèmes d'information devront accompagner cette possibilité en recueillant les données transmises par le navire et en les distribuant aux équipes concernées.

V PROPOSITIONS – EBAUCHE DE CALENDRIER

Les propositions de ce rapport devront être complétées par des études technico-économiques détaillées.

Deux périodes ont été identifiées : la période 2008/2017 qui s'apparente à une première phase à 10 ans, et dont les grandes lignes sont tracées, et la période 2018/2025 qui s'apparente plus à une phase prospective long terme.

Propositions pour 2008/2017

PROPOSITION 1 : Mettre en œuvre le plan de mutation de la flotte régionale Manche/Atlantique pour l'adapter aux enjeux de la recherche du futur et aux attentes sociétales.

C'est en effet une profonde mutation qui s'impose à cette flotte pour devenir une flotte moderne et bien adaptée aux enjeux identifiés par la prospective scientifique : les ressources vivantes, la biodiversité, les ressources énergétiques et minérales, l'interface eau-sédiment, les marges, l'océanographie côtière et la variabilité climatique.

C'est un véritable défi que de réussir cette transformation, car ce n'est pas simplement remplacer trois bateaux côtiers par un navire estuarien de petite taille et un navire semi-hauturier, mais c'est aussi garantir la complémentarité de ces navires et leur adéquation aux attentes des futurs grands programmes nationaux et européens.

Les trois objectifs majeurs sont :

- **proposer une réelle complémentarité** de la mesure entre le littoral et le talus, impliquant la nécessité d'être réellement polyvalent et d'assurer une inter-calibration effective entre tous les moyens ;
- **proposer les outils de valorisation de la ZEE** de la France et, par extension, de celles de pays riverains ;
- **répondre aux attentes de l'Europe**, en terme de collecte d'informations, de stratégie et de directives, et en cohérence avec les pays concernés par le proche Atlantique : l'Espagne, le Portugal, les Pays Bas, la Grande Bretagne, l'Irlande.

Le récent rapport de l'**OFWG** a montré que les navires européens de classe régionale sont nombreux, anciens, souvent mal équipés et peu adaptés. Ainsi constituée, en complément de navires de stations pour le très proche côtier (de 0 à 10 mètres de profondeur d'eau) et de la *Thalassa* pour le hauturier, la flotte régionale Manche/Atlantique sera **moderne, pluridisciplinaire et performante, de l'Irlande à Gibraltar, de la côte jusqu'au large**. L'extension de la zone de travail au golfe du Lion, qui a des problématiques parallèles à celles du golfe de Gascogne, en particulier dans le domaine des ressources vivantes, est souhaitable.

Les actions à prévoir et leur calendrier prospectif

a) **Dès 2007** : mettre en place **un groupe ad hoc Ifremer-INSU**, qui devra s'appuyer sur la communauté scientifique et sur d'autres partenaires tel le SHOM et l'IEO. **Ses attendus sont** :

- définir les missions de la flotte Manche/Atlantique et les interfaces entre ses composantes ;
- proposer un plan d'adaptation du *Côtes de la Manche*, incluant les aspects coûts et calendrier ;
- proposer un plan de réalisation du navire estuarien polyvalent, incluant les aspects coûts et calendrier ;
- proposer un plan de réalisation du NPA, incluant les aspects coûts, financement, coopération, et calendrier ;
- proposer un plan de sortie des bateaux anciens, en concordance avec l'entrée en flotte des nouveaux navires et en assurant une « continuité de service ».

Ces résultats seront attendus pour le début de l'année 2008, afin de préparer les demandes financières pour 2009.

b) **En 2008/2009 : construction du navire estuarien polyvalent**.

c) En 2010 : réaliser les travaux d'adaptation du *Côtes de la Manche*

d) **En 2010/2011 : construction du NPA**.

Les estimations budgétaires et les cofinancements possibles

a) Le coût de réalisation du navire estuarien polyvalent est estimé à environ 3,5 à 4 M€. Ce navire travaillera majoritairement dans les estuaires et les pertuis. Des cofinancements seront recherchés avec les conseils régionaux concernés : Normandie (Haute et Basse), Pays de la Loire, Poitou-Charentes et Aquitaine.

b) Les modifications du *Côtes de la Manche* sont estimées à 1 M€, instrumentation comprise. Ce coût est de l'ordre de grandeur d'un arrêt technique important. Un cofinancement est possible via les fonds européens d'aide à la pêche.

c) Le coût de réalisation du NPA est estimé entre 32 et 35 M€, avec l'ensemble des équipements océanographiques. Un cofinancement est possible via les fonds européens d'aide à la pêche. Des coopérations au travers de programmes communs sur le golfe de Gascogne et le Golfe du Lion et un cofinancement seront recherchés avec l'IEO. Une recherche de cofinancement par les Régions sera à évaluer.

Le coût total de l'évolution de la flotte Manche/Atlantique est donc de l'ordre de 40 M€, sur la période 2008 à 2012. Les coûts de fonctionnement de la flotte seront réduits par la conjonction de la diminution du nombre de navires, et l'utilisation de technologies innovantes sur les constructions neuves, comme l'utilisation de moteurs moins consommateurs donc plus économes et moins polluants, l'amélioration de l'hydrodynamique et l'automatisation plus importante permettant de limiter l'équipage.

<u>PROPOSITION 2</u> : Consolider le rôle, la place de la flotte hauturière française et maintenir sa capacité de travail.

La flotte hauturière française a la réputation d'être l'une des flottes les plus performantes en Europe. Un effort financier important (environ 250 M€) a été réalisé depuis 1990, pour que cette flotte devienne moderne et performante, et qu'elle permette aux équipes scientifiques nationales de tirer vers le haut la recherche marine en France. Il convient donc dorénavant, tout en conservant l'avance technologique acquise avec ce patrimoine, de l'adapter aux défis de l'avenir comme la valorisation des profondeurs océaniques, clairement identifiée comme projet fédérateur dans le rapport du groupe « Poséidon ».

<u>Les actions à prévoir et leur calendrier prospectif</u>

a) **Réaliser la modernisation de *L'Atalante*, en 2008**, pour prolonger sa durée de vie et l'adapter aux enjeux des quinze prochaines années.

b) **Préparer un arrêt technique à mi-vie de la *Thalassa* en 2013**, en collaboration avec l'IEO.

c) Lancer dès 2008 la prospective pour l'avenir du *Marion Dufresne II* en tenant compte des trois hypothèses possibles:

- pas de remplacement: ses missions scientifiques spécifiques (carottage grande longueur en particulier) et pédagogiques (formation) sont reprises, après 2015, par d'autres navires hauturiers européens. Le transfert de la technologie de carottage profond reste à préciser ;
- ou le *Marion Dufresne II* est modernisé en 2015 ;
- ou un nouveau navire est construit ou affrété.

<u>Les estimations budgétaires et les cofinancements possibles</u>

a) La modernisation de *L'Atalante* est évaluée à 15 M€.

b) Le coût de la modernisation à mi-vie de *Thalassa* est estimé à environ 5 M€; elle comprendra la modernisation technique de la coque, des moteurs, la rénovation des treuils de pêche et le remplacement des célérimètres de coque (ADCP). Une participation financière de l'IEO, co-financeur du navire et de son fonctionnement, est envisagée.

c) En fonction de l'hypothèse retenue, le coût de l'après *Marion Dufresne II* se situe entre 10 M€ pour une adaptation de navire existant, auxquels il faut ajouter les coûts d'affrètement, et 70 M€ pour un navire neuf de la classe *Atalante*. Une modernisation du *Marion Dufresne II* est estimée, par analogie avec *L'Atalante*, à 25 M€. Compte tenu de son coût, un navire neuf ne peut se concevoir qu'en collaboration avec un pays de l'Océan Indien (par exemple

l'Australie), si son rôle de navire ravitailleur des TAAF est maintenu (d'autres solutions sont envisageables pour effectuer les rotations entre La Réunion et les TAAF – mais ceci sort du domaine de ce rapport) ou en sollicitant un financement par le secteur privé, du même type que celui qui existe actuellement.

PROPOSITION 3 : En relation et en complément de la proposition 2, lancer une prospective à 20 ans sur les « engins sous-marins ».

Les engins sous-marins sont les compléments indispensables de la flotte hauturière. La France a toujours occupé une place de premier rang dans le monde sur ce sujet. Le *Nautile* est unique en Europe, et le *Victor 6000* n'a plus à prouver son haut niveau technologique et opérationnel, concrétisé par le projet, dans le cadre du GDRE avec l'AWI, d'un « *Victor* allégé » 4000 mètres, appelé *Victoria*. La question déterminante de cette prospective sera : quel avenir pour le *Nautile* et la filière sous-marine habitée en Europe ?

Les actions à prévoir et leur calendrier prospectif

a) **Dès 2007 : mettre en place un groupe de prospective sur les engins sous-marins, dont les attendus sont :**

- quel avenir pour *Nautile* et la filière habitée ?
- quelles seront les évolutions des ROV scientifiques ?
- quelles évolutions pour les AUV ?
- faut-il poursuivre la filière « engins remorqués » au-delà d'Exocet?
- quel avenir pour le « glider » : équipement de laboratoire ou outil national ?

b) **Réaliser le grand carénage du Victor 6000 en 2009/2010**.

c) Consolider la filière « engins légers » en lançant la réalisation d'un petit AUV (type *Aster*[x]) 6000 mètres pour 2010/2011, et en poursuivant la modernisation du SAR, dans le cadre du projet « Exocet », en complément des AUV.

Les estimations budgétaires et les cofinancements possibles

a) Le coût du grand carénage *Victor 6000* est de 2,5 M€ dont une partie sera financée par mutualisation d'études avec l'AWI pour le projet *Victoria*. Une participation de la région PACA, au travers du financement du « Centre Européen de Technologie Sous-marine » à La Seyne-sur-Mer, est évoquée.

b) Le coût d'un AUV 5000 mètres est de l'ordre de 1 M€. Cet AUV pourrait être cofinancé à 50 % par un industriel intéressé pour réaliser des prestations commerciales. Il en est de même de la modernisation du SAR, 1 M€.

PROPOSITION 4 : Mettre en œuvre, après 2015, un plan d'évolution de la flotte régionale Méditerranéenne.

L'évolution de la flotte Méditerranéenne n'a pas le caractère d'urgence de celle de la flotte Manche/Atlantique. Néanmoins, c'est dans les deux à trois années qui viennent que devra se décider le périmètre de cette évolution. Cette flotte est aujourd'hui très sollicitée, et le sera de plus en plus, compte-tenu de l'importance stratégique de la mer Méditerranée, principalement sur les questions de l'aléa sismique, de la variabilité climatique et de ses conséquences sur l'environnement, et du suivi des cycles biologiques.
Dès les prochaines années, des renforts ponctuels sont à prévoir, par exemple *Antéa* pour des campagnes de physique ou d'halieutique, et plus tard, le NPA sur le golfe du Lion. L'hypothèse d'un cofinancement par la France, même mineur, du futur navire halieutique de l'IEO en Méditerranée reste à argumenter.

Les actions à prévoir et leur calendrier prospectif

a) **Dès 2009** : mettre en place **un groupe ad hoc Ifremer-INSU**, s'appuyant sur la communauté scientifique et sur d'autres partenaires français (SHOM, IRD), et européens (espagnols, italiens,…) dans le cadre d'une stratégie Euroméditerranéenne. L**es attendus seront** :

- définir, à partir de l'existant (*L'Europe*, *Téthys II*) quelles seront les missions précises de la flotte Méditerranéenne à l'horizon 2020 ;
- proposer un plan de réalisation du NPM, incluant les aspects coûts, coopération, et calendrier ;
- proposer un plan de sortie des bateaux anciens, en concordance avec l'entrée en flotte du nouveau navire et en assurant une « continuité de service » ;

b) **En 2015/2016 : Construction du NPM**.

Les estimations budgétaires et les cofinancements possibles

a) Le coût de réalisation du NPM est estimé entre 36 et 40 M€. Un cofinancement sera possible avec l'IEO et sera recherché avec d'autres partenaires méditerranéens et le SHOM. Une recherche de financement innovant sera également à évaluer en partenariat avec les régions méditerranéennes.

PROPOSITION 5 : Définir le rôle, les objectifs et l'avenir de la flotte basée en Outremer.

Des navires basés dans les territoires Outremer et aux TAAF, seul *Antéa* est récent. Outre les besoins de la communauté scientifique, ces navires ont un rôle de représentation de la France, et d'évaluation des ressources, vivantes ou minérales, dans la ZEE. De plus, l'extension demandée des ZEE, en cours d'évaluation par le projet « EXTRAPLAC », donnent à ces eaux un intérêt des plus stratégiques.
Les critères scientifiques ne sont pas les seuls à prendre en compte pour décider de l'avenir de cette flotte ; entrent également en ligne de compte des aspects politiques des territoires, qui souvent financent des moyens ou du fonctionnement, et les aspects stratégiques de Défense nationale. En outre, le caractère commercial d'une exploitation des ressources de la ZEE française, laisse une porte ouverte à des collaborations entre le secteur public (organismes de recherche) et le secteur privé (exploitation de ces ressources).

Les actions à prévoir et leur calendrier prospectif

a) **Décider de l'avenir de *La Curieuse***.
Un audit spécifique a été réalisé sur mandat du CA de l'IPEV sur ce navire, dont les résultats, de publication imminente, peuvent orienter les décisions. Ce navire pourrait servir, dans l'immédiat, d'outil pour certains domaines côtiers et hauturiers en attendant des prises de décisions sur les projets à venir.

b) **Lancer, entre 2008 et 2010, une réflexion prospective sur l'avenir de la flotte Outremer** : mettre en place **un groupe ad hoc IRD-IPEV**, élargi à la communauté scientifique et ouvert à d'autres partenaires français (SHOM, Ifremer , INSU, ministères concernés). Les attendus en seront :

- Quels objectifs de missions pour cette flotte ?
- Faut-il prévoir des navires régionaux par zones géographiques ou un navire hauturier partagé ?
- Quel successeur à l'*Alis* ?
- Quel avenir pour *L'Astrolabe* ? Doit-on rechercher un partenariat avec l'Australie pour un navire brise-glace commun, capable également de réaliser des campagnes scientifiques dans le Pacifique Sud ?

PROPOSITION 6 :

Nous reprenons à notre compte la proposition de l'audit de modernisation Athané & Bravo sur la nécessité **d'adapter et de tenir à jour**, de manière continue par exemple sur une base annuelle, un plan d'évolution de la flotte, en particulier pour tenir compte de nouvelles prospectives et stratégies en recherches marines.

Prospectives pour 2018/2030

Ces prospectives seront à valider fonctionnellement, techniquement et ne font pas l'objet d'estimations financières. Elles sont un but à atteindre dans un calendrier qui restera glissant.

Cette période sera chargée car des équipements importants arriveront en fin de vie :
- *L'Atalante* aura 35 ans en 2025 ;
- *Thalassa* atteindra le même âge en 2030 ;
- Une modernisation du *Pourquoi pas ?* sera à prévoir.

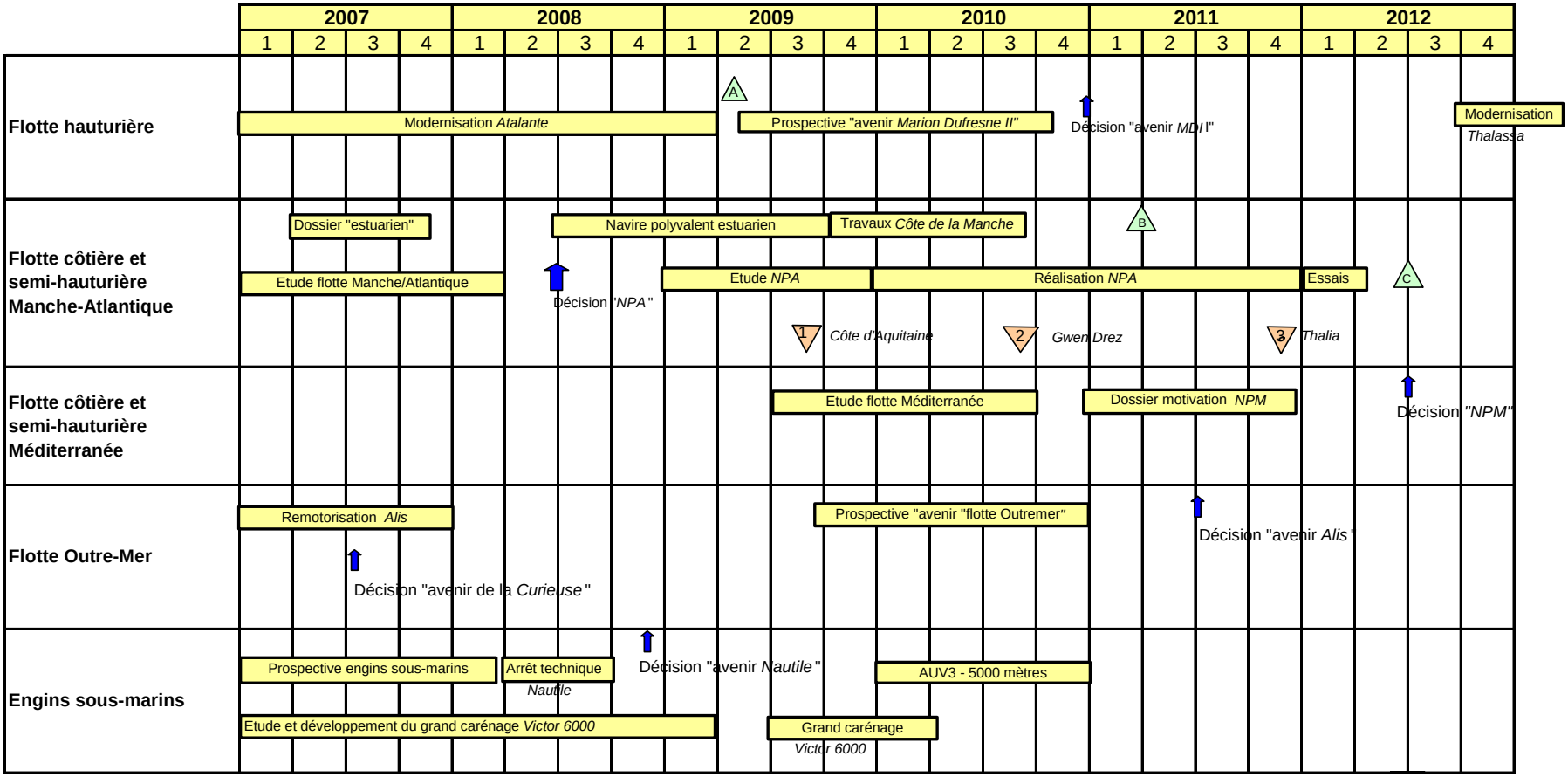
Concernant les flottes régionales, le besoin d'un navire côtier en Méditerranée est à préciser, pour une entrée en flotte possible en 2019/2020. En fin de période, le *Côtes de la Manche* et le *Téthys II* sortiront également de flotte.
De même que le *Nautile* entre 2015 et 2020, les équipements de sismique entre 2020 et 2025 et le *Victor 6000* vers 2030 (à l'issue d'un grand carénage en 2019/2020) seront probablement obsolètes ou en fin de vie.

Le remplacement de ces équipements sera à proposer en fonction de l'évolution des besoins scientifiques en termes de recherche marine, de la stratégie marine européenne et de la demande sociétale, ainsi que de l'état de l'art de la technologie. Des études prospectives seront donc à mener avant 2015 pour aboutir à des propositions pour cette période.

Calendrier préliminaire

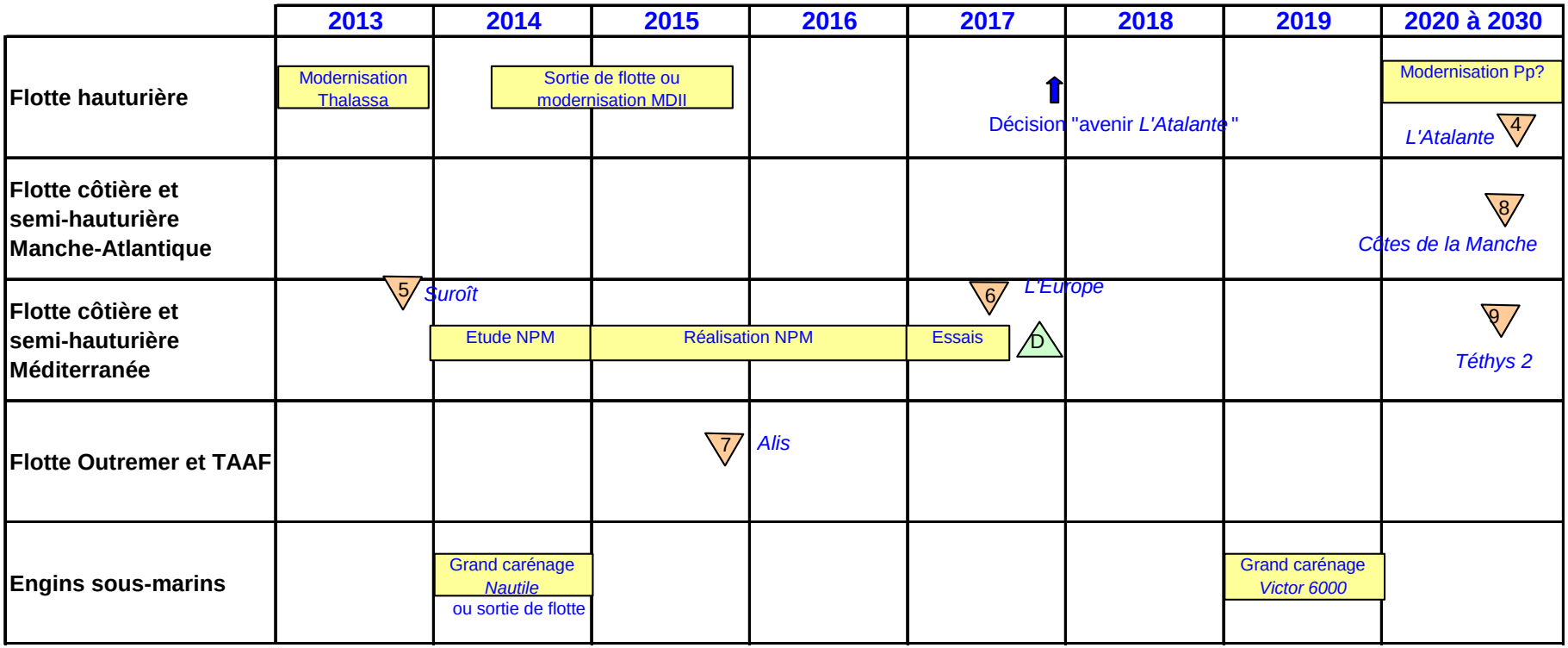
Remarque :

L'année 2015 sera une année charnière ; l'on constate que plusieurs nouveaux navires sont susceptibles de rentrer en flotte entre 2015 et 2017. Il sera important de bien se préparer à cette éventualité en menant les études prospectives très en amont, afin d'anticiper au mieux les demandes budgétaires associées.



1	sortie de flotte du Côte d'Aquitaine
2	sortie de flotte du Gwen Drez
3	sortie de flotte du *Thalia*

A	retour en flotte de *l'Atalante* modernisé
B	entrée en flotte du navire estuarien polyvalent
C	entrée en flotte du NPA



4	sortie de flotte de *L'Atalante*	D	entrée en flotte du NPM
5	sortie de flotte du *Suroît*		
6	sortie de flotte de *L'Europe*	8	sortie de flotte du *Côtes de la Manche*
7	sortie de flotte de *l'Alis*	9	sortie de flotte du *Téthys 2*

.

VI CONCLUSION

Pour réaliser ce document, notre démarche a été menée en plusieurs étapes. Tout d'abord, nous avons tenté de **synthétiser la prospective scientifique issue des organismes**, afin de dégager des lignes directrices en termes de définition de besoins. Nous avons ensuite **traduit ces besoins en termes de navires, équipements et engins**. Puis il nous a fallu rentrer dans le moule de l'existant car bon nombre de navires et d'équipements sont récents et seront encore en service en 2020. D'autres plus anciens devront inéluctablement sortir de flotte dans les années à venir. Nous nous sommes posé la question de **l'adaptation de la flotte actuelle aux besoins du futur** et de la **définition de nouveaux outils** (navires et équipements). Nous n'avons pas la prétention d'avoir apporté une réponse complète mais nos propositions sont à considérer comme des objectifs à discuter, amender, valider.

Nous n'avons pas cherché à intégrer formellement ces propositions dans un schéma européen de coopération ou d'échange, car il nous paraissait nécessaire de nous fixer des objectifs au préalable ; nous ne faisons qu'évoquer les coopérations pour les identifier et préparer leurs instructions. **Les résultats des travaux de l'OFWG et du projet MarinERA pourront affiner et orienter ces objectifs de coopération.**

Les aspects coûts et financement ont été également abordés. Des études détaillées seront nécessaires pour les affiner. Néanmoins, l'évaluation du coût de l'ensemble des propositions se situe dans la fourchette 110 à 170 M€ sur 10 ans ; en première approximation, la fourchette basse est en cohérence avec le coût global de la flotte (350 M€ environ) rapportée à une durée de vie de 30 ans. Il est évident que le réalisme budgétaire et contraint des finances publiques pousse vers une recherche de ressources complémentaires, au travers de coopérations ou de financements innovants. Durant ces dix ans, la sortie de cinq navires (hors *Marion Dufresne II*) pour l'entrée en flotte de trois navires neufs génèrera, à terme, des économies de fonctionnement ; malheureusement, à cause du renchérissement du coût de l'énergie, ces économies ne représenteront pas un pourcentage significatif des besoins en investissement.

Bien qu'issues d'un groupe représentatif de la communauté nationale et des organismes de recherche, **ces propositions nécessitent d'être consolidées par un large débat**. Ce rapport est un document de travail qui pourra servir de support au « colloque sur la flotte » prévu pour le printemps 2007.
La notion de navire nouveau est encore relative. Et correspond à un besoin globalement évalué. Concrètement, un navire nouveau peut être soit un seul et même navire financé par la France (avec ou sans cofinancements), soit un ensemble de navires à bord desquels la France disposerait de co-propriétés ou de droits d'accès.

Ce document est à considérer comme un cadre pour l'élaboration d'un plan plus précis d'évolution de la flotte civile française dont les grands axes (ou chantiers) ont été bien identifiés par les cinq grandes propositions que nous soumettons aux organismes.

Nous recommandons de lancer, sans tarder, les trois actions urgentes identifiées dans nos propositions et qui sont :

- **mise en place du groupe ad hoc Ifremer-INSU** pour la définition des futures missions de la flotte régionale Manche/Atlantique (proposition 1) ;
- **lancement officiel du projet de modernisation de *L'Atalante***, dont les résultats de la pré-étude ont été présentés au Comité Scientifique de l'Ifremer (proposition 2) ;
- **mise en place du groupe de travail sur la prospective « engins sous-marins »** et l'avenir du *Nautile* (proposition 3).

Le mandat du GTEF touche à sa fin. **Comme proposé par l'audit de modernisation Athané-Bravo, une autre structure devra alors prendre le relais pour pérenniser ces travaux, en suivant les avis et recommandations du « Haut Conseil de la science et de la technologie », dont les grands investissements de recherche représentent l'un de ses trois axes de réflexion prioritaires**.

ANNEXES

Annexe 1 : Documents consultés

- CNER (1998) - Evaluation de la recherche en océanographie : programmes et moyens à la mer
  http://www.cner.gouv.fr/fr/pdf/2110040394.pdf

- Commission des Communautés européennes (2006) - Proposition de directive « Stratégie pour le milieu marin »
  (http://ec.europa.eu/environment/water/marine.htm)

- Commission Géosciences de l'IFREMER (2000) - Besoins à cinq ans en moyens océanographiques des programmes Géosciences.

- Commission OPCB de l'IFREMER (2000) - Prospective en océanographie physique, chimique et biologique.

- ESF Marine Board (2000) - Navigating the Future – Towards a Marine European Research Area

- ESF Marine Board (2003) Navigating the Future II – Summary of Integrating Marine Science in Europe

- Groupe de travail Observatoires Fond de mer (2005) - Observatoires fond de mer pluridisciplinaires et initiative «Deep Sea Floor Frontier»

- IFREMER (1995) - Plan de renouvellement sur 15 ans de la flotte océanographique 1995-2010

- IFREMER (2004) - Plan stratégique 2004-2008

- INSU (2002) - Prospective Sciences de la Terre 2002-2006
  http://www.insu.cnrs.fr/web/article/rub.php?rub=32

- INSU (2005) - Prospective de la Division Océan atmosphère de l'INSU
  http://www.insu.cnrs.fr/web/article/art.php?art=1321

- INSU (2005) – Jouvence des meso-équipements. Remplacement du N/O *Côte d'Aquitaine*

- IODP - Integrated Ocean Drilling Program

- IRD (2005) - Renouvellement de la flotte IRD – Besoins à dix ans par régions océaniques (navires hauturiers et navires de Centre) (groupe de travail inter-organismes IRD-CNRS/INSU-IPEV-SHOM)

- Ministère de la Recherche - DR (Avril 2005) - Plan d'action - L'après Catastrophe Asiatique.

- OPECST (2000) - Les conditions d'implantation d'un nouveau synchrotron et le rôle des très grands équipements dans la recherche publique et privée, en France et en Europe

Annexe 2 : Liste des acronymes

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
ARGO	Array for Real-time Geostropic Oceanography
AUV	Autonomous Underwater Vehicle
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar und Meeresforschung
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CEMAGREF	Centre national du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts
CIEM	Conseil International pour l'Exploration de la Mer
CIRMAT	Comité Inter-Régional Manche-ATlantique
CIRMED	Comité Inter-Régional MEDiterranée
CLIVAR	CLImate VARiability and predictability
CNER	Comité National d'Evaluation de la Recherche
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CNEXO	Centre National pour l'Exploitation des Océans
CORIOLIS	Circulation Océanique par Réseau Intégré d'Observations Longue durée In Situ
CTD	Conductivity Temperature Depth System
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DCR	Data Collection Regulation
DYFAMED	DYnamique des Flux Atmosphériques en MEditerranée
ECOREC	ECOlogie des Ressources et Environnement Côtier
ESF	European Science Foundation
ESONET	European Seafloor Observatories Network
EXTRAPLAC	Programme Français d'Extension du plateau continental
EPA	Etablissement Public à caractère Administratif
FAO	The Food and Agriculture Organization of the United Nations
GEO	Global Earth Observation

GENAVIR	Groupement d'intérêt Economique pour la gestion de NAVIRes de recherche
GIZC	Gestion Intégrée des Zones Côtières
GLOBEC	Global Ocean Ecosystem Dynamics
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GODAE	Global Ocean Data Assimilation Experiment
GTEF	Groupe de Travail pour l'Evolution de la Flotte
IEO	Instituto Español de Oceanografia
IFP	Institut Français du Pétrole
IFREMER	Institut Français d'Exploitation de la MER
IFRTP	Institut Français pour la Recherche et la Technologie Polaires
IMAGES	International Marine Global Change Study
IMBER	Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research
INSU	Institut National des Sciences de l'Univers
IODP	Integrated Ocean Drilling Programm
IPEV	Institut Polaire Paul-Emile Victor
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
ISTPM	Institut Spécialisé de Technologie des Pêches Maritimes
LMD	Licence Master Doctorat
MARBEF	Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning
MARINERA	ERA-Net (European Research Area – Network) pour la recherche marine.
MERCATOR	Opérateur en prévision océanique
METEOFRANCE	Services de météorologie Français
MoMAR	Monitoring of the Mid Atlantic Ridge
NPA	Navire Polyvalent Manche-Atlantique
NPM	Navire Polyvalent Méditerranée
OBS	Ocean Bottom Seismometer
OFM	Observatoire Fond de Mer
OFWG	Oceanographic Fleets Working Group

OPCB	Océanographie Physique, Chimique et Biologique (commission)
OPECST	Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
OVIDE	Observatoire de la Variabilité Interannuelle à Décennale du gyre subpolaire de l'Atlantique Nord et des mers nordiques
PIRATA	Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic
PNEC	Programme National d'Environnement Côtier
PNEDC	Programme National d'Etude sur la Dynamique du Climat
PROVOR	Profileur dérivant de subsurface
ROV	Remotely Operated Vehicle
SAGER	Sumatra-Andaman Great Earthquake Research
SAR	Système Acoustique Remorqué
SISHR	SISmique Haute Résolution
SISRAP	SISmique Rapide
SME	Stratégie Maritime Européenne
SMF	Sondeur MultiFaisceaux
SMFH	Sondeur MultiFaisceaux Halieutique
SMOS	Soil Moisture and Ocean Salinity
SMT	Sismique MultiTraces
SOMLIT	Service d'Observation en Milieu LITtoral
TAAF	Terres Australes et Antarctiques Françaises
TOM	Territoires Outre-Mer
ZEE	Zone Economique Exclusive

Annexe 3 : L'apport du plan de renouvellement Ifremer 1995-2010

Dans sa première phase, 1995-2005, ce plan s'attachait à poursuivre et terminer le rajeunissement de la flotte Ifremer.
Dans le domaine hauturier, il prévoyait le remplacement du *Nadir* par un nouveau navire support des engins sous-marins ; *Le Suroît* devait être « jumboïsé » pour assurer des missions océanographiques polyvalentes. En fait, la modernisation du *Suroît* a permis de rajeunir les équipements et les locaux scientifiques (PC) mais sans en augmenter ni le port en lourd ni le nombre de scientifiques embarqués, donc sans pouvoir devenir navire porteur de la sismique multitraces (SMT) ou du *Victor 6000*. C'est *L'Atalante* qui est devenu navire support de la SMT et *Pourquoi pas ?* a combiné les missions de support d'engins et celles de navire polyvalent.
Le navire de forage scientifique, *Néreis*, n'a pu voir le jour, faute de partenaire européen capable de contribuer à son financement. Le carottage long *Calypso* du Marion Dufresne II a répondu partiellement aux attentes de la communauté scientifique.
Dans le domaine côtier, le plan prévoyait, dans une deuxième phase, le remplacement du *Thalia* par un navire de type *L'Europe*, et le remplacement du *Gwen Drez* par un petit navire de recherche halieutique. A l'heure actuelle, aucun de ces deux navires n'a été remplacé. Un projet de navire « super côtier » commun à l'Ifremer et à l'INSU, sur la façade Atlantique, pour remplacer le *Gwen Drez* et le *Côte d'Aquitaine* n'a pas pu se concrétiser ; l'INSU a aujourd'hui un plan, non financé, de remplacement du *Côte d'Aquitaine* par un navire estuarien polyvalent.

Le plan de renouvellement 1995-2010 avait aussi pour vocation de consolider la flotte océanographique pour répondre aux besoins scientifiques et aux grands programmes nationaux et internationaux.
Dans le domaine des géosciences, les volets de recherche identifiés étaient « l'enregistrement géologique des phénomènes globaux », les « transferts et structures à la transition continent/océan » et « les processus aux dorsales océaniques » ; grâce au développement d'équipements comme la nouvelle SMT, le sismique Haute Résolution 3D, les stations sismologiques fond de mer (OBS), les outils de prélèvement et les sondeurs multifaisceaux, la flotte océanographique est aujourd'hui capable de répondre globalement à ces besoins ; seul le forage nécessite la location de navire spécialisé.
Dans le domaine de la physique, « circulation océanique et cycle de carbone », l'utilisation de données spatiales et le développement technologique des bouées et des profileurs a été primordial ; l'apport de la flotte s'est traduit par des campagnes utilisant des outils classiques : courantomètres Doppler, bathysondes, rosettes, etc. En revanche, l'aspect mise en œuvre et maintenance des moyens de mesures à la mer n'a pas été pris en compte aujourd'hui.
Concernant la recherche halieutique, la mise en service de la nouvelle *Thalassa*, la modernisation de ses sondeurs, le développement d'un sondeur multifaisceaux halieutique sont autant d'atouts qui permettent d'atteindre les objectifs visés : « recherche en écologie des populations », « évaluation des stocks » et « appui à la gestion des pêcheries ».

Quant à la flotte côtière, malgré son âge, elle a néanmoins permis l'avancée des recherches dans les domaines côtiers et la réalisation de contrats européens dans le cadre de la DCR.

On peut en conclure que les objectifs du plan 1995-2010 sont globalement atteints dans le domaine hauturier (la modernisation à mi-vie de l'*Atalante* est prévue pour 2008). En revanche, pour la flotte côtière, la modernisation reste à faire.

Annexe 4 : Synthèse des coopérations et cofinancements possibles

Pour la construction de nouveaux navires, engins et équipements ainsi que leur mise en œuvre, des coopérations doivent être engagées pour des cofinancements ; l'Ifremer a déjà un acquis dans ce domaine avec *Thalassa* (IEO), *Pourquoi pas ?* (DGA-SHOM) et avec l'AWI pour le module route du Victor 6000.

Les coopérations

L'Ifremer dispose de compétences importantes (et rares en Europe) dans le domaine de la conception et dans le suivi de la réalisation de navires, d'engins sous-marins ou d'équipements océanographiques, qu'il se propose de mutualiser avec d'autres organismes qui n'en possèdent pas.

Coopérations nationales entre organismes propriétaires ou gestionnaires de navires
(pour une meilleure définition des moyens)

- Pour la définition, l'étude ou la réalisation de nouveaux navires ou équipements, coopération sous la forme d'assistance à maîtrise d'ouvrage, de groupe de projet intégré ou de co-traitance entre l'Ifremer, qui dispose d'une compétence réelle en matière d'architecture navale et système, l'IRD, l'INSU, l'IPEV et potentiellement le SHOM qui deviendra bientôt Etablissement Public à caractère Administratif (EPA).

- Pour la définition, l'étude ou la réalisation de nouveaux engins ou équipement sous-marins, coopération entre l'Ifremer qui dispose d'un nombre important de spécialistes dans tous les domaines de la technologie sous-marine, et l'INSU.

Coopérations nationales ou européennes pour la réalisation de navires régionaux

- Pour le navire estuarien polyvalent et l'adaptation du *Côtes de la Manche* :
  - Financements possibles via les fonds européens d'aide à la pêche (si les navires sont éligibles).
  - Cofinancements par les régions Aquitaine, Poitou-Charentes, Pays de la Loire et Normandie (Haute et Basse).

- Pour le NPA :
  - Financements possibles via les fonds européens d'aide à la pêche (si les navires sont éligibles).
  - Coopération possible avec l'Espagne (IEO).
  - Cofinancements par les régions maritimes : Bretagne, Aquitaine, …

- Pour le NPM :
  - Coopération possible avec l'Espagne (IEO, CSIC) ou l'Italie.
  - Coopération possible avec le SHOM pour la réalisation d'un navire commun, océanographique et hydrographique, en Méditerranée.
  - Cofinancements par les régions maritimes : PACA, Languedoc-Roussillon, …
  - Recherche d'un partenaire industriel sur le marché des Géosciences pour l'offshore ou la surveillance sismique.

<u>Coopérations européennes ou internationales pour la réalisation des autres navires</u>

- Pour le successeur du *MD II* :
  - Recherche de partenaires européens de pays ayant une base antarctique en vue de mutualiser les besoins logistiques et co-financement éventuel par le 8ème programme cadre.
  - Recherche de partenariat régional avec l'Afrique du Sud, l'Australie ou le Japon.

- Pour la modernisation de la *Thalassa*, une poursuite du partenariat Ifremer IEO est privilégiée.

- Pour le successeur de l'*Alis* et/ou de *L'Astrolabe*:
  - Recherche de partenariat avec l'Australie.
  - Cofinancements des gouvernements de Tahiti ou de Nouvelle Calédonie

<u>Coopérations nationales ou européennes pour la réalisation d'engins ou d'équipements</u>

- Pour les équipements et engins sous-marins : au-delà de la création d'un groupe de recherche européen (GDRE) entre Ifremer et AWI, des coopérations sont recherchées avec d'autres partenaires allemands (MARUM, IFM-GEOMAR Kiel pour les ROV et AUV) et espagnols (CSIC pour la sismique).

- Pour l'AUV 5000 et Exocet, un cofinancement par un opérateur du secteur privé ou un autre organisme européen (AWI, MARUM, …) est envisageable.

- Pour les équipements et logiciels embarqués : des développements communs avec les équipes du NOC sont possibles, les navires britanniques étant équipés depuis peu des logiciels (TECHSAS, SDIV) développés par Ifremer pour ses navires hauturiers.

Les financements innovants

Les crédits budgétaires sont déjà fortement contraints, et le resteront dans les années à venir. Le financement direct des infrastructures de recherche sur subvention sera donc de plus en plus difficile à assurer alors que les montants à mobiliser sont de plus en plus lourds.
Un système traditionnel de financement alternatif ou complémentaire des infrastructures de recherche reste l'emprunt bancaire qui représente néanmoins une lourde charge de remboursement et un engagement à long terme.

D'autres formes de financement dites innovantes ont déjà été utilisées avec profit par plusieurs services publics, tant en France qu'en Europe, et méritent d'être examinées. Elles ont en commun le principe de la prise en charge directe de l'investissement initial par un partenaire privé.

Dans un premier cas, proche du crédit-bail, l'investisseur privé, le plus souvent un établissement bancaire, pourrait mettre à la disposition de l'Ifremer un navire, un équipement ou un engin défini en commun en échange d'un loyer annuel. Un rachat par l'Ifremer en fin de contrat (au moins 10 ans) serait probablement possible. Le bien devrait dans tous les cas être assuré ce qui n'est pas le cas aujourd'hui de la flotte détenue en propre. L'exploitation du bien serait assumée par l'Ifremer (ou le GIE Genavir par délégation).

Dans un second cas, qui relève du mécanisme du Partenariat Public Privé (PPP) et est proche du schéma britannique de PFI –pour *Private Funding Initiative*-, l'investisseur, en l'occurrence plutôt un armateur, pourrait mettre à disposition de l'Ifremer le bien, toujours défini en commun, et assurer son exploitation : le service offert consisterait donc en des « jours de mer utiles » pour un coût défini à l'avance et comprenant toutes les prestations (techniques, d'armement et d'assurance en particulier).
Dans une telle hypothèse, la communauté océanographique pourrait ne disposer du navire que quelques mois par an, le reste pouvant être utilisé par un autre client (institut de recherche homologue européen par exemple) ou pour un autre usage (anti pollution, …).
Le « risque » étant ainsi partagé, un engagement sur une durée courte, de l'ordre de 5 ans, serait probablement envisageable.

Dans les deux cas, les exemples européens connus à ce jour assortissent le plus souvent le montage d'un avantage fiscal qui le rend attractif à la fois pour l'investisseur, et par voie de conséquence, pour l'utilisateur final.

<u>Annexe 5</u> : Liste des laboratoires et services ayant répondu au questionnaire sur la flotte océanographique

Laboratoire ou service	Organisme ou structure
Service Connaissance et Diffusion de l'information géologique	BRGM
Laboratoire de Géologie	Ecole Normale Supérieure
Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens	EPHE - CNRS
Département Dynamique Environnement Côtier - Laboratoire Ecologie Benthique	IFREMER
Département Dynamique Environnement Côtier - Laboratoire Ecologie Pélagique	IFREMER
Département Dynamique Environnement Côtier - laboratoire Physique Hydrodynamique et Sédimentaire	IFREMER
Département Dynamique Environnement Côtier - Laboratoire Valorisation Information pour Gestion Intégrée et Surveillance	IFREMER
Département Ecologie et Modèles pour l'Halieutique	IFREMER
Département Etudes Environnements Profonds	IFREMER
Département Géosciences Marines - laboratoire Environnements Sédimentaires	IFREMER
Département Géosciences Marines - Laboratoire Géochimie et métallogénie	IFREMER
Département Géosciences Marines - Laboratoire Géophysique et géodynamique	IFREMER
Département Géosciences Marines - Service cartographie-traitement de données-Instrumentation	IFREMER
Département Halieutique Gascogne Sud	IFREMER
Département Halieutique Méditerranée et Tropicale - Laboratoire de Sète	IFREMER
Département Navires et systèmes embarqués	IFREMER
Département Sciences etTechnologie Halieutiques	IFREMER
Département Systèmes Sous-Marins	IFREMER
Département Technologie des Systèmes Instrumentaux	IFREMER
Laboratoire Biogéochimie des Contaminants Métalliques	IFREMER
Laboratoire Biogéochimie des Contaminants Organiques	IFREMER
Laboratoire Biologie Halieutique Lorient	IFREMER
Laboratoire d'Ecotoxicologie	IFREMER
Laboratoire Environnement et Ressources - Boulogne	IFREMER
Laboratoire Environnement et Ressources - Normandie	IFREMER
Laboratoire Environnement et Ressources - Provence Azur Corse	IFREMER
Laboratoire Halieutique Port-en-Bessin	IFREMER
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne/mer	IFREMER
Laboratoire Technologies Halieutiques	IFREMER
Laboratoires Schlérochronologie Animaux aquatiques et Biologie Halieutique	IFREMER
Laboratoire de Physique des Océans	IFREMER - Univ. Bretagne Occidentale - CNRS
Equipe Tectonique et Mécanique de la Lithosphère	IPG P
Equipe de Sismologie	IPG P - CNRS
Equipe Géobiosphère Actuelle et primitive	IPG P - CNRS
Equipe Géodésie et Gravimétrie	IPG P - CNRS - Univ. Paris 6

Laboratoire ou service	Organisme ou structure
Equipe Géosciences Marines	IPG P - CNRS - Univ. Paris 6
Equipe de Volcanologie	IPG P - CNRS - Univ. Paris 6 et Réunion
Laboratoire de géochimie des Eaux	IPG P - Univ. Paris 7
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement – Equipe Aérosol	IPSL - CEA – CNRS
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement – Equipe chronomagnétisme	IPSL - CEA – CNRS
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement – Equipe Géochimie	IPSL - CEA – CNRS
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement – Equipe Glaciologie	IPSL - CEA – CNRS
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement – Equipe Paléocéanographie	IPSL - CEA – CNRS
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement – Equipe TCO	IPSL - CEA – CNRS
LOCEAN - UMR 7159	IPSL - Univ. Paris 6 - CNRS - IRD -MNHN
Centre d'Etude des Environnements Terrestre et Planétaires - UMR 8639	IPSL - Univ. Versaille St-Quentin - CNRS
Equipes Biogéographie marine tropicale et espèces et spéciations	IRD
Interventions à la mer et Observatoires océaniques	IRD
Pharmacochimie des substances naturelles et pharmacophores redox	IRD
Structuration et fonctionnement des écosystèmes upwelling exploité	IRD
Unité de recherche Camélia	IRD
Unité de recherche Paléoenvironnements tropicaux et variabilité climatique	IRD
Unité de recherche thons tropicaux et écosystèmes pélagiques	IRD
Unité de service Hydro-acoustique appliquée à l'halieutique, à l'écologie et à l'éthologie aquatiques	IRD
Laboratoire de radiécologie de Cherbourg Octeville	IRSN
Laboratoire de Radioécologie en milieu Continental et Marin (LERCM) - Equipe radiécologie Marine	IRSN
Section Géologie de la DIMENC	Ministère Economie, Finance Industrie – Nouvelle Calédonie
Biologie des Organismes marins et Ecosystèmes - UMR 5178	MNHN
Laboratoire LOCEAN - USM 402	MNHN
Laboratoire de Taxonomie - USM 602	MNHN
Unité de recherche Systématique, Adaptation et Evolution - UMR 7138 - Equipe Phylogénie	MNHN
Laboratoire de Dynamique Terrestre et Planétaire	Observatoire Midi Pyrénées - Univ. Toulouse 3 - CNRS
Laboratoire Mécanismes et Transfert en Géologie	Observatoire Midi-Pyrénées - Univ. Toulouse 3 – IRD - CNRS
Laboratoire LEGOS	Observatoire Midi-Pyrénées - Univ. Toulouse 3 – IRD - CNRS
COM - Diversité, évolution et écologie fonctionnelle marine (DIMAR)	Univ. Aix-Marseille 2
COM - Laboratoire de Microbiologie Géochimie et Ecologie marines (LMGEM)	Univ. Aix-Marseille 2

Laboratoire ou service	Organisme ou structure
COM - Laboratoire LOB UMR - CNRS 6535	Univ. Aix-Marseille 2
COM - Observatoire des Sciences de l'Univers	Univ. Aix-Marseille 2
CEREGE-UMR 6635	Univ. Aix-Marseille CNRS
Laboratoire des Bio-Indicateurs Actuels et Fossiles	Univ. Angers
Equipe 2371 GEOL	Univ. Antilles Guyane
Unité de recherche Systématique, Adaptation et Evolution - UMR 7138 - Equipe symbiose	Univ. Antilles Guyane
Equipe Fonctionnement écologique et biogéochimique des écosystèmes côtiers (Talence)	Univ. Bordeaux - CNRS
Unité de recherche EPOC - Equipe Géochimie des Métaux dans les Systèmes Aquatiques	Univ. Bordeaux - CNRS
Unité de recherche EPOC - Equipe Modélisation, expérimentation, Télédétection en Hydrodynamique Sédimentaire	Univ. Bordeaux - CNRS
Unité de recherche EPOC - Equipe Paléoclimats	Univ. Bordeaux - CNRS
Unité de recherche EPOC - Equipe Sédimentologie	Univ. Bordeaux - CNRS
Unité de recherche EPOC - Equipe Fonctionnement Ecologique et biogéochimique des écosystèmes côtiers	Univ. Bordeaux – CNRS
Laboratoire des Domaines Océaniques - UMR 6538	Univ. Bretagne Occidentale - CNRS
Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (LEMAR)	Univ. Bretagne Occidentale - CNRS
Unité de recherche Adaptation et Diversité en Milieu Marin - UMR 7144 - Equipe chimie marine	Univ. Bretagne Occidentale - CNRS - Station de Roscoff
Laboratoire d'Etude et Modélisation des Environnements Littoraux (LEMEL) En attente réponse	Univ. Bretagne Sud
Unité de recherche Morphodynamique Continentale et côtière - UMR 6143	Univ. Caen et Rouen – CNRS
Unité de recherche Magmas et Volcans - UMR 6524	Univ. Clermont Ferrand Blaise Pascale-CNRS-IRD
Equipe Ecosystèmes littoraux	Univ. Corse
Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels - Equipe MEOM	Univ. Grenoble - CNRS-INPG
Station Marine de Wimereux	Univ. Lille 1 - CNRS
Unité de recherche Processus et Bilans des Domaines Sédimentaires	Univ. Lille 1 et Amiens
Maison de la Recherche en Environnement naturel	Univ. Littoral Côte d'Opale
Laboratoire Dynamique de la Lithosphère	Univ. Montpellier 2 - CNRS
GEOSCIENCES AZUR	Univ. Nice et Paris 6 – CNRS - IRD
Laboratoire d'Océanographie de Villefranche - Unité de recherche 7093	Univ. Paris 6 – CNRS
Unité de recherche Systématique, Adaptation et Evolution - UMR 7138 - Equipe adaptations aux milieux extrêmes	Univ. Paris 6 – CNRS
Unité de recherche Systématique, Adaptation et Evolution - UMR 7138 - Equipe génétique et évolution	Univ. Paris 6 – CNRS
Laboratoire d'Océanographie Biologique de Banyuls - Equipes Pélagos et Benthos	Univ. Paris 6 - CNRS – Station de Banyuls
Unité de recherche Adaptation et Diversité en Milieu Marin - UMR 7144 - Equipe écologie benthique	Univ. Paris 6 - CNRS – Station de Roscoff
Unité de recherche Adaptation et Diversité en Milieu Marin - UMR 7144 - Equipe écophysiologie, adaptation et évolution moléculaires	Univ. Paris 6 - CNRS – Station de Roscoff
Unité de recherche Adaptation et Diversité en Milieu Marin - UMR 7144 - Equipe évolution et génétique des populations marines	Univ. Paris 6 - CNRS – Station de Roscoff

Laboratoire ou service	Organisme ou structure
Unité de recherche Adaptation et Diversité en Milieu Marin - UMR 7144 - Equipe phytoplancton océanique	Univ. Paris 6 - CNRS – Station de Roscoff
Observatoire Océanologique de Banyuls - UMS 2348	Univ. Paris 6 - CNRS Banyuls
Laboratoire de tectonique - UMR 7072	Univ. Paris 6 et Cergy Pontoise - CNRS
Laboratoire Modélisation et Imagerie en Géosciences (MIGP)	Univ. Pau et Pays de l'Adour
Laboratoire Chimie Analytique Bio Inorganique et Environnement (LCABIE)	Univ. Pau et Pays de l'Adour - CNRS
Equipe Biophysique et Dynamique des Systèmes Intégrés	Univ. Perpignan
Centre de Formation et de Recherche sur l'Environnement Marin	Univ. Perpignan - CNRS
Géosciences Rennes - UMR 6118	Univ. Rennes 1 - CNRS
Equipe de Mécanique - IRMAR - UMR 6625	Univ. Rennes 1 - IFREMER
Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines - UMR 5025	Univ. Savoie - CNRS
IPG Strasbourg Equipe Rifts et Dorsales	Univ. Strasbourg - CNRS

CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CEREGE	Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement
COM	Centre d'Océanologie de Marseille
EPHE	Ecole Pratique des Hautes Etudes (Sorbonne)
EPOC	Environnement et Paléoenvironnement OCéaniques
IPG P	Institut de Physique du Globe - Paris
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
LOCEAN	Laboratoire d'Océanographie et du Climat – Expérimentation et Analyse Numérique
LEGOS	Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales
MNHM	Muséum National d'Histoire Naturelle