*Institut Francais de Recherches pour l'Exploitation des Mers*

# I F R E M E R

# PLAN à MOYEN TERME

## 1983 - 1988

février 1983

# S O M M A I R E

INTRODUCTION p. 1

I - LES RESSOURCES DE L'OCEAN

I - A RESSOURCES MINERALES p. 8

1. Ressources des zones économiques
1.1 Substances vives et minerais
1.2 Hydrocarbures des marges continentales

2. Nodules polymétalliques
2.1 Obtention des titres miniers
2.2 Technologie de mise en valeur

3. Minéralisation liée à l'hydrothermalisme

4. Génie géologique

I - B RESSOURCES ENERGETIQUES p. 18

1. Energie thermique des mers
1.1 Le prototype ETM de Tahiti
1.2 Etudes d'accompagnement

2. Energie de la houle

I - C RESSOURCES VIVANTES p. 23

1. Le contexte
1.1 Situation des pêches et de l'aquaculture
1.2 Problématique des pêches et de l'aquaculture
1.3 Missions générales de l'IFREMER pour les ressources vivantes

2. Répartition thématique des programmes de recherche
2.1 Stratégie d'aménagement et de développement
2.2 Technologies de production et de valorisation des produits
2.3 Ressources halieutiques
2.4 Ressources aquacoles
2.5 Milieu et ressources vivantes

II - CONNAISSANCES ET GESTION DU MILIEU

II - A CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE p. 51

1. Le programme international de forage scientifique
1.1 Le programme IPOD 1975-1983
1.2 Le programme AODP 1983-1993

2. Ecologie et biologie des communautés benthiques

3. Océanographie physique
3.1 Les thémes de recherche
3.2 Contexte général situation française
3.3 Programmes pour 1983-1988

II - B GESTION DU MILIEU p. 66

1. Connaissances de base et outils scientifiques
1.1 Physique côtière
1.2 Dynamique sédimentaire
1.3 Télédétection
1.4 Modélisation écologique
1.5 Chimie des polluants

2. Aménagement et gestion du littoral
2.1 Etudes d'impact
2.2 Gestion des zones côtiéres
2.3 Ecosystèmes critiques et phénomènes distrophiques

3. Milieu et ressources vivantes
3.1 Milieu et pêche
3.2 Milieu et cultures marines

4. Pollutions et moyens de lutte
4.1 Surveillance du milieu
4.2 Devenir et effet des polluants
4.3 Rejets urbains
4.4 Enfouissement des dêchets radioactifs
4.5 Technologie de lutte

III - PROGRAMMES TECHNOLOGIQUES p. 85

1. Intervention sous-marine profonde
1.1 Projets de finalité scientifique
1.2 Projets de finalité industrielle

2. Tenue des structures
2.1 Méthodes de calcul
2.2 Matériaux et structures
2.3 Mécanique des sols

3. Techniques et technologies navales
3.1 Navires non conventionnels
3.2 Etudes amonts de matériaux
3.3 Etude de fiabilité
3.4 Informatisation
3.5 Soutien au groupe "Technologie des pêches"

IV - DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL p. 102

1. Politique industrielle

2. Recherches technologiques amont

3. Transfert des technologies vers les PME - PMI

4. Promotion à l'exportation

V - MOYENS ET EQUIPEMENTS D'INTERET NATIONAL p. 106

1. La flotte océanologique
1.1 Evolution et renouvellement de la flotte
1.2 Le fonctionnement de la flotte

2. Navire minier de forage franco-allemand

3. Moyens d'essais
3.1 Le bassin d'essai à houle

4. Les moyens informatiques

5. L'information scientifique et technique en océanologie

VI - FONCTIONNEMENT ET INVESTISSEMENT DES CENTRES p. 119

1. Frais de personnel

2. Fonctionnement des centres

3. Equipement des centres

VII - RELATIONS AVEC LES COMMUNAUTES SCIENTIFIQUES NATIONALES ET INTERNATIONALES p. 122

1. L'IFREMER et les organismes de recherche fondamentale

2. Coopération internationale
2.1 Thèmes de coopération
2.2 Les pays prioritaires
2.3 Les organismes internationaux

# INTRODUCTION

Le 2 mars 1982, le Gouvernement a redéfini et précisé la politique française dans le domaine de la mer ; "conscient de l'enjeu que représentent les activités marines de la France et en particulier les Départements et Territoires d'Outre-Mer" son souci était d'accroître l'effort de recherche et de développement technologique dans ce secteur.

Le 1er décembre 1982, le Gouvernement a posé le principe de la fusion entre l'ISTPM et le CNEXO pour créer un établissement à caractère industriel et commercial unique au sein duquel les problèmes de la mise en valeur des ressources vivantes de la mer seraient appréhendés dans leur totalité : c'était la création de l'IFREMER.

Celui-ci aura pour mission :

. "de mener et de promouvoir des recherches contribuant à la connaissance du milieu marin et de son environnement ;

. d'oeuvrer à la connaissance, à l'évaluation et à la mise en valeur des ressources de la mer ;

. de mettre en oeuvre une politique d'information scientifique et technique dans ces domaines ;

. d'apporter son concours à la formation à la recherche et par la recherche".

Pour l'accomplissement de ces tâches, il pourra notamment :

. "proposer, encourager et mettre en oeuvre des programmes de recherche et de développement technologique ;

. créer et gérer, seul ou en coopération avec d'autres organismes, des équipements lourds d'intérêt général, ainsi qu'assurer la maîtrise d'oeuvre d'opérations complexes d'intérêt général associant différents partenaires ;

. apporter un concours financier aux recherches menées dans ces domaines par d'autres organismes publics ou privés ;

- apporter le concours de ses compétences aux professions maritimes et fournir aux autorités nationales ou régionales du secteur marin et des activités y afférentes tous conseils et avis scientifiques utiles à l'exercice de leur responsabilité ;

- passer des accords de coopération internationale et des accords de coopération pour le développement avec d'autres organismes exerçant leur activité dans le même secteur : il est associé à l'élaboration des accords intergouvernementaux concernant la recherche et le développement technologique dans le domaine marin et peut être chargé de leur mise en oeuvre sur la plan national".

(projet de décret portant organisation et fonctionnement de l'IFREMER)

La loi N°82.610 du 15 juillet 1982 introduit la notion d'orientation et de programmation dans le domaine de la recherche et de la technologie et définit les priorités dans l'effort national.

X

X X

Dans ce contexte, il est apparu nécessaire de proposer à l'examen des autorités de tutelle un document de réflexion et de planification illustrant la prise en compte par l'Etablissement des orientations gouvernementales. La préparation du plan à moyen terme a été commencée dès le mois de juillet 1982. Pendant tout l'automne, un effort de réflexion a été conduit principalement dans les centres, pour formaliser les priorités de l'Etablissement en fonction des besoins de la communauté scientifique, de l'industrie nationale, de l'ensemble des professions du secteur des activités marines et de toutes les autorités administratives ou élues responsables de l'aménagement des régions littorales.
A cette fin des comités de programmes ont été institués dans les centres, à l'échelle des départements, pour associer le plus largement possible les personnels à ce travail de réflexion.

A partir du mois de décembre, le Gouvernement ayant décidé la fusion de l'ISTPM et du CNEXO, des groupes de travail communs aux deux organismes ont élaboré les propositions de programmes en matière de ressources vivantes. L'originalité de ce processus explique d'ailleurs l'hétérogénéité relative entre les développements consacrés aux ressources vivantes et les autres parties du plan à moyen terme. Après des années d'ignorance relative, il n'était pas possible d'obtenir en quelques mois une homogénéité totale dans les angles d'approche et les méthodes de réflexion entre des équipes de tempérament et de formation aussi variés que celles des deux organismes pré-existants.

Reflétant pour l'heure principalement le résultat de réflexions internes, le plan à moyen terme ne constitue qu'une base de départ pour une phase ultérieure consistant à l'enrichir par des apports extérieurs.

Il doit en particulier constituer le premier document de travail soumis à l'examen des futures structures de conseil que constitueront :

. le Comité des programmes scientifiques ;

. le Comité technique et industriel ;

. le Comité des professionnels de la pêche et de l'aquaculture.

Par ailleurs, pour sa partie plus spécifiquement scientifique, une collaboration plus institutionnelle avec le PIRO, au moyen d'un accord-cadre en cours de conclusion, devrait permettre l'échange indispensable entre tous les partenaires de la recherche océanologique afin d'empêcher de façon formelle tout cloisonnement des activités de recherche de l'Etablissement.

X

X X

Pour présenter au Gouvernement un plan à moyen terme réaliste, il est apparu raisonnable de choisir une période englobant six années (1983-1988). Pour la première année (soit 1983), chacun des deux établissements constitutifs dispose encore un budget propre ; pour 1984, une esquisse budgétaire commune a été présentée aux autorités de tutelle. Le processus de fusion ne portera toutefois l'ensemble de ses fruits qu'à partir des années suivantes.

C'est pourquoi, quitte à accroître les facteurs d'incertitude, une période relativement longue a été choisie.

L'articulation générale du plan à moyen terme suit la structure budgétaire adoptée pour 1983 pour la présentation de l'EPRD du CNEXO.

Les grands chapitres :

. ressources de l'océan (minérales, énergétiques, vivantes) ;

. connaissance et gestion du milieu (connaissance scientifique et gestion du milieu) ;

. programmes technologiques ;

. développement industriel ;

. soutien et support (frais de fonctionnement et investissement des centres d'une part, équipements et moyens d'intérêt national d'autre part) ;

ne permettent, certes pas d'identifier clairement la partie respective de la recherche fondamentale, de la recherche finalisée ou appliquée, le

poids relatif des programmes mobilisateurs ou l'effort spécifique du programme de développement technologique "océans".

Par contre, ils répondent à une exigence de cohérence et de rigueur dans la gestion de l'Etablissement permettant d'harmoniser l'allocation des crédits avec des échelons de responsabilité de gestion (centres, départements ou structures de projets).

La préparation de l'esquisse budgétaire pour 1984 montre toutefois qu'il est possible de relier les actions de l'Etablissement aux grands axes prioritaires que constituent les programmes mobilisateurs. La seul difficulté tient à la grande variété des projets de l'Etablissement qui se trouvent imbriqués dans la quasi totalité d'entre eux.

X

X X

Une mention particulière doit être faite à l'action internationale de l'IFREMER. Elle fait l'objet d'une présentation très succinte dans le plan à moyen terme tout en étant présente dans la plupart des programmes. Elle est variée puisqu'elle prend la forme :

- de participation à des organisations intergouvernementales ou internationales spécialisées telles que la COI, le CIEM et la CIESM, la Conférence du Pacifique Sud,... ;
- de conseil des autorités gouvernementales françaises au sein d'organisations ou de conférences internationales relatives au droit de la mer et plus généralement à la navigation, la météorologie, la mise en valeur des mers ;
- de coopération scientifique avec des équipes disséminées dans un très grand nombre de pays ;
- des coopérations institutionalisées parmi lesquelles peut être citée en en exemple celle que coordonne à l'échelon national le CNEXO avec l'Indonésie ;
- des activités de conseil, coopération ou prestation de service dans de nombreux pays, en particulier pays en voie de développement.

X

X X

L'absence d'organisation à l'échelon européen de la recherche océanologique explique pour partie que les coopérations avec les grands

pays développés restent relativement restreintes et peu structurées. Aujourd'hui, seule la participation au programme de forages profonds (IPOD) représente une coopération internationale de grande envergure entre pays avancés. Toutefois, son avenir reste incertain et le plan ne évoque la possibilité de substituer à ce programme une coopération bilatérale franco-allemande qui pourrait en prendre le relais.

Dans un avenir proche, une nouvelle et vaste coopération internationale va se développer avec le programme mondial d'étude du climat et les perspectives offertes par l'océanographie spatiale.

Dans le domaine de la préparation de l'exploitation des nodules polymétalliques, les orientations définies à la fin de l'année 1982 par les autorités de tutelle demandent à l'Etablissement de jeter les bases d'une coopération avec un ou plusieurs partenaires, de préférence européens.

Par contre, l'engagement de l'Etablissement dans la promotion économique et sociale des pays en voie de développement est profond et s'explique logiquement par l'importance de l'exploitation du milieu marin pour le développement des Départements et Territoires d'Outre-Mer.
Qu'il s'agisse de la pêche, de l'aquaculture, de l'exploitation d'énergies nouvelles telle que l'énergie thermique des mers, des ressources minérales de la zone économique, les compétences scientifiques et technologiques rassemblées au sein des équipes de l'IFREMER permettent d'envisager des actions coordonnées de développement. Celles-ci permettront la mise au point de méthodologies qui devraient pouvoir être applicables dans de nombreux pays en voie de développement et permettre à la France de jouer un rôle moteur dans l'ingénierie au service du développement.

X

X X

En décidant de la fusion de l'ISTPM et du CNEXO, l'objectif principal du Gouvernement a certes été de rationaliser l'effort français de recherche et de développement dans le domaine des ressources vivantes de la mer et de l'aménagement et gestion du milieu océanique. Cette rationalisation portera ses fruits en premier, grâce à la synergie des efforts d'équipes jusque-là dispersées.

Le plan à moyen terme témoigne à cet effet de l'effort d'ores et déjà entrepris pour coordonner l'action et l'orienter autour d'axes prioritaires clairement admis.

Toutefois, il est aussi parfaitement légitime d'espérer de cette fusion qu'elle aura des aspects positifs dans le domaine de la gestion des centres. L'importance des effectifs, des patrimoines immobiliers, des équipements et de la flotte océanologique exigent un effort de rigueur

qui garantisse l'efficacité maximum des moyens mis à la disposition de l'IFREMER. A cet égard, le plan à moyen terme peut sembler timide et il est vrai que toutes les conséquences n'ont pas encore pu être tirées du principe de la fusion.

Celle-ci ne sera un succès que si des mesures d'accompagnement fondamentales interviennent rapidement :

- pour préciser les conditions de recrutement et d'emploi des personnels. Les orientations données au CNEXO en mars 1982 nécessitent le développement d'équipes de haute compétence technologique. Par ailleurs, le travail commun des équipes des deux anciens organismes suppose la réforme des statuts et des conditions d'emploi des personnels de l'ISTPM. Il ne pourra y avoir collaboration fructueuse sans harmonisation minimale des conditions d'emploi et sans que soient réglés les problèmes majeurs qui restent posés (personnels en situation précaire, révision de certaines classifications,...) ;

- la mise en place d'une organisation intégrée qui fasse simultanément une place satisfaisante à la décentralisation des responsabilités et à la coordination des programmes qui devront être gérés avec la rigueur des méthodes modernes de conduite de projets.
  Si l'appréciation scientifique périodique doit prendre une place éminente dans l'évaluation des orientations scientifiques et l'évolution dans le temps de l'activité et de la carrière des chercheurs de l'Etablissement, elle doit être complétée par la mise en oeuvre de techniques d'organisation, encore trop peu développées dans notre pays, qui constituent pourtant l'une des conditions indispensables de succès de toutes les actions entreprises à grande échelle dans le domaine des technologies avancées ;

- dans le domaine de l'informatique, l'évolution des équipements de l'Etablissement constituera un enjeu majeur étroitement lié au développement de l'industrie nationale : la volonté affichée par le plan à moyen terme de favoriser les équipements français dans tous les secteurs d'activités et en particulier pour l'informatique embarquée à bord des navires et des engins d'interventions sous-marines suppose un effort conjoint important des équipes de l'IFREMER et de l'industrie informatique française.

- dans le domaine de la flotte, le redéploiement des moyens au sein de l'IFREMER constitue à terme une garantie de rationalisation et d'économie. Mais, dans ce domaine, la durée de vie importante des équipements, les délais de programmation des navires et la nécessité de prendre en compte dès à présent des besoins dont la satisfaction a déjà été différée, expliquent que le plan à moyen terme ne peut exposer dès à présent une vision parfaitement logique de l'emploi des moyens nationaux. Un effort particulièrement important de réflexion devra être poursuivi au cours des prochains mois pour obtenir l'adéquation des moyens de la flotte aux nouvelles missions de l'organisme et aux besoins de la communauté scientifique nationale.

ESQUISSE BUDGETAIRE

| MF 1983 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL 83 - 88 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I - RESSOURCES DE L'OCEAN | | | | | | | |
| . Ressources minérales | 44,3 | 53 | 81 | 162 | 212 | 262 | 814,3 |
| . Ressources énergétiques | 17,5 | 26 | 45 | 75 | 49 | 32 | 244,5 |
| . Ressources vivantes | 42,3 | 55 | 62 | 70 | 75 | 81 | 385,3 |
| II - CONNAISSANCE ET GESTION DU MILIEU | | | | | | | |
| . Connaissance scientifique | 25,3 | 27,1 | 35 | 51 | 53 | 49 | 240,4 |
| . Gestion du milieu | 13,5 | 25,5 | 35 | 75 | 100 | 50 | 299 |
| III - PROGRAMMES TECHNOLOGIQUES | 31,7 | 50 | 63 | 68 | 66 | 68 | 346,7 |
| IV - DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL | 9,7 | 17 | 20 | 23 | 25 | 26 | 120,7 |
| V - MOYENS ET EQUIPEMENTS D'INTERET NATIONAL | 153,4 | 335,8 | 362 | 287 | 259 | 231 | 1628,2 |
| VI - FONCTIONNEMENT ET INVESTISSEMENT DES CENTRES | 241,1 | 287 | 295 | 315 | 328 | 347 | 1813,1 |
| VII - T.V.A. | 57,6 | 64,9 | 71 | 77 | 80 | 83 | 433,5 |
| T O T A L ..... | 636,4 | 941,3 | 1069 | 1203 | 1247 | 1229 | 6325,7 |

# CHAPITRE I : LES RESSOURCES DE L'OCEAN

## I - A RESSOURCES MINERALES

Depuis une vingtaine d'années la crainte de voir s'amenuiser les ressources de la planète a déclenché un effort considérable de recherche. Les espoirs mis dans l'océan ont abouti à l'identification d'importants gisements d'hydrocarbures, de minerais d'étain et de granulats siliceux dont certains sont déjà en exploitation depuis plus de dix ans. La plupart de ces gisements sont de nature similaire à ceux déjà connus à terre et leur environnement géologique n'est en fait que le prolongement sous-marin des structrures continentales.

Dans le même temps, il a été constaté que la structure des océans actuels était totalement différente de celles des continents émergés pour plus des trois quarts de leur superficie. L'exploration de ces zones nouvelles se heurte, on le sait, à de considérables difficultés d'intervention et les grands fonds des océans ne sont connus que par de grands profils transversaux de géophysique, des prélèvements superficiels épars, quelques centaines de forages, et un très petit nombre de sites cartographiés avec précision à l'aide de sous-marins. Rien d'étonnant en conséquence que chaque nouvelle découverte soit autant le fait du hasard que de la recherche méthodique.

Trois grands programmes sont retenus :

- les possibilités offertes par les zones économiques nouvellement créées par le droit international et qui correspondent pour l'essentiel aux marges continentales (plateau, pente, talus) ;
- les nodules polymétalliques des bassins profonds ;
- les sulfures métallifères associés à l'hydrothermalisme.

auxquels s'ajoute un programme d'accompagnement en génie géologique.

La réalisation de ces programmes nécessite le développement et l'acquisition de nouvelles générations de moyens de reconnaissance, perfectionnant les techniques existantes. Parmi les outils qu'il sera nécessaire de réaliser pendant le PMT, figurent le sous-marin habité SM-97 l'engin PRISME pour la reconnaissance optique et le sonar latéral remorqué pour la reconnaissance acoustique des fonds, les stations d'observation sur le fond, la réentrée dans les trous de forage et les systèmes de navigation qui sont inscrits dans les projets de robotique et d'acoustique sous-marine du programme "intervention sous-marine". Les autres développements d'équipements sont inscrits à l'intérieur du présent chapitre dans les trois programmes du thème "ressources minérales". Les engins de prélèvement, par exemple, qui seront réalisés dans le cadre de la coopération avec les Etats-Unis, seront financés sur le programme "hydrothermalisme".

Enfin, dans le cadre de sa mission nationale, l'IFREMER mettra à la disposition de la communauté scientifique nationale des équipements de sismique multitrace analogues à ceux qu'utilise la recherche pétrolière. Le financement correspondant est inscrit dans le programme "ressources des zones économiques" et les moyens de traitement correspondant sur la ligne informatique.

## 1 - RESSOURCES DES ZONES ECONOMIQUES

Les perspectives offertes par les "zones économiques exclusives" ont été récemment authentifiées par le texte de la convention sur le droit de la mer. Celles-ci comprennent :

- le plateau continental et les mers intérieures où, outre les hydrocarbures qui sont déjà l'objet de recherches et de développements pris en charge par l'industrie, on peut trouver des gisements de "minéraux lourds" (étain, chrome, titane, lanthanides, uranides) ou des dépôts phosphatés dans des formations superficielles exploitables par simple dragage. Comme une partie de ces plateaux est de nature continentale, on peut aussi espérer y trouver en profondeur des gîtes miniers similaires à ceux exploités à terre ;

- les marges continentales au sens restreint qui sont constituées de la pente, du talus et d'une partie des bassins et des fosses en pied de talus. La nature des formations qui les constituent est très différente de celle des continents : c'est la conclusion des études entreprises depuis une vingtaine d'années à la suite de la découverte de la tectonique des plaques. Il s'agit d'une zone de transition entre la croûte continentale et la croûte océanique, recouverte par des formations sédimentaires dont l'histoire est très complexe.

  L'extrapolation à partir des continents n'est plus possible. Avant de pouvoir évaluer les perspectives offertes par ces zones, il faut en mieux comprendre la structure et l'évolution géologique. Mais on y a déjà trouvé des formations riches en matières organiques (roches mères) et des conditions de pression et de température favorables à la maturation de celles-ci en hydrocarbures. Par contre, on imagine encore assez mal si l'évolution des structures a bien permis cette maturation au moment opportun, puis la migration des huiles et des gaz ainsi formés vers des pièges favorables à leur rétention (roches poreuses chapeautées de formations imperméables).

- les bassins profonds, plaines abysssales ou fosses appartenant au domaine croûte océanique dont les formations n'ont d'équivalent continental que dans les parties profondes des cordillières montagneuses anciennes, mais sous une forme profondément modifiée par la tectonique et le métamorphisme. Ces formations sont insuffisamment connues pour que l'on puisse en déterminer

l'intérêt. Leur étude rejoint l'examen des possibilités offertes par les autres domaines, mais une vigilance toute particulière devra être maintenue de manière à ne laisser échapper aucune perspective favorable.

Les actions proposées dans le cadre du PMT concernent l'exploration de ces ressources.

## 1.1. SUBSTANCES UTILES ET MINERAIS

L'analyse entreprise en 1983 doit permettre de dégager quels sont les secteurs géographiques où il paraît possible de découvrir des substances utiles et des minerais susceptibles d'intéresser les pays limitrophes et quels sont les pays où une intervention serait techniquement, économiquement et politiquement bien accueillie.

Les zones économiques françaises se placent évidemment en tête de ces préoccupations. L'accessibilité aux réserves de granulats en métropole sera révisée par une meilleure analyse des contraintes de l'environnement . L'étude des quelques indices favorables des DOM-TOM devra faire l'objet d'un examen tout particulier (phosphate en Polynésie, minéraux lourds dans les sables en Nouvelle-Calédonie et dans les Antilles, nodules polymétalliques en Polynésie et à la Réunion, minéralisations qui pourraient être associées au volcanisme (en Polynésie, aux Antilles et à la Réunion).

La collaboration sera poursuivie avec l'Indonésie pour la prospection de l'étain, et si possible avec le Congo pour le phosphate. D'autres interventions sont à prévoir dans le cadre de coopérations bi-ou-multilatérales en particulier avec les pays en voie de développement.

Le déroulement de ces travaux peut être envisagé de la manière suivante : après examen des données existantes, on détermine les secteurs géographiques les plus favorables. Une première campagne met en oeuvre les méthodes indirectes : bathymétrie, pénétrateur à sédiment, sismique, magnétométrie, etc.) pour déterminer la présence et la géométrie des formations meubles suceptibles de contenir le minerai. Ces formations sont alors échantillonnées de manière plus ou moins sporadiques. L'analyse des échantillons nécessite actuellement un arrêt des travaux à la mer. On devra chercher à développer des techniques analytiques, permettant d'apprécier à bord du navire les résultats, afin d'orienter la poursuite des travaux en cours de campagne. En cas de découverte ou de confirmation d'indices favorables, une seconde campagne sera entreprise avec autant que possible des moyens de prélèvement plus performants.

L'analyse des données devra permettre de dégager les modèles d'érosion transport, dépôt sélectif, néogenèse et évolution des matériaux qui faciliteront progressivement l'orientation, les recherches et augmenteront les chances de succès.

Ces actions seront menées en coopération avec les membres de Germinal, le BRGM et l'ORSTOM, et avec le concours d'autres organismes suceptibles d'apporter des moyens performants (CEA, CNRS, Universités, sociétés minières ou de dragage).

## 1.2. HYDROCARBURES DES MARGES CONTINENTALES

Au cours des dix dernières années, des progrès considérables ont été faits dans la connaissance des marges. Pourtant, il est encore très difficile dans la plupart des 75 millions de km2, initialement considérés comme prospectables, de déterminer les paramètres essentiels de leur potentiel pétrolier : présence de roches mères, de réservoirs, températures et pressions auxquelles les formations ont été soumises, etc.

Il paraît donc indispensable de poursuivre ces études en les orientant :

- d'une part dans la reconstitution de l'histoire géologique des marges par l'élaboration de modèles d'ouverture de l'océan (tectonique des plaques, magnétométrie, gravimétrie, géodésie spatiale), par l'analyse de la structure, des épaisseurs et de la nature des dépôts (bathymétrie, sismique multitrace, gravimétrie, prélèvement). En particulier, on devra rechercher à localiser l'extension et la structure des séries présalifères fortement détritiques et contenant également des roches mères ;

- d'autre part, par l'étude des mécanismes de thermicité et de subsidence qui semblent avoir des formes très spécifiques dans les marges. Cette étude se fera à partir de campagnes de mesure du flux thermique et de campagnes de sismique réfraction/réflexion profonde. Dans les marges françaises, ce programme pourra être coordonné avec le programme ECORS, actuellement proposé pour l'étude de la structure profonde continentale par méthode sismique ;

- enfin, par la construction de modèles sédimentaires élaborés à partir des mécanismes actuels de sédimentation : deltas sous-marins, éventails sédimentaires profonds, récifs, etc. Ce programme emploiera également la panoplie des techniques: bathymétrie, imagerie sonar et télévison, pénétrateur à sédiment, sismique près du fond, carottage et forage superficiel, observation et prélèvement par submersible, mesures de mécanique des sols.

Outre les marges européennes qui seront l'objet de l'effort principal (Atlantique et Méditerranée), les travaux seront orientés vers les Caraïbes, l'océan Pacifique, l'Indonésie, et l'Atlantique Sud-Ouest. Leur calendrier devra être établi en fonction de la disponibilité des moyens navals et des équipements (sondeur multifaisceaux, sonar, poissons optiques, submersibles).

Ces travaux devront permettre de proposer des sites de forage à effectuer dans le cadre du futur d'IPOD ou dans un cadre plus européen.

Le déroulement du programme suppose une concertation permanente avec les sociétés pétrolières par la voie du Comité d'Etudes Pétrolières Marines (CEPM), ainsi qu'avec les groupes universitaires et CNRS réunis au sein du PIRO.

## 2 - NODULES POLYMETALLIQUES

Les perspectives offertes par les "grands fonds marins internationaux" portent notamment sur les nodules polymétalliques des zones de collines abyssales, de part et d'autre des rides d'expansion de la croûte océanique, où les basaltes sont recouverts d'une faible épaisseur (quelques centaines de mètres) de sédiments.

Pendant la durée du PMT, le programme "nodules polymétalliques" sera marqué par deux évolutions importantes :

- l'attribution d'un permis d'exploration à l'issue des négociations et des arbitrages nécessaires à la résolution des conflits nés du recouvrement des périmètres demandés par les divers investisseurs pionniers ;

- la réorientation du programme d'études des développements technologiques nécessaires à la mise en valeur des gisements.

### 2.1. OBTENTION DES TITRES MINIERS

Ces travaux sont effectués sous la responsabilité d'AFERNOD, qui regroupe autour de l'IFREMER, le CEA, la Société Le Nickel et les Chantiers Nord-Méditerranée.

Les discussions actuellement en cours devront se poursuivre à un triple niveau :

1. Au sein de la Commission Préparatoire de la Convention sur le Droit de la Mer, pour mettre en place les règlements et procédures permettant l'enregistrement des demandes, l'attribution des autorisations d'exploration, etc. Il s'agit en fait de préparer un véritable code minier des grands fonds marins. La tâche des représentants français sera d'obtenir que les dispositions adoptées rendent plus réalistes l'application des textes de la Convention.

2. Entre les demandeurs pionniers afin de faire disparaître les conflits issus du recouvrement entre les demandes. Les demandeurs pionniers sont actuellement au nombre de sept : quatre consortia multinationaux dont les membres sont des ressortissants de l'Allemagne Fédérale, de la Belgique, du Canada, des Etats-Unis, de la Grande-Bretagne, de la Hollande, de l'Italie et du Japon, et quatre groupements nationaux dont trois récemment créés en Inde, au Japon et en URSS, le groupe français AFERNOD étant beaucoup plus ancien comme le sont les quatre consortia multinationaux. Les négociations sont déjà fortement avancées entre les cinq consortia les plus anciens.

   Le groupe japonais cherche à entrer dans cette négociation. Les groupes soviétiques et indiens ne se sont pas encore manifestés. Ces négociations risquent d'être longues et complexes mais il est vraisemblable qu'une solution globale puisse être trouvée avant fin 1984.

3. Entre les états qui auront accepté de patronner les demandeurs, soit dans le cadre de la Convention internationale, soit indépendamment (cas des Etats-Unis). Il s'agit là de trouver des solutions acceptables par tous - même par les non signataires de la Convention. - permettant de régler les conflits actuels. Il est possible que les états soient amenés à intervenir dans les négociations menées entre groupes industriels. Actuellement, l'Allemagne Fédérale, les Etats-Unis, la France et la Grande-Bretagne négocient activement. Le Japon et l'Italie pourraient se joindre à ces négociations .

   Le suivi de ces négociations entraîne la mobilisation des hommes à divers niveaux et se traduit par des travaux de compilation, de mise en forme de données, des procédures d'échanges d'information qui pèsent de manière assez conséquente sur les autres programmes.

   D'autre part, la nécessité de parfaire notre connaissance du domaine minier et les dispositions réglementaires actuellement prévues nous amèneront à poursuivre d'importants travaux d'exploration, en particulier pour déterminer les secteurs qui devront être abandonnés lors des échéances prévues après obtention du permis.

## 2.2. TECHNOLOGIES DE MISE EN VALEUR

De 1983 à 1985, le programme d'études des technologies de mise en valeur des gisements portera :

1. sur une étude au niveau système destinée à déterminer la filière la plus propice à un développement industriel vers la fin des années 1980. Il conviendra en particulier d'examiner les verrous technologiques susceptibles d'entraver le développement des différentes filières envisageables et les travaux

nécessaires à leur franchissement.
Cette première phase devra permettre de disposer d'un dossier préliminaire d'avant-projet courant 1985, de définir un programme d'études et d'essais portant sur les points essentiels de la filière choisie, et de mettre la France dans une position favorable pour une association avec un partenaire étranger.
La poursuite du programme au-delà de 1985, dans l'hypothèse où les conditions économiques deviendraient favorables dans le cadre d'une telle association, est envisagée avec partage du financement des études et essais à la mer d'un pilote de ramassage à l'échelle appropriée.
C'est sur la base d'un financement à 50% qu'ont été établis les budgets de ce programme pour la période 1985-1988.

2. Sur la poursuite de la construction et des essais en mer sur champ de nodules du Préleveur Libre Autonome (PLA2-6000). Ces essais permettront d'étudier, à partir d'un navire océanographique classique, le comportement d'un engin mu par vis d'Archimède et doté d'un élément de dragage de nodules. Ils apporteront des informations précieuses sur la réaction des sédiments et des nodules, et sur les méthodes de détection et de contournement d'obstacles.

3. Sur des études complémentaires du traitement métallurgique permettant de préparer les pilotes qui devront être lancés après 1985 dans le cadre de l'étude de faisabilité finale.

4. Sur des compléments d'exploration du site minier sélectionné afin de fournir aux mineurs et aux métallurgistes les éléments dont ils ont besoin pour poursuivre leurs travaux. Cette action mettra en oeuvre en particulier de nouveaux moyens d'exploration destinés à mieux appréhender la nature et la densité des obstacles et la géométrie des champs de nodules exploitables.

   Ces travaux seront menés au moins dans la première phase (1983-85) par un Groupement d'Intérêt Public (GIP), formé entre le CEA et l'IFREMER. Ils ont vocation d'être mis à la disposition d'une future société d'exploitation qui pourrait être constituée à partir d'AFERNOD.

## 3 - MINERALISATIONS LIEES A L'HYDROTHERMALISME

La multiplication des découvertes d'indices minéralisés (sulfures de fer, cuivre, zinc) à proximité de la ride-est du Pacifique au cours des quatre dernières années, permet de penser que ce phénomène est beaucoup plus répandu qu'on ne le croyait. Certains des amas décrits pourraient atteindre, en contenu minéral, la taille de petits gisements exploités à terre, mais les techniques d'évaluation jusqu'alors employées ne permettent pas de vérifier ces hypothèses.

On doit remarquer d'autre part que les efforts actuels se sont concentrés sur la ride est du Pacifique, à expansion rapide, et que les autres manifestations du volcanisme sous-marin (volcanisme intraplaque, arcs insulaires), n'ont pas été l'objet de recherches aussi approfondies.

C'est pourquoi, au cours du PMT, le programme envisagé devra à la fois :

1. explorer les divers types d'environnement où l'hydrothermalisme peut se manifester, c'est-à-dire les zones de faiblesse de la croûte océanique où on assiste à des manifestations volcaniques, auxquelles peut être associée une fracturation propice à la circulation de l'eau de mer dans les roches, avec des gradients élevés de température à proximité des chambres magmatiques ;

2. poursuivre l'analyse des phénomènes reliés à cet hydrothermalisme, afin d'en dégager les mécanismes moteurs déterminants et des guides de prospection ;

3. évaluer avec plus de précision l'importance des concentrations minérales observées en dimensions et qualité ;

4. développer les techniques nécessaires, tant pour l'exploration générale ou la prospection, que pour l'évaluation des indices découverts : méthodes acoustiques permettant la cartographie détaillée des structures, équipements pour les prélèvements des eaux et des solides, méthodes d'analyse rapide des traces dans l'eau et les sédiments, méthodes géophysiques (sismique, gravimétrie, magnétisme), permettant la détection des structures profondes jouant un rôle déterminant .

Ce programme permettra :

- de compléter les travaux sur la ride-est du Pacifique dans la zone de Clipperton (13°N) et de poursuivre l'étude de cette ride jusque vers l'Île de Pâques où existent des vitesses d'expansion plus importantes ;

- d'étudier le volcanisme intraplaques de divers lieux et tout particulièrement dans les zones économiques exclusives françaises (Clipperton, Polynésie, Réunion, Amsterdam) ;

- d'étudier également le contexte arc-insulaire, en particulier dans la zone des Fidji (Iles Wallis) ;

- de participer à des études complémentaires en mer Rouge, à proximité des gisements étudiés par la Red-Sea Commission avec l'aide des Allemands.

Le programme hydrothermalisme constitue un projet de grande ampleur qui comporte des composantes dans d'autres domaines de recherche (biologie et microbiologie, géochimie de l'eau) et fait intervenir de nombreuses équipes extérieures à l'IFREMER (PIRO, BRGM) dans le cadre d'un programme d'envergure nationale.

## 4 - GENIE GEOLOGIQUE

L'ensemble des développements qui peuvent être envisagés en mer profonde (sur des fonds situés à plus de 200 mètres), dans les prochaines décennies, sont susceptibles d'être perturbés par des risques naturels non encore parfaitement identifiés.

Certains de ces phénomènes sont déjà bien connus par leur manifestation spectaculaire au niveau des côtes, surtout dans les régions à haut risque sismique, sous forme de raz de marée. Mais de nombreux phénomènes d'effondrement, de glissement, d'éruption sous-marine, passent encore inaperçus, car leurs effets sont (heureusement) sans conséquence au niveau des activités humaines. Il risque de ne pas en être de même lorsque ces activités se rapprocheront des zones sensibles.

Une certaine prévision de ces risques naturels peut en fait être envisagée grâce aux méthodes d'exploration actuellement disponibles

- études morphogéologiques, à partir de cartographies par sondeur multifaisceau et par sonar latéral, permettant de localiser les zones sensibles : profils de pente en équilibre, canyons sous-marins, zones fracturées, zones volcaniques ;

- mesure des caractéristiques géotechniques des formations rencontrées, depuis la surface ou par submersible ;

- mise en place sur le fond de détecteurs : tiltmètres, écartomètres, hydrophones permettant l'enregistrement des mouvements, des tensions, ou des "bruits" de faible amplitude qui précèdent les phénomènes brutaux.

Des travaux de ce type ont déjà été entrepris à la suite de l'accident de Nice, en Polynésie et lors des études de tracés de conduites ou de câbles sous-marins (Méditerranée, Manche).

Dans le courant du PMT, de nouveaux problèmes se poseront et il est prévu, en marge de ces interventions ponctuelles, de mener un programme d'étude des zones sensibles tant en métropole que dans les DOM/TOM. Ce programme comprend, en particulier, des études complémentaires sur la zone de Nice en 1983, l'étude de certains secteurs sensibles en Atlantique, et de nouveaux travaux en Polynésie.

Sont en relation étroite avec ce programme les études de site menées sur le projet de pose de tuyau pour la centrale pilote d'énergie thermique des mers à Tahiti, mais aussi l'étude de la stabilité physique et chimique des sédiments où sont envisagés l'enfouissement de déchets.

# I - B RESSOURCES ENERGETIQUES

Le potentiel énergétique de l'océan est considérable et pratiquement inexploité. Il est aussi multiforme : marée, énergie thermique, vagues, courants, gradient de salinité, biomasse. Pendant la durée du PMT, l'IFREMER développera un programme sur l'énergie thermique des mers (ETM), qui semble la plus prometteuse à moyen terme, et dans une moindre mesure un programme sur la récupération de l'énergie de la houle. Par ailleurs, en dehors de l'intérêt immédiat présenté par ces deux sources d'énergie, il faut mentionner l'intérêt, sans doute à beaucoup plus long terme, que pourraient présenter d'autres sources d'énergie comme l'uranium de l'eau de mer ou la biomasse marine, sur lesquelles seront menées des études préliminaires.

L'énergie marémotrice qui représente un potentiel national important dans le golfe normand-breton est du ressort d'EDF qui exploite avec succès l'usine de la Rance depuis plus de 15 ans. Différentes variantes d'un aménagement marémoteur dans la région des Îles Chausey sont aujourd'hui à l'étude. l'IFREMER doit rassembler dès à présent tous les éléments qui lui seront nécessaires pour porter un jugement sur l'impact de tels aménagements. Ceci fait l'objet d'études régionales intégrées présentées dans le chapitre "gestion du milieu".

## I - ENERGIE THERMIQUE DES MERS

Dans la zone intertropicale, l'écart de température entre l'eau chaude de surface et l'eau froide du fond est suffisant (18° à 24°C) pour rendre possible le fonctionnement d'une machine thermique qui produirait principalement de l'électricité, mais aussi des sous-produits utiles valorisables selon les sites comme l'eau douce, le froid, voire l'utilisation de l'eau profonde riche en sels nutritifs, propice à l'aquaculture.

Depuis plusieurs années, de nombreux travaux de recherche et développement ont été entrepris aux Etats-Unis, au Japon, et en Europe. Les études entreprises en 1978 sous l'égide de l'IFREMER ont permis de conclure que les centrales ETM de production seraient faisables à moyen terme, moyennant certaines innovations envisageables et l'adaptation de techniques aujourd'hui disponibles pour des puissances limitées à quelques dizaines de Mwe. La compétitivité de la production électrique apparaît vers 10 Mwe pour les sites tropicaux les plus souvent insulaires, où les besoins sont aujourd'hui couverts par des centrales diesel-électriques.

La crédibilité de l'ETM passe par la construction d'un pilote dans un site favorable comme Tahiti, permettant à l'industrie française d'aborder dans de bonnes conditions ce nouveau marché.

Le programme ETM comprend l'étude et la réalisation d'un prototype de centrale ETM à Tahiti et des études de marché.

## 1.1. LE PROTOTYPE ETM DE TAHITI

Le projet qui a débuté en 1978 comprend trois phases :

- phase I - 1978/1980 : Etude de faisabilité

- phase II - 1982/1984 : R et D, étude d'avant-projet

- phase III - 1985 : Décision, étude du projet d'exécution
  1986/1988 : Réalisation et mise en service du prototype.

La deuxième phase, commencée fin 1982, vise à la réalisation des études, des essais et des recherches nécessaires à la constitution d'un avant-projet de centrale à terre d'une puissance de 5 Mwe à Tahiti sur le site de Papeete.

L'option prototype à terre a été retenue pour trois raisons : un coût de maintenance plus faible que pour une centrale en mer, possibilité de faire une démonstration à buts multiples (électricité, eau douce, froid, voire aquaculture), une évolution ultérieure possible vers un banc d'essai pour améliorer les technologies ETM. Le choix de la filière thermodynamique correspondant au cycle ouvert (où le fluide moteur est l'eau de mer) ou bien au cycle fermé (à l'ammoniac), sera fait courant 1984 quand un programme expérimental aura été exécuté sur les deux cycles. Le cycle ouvert présente a priori des avantages (rendement plus élevé, une moindre sensibilité aux bio-salissures, la sous-production d'eau douce), qu'il va falloir confirmer expérimentalement. Quant au choix de la puissance du prototype, il résulte d'un compromis entre plusieurs considérations :

- Les techniques utilisées doivent être extrapolables vers des puissances plus élevées, ce qui implique une taille minimum de conduite d'eau froide (3 mètres de diamètre) ;

- Il faut se rapprocher du seuil de compétitivité de l'ETM (5 à 10 Mwe) ;

- De plus, il est souhaitable de limiter l'investissement au niveau d'une première démonstration.

Au plan technique, l'IFREMER assure la maîtrise d'oeuvre du projet en phase II, les principales tâches du programme étant :

- La reconnaissance détaillée du site de Tahiti (bathymétrie fine et géologie sous-marine par engins et submersible, mesures des courants et de la température en continu, houles et vents, corrosion-biosalissures, étude d'impact. Ce programme est exécuté principalement par des équipes de l'IFREMER.

- Les études techniques qui comprennent des travaux expérimentaux sur le cycle ouvert visant à évaluer le taux de dégazage et à optimiser les composants, des travaux sur le cycle fermé comme les mesures des performances thermiques de plusieurs types d'échangeurs, un important programme sur la conduite d'eau froide qui pose des problèmes de tenue des matériaux, de méthode de pose, d'ancrage de la conduite, d'atterrage, de maintenance.

  Enfin, cette phase de recherche-développement étant achevée, l'avant-projet de la centrale sera exécuté sur la base des options techniques retenues. L'ensemble de ces travaux sera réalisé par le GIE "ERGOCEAN", créé par les industriels en 1982, et regroupant toutes les compétences nécessaires des deux groupes Alsthom-Atlantique et Empain-Schneider, qui avaient réalisé les études de phase I. Les sociétés membres du GIE sont : Creusot-Loire, Spie Batignolles, Jeumont-Schneider, SGTE, Alsthom avec Rateau et Neyrtec, CG Doris, SGE-TPI.

  La phase III sera celle de la réalisation du prototype de 5 Mwe environ sur le site de Tahiti. L'investissement est estimé à 350 MF pour une production d'environ 30 millions de Kwh qui couvrirait ainsi le quart des besoins de l'île. S'agissant d'un prototype présentant un risque technique le financement de ce projet a été prévu pour moitié sur la subvention d'Etat de l'IFREMER et pour l'autre moitié par un prêt remboursable sur la vente des Kwh et par une participation des industriels.

## 1.2. ETUDES D'ACCOMPAGNEMENT

Parallèlement aux études relatives au prototype de démonstration de Tahiti, il importe de conduire certaines études permettant :

- d'évaluer les chances de succès d'une telle filière française à l'exportation, d'estimer le marché, et de définir les grands axes d'une stratégie industrielle,

- de préparer le passage aux centrales industrielles ;

En conclusion, le développement de ce programme relatif à l'énergie thermique des mers semble largement justifié au plan de l'innovation, des économies de devises et de la sécurité d'approvisionnement pour les DOM-TOM. Toutefois, une décision définitive sur la construction du prototype ne pourra être prise qu'à la lumière des résultats de l'étude préliminaire qui sera achevée à la mi-84.

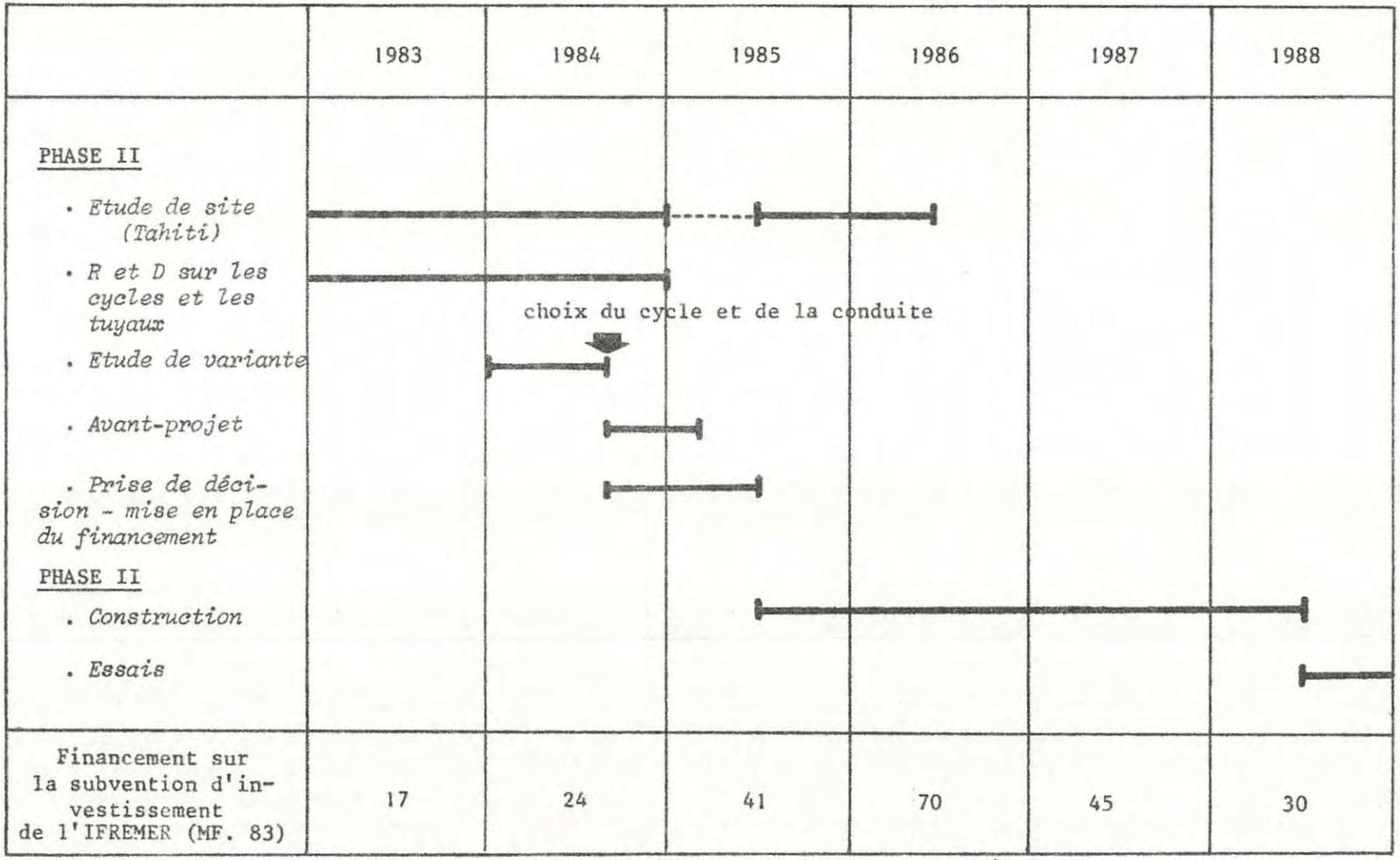
## 2 - ENERGIE DE LA HOULE

L'Etablissement, depuis 1978, a mené une action d'évaluation des possibilités offertes par la récupération de l'énergie de la houle. Il semble illusoire d'espérer une contribution significative au bilan énergétique métropolitain dans l'état actuel de la technique, compte tenu des coûts des différents systèmes envisagés et de la nature de cette ressource. En effet, la quantité d'énergie disponible sur les côtes européennes est importante mais elle est essentiellement répartie dans les périodes de tempête et pose donc des problèmes majeurs sur les plans technologiques et de la souplesse d'utilisation. Cependant, dans une optique d'exportation et pour des sites isolés, il est nécessaire de poursuivre les recherches sur les deux concepts paraissant les plus prometteurs :

- Le "déversoir à houle" constitué d'un plan incliné provoquant le déferlement de la houle qui remplit un réservoir haut et actionne une turbine basse chute au vidage. Ce concept convient pour des sites où la houle est régulière et le marnage faible, pour des puissances de 100 Kwe à 10 Mwe. Il est proposé de poursuivre les essais en bassin à houle et de réaliser une installation de démonstration de 100 Kwe en Nouvelle Calédonie (Ile d'Ouvea).

- La houlomotrice "immergée", qui est constituée d'un flotteur relié au fond par des câbles actionnant un convertisseur interne. Le programme comprendra la poursuite des expérimentations, la réalisation d'un avant-projet et le passage éventuel à un prototype de démonstration d'une centaine de Kwe maximum.

# CALENDRIER DU PROJET ETM - TAHITI



# I - C RESSOURCES VIVANTES

## 1 - LE CONTEXTE

### 1-1. SITUATION DES PECHES ET DE L'AQUACULTURE

En 1981, la production des pêches maritimes françaises s'est élevée à 540.000 tonnes (1), pour une valeur au débarquement de 4 milliards de francs, ce qui donne à la France le premier rang de la CEE. Cette activité développe en mer 23 500 emplois embarqués, tandis qu'à terre une première évaluation donne entre 80 000 et 100 000 emplois induits. La production de la conchyliculture s'est élévée à 180 000 tonnes pour près de 1 milliard de francs, correspondant à 23 000 emplois directs permanents et 31 000 saisonniers, l'estimation des emplois induits étant très délicate. Les autres formes d'aquaculture ont permis une production de 700 tonnes environ. La balance des échanges commerciaux fait ressortir un fort déficit de 350 000 tonnes et 3,65 milliards de francs en 1981, mettant en évidence des importations d'espèces nobles (crustacés, saumons) et de produits alimentaires à haute valeur ajoutée, alors que les exportations concernent le plus souvent des produits peu élaborés

Parmi les aspects difficilement quantifiables ou non quantitatifs, on retiendra :

- la pêche et l'aquaculture n'étant pas les seules utilisations du milieu marin et de ses ressources, s'inscrivent dans un contexte d'interactions complexes où les intérêts peuvent être divergents ;

- la pêche est une activité dont les dimensions internationales sont importantes, compte tenu notamment des compétitions qu'elle entraîne et des accords qu'elle met en jeu ;

- par son originalité, le monde des pêches et de l'aquaculture constitue une richesse socio-économique dont le rayonnement déborde le secteur de production (métiers de la mer, tourisme dans les régions littorales, etc.) ;

- pour de nombreux pays en voie de développement, pêche et aquaculture constituent une activité importante, tant au plan nutritionnel que pour l'expansion de leur économie.

---

(1) La plupart des statistiques de production des pêches et des cultures nationales ont une fiabilité insuffisante ; elles permettent néanmoins de fixer l'ordre de grandeur des productions et leurs perspectives à court et moyen terme.

## 1.2. PROBLEMATIQUE DES PECHES ET DE L'AQUACULTURE

L'exploitation du potentiel biologique des océans sous forme de pêches ou d'aquaculture est entrée, en France comme dans le monde, dans une période de mutation profonde. Le changement récemment survenu dans le droit de la mer en est la manifestation la plus tangible. Les effets de ce changement juridique, comme des causes qui en ont été à l'origine, sont profonds, même s'ils ne sont pas encore totalement appréciés. Les difficultés récentes qu'ont connues pêche et aquaculture (restriction de l'accès des zones de pêche passées sous juridiction étrangère, renchérissement du coût de l'énergie, etc) relèvent avant tout de problèmes structurels qu'il importe de bien apprécier pour concevoir et appliquer des réponses adaptées. Cela est d'autant plus important que la spécificité des pêches et aquaculture, et notamment de leur dynamique, n'a pas toujours été bien perçue. Rationaliser les exploitations et concevoir et appliquer des schémas de régulation plus performants parce que mieux adaptés constitue à l'heure actuelle la tâche majeure. Une meilleure compréhension des systèmes est indispensable à la définition de stratégies de développement et d'aménagement efficaces. Elle l'est aussi à l'orientation de la recherche publique pour que celle-ci se consacre à l'acquisition des connaissances les plus pertinentes.

Dans ce contexte, le progrès doit viser à :

- rationaliser les exploitations de façon à redresser leur viabilité économique et sociale ;
- favoriser la diversification de la production et la valorisation d'espèces encore sous-utilisées ;
- réduire le déficit de la balance commerciale ;
- contribuer au développement économique et social des régions littorales pour pleinement valoriser les potentialités des façades maritimes ;
- développer un savoir-faire national démontrant les capacités scientifiques et technologiques nationales et susceptible de consolider la position de nos entreprises dans les pêcheries internationales et communautaires et de servir de base à des coopérations avec les pays du Tiers-Monde et à des exportations.

## 1.2.1. Pêches

### a) Nécessité de l'aménagement

La pêche correspond à l'exploitation de ressources renouvelables, mais dont les capacités de renouvellement sont limitées et dont l'abondance et la disponibilité dépendent des conditions variables du milieu ; l'accès à ces ressources "publiques" est resté jusqu'à ce jour ouvert. Dans ces conditions, la dynamique gouvernée par la seule logique des rapports de force mène à des situations qui ne peuvent que très exceptionnellement correspondre à la meilleure utilisation possible des ressources "publiques" que constituent les stocks halieutiques. Des bénéfices potentiels sont perdus pour la société ; une rente est en quelque sorte dilapidée.

En France, la pleine exploitation de la plupart des pêcheries s'est accompagnée, d'une part, d'un surinvestissement pouvant aller jusqu'à entraîner une baisse sensible de la production totale et, d'autre part, d'une concentration de l'effort sur des classes trop jeunes entraînant dans quelques cas, un effondrement du stock (hareng, dorade).

Parallèlement, on assiste à la stagnation ou au déclin de certaines pêcheries (pélagiques côtiers, germon) par augmentation des coûts de capture (coût de l'énergie) ou dans l'ensemble de la filière (débarquement, commercialisation). Par ailleurs, les possibilités et conditions de mise en valeur des ressources qui restent actuellement peu exploitées (pélagiques comme le chinchard ou la sardine, bivalves comme les spisules ou amandes) restent à chiffrer.

Le faible niveau de rentabilité auquel ont ainsi abouti ces dernières années les activités de pêche les rend particulièrement vulnérables aux variations défavorables du milieu naturel, des coûts d'exploitation ou du prix des produits, notamment du fait de l'évolution du commerce extérieur. Cette évolution est révélatrice de l'inadéquation des solutions généralement proposées, que ce soit le recours aux aides ou les mesures de régulation des pêcheries (quotas de capture).

Les pertes économiques dues à l'inadéquation de l'aménagement sont considérables, la vulnérabilité qui en résulte pour les exploitations pose la question de la viabilité économique et sociale de certaines d'entre elles.

Avec la pleine exploitation des ressources économiquement accessibles, les conflits au sein de la pêche, comme entre celle-ci et les autres modes d'exploitation du milieu et de la matière vivante se sont exacerbés. Dans ce contexte, agir pour une efficacité accrue des techniques ou apporter une aide financière globale ne peut constituer un remède en soi ; cela

amène un déplacement des équilibres mais n'altère pas la logique qui gouverne la façon dont ils s'établissent. De même, les politiques fondées sur la seule gestion biologique de la ressource sont vouées à l'échec car il n'est pas possible de conduire une activité économique sur les seuls critères biologiques.

Seules des stratégies d'aménagement et de développement intégrant les dimensions biologiques, technologiques, sociales et juridiques peuvent apporter des progrès. Seule une recherche dont le développement repose sur de telles analyses pourra s'approcher d'un investissement optimal.

L'évolution récente du droit de la mer s'est traduite par la mise en place d'une politique communautaire, par des restrictions d'accès à des fonds de pêche traditionnels, mais aussi par la mise sous juridiction française d'une ZEE d'une superficie considérable, notamment outre-mer. Le contexte nouveau nécessite une attitude nouvelle et requiert des méthodes d'aménagement et de développement originales. Ces mutations profondes peuvent réclamer des interventions urgentes (politiques de mise en valeur des ZEE dans les DOM/TOM par exemple).

b) Bénéfices potentiels d'une stratégie adaptée

Faute d'une telle stratégie, un certain nombre de pêcheries risquent de décliner, voire de disparaître économiquement sinon biologiquement. Plus globalement, on peut craindre :

- un alourdissement régulier du montant des aides;
- une perte de compétitivité vis-à-vis des pays qui sauraient aménager l'exploitation de leurs ressources halieutiques ;
- une montée des conflits entre métiers et, au-delà, entre la pêche et les activités "compétitrices" pour l'utilisation de la ressource, du milieu ou de l'espace;

A l'inverse, une stratégie adaptée, rendue possible par l'appui d'une recherche pertinente, est susceptible d'apporter des améliorations considérables, tant par une réduction des coûts de production que par une plus grande robustesse des exploitations et un accroissement des quantités et de la valeur marchande des produits débarqués. Les objectifs visés sont les suivants :

. accroissement des quantités par une meilleure régulation de l'effort de pêche et par l'exploitation ou la reconquête de nouveaux stocks (un objectif de 15 à 30% d'augmentation paraît raisonnable) ;

- accroissement de la valeur marchande des produits par un meilleur contrôle des tailles (taille moyenne supérieure) et une meilleure répartition des apports sur le marché ;

- réduction des coûts d'exploitation par suite de règles d'accès à la ressource ne favorisant ni le surinvestissement, ni les dépenses énergétiques dues à une compétition sauvage.

Les gains d'efficacité liés à l'ensemble de ces facteurs se traduiraient :

- pour la collectivité, par une efficacité socio-économique accrue des interventions de l'état et des collectivités ;

- pour les pêcheries, par une moins grande vulnérabilité ;

- pour les pêcheurs, par une amélioration de leur situation économique et sociale.

### 1.2.2. Aquaculture

#### a) Spécificité de l'élevage en milieu marin

Les orientations des recherches et du développement dans le domaine de l'aquaculture doivent reposer sur une analyse des caractéristiques propres aux espèces et au monde marin.

L'aquaculture marine - essentiellement la conchyliculture - s'est développée jusqu'ici et notamment en France en milieu ouvert et riche. La conchyliculture présente en effet un certain nombre de particularités favorables permettant d'éviter une maîtrise totale des cycles ; l'élevage des huîtres et des moules repose surtout sur le captage de naissain en milieu naturel. L'intervention humaine à ce niveau permet de réduire une phase critique limitant, dans les conditions naturelles, le recrutement. L'existence de cette phase critique doit être prise en compte dans toutes les tentatives de pacage marin ou de repeuplement pour éviter que les lachers de juvéniles dans le milieu n'interviennent avant cette phase. Huîtres et moules consomment une nourriture naturelle, gratuite et relativement abondante et fournissent des produits de haute valeur commerciale. Enfin leur sédentarité facilite grandement l'aménagement, l'accès à la ressource pouvant être facilement régulé par l'attribution des sites d'élévage.

Ainsi les filières rustiques allégeant les interventions humaines se sont révélées plus faciles. Toutefois la production demeure limitée par le milieu, par la capacité biotique des bassins que limitent les charges, les

fluctuations naturelles importantes du recrutement, les altérations du milieu (pollutions) et les epizooties, peut-être favorisées par l'intensification des élevages. En ostréiculture, l'expérience montre qu'une charge excessive imposée aux bassins de production aboutit à des rendements médiocres, traduisant la surexploitation des capacités du milieu. Cela engendre pour certains aspects une problématique voisine de celle rencontrée dans les pêches. Une régulation des charges sur les parcs, qui peut se révéler bénéfique, implique la mise au point par la recherche d'une méthodologie adaptée et l'intervention d'une autorité centrale. Des efforts doivent être menés pour mieux évaluer la productivité des bassins et développer des modèles permettant de définir les cheptels correspondants.

Parallèlement il peut être intéressant de viser à une meilleure gestion des bassins tant par le contrôle de la qualité du milieu que par l'aménagement de ses caractéristiques en vue d'augmenter leur productivité (valliculture par exemple).

Il est aussi possible de valoriser les milieux ouverts par la diversification des espèces et l'extension géographique des sites et leur aménagement (mytiliculture en eau profonde, récifs artificiels, pacage marin). Il est clair toutefois que par rapport à l'aquaculture d'eau douce, les dimensions plus vastes des milieux marins et la diversité spécifique plus élevée des communautés constituent des difficultés réelles. Cela explique la relative lenteur des progrès accomplis.

Une réduction de la dépendance à l'égard des contraintes naturelles est concevable par une maîtrise plus poussée des cycles et des milieux. L'exemple de l'ostréiculture où la part du naissain d'écloserie, encore modeste, va néanmoins croissant, témoigne de l'intérêt d'une telle évolution. Une maîtrise plus poussée des cycles d'élevage et de cultures pour ce qui concerne les algues permet d'envisager à terme l'amélioration des performances des espèces.

La limite ici, comme en ce qui concerne le contrôle du milieu ou du cheptel est d'ordre économique. De fait, la dimension socio-économique doit là encore être prise en compte. Des analyses économiques doivent permettre de hiérarchiser les contraintes d'ordre biologique et technologique, économique et juridique, et guider le choix des filières en tenant compte de critères tels que l'adaptation des espèces et des techniques aux sites disponibles, l'adoption de réglementations définissant l'accès aux sites, l'exploitation des cheptels, la régulation des intéractions avec les activités concurrentes, l'adéquation des filières aux milieux professionnels intéressés, la répartition des risques au niveau de l'exploitant et de la zone considérée, etc. Là encore, la nécessité d'analyser simultanément tous les aspects du développement des filières et de l'aménagement s'impose.

b) Perspectives et orientations

L'évolution de l'aquaculture devrait conduire à :

- aménager l'exploitation des bassins conchylicoles pour réduire les coûts par une meilleure gestion des capacités de production, et améliorer les performances économiques de ce secteur. Protéger, diversifier et développer sur de nouveaux sites et à partir de techniques d'élevage nouvelles (conchyliculture en eau profonde) la production conchylicole, des perspectives d'accroissement sensible de la production étant envisageables dans la décennie à venir. Un certain nombre de facteurs sont favorables à cette extension : marchés existants ou potentiels, disponibilité en sites nouveaux, valorisation de la productivité naturelle des milieux d'élevage conchylicole, existence d'un milieu professionnel structuré.

- poursuivre une diversification sélective par une colonisation de nouveaux milieux (aménagement et contrôle) et par des espèces (algues, poissons, crustacés et autres mollusques) présentant les meilleures perspectives de développement, en tenant compte de leur aptitude à l'élevage ou à la culture et de leur adaptation aux divers milieux susceptibles d'être valorisés par une aquaculture intensive ou extensive. En outre, ces systèmes d'élevage doivent répondre à la demande régionale, être adaptés aux milieux socio-professionnels concernés et permettre une meilleure répartition des risques. Les analyses socio-économiques prévues dans le cadre du plan à moyen terme permettront de préciser les orientations dans ce domaine.

Les progrès seront inévitablement d'une ampleur et d'une rapidité extrêmement variables selon les cas. Les chiffres qui suivent constituent des objectifs qui devront être précisés par une analyse scientifique et économique.

Une meilleure gestion des ressources conchylicoles et leur extension à des zones favorables permet d'envisager une production complémentaire de plusieurs dizaines de milliers de tonnes, tant pour les huîtres que pour les moules.

Pour les autres formes d'aquaculture, les perspectives, pour la décennie à venir, sont de l'ordre de quelques milliers de tonnes.

## 1.3. MISSIONS GENERALES DE L'IFREMER POUR LES RESSOURCES VIVANTES

Le caractère public et limité des ressources halieutiques confère à la collectivité une responsabilité pour s'assurer que l'utilisation qui en est faite est conforme à l'intérêt public. La

conchyliculture pose un problème analogue, car les élevages exploitent les capacités de production biologique de certains milieux, capacités elles aussi "publiques" et limitées. De façon plus générale, l'environnement et l'espace marins constituent un bien public dont l'utilisation doit être organisée par la définition d'une règle de cohabitation entre les utilisateurs et dont la qualité doit être préservée. La régulation de ces exploitations demande donc l'intervention d'une autorité centrale. Compte tenu du caractère sauvage, caché, variable et vulnérable des ressources, cette autorité, pour s'exercer à propos, doit pouvoir s'appuyer sur des avis scientifiques adéquats. Cela implique d'abord que la recherche publique apporte les informations nécessaires aux décisons de développement et d'aménagement.

A cette première responsabilité globale s'ajoute nécessairement une fonction d'appui à l'innovation, dès lors que les innovations suscitées s'inscrivent dans des stratégies d'aménagement et de développement.

Apparaissent ainsi deux volets :

. l'aide à la décision des autorités compétentes ;

. l'appui à l'innovation auprès des professionnels.

L'aide à la décision doit se faire au bénéfice des autorités compétentes. Elle implique d'une part, l'élaboration de concepts et de méthodes adéquats sur lesquels des schémas de développement et d'aménagement puissent être bâtis et, d'autre part, face à des situations concrètes, un support à la décision par une exploration des conséquences prévisibles d'un ensemble de choix envisageables. Une telle aide correspond clairement à la mission "naturelle" de la recherche publique.

L'appui à l'innovation couvre les problèmes de production ou de transformation technologique, comme la mise au point de filières originales d'exploitation des ressources vivantes de l'océan. Sur certains secteurs, l'initiative privée peut seule assurer le développement. Sur d'autres, la recherche publique doit assumer l'essentiel des responsabilités, faute d'un secteur professionnel suffisant ou suffisamment organisé ou du caractère trop aléatoire, pour être pris en charge par le secteur privé, des recherches à entreprendre.

Ces missions supposent, pour être correctement remplies :

. l'utilisation optimale des compétences complémentaires disponibles dans les deux organismes ;

. des liaisons organiques fonctionnelles avec les autorités compétentes en matière d'aménagement pour leur fournir des avis et conseils ;

. la coopération avec des équipes extérieures de recherche

au moyen de crédits d'incitation et selon des formules diverses de collaboration directe ou de soutien. Ces associations doivent permettre un prolongement des travaux de l'organisme d'autant plus justifié que le champ de la recherche est vaste et que des compétences existent ailleurs. Cette politique doit s'appuyer sur des équipes internes capables de définir des stratégies, d'assurer une cohérence de l'ensemble des recherches requises et de valoriser ces travaux

. enfin de prendre en compte les problèmes spécifiquement régionaux de développement et d'aménagement ; la participation de l'organisme aux activités de transfert et d'assistance scientifique suppose la mise en place de dispositifs permettant la participation conjointe des régions, des organisations professionnelles et de l'organisme à la définition et au suivi de ces actions et la mise en commun de moyens régionaux et de l'Etat.
Le dispositif devrait tenir compte du problème posé par les chercheurs isolés et du besoin de leur fournir une situation et des conditions de travail meilleures et plus stables. Il devrait permettre une collaboration entre l'organisme et les régions pour la promotion directe des activités aquacoles et halieutiques qui seraient précisées dans le cadre de conventions pluriannuelles avec les régions ;

. il y a lieu également de prévoir des mécanismes permettant d'utiliser l'expertise disponible à l'IFREMER.

## 2 - REPARTITION THEMATIQUE DES PROGRAMMES DE RECHERCHE

Les programmes sont proposés selon un schéma qui vise, d'une part à s'adapter au mieux à la problématique présentée et, d'autre part, à favoriser une synergie entre les anciennes équipes de l'ISTPM et du CNEXO de façon à valoriser complètement leurs complémentarités et à faciliter leur intégration autour d'une vision globale nouvelle de l'utilisation des ressources vivantes marines. Dans cet esprit, un axe de recherche et une équipe individualisée sont consacrés à l'étude des stratégies d'aménagement et de développement. Les quatres domaines de recherche correspondent au souci d'apporter les éléments techniques aux problèmes d'aménagement et de développement selon un découpage thématique dépassant le clivage des domaines propres traditionnels de l'ISTPM et du CNEXO. Le plan à moyen terme sera donc présenté selon cinq programmes :

. stratégies d'aménagement et de développement (analyses) ;

. technologies de production et de valorisation des produits ;

. ressources halieutiques ;

. ressources aquacoles ;

. milieu et ressources vivantes.

## 2-1 STRATEGIES D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT

### 2.1.1. Généralités

Les analyses et études théoriques manquent pour déterminer à quel niveau et par quelles méthodes il y a lieu de stabiliser les pêcheries pour une utilisation des ressources optimales pour la société et les communautés de pêcheurs compte tenu des objectifs du développement économique. Ces analyses sont susceptibles d'éclairer grandement les choix d'objectifs pour les politiques d'aménagement. Les objectifs élémentaires étant partiellement contradictoires, leur hiérarchisation s'impose; ainsi, dans les pêcheries pleinement exploitées, augmentations de l'emploi et du revenu individuel moyen ne peuvent être atteintes conjointement.

L'évolution du droit de la mer et la signature d'un accord sur les pêcheries communautaires permettent d'envisager le recours à des méthodes de régulation de la pêche plus complètes et plus faciles à appliquer que les contingents de capture : limitation de l'effort de pêche par licences, attribution des ressources peu mobiles (algues, coquillages, crustacés, etc.) par allocation de droits territoriaux de pêche par exemple. Des recherches théoriques comme des tests expérimentaux sont nécessaires pour apprécier totalement l'intérêt et les limites de ces autres méthodes.

Pour les pêches et les cultures marines, la pleine utilisation des ressources dans le contexte technologique et économique actuel accentue les conflits pour l'utilisation des ressources halieutiques, des capacités biotiques du milieu et de l'espace. Les projets d'expansion de l'aquaculture requièrent également des analyses notamment sur l'évolution de la demande et, plus généralement, sur la viabilité économique des solutions techniques envisageables.

Tout ceci concourt à faire des recherches sur les méthodes et les stratégies d'aménagement et de développement une priorité. A ce jour, il n'y a pas, dans le cadre du CNEXO et de l'ISTPM, de programmes de recherche explicitement consacrés à l'aménagement des pêches et de l'aquaculture au sens précédemment défini, c'est-à-dire portant sur les exploitations par opposition aux seules ressources. Toutefois, le besoin d'aménagement des pêches et de l'aquaculture nationales existait déjà et a conduit un certain nombre d'instances et d'organismes locaux, régionaux, nationaux et internationaux à des pratiques partielles d'aménagement. Ces pratiques, en l'absence d'un support de recherche méthodologique et d'analyses stratégiques explicites, ne pouvaient être que fragmentaires. Elles se sont, de ce fait, fréquemment soldées par des échecs ou des impasses et, de

façon générale, n'apportent au mieux que des solutions partielles et insuffisantes. Il est, en effet, illusoire d'escompter réguler des activités économiques si l'on néglige leurs dimensions et leur dynamique économique et sociale.

L'acquisition d'une expertise dans ce domaine devrait permettre d'apporter aux pays en développement une assistance technique dans le secteur où la demande est très forte et la compétence réduite. Les modèles de développement utilisés jusqu'à présent sont généralement mal adaptés aux contraintes spécifiques des PVD. La mise en valeur des pêches dans les zones économiques exclusives selon des programmes et des modalités conformes aux objectifs du développement national ainsi qu'aux atouts et aux carences spécifiques de chaque pays constitue une tâche particulièrement complexe comme le démontre la lenteur des progrès réalisés jusqu'ici. Un savoir-faire national reconnu dans ce domaine contribuera au rayonnement culturel du pays et sera un facteur susceptible de contribuer effectivement à la coopération et à la promotion du commerce extérieur.

### 2.1.2. Programmes proposés pour le PMT

Les responsabilités en la matière d'un institut national de recherche comme l'IFREMER portent sur l'analyse des implications biologiques, économiques et sociales des diverses options de développement et d'aménagement envisageables. Ces travaux sont donc destinés à éclairer les choix sans préjuger. Ils sont distincts et complémentaires des activités et responsabilités des administrations chargées des pêches, de l'aquaculture et du milieu marin.

D'un point de vue théorique, les études devraient couvrir des thèmes tels que :

- l'analyse théorique des mécanismes et méthodes de régulation de la pêche (contingents de capture, licences de pêche, partage de la ressource par attribution de droits territoriaux par exemple, taxations, etc ) en fonction des caractéristiques des pêcheries et des objectifs de l'aménagement ;

- l'étude de la mobilité des exploitants et des investissements et l'analyse de l'incidence de cette mobilité sur les revenus, l'emploi, le taux d'exploitation, etc ;

- l'inventaire et l'analyse des systèmes traditionnels d'aménagement développés par les communautés humaines en réponse aux problèmes de pleine exploitation de ressources limitées, mobiles et variables. Ces systèmes de régulation concernent non seulement les communautés et les ressources halieutiques mais aussi d'autres

communautés et d'autres ressources naturelles, finies, renouvelables et mobiles (pastoralisme et élevage avec transhumance par exemple).

Au plan des applications, cette recherche visera essentiellement un double objectif :

- comprendre et évaluer les potentialités offertes par l'exploitation et l'utilisation des ressources vivantes dans le milieu marin ; ceci nécessite l'analyse d'unités d'exploitation de pêche et d'aquaculture dans toutes leurs dimensions ; ces études devraient conduire à une meilleure compréhension de la structure et de la dynamique des pêcheries et notamment des facteurs sur lesquels il est possible d'agir pour modifier les équilibres et comment jouer avec ces facteurs ;

- développer les analyses stratégiques susceptibles de servir de support aux choix de politiques de développement et d'aménagement (y compris des priorités en matière de recherche).

La définition détaillée et la mise en oeuvre des principaux programmes à mener requièrent la mise en place, au sein de l'IFREMER, d'une structure permettant l'élaboration des concepts et des méthodologies d'aménagement ainsi que l'évaluation de leur pertinence dans un certain nombre de situations. Une équipe sera créée au sein de l'IFREMER ; elle comprendra des économistes, notamment des ressources naturelles et de leurs exploitations, et des socio-économistes auxquels se joindront, de façon permanente ainsi qu'occasionnelle pour la réalisation d'études spécifiques, des biologistes généralistes (halieutes) et des technologistes.

Les études sur les stratégies de développement et d'aménagement seront conduites sur des cas choisis sous forme d'études intégrées, soit au long d'une filière d'exploitation, soit sur un secteur géographique.

Une détermination des priorités internes s'avère indispensable. Les critères retenus pour choisir les études de cas seront les suivants :

- existence d'une demande administrative et politique ;

- existence d'un consensus chez les communautés et groupes socio-professionnels concernés permettant raisonnablement d'acquérir les données nécessaires aux études en matière d'économie et de sociologie ;

- disponibilité des données biologiques et techniques ;

. le rattachement à un type de problème d'intérêt national.

L'application de ces critères conduit à proposer pour le PMT un ensemble d'actions.

Actions d'urgence

. mise en valeur de la ZEE de Saint-Pierre et Miquelon ;

. mise en valeur de la ZEE en Guyane ;

. conséquences de l'entrée de l'Espagne dans le Marché Commun ;

. perspectives relatives des filières d'aquaculture.

Actions régulières

. stratégies de développement :

  - mise en valeur de stocks sous-utilisés (germon, chinchard et autres, pélagiques notamment) ;

  - identification des contraintes au développement de la pêche artisanale dans les DOM/TOM.

. stratégies d'aménagement :

  - analyse de la structure et de la dynamique de la pêche bigouden ;

  - analyse socio-économique d'un bassin conchylicole ;

  - politiques d'aménagement des pêcheries communautaires (en mer du Nord notamment) ;

  - utilisation de la mer en Languedoc-Roussillon ;

  - interactions entre pêche récréative et pêche artisanale.

. méthodologie d'aménagement et aménagement expérimental :

. aménagement de pêcheries littorales de Manche occidentale caractérisées par l'importance de ressources peu mobiles (algues, coquille Saint-Jacques, grands crustacés, praire, etc.) et, de ce fait, susceptibles d'être régulées selon des méthodes originales.

Un effort particulier portera sur la description chiffrée du secteur des pêches et de l'aquaculture, son rôle et son importance dans l'économie nationale, sa structure et les flux

(importations et exportations par exemple). En même temps seront définis les besoins en matière de statistiques et d'information pour la recherche (en routine, par sondages périodiques et occasionnels), les données existantes et régulièrement recueillies et les mesures à prendre pour une collecte régulière des données manquantes.

Par ailleurs, un certain nombre de thèmes (commercialisation, économie des exploitations, économie de branche...), des collaborations et des incitations sont à prévoir, intéressant d'autres organismes et institutions (INRA, Universités,...).

## 2-2 TECHNOLOGIES DE PRODUCTION ET DE VALORISATION DES PRODUITS

### 2.2.1. Généralités

Dans le contexte actuel des pêches et des cultures marines, le progrès technologique ne peut constituer, seul, un remède. Une fois atteintes les limites de production des ressources halieutiques comme des bassins conchylicoles, accroître l'efficacité des moyens de production peut même, en l'absence d'aménagement, avoir des effets pervers, conduisant à la surexploitation. Par contre, lorsque les exploitations peuvent être régulées, tout gain d'efficacité ou réduction de la consommation d'énergie vient réduire les coûts de production ; parallèlement, toute valorisation de production vient accroître les revenus bruts. L'ensemble concourt ainsi à accroître la rente économique et la santé des pêcheries. En outre, les gains d'efficacité peuvent rendre possible la mise en valeur de ressources restées latentes jusque là, du fait de contraintes d'ordre technologique.

Les entreprises nationales sont néanmoins engagées dans des pêcheries internationales ou communautaires qui sont encore mal ou pas contrôlées et leur compétitivité doit être défendue pour assurer leur avenir.

Par ailleurs, il existe certains secteurs dont le développement est bridé par l'insuffisance des techniques existantes. C'est vrai, dans la pêche, de quelques espèces ou zones géographiques (germon, chinchard, etc.). C'est encore vrai pour la valorisation de certaines productions dont une utilisation plus performante reste à définir. Compte tenu du déficit de la balance commerciale, du fort niveau d'exploitation des espèces nobles (démersales, en général), et de la progression modérée à attendre de l'aquaculture nouvelle, la valorisation d'espèces de substitution (pélagiques côtiers notamment) constitue un axe stratégique dont il faut évaluer les perspectives.

A condition donc que le progrès technologique puisse être intégré dans des stratégies d'ensemble de mise en valeur et d'aménagement, il est susceptible de jouer un rôle moteur

indiscutable. L'apport de la technologie ne s'arrête pas à ces seuls aspects quantitatifs. Elle peut aussi concourir à l'aménagement en développant des modes de capture plus sélectifs vis-à-vis des espèces comme des tailles.

Enfin, elle peut contribuer à améliorer les conditions de vie des exploitants et, plus particulièrement, les conditions de travail de pêcheurs.

Le passé a démontré que la recherche publique pourrait jouer un rôle appréciable. Des compétences ont été développées sur les engins de pêche, notamment sur les chaluts et les techniques d'aide à la pêche. Ces compétences ont été mises au service des professionnels par un effort constant d'appui technique et de vulgarisation. Un savoir-faire reconnu a pu être acquis également en matière de conservation à bord et de transformation (conserves, fumages) et mis là encore à la disposition des professionnels. Toutefois, le savoir accumulé ne couvre qu'une partie limitée du champ d'étude. A titre d'exemple, en matière de technologie aquacole, si d'importants travaux ont été réalisés en matière de technologie d'écloserie, aucune étude suivie n'a pu être consacrée à la conchyliculture.

Une nouvelle perspective de recherche apparaît avec l'étude des caractéristiques essentielles des principales matières premières, des espèces déjà utilisées, des rejets et déchets, d'espèces latentes comme d'espèces nuisibles (crépidules, algues vertes, sargasse, etc.) dans le but de définir de nouveaux modes d'utilisation alimentaire comme industrielle.

### 2.2.2. Programmes prévus pour le PMT

Conformément au titre, le champ d'étude couvre les problèmes de capture en pêche, la technologie de production aquacole et les problèmes de conservation et valorisation des produits. Dans ce vaste domaine, des priorités ont été définies. Elles l'ont été conformément aux remarques déjà présentées sur ce que doit être le rôle de l'IFREMER pour appuyer le progrès technique dans l'exploitation des ressources vivantes.

Les problèmes de technologie instrumentale ne sont pas pris en compte ici mais traités avec les problèmes généraux de technologie. Les besoins majeurs en halieutique portent sur les équipements nécessaires à l'acoustique sous-marine et l'échointégration, la visualisation sous-marine (estimation des biomasses, comportement du poisson devant les engins) et la télédétection.

a) Technologie de la capture

Ce domaine couvre les aspects spécifiques aux bateaux, engins,

équipements, opérations de pêche et techniques de concentration.

Les actions prévues couvrent d'abord une analyse des technologies de capture en usage, en liaison avec l'inventaire des flottilles et leurs activités, telle qu'évoquée dans le programme "Ressources halieutiques".

Elles comportent ensuite un volet visant à améliorer l'efficacité des technologies en vue, notamment, de réduire les consommations d'énergie. Ceci correspond à la prolongation des actions de l'ISTPM. Un effort sera accompli vers une plus grande novation, notamment pour la mise en valeur de ressources non ou peu exploitées (petits pélagiques en métropole, ressources halieutiques des DOM/TOM, etc).

A cela s'ajoute un axe correspondant à la mise au point d'engins plus sélectifs (tailles et espèces) dans le cadre de stratégies adaptées d'exploitation des ressources.

Toutes ces actions de recherche seront prolongées par un appui technique aux professionnels qui sera d'autant plus efficace que des structures de transfert pourront être bâties. Un effort particulier sera consacré aux pêches artisanales dans les DOM/TOM. Enfin, les travaux entrepris devront être reliés à une politique industrielle favorisant l'exportation de la technologie française en matière de capture de poissons (bateaux, équipement, engins...), notamment vers les pays en voie de développement. Compte tenu des conditions régnant dans ces pays, les méthodes et engins artisanaux ne devront pas être négligés.

b) Technologie aquacole

Les programmes visent à :

- un développement de nouveaux systèmes d'élevage en conchyliculture pour reconquérir les espaces perdus et en conquérir d'autres, notamment en "eau profonde" ;
- un développement d'un machinisme aquacole adéquat qui, faute d'un marché existant, ne peut être pris intégralement en charge par les industriels mais doit être envisagé en collaboration avec eux, en y associant le CEMAGREF et éventuellement d'autres organismes;
- une amélioration de la conception des outils de production de juvéniles en écloseries et nurseries ;
- une étude d'ingénierie des modes de valorisation de l'environnement (aménagement des lagunes, récifs artificiels) ;

- une analyse des problèmes liés aux structures d'élevage (en milieu terrestre ou marin).

c) Valorisation des produits

Les recherches envisagées couvrent :

- une analyse de base de la nature et des caractéristiques des produits (matière première/produits finis), le choix des espèces étant fonction de leur importance économique existante ou pressentie ; les nuisibles (algues ulves et sargasse, crépidule) seront compris dans cette liste, leur valorisation étant susceptible de contribuer efficacement au contrôle de leur développement. Une coopération notamment avec l'I.N.R.A. sera recherchée dans ce domaine. Des relations étroites seront établies avec des partenaires industriels susceptibles d'être intéressés par la valorisation de ces produits ;

- une étude de l'amélioration du traitement des espèces faisant l'objet d'une pêcherie actuelle, avec, là encore, pour critère de priorité, l'importance actuelle et les perspectives ; les travaux seront conduits en collaboration avec les groupes industriels sur les secteurs où ceux-ci sont de taille suffisante, en appui "scientifique et technique" en cas contraire ;

- des travaux spécifiques sur les espèces dont l'exploitation doit pouvoir être lancée ou stimulée (pélagiques, bivalves peu prisés...)

A tous les programmes scientifiques s'ajoutera nécessairement une tâche de transfert et d'appui technique qui, à elle seule, requiert des moyens importants.

Les techniques rustiques de conservation des produits ainsi que celles susceptibles de fournir des solutions peu onéreuses ne devraient pas être négligées si l'IFREMER veut être en mesure de fournir une aide adaptée aux pays en développement où la distribution du poisson sur l'ensemble des territoires nationaux à des prix compatibles avec le pouvoir d'achat des populations impose à la conservation des axes et des contraintes spécifiques.

## 2.3 RESSOURCES HALIEUTIQUES

### 2.3.1. Généralités

L'aménagement des pêcheries n'est possible que fondé sur une compréhension des interactions entre, d'une part, les ressources, et d'autre part, les flottes qui les exploitent.

Ceci implique d'abord des connaissances générales sur la biologie et la dynamique des populations exploitées. Leur capacité de renouvellement qui représente souvent le premier facteur limitant l'évaluation des potentiels de production et des conditions de leur réalisation et, plus généralement, l'étude de l'évolution des populations sous la pression de l'exploitation, constituent naturellement une tâche essentielle.

Le second volet du dyptique doit aussi être décrit. Ceci implique que l'on suive la composition des flottes de pêche en termes de caractéristiques des navires et engins mais aussi d'activité des bateaux et de pratiques de pêche. Ces analyses doivent enfin décrire les intéractions entre flottilles et ressources (espèces et tailles) ainsi que les évolutions possibles dans ces liaisons.

L'ensemble de ces études a pour but de fournir les informations de base nécessaires à l'élaboration des stratégies d'aménagement et de développement tant au niveau régional ou national que communautaire ou international. Pour ces derniers volets, des circuits de décision existent ; il est indispensable de les alimenter pour pouvoir défendre les intérêts français (et à plus long terme, là où cela se justifie, de modifier les critères de décision).

Des progrès importants ont été accomplis pour les stocks soumis à des décisions internationales. Pour les autres stocks, la situation est très hétérogène en étant globalement très peu satisfaisante. En matière de connaissance des flottilles et de leurs activités, il en va de même. Les flottes de pêche côtière et de petite pêche, composites et très flexibles dans leurs activités, sont difficiles à appréhender. Seul le golfe de Gascogne a pu faire l'objet d'une étude - hélas ponctuelle dans le temps - satisfaisante. L'inventaire de la pêche côtière a été entamée dans la région Languedoc-Roussillon grâce à l'appui de la structure régionale.

Les organismes institutionnels, du fait des pressions internationales, ont dû concentrer leurs efforts sur les pêcheries et les stocks directement concernés. Pour la pêche côtière des efforts significatifs mais de caractère transitoire ont été consentis par les régions et les organisations professionnelles. Il conviendra de mieux les intégrer à l'effort national.

## 2.3.2. PROGRAMMES PROPOSES POUR LE PMT

### a) Biologie des ressources

Les études biologiques doivent porter sur :

. la biologie descriptive générale (systématique notamment) ;

. l'évaluation descriptive des ressources ;

. les paramètres de dynamique des populations selon deux niveaux :

  - les paramètres de base (croissance, fécondité, mortalité naturelle, sélectivité des engins vis-à-vis de l'espèce concernée) ;

  - les paramètres demandant une réactualisation constante : importance des différentes classes d'âge, mortalités par pêche, recrutement. Les actions relatives aux causalités des fluctuations du recrutement sont décrites dans le programme "milieu et ressources vivantes".

. les caractéristiques du comportement qui peuvent être utilisées pour l'amélioration des techniques de capture (en termes d'efficacité ou de sélectivité) et les schémas de distribution et de migration qui interviennent dans l'analyse de l'impact des métiers sur les ressources et les études et les méthodes de partage des droits d'accès reposant sur des bases géographiques (ZEE, droits territoriaux de pêche).

Des travaux ne peuvent être conduits sur toutes ces rubriques pour l'ensemble des stocks intéressant les pêches françaises. Pour les pêcheries où, en l'état actuel, les ressources ne constituent pas une contrainte essentielle, des études fines de dynamique des populations ne se justifient pas. C'est le cas de beaucoup de ressources intéressant les pêcheries artisanales dans les DOM/TOM, comme pour les stocks de thonidés de l'océan indien ou du Pacifique sud et central. C'est vrai aussi en métropole pour l'ensemble des stocks pélagiques comme pour les bivalves peu recherchés. A l'échelle du PMT, l'ambition première doit être de cerner les possibilités de production, de préciser les secteurs, époques et circonstances les plus favorables. Ceci devrait apporter le volet "biologique" nécessaire à l'élaboration de projets de développement de certaines pêcheries ou de redéploiement de flottes notamment thonières.

Pour l'ensemble des autres ressources, des priorités doivent encore être fixées compte tenu de leur importance économique et du risque qu'elles encourent, de l'état des connaissances, des requêtes internationales, des possibilités réelles d'aménagement.

Il existe ainsi toute une gamme de stocks pour lesquels les études se limiteront à un examen sommaire des paramètres dynamiques de base et de la distribution. Ce sont les stocks

d'importance économique réduite qui n'apparaissent pas en danger et pour lesquels aucune perspective d'aménagement réaliste n'apparaît à court terme.

Viennent ensuite les stocks nécessitant une attention particulière en terme de dynamique. Il existe toujours un ensemble de stocks importants qui, n'ayant pas été pris en compte lors de discussions internationales, n'ont pas fait l'objet d'études définissant les paramètres dynamiques de base (grondins, baudroies, sélaciens,...). Ces lacunes doivent être comblées avant la fin du PMT. Par-delà les études de bases, certains stocks nécessitent un suivi : stocks déjà soumis à une gestion fine au niveau international ou national et notamment les stocks à haut risque (hareng, coquille Saint-Jacques...).

Les stocks amphidromiques (saumon, anguille, etc.) méritent eux aussi une attention particulière. Des collaborations avec des organismes pouvant étudier la phase en eau douce seront à cet effet organisées.

Les études de dynamique de populations ne seront pas limitées à l'analyse des seules ressources halieutiques. Des recherches semblables seront menées sur les stocks aquacoles élevés en milieu ouvert (mise au point de modèles de production conchylicole, gestion démographique des cheptels aquacoles, recrutement des stocks naturels et possibilités et conditions de surpeuplement artificiel, dynamique des compétiteurs - par exemple la crépidule, etc). De même, les travaux de dynamique considéreront l'évaluation des gisements naturels d'algues et les conditions d'une exploitation optimale.

Par ailleurs, une recherche méthodologique sera conduite avec le souci, d'une part d'élaborer des outils plus performants sur certains thèmes (évaluation directe des biomasses, détermination de l'âge etc.) et, d'autre part, celui d'examiner dans quelles mesures certaines techniques d'évaluation en usage ne pourraient pas être simplifiées et allégées.

b) Description et suivi des flottilles et de leurs activités

Pour les flottes concernées par les livres de bord que requiert la CEE, le suivi passera par l'exploitation de ces documents. Une part importante de nos flottilles de pêche n'est pas concernée par ce système. Pour ces petits navires, opérant une pêche côtière ou une petite pêche, un système probablement différent doit néanmoins être bati. Son élaboration constituera un objectif premier du PMT.

c) Rôle de l'IFREMER dans la collecte de l'information

Des études à la mer seront nécessaires pour certaines rubriques. Mais dès lors que l'on dépasse la mise en valeur de ressources peu ou pas exploitées, la priorité va à la collecte, au niveau des exploitations, de données statistiques "administratives" ainsi qu'au recueil simultané - parce qu'une partie des données de base sont communes - des informations "scientifiques" nécessaires (distributions de longueur, estimation des rejets, etc). Ceci suppose une étroite collaboration entre l'IFREMER et les administrations où l'action propre de l'IFREMER se situe sur un triple plan :

. soutien au réseau "administratif" projeté par la Direction des Pêches Maritimes et des Cultures Marines, notamment pour la validation des résultats ;

. collecte du matériel et des informations à caractère directement scientifique ;

. action méthodologique pour définir les procédures de collecte de l'information sur des questions comme les rejets, les petites pêches, l'échantillonnage biologique, etc.

Des besoins similaires en données existant au niveau de l'aquaculture, du milieu et des aspects socio-économiques des exploitations, un système intégré doit être conçu et mis en oeuvre pour maintenir le coût du suivi et la demande en personnel à cet effet dans des limites acceptables.

## 2.4. RESSOURCES AQUACOLES

### 2.4.1. Généralités

Dans ce domaine plus que dans tout autre, la fusion des deux organismes doit se traduire par une organisation des moyens matériels et humains qui tire pleinement profit des complémentarités entre des compétences scientifiques et des installations matérielles. En effet, par-delà les appellations historiques et quelque peu trompeuses d'aquacultures traditionnelles et nouvelles et en dépit de la multiplicité des espèces concernées et des filières d'élevage, de la spécificité de chaque site et de chaque projet, le domaine présente une unité et une identité évidentes. Les programmes à venir doivent largement prendre en compte cette homogénéité qui se manifeste à plusieurs niveaux :

. sur un plan très général, apparaît d'abord la dimension commune des impacts de l'environnement sur les diverses formes d'élevage en milieu ouvert (milieu physique d'abord et biologique ensuite - compétiteurs et

prédateurs) ; cette question est évoquée à la section 2.5. "Ressources vivantes et milieu" ;

- apparaît ensuite l'unicité des disciplines scientifiques impliquées (pathologie, écophysiologie, éthologie, génétique, nutrition, etc) qui tend à dominer la diversité des espèces animales et végétales, cultivées et cultivables ;

- les techniques d'élevage reposent elles aussi sur un certain nombre de recherches communes ; c'est notamment vrai pour les techniques de production de juvéniles ;

- ce l'est également pour les techniques d'intervention physique visant à accroître la productivité naturelle des milieux fermés ou semi-fermés : claires, marais, étangs et lagunes côtiers (gestion des parcs conchylicoles, valliculture, récifs artificiels, conchyliculture en eau profonde) ; il s'agit alors, par similitude avec des approches développées en eau douce et dans le domaine terrestre, d'intervenir sur le milieu pour orienter et augmenter la production naturelle (engraissement naturel, aménagement de l'eau et des échanges mer/lagunes, surpeuplements, etc) ;

- c'est enfin le cas de l'aménagement des exploitations en termes de cohabitation et de meilleure utilisation de l'espace selon les possibilités des différents modes de production ; les questions portent alors sur les procédures et les méthodes d'attribution et de transfert des sites entre les différents types d'exploitation en concurrence et les exploitants. Le problème n'est pas circonscrit à l'aquaculture (conchyliculture en eau profonde, récifs artificiels, etc) ; il s'étend aux autres modes d'exploitation de la matière vivante (pêches et élevages extensifs) et aux activités extérieures (pollution, navigation de plaisance et commerciale, ...).

Pour tout ce qui touche à l'ostréiculture et la mytiliculture, les connaissances sont très incomplètes. La simple définition de procédures fiables d'évaluation des biomasses en élevage débute. La biologie des huîtres et moules a fait l'objet de nombreux travaux, mais les connaissances acquises demeurent très insuffisantes.

Pour les autres espèces, beaucoup de progrès ont été accomplis, mais l'importance des lacunes reste considérable dès lors, notamment, qu'un élevage entièrement contrôlé est envisagé. Cela implique une maîtrise complète des cycles biologiques dans des conditions satisfaisantes de croissance et de survie.

2.4.2. Programmes proposés pour le PMT

Là encore, des priorités doivent être définies qui prennent en compte :

- le poids socio-économique des différentes filières d'exploitation et de leurs potentialités d'expansion ;
- la probabilité de succès des projets que soutend la recherche ;
- et le degré de dépendance de ce succès vis-à-vis des progrès de la recherche.

D'une manière générale, les élevages en milieu ouvert devraient bénéficier d'un effort de recherche accru compte tenu des avantages stratégiques qu'ils présentent et de l'atout constitué par l'existence d'une profession conchylicole expérimentée dans les méthodes classiques. Sur les autres filières, il doit être tenu compte de l'intérêt de valoriser les résultats acquis se traduisant, dans certains domaines (crustacés tropicaux), par une avance au plan international et, du fait que tout progrès est strictement lié à un effort de recherche. Par ailleurs, par-delà les programmes liés à une filière particulière, un effort doit porter sur le développement des connaissances et des compétences sur le tronc commun précédemment évoqué.

Globalement, la distribution de l'effort de recherche devrait être réévaluée à partir de données scientifiques et socio-économiques. Cette réévaluation devrait s'accompagner d'une meilleure distinction et définition des programmes de recherche finalisée, de recherche amont de soutien et d'opérations de transfert et de développement. L'examen de ces questions, en collaboration avec l'équipe "stratégie de développement et d'aménagement", constitue une priorité et une urgence.

a) Programmes généraux

Par-delà les problèmes d'environnement qui sont traités dans le programme "milieu et ressources vivantes", un effort sera d'abord accompli sur les disciplines de base de l'aquaculture (pathologie, écophysiologie, éthologie, génétique, nutrition,...).

Au titre des questions d'intérêt général en matière de technique de reproduction et d'élevage larvaire, des progrès devront aussi être accomplis.
Ceci est vrai également de la dynamique des populations naturelles dont on envisage de forcer le recrutement par des opérations de surpeuplement et d'élevage extensif (coquille Saint-Jacques) et de l'aménagement, notamment pour la

régulation de l'accès à l'exploitation d'espèces susceptibles de faire l'objet d'opérations de pacage marin (salmonidés).

b) Mollusques

Ostréiculture/mytiliculture

Ce domaine est prioritaire compte tenu, notamment, de son importance économique, de ses perspectives de développement, mais aussi de sa vulnérabilité actuelle (pollutions, épizooties).

Un premier axe correspond à la mise au point et au test de modèles de production en liaison étroite avec les études d'environnement nécessaires, selon un programme dont la maîtrise d'oeuvre doit être assurée par les spécialistes de la conchyliculture. L'outil doit pouvoir être bâti et adapté aux principaux bassins avant la fin du PMT, afin de constituer un outil de gestion des bassins conchylicoles.

Un second axe correspond à l'extension des élevages conchylicoles. Il doit mener, dès avant la fin du PMT, à des résultats tangibles par la mise en valeur de nouveaux sites.

Un troisième axe correspond à la préservation et à l'amélioration du cheptel par des travaux de pathologie-parasitologie et de génétique, et par des essais d'acclimatation d'espèces indigènes. Pour les deux premiers volets, des résultats concrets ne peuvent être raisonnablement attendus à échéance du PMT, mais il s'agit-là de jeter les bases d'un domaine qui, à long terme, peut être d'une importance capitale.

Les dispositions à prendre pour soutenir et développer ce secteur ne relèvent pas seulement de la seule recherche biologique. Il y a lieu notamment de mieux protéger les zones conchylicoles pour conserver leur capacité trophique et la qualité du milieu, de mieux organiser la commercialisation et de tenter de mieux évaluer les ventes, de mettre en place des mesures de prophylaxie sur l'ensemble des bassins conchylicoles. Globalement, une collaboration avec l'équipe "Stratégies de développement et d'aménagement" est à prévoir.

Autres mollusques

Les efforts et objectifs seront plus modestes à l'échelle du PMT. Mention doit cependant être faite des pectinidés qui, sur des recherches allant de l'aquaculture extensive (repeuplements et surpeuplements) jusqu'à l'aménagement des pêcheries, ont donné naissance à un projet pluriannuel que doit coordonner l'IFREMER tout en faisant appel à des multiples collaborations, notamment avec les professionnels.

Par ailleurs, certains projets d'importance moindre au plan national pourraient être développés en liaison avec les régions intéressées.

Enfin, le lien entre les perspectives d'élevage et de développement de la conchyliculture traditionnelle doit être souligné. L'élevage de la palourde offre ainsi la possiblité de diversifier les productions et donc de réduire les risques; il permet d'envisager la mise en valeur de sites mal adaptés aux élevages traditionnels.

Pour tous ces élevages en milieu ouvert, un effort spécial doit être consacré à la conception et à la mise en place d'un réseau de collecte de données (à des fins scientifiques) permettant le suivi des milieux et des cheptels, et l'amélioration de leurs performances.

c) Poissons, crustacés et algues

Les perspectives de développement sont, dans l'immédiat, plus réduites que pour la conchyliculture. Toutefois, les perspectives à plus long terme ne doivent pas être perdues de vue. L'expérience a prouvé que, sur le domaine biologique, seule une recherche suivie pouvait porter ses fruits. Le domaine dispose aussi d'atouts à commencer par la forte demande commerciale sur les espèces dont l'élevage est étudié, les progrès accomplis sur un domaine comme celui des crustacés tropicaux, les demandes émanant notamment de pays en voie de développement pour l'amélioration des méthodes d'élevage traditionnelles.

Il est cependant indispensable d'éviter une trop grande dispersion des travaux, et d'être, en conséquence, très sélectif sur le choix des espèces et des filières d'élevage à étudier.

Les principaux efforts dans les années à venir porteront sur :

- les salmonidés ;
- les poissons ronds, particulièrement le loup et la dorade ;
- les poissons plats, particulièrement le turbot et la sole ;
- les crustacés et les poissons tropicaux, notamment omnivores ;
- la culture des algues contenant des produits à forte valeur ajoutée, à des fins industrielles et alimentaires, cette filière devant bénéficier d'un effort accru.

Pour l'ensemble des espèces concernées, les travaux porteront sur les possibilités d'élevage intensif mais aussi extensif (pacage marin des salmonidés, du loup et de la dorade dans les lagunes méditerranéennes, utilisations des marais atlantiques pour l'élevage des poissons plats,...).

## 2.5 MILIEU ET RESSOURCES VIVANTES

Les ressources halieutiques et aquacoles dépendent strictement de l'environnement, tant pour leur nourriture que par l'influence du milieu qui les baigne. Or, cet environnement, et notamment dans les secteurs littoraux, est soumis à des variations naturelles, ou liées à des perturbations qui exercent sur les ressources vivantes des contraintes dont il importe de prévoir les conséquences. Les recherches sur l'exploitation des ressources vivantes doivent donc comporter des programmes consacrés à l'impact de l'environnement, mais très directement guidés par les problèmes spécifiques de la pêche et de l'aquaculture, au contraire des études générales d'environnement. Les objectifs généraux à atteindre sont les suivants :

- adapter l'exploitation des ressources aux variations naturelles de l'environnement ;

- expliciter l'importance des altérations du milieu sur et par l'exploitation des ressources vivantes ;

- préciser les modalités d'intervention permettant éventuellement d'accroître ou d'infléchir la productivité des milieux, ou de réduire par des approches empiriques ou déterministes les effets négatifs des fluctuations du milieu sur les exploitations ;

- garantir l'innocuité des produits et la protection des consommateurs.

En pêche, les connaissances acquises sont très fractionnaires, aucune étude suivie n'ayant été effectuée en France sur un problème aussi crucial que le déterminisme du recrutement. Les acquis les plus appréciables portent sur les facteurs régissant la distribution des concentrations de poissons (thonidés essentiellement).

Sur les questions conchylicoles des progrès importants ont été accomplis, comme sur l'analyse de la qualité des produits. Les connaissances acquises ont déjà été utilisées pour des décisions comme la règlementation régissant l'emploi des peintures antifouling. Pour résoudre des problèmes comme la détermination des capacités de production des milieux (bassins conchylicoles, lagunes, marais) beaucoup de progrès restent néanmoins à accomplir.

En matière même de qualité des produits les acquis sont à compléter et consolider. Là encore tout le champ potentiel ne peut être

couvert dans l'immédiat. Certains thèmes comme l'impact des pêches sur le milieu ne sont pas pris en compte par les projets présentés. Ceux-ci sont regroupés autour d'un nombre limité de projets, une priorité étant accordée aux problèmes conchylicoles compte tenu de leur importance économique et de leur sensibilité vis-à-vis de l'environnement.

Pour des raisons d'homogénéité de présentation, les actions analysant les influences du milieu sur les ressources vivantes sont décrites dans le chapitre "gestion du milieu". Leurs finalités, directement liées à l'exploitation des ressources vivantes suppose un pilotage par les responsables de ce thème.

## RESSOURCES DE L'OCEAN

| MF 1983 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL 83 - 88 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RESSOURCES MINERALES | | | | | | | |
| . Ressources des zones économiques | 6,3 | 7,5 | 15 | 17,5 | 18 | 18 | 82,3 |
| . Nodules | 32,7 | 35 | 45 | 130 | 180 | 230 | 652,7 |
| . Hydrothermalisme | 5,3 | 10,5 | 21 | 14,5 | 14 | 14 | 79,3 |
| TOTAL..... | 44,3 | 53 | 81 | 162 | 212 | 262 | 814,3 |
| RESSOURCES ENERGETIQUES | | | | | | | |
| . Energie thermique des mers | 17 | 24 | 41 | 70 | 45 | 30 | 227 |
| . Autres énergies | 0,5 | 2 | 4 | 5 | 4 | 2 | 17,5 |
| TOTAL..... | 17,5 | 26 | 45 | 75 | 49 | 32 | 244,5 |
| RESSOURCES VIVANTES | | | | | | | |
| . Stratégie d'aménagement et de développement | - | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 15 |
| . Technologies de production et de valorisation des produits | 3,6 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 73,6 |
| . Ressources halieutiques | 2 | 9 | 12 | 15 | 17,5 | 20 | 75,5 |
| . Ressources aquacoles | 36,7 | 34 | 35,5 | 38 | 38 | 39 | 221,2 |
| TOTAL..... | 42,3 | 55 | 62 | 70 | 75 | 81 | 385,3 |

# CHAPITRE II : CONNAISSANCE ET GESTION DU MILIEU

## II - A CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

L'océan demeure aujourd'hui le domaine le plus vaste et le plus mal connu de notre planète. Parmi les découvertes majeures de la dernière décennie, on doit citer la circulation générale des océans et les transferts d'énergie et de chaleur grâce aux tourbillons océaniques de moyenne échelle, homologues physiques des dépressions atmosphériques, les phénomènes hydrothermaux intenses à l'axe des dorsales océaniques à taux d'expansion élevé, les dépôts de sulfures polymétalliques et les communautés animales exubérantes qui y sont associées, ou le rôle des particules formées dans la couche superficielle comme vecteur d'énergie trophique et de constituants chimiques divers dans les grandes profondeurs.

L'IFREMER a pour mission de conduire des programmes essentiellement finalisés. Toutefois en association étroite avec les équipes du PIRO et de l'ORSTOM, il prend en charge certains programmes de recherche dont la finalité ne peut être envisagée qu'à moyen et long terme, mais dont la réalisation fait appel à des développements technologiques importants et ne peut guère être assurée sans une fédération des capacités à l'échelle nationale. Parmi ces grands axes de recherche, les nouvelles perspectives ouvertes à l'océanographie dynamique avec l'apparition des capteurs actifs (altimètre, diffusiomètre) portés par satellite, des flotteurs submersibles traceurs de courants et de la tomographie acoustique constituent autant de programmes à moyen terme. Dans le domaine des sciences de la terre, outre l'étude des manifestations hydrothermales et leurs conséquences, la poursuite du programme IPOD avec un nouveau support naval fait intervenir l'ensemble des équipes françaises. Les conditions de fonctionnement des communautés animales liées aux apports particulaires d'origine superficielle ou, exceptionnellement, à la chimiosynthèse, font intervenir biologistes, chimistes et microbiologistes dans une approche pluridisciplinaire.

### 1 - LE PROGRAMME INTERNATIONAL DE FORAGE SCIENTIFIQUE

#### 1.1. Le programme IPOD 1975-1983

Depuis 1975, la France participe au programme international de forages océaniques IPOD (International Phase of Ocean Drilling). L'IFREMER est, pour la France, l'organisme représentatif au sein de JOIDES (Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth Sampling) qui regroupe 14 institutions dont la mission est de sélectionner et préparer les objectifs scientifiques du programme.

Démarré dès 1968, le programme IPOD a permis, grâce aux 960 forages réalisés par le navire Glomar Challenger ainsi qu'aux 17000 carottes prélevées, d'améliorer considérablement la connaissance de l'espace océanique (résultats obtenus après 85 campagnes). Ce programme s'achèvera en novembre 1983 avec la 95ème campagne du navire.

Ce programme international a permis de reconstituer l'histoire générale des principaux évènements géologiques qui, depuis 200 millions d'années, a conduit à la configuration actuelle des océans. Il apporte en outre des informations capitales sur les mécanismes qui contrôlent leur évolution ainsi que sur la mise en place et la distribution des ressources minérales et pétrolières dans le domaine océanique.

Sur le plan de l'éducation et de la formation des chercheurs français, cette participation a été extrêmement bénéfique. Elle a permis à la nouvelle génération actuelle des chercheurs qui travaillent dans les sciences de la terre, d'acquérir cette vision planétaire des problèmes qui est le propre de la tectonique des plaques. Elle leur a permis de se confronter et de travailler en équipes avec les grandes institutions scientifiques des autres pays participants.

Financement du programme IPOD

L'achèvement du programme IPOD représente : 2.000.000 dollars pour l'année fiscale américaine 83 et 525.000 dollars correspondant à la période hors travaux pour l'année fiscale américaine 84.

## 1.2. Le programme AODP 1983 - 1993

Un autre programme succèdera à IPOD : l'Advanced Ocean Drilling Program (AODP). Il s'agit d'un programme de forage scientifique à long terme dont les orientations ont été définies lors de la conférence COSOD (Conference on Scientific Ocean Drilling) qui a réuni en novembre 1981 à Austin (Etats-Unis) les représentants de la communauté scientifique internationale. L'AODP devrait mettre en oeuvre un nouveau navire de forage, le Glomar Explorer.

Ce navire est plus performant que le Glomar Challenger par les plus grandes possibilités qu'il offre en matière de forage proprement dit : plus grande pénétration, meilleure stabilité à la mer dans les zones météorologiquement difficiles (zones arctiques). En outre, il offre plus de place pour les équipes scientifiques et techniques embarquées d'où un élargissement possible de la coopération internationale. Il permet enfin de concevoir des expériences complexes à bord qui ne sont pas envisageables actuellement avec le Challenger, compte tenu de sa plus petite taille.

Le nouveau programme comprend trois grands thèmes :

- l'origine et l'évolution de la croûte océanique ; l'évolution tectonique des marges continentales en relation avec la croûte océanique ;

- l'origine et l'évolution des séries sédimentaires marines ;

- l'analyse de l'évolution à long terme de l'atmosphère, des eaux océaniques, des glaciations et des êtres vivants.

Ce nouveau programme repart des concepts récents établis au cours d'IPOD mais avec une approche différente et des moyens nouveaux. Il sera, de l'avis général, déterminant pour l'évolution des sciences de la terre dans la nouvelle décennie.

Financement du programme AODP

La National Science Foundation (NSF), administration américaine qui assure la gestion financière du projet, n'a pas encore pris de décision sur le choix du navire mais devrait la prendre au début 1983. Si l'Explorer qui présente des avantages majeurs sur toute autre solution est retenu par les Etats-Unis pour la poursuite du programme international de forage scientifique, il est proposé que la France y participe sur la base financière suivante :

- 2 millions de dollars pour la période du 1er octobre 1983 au 30 septembre 1985 (phase de planification des activités scientifiques avec choix des nouvelles aires de forage et développement des technologies scientifiques nouvelles pendant la conversion ou la refonte du navire),

- 3 millions de dollars par an (dollars 83) à partir d'octobre 1985 et pendant la durée du programme AODP (8 ans) pour la participation aux opérations à la mer.

Au cas ou l'Explorer ne serait pas retenu, il conviendrait de revoir dans quel cadre et avec quel navire ce programme pourrait être poursuivi. Une solution utilisant le navire français "PELICAN" devrait être examinée en priorité.

## 2 - ECOLOGIE ET BIOLOGIE DES COMMUNAUTES PROFONDES

Ce domaine de recherche est actuellement en plein essor dans les pays industrialisés tels que les Etats-Unis, le Canada, la Grande-Bretagne, l'Allemagne, pour des raisons diverses : raisons scientifiques en premier lieu (la découverte inattendue des communautés animales exubérantes associées à l'hydrothermalisme

sous-marin donne une impulsion nouvelle vigoureuse), raisons liées à des problèmes d'environnement d'autre part, au premier rang desquels se situent les préoccupations concernant les rejets de déchets radioactifs dans les grands fonds et les perspectives d'enfouissement de substances radioactives à haute toxicité. L'IFREMER se propose de développer ses actions de recherche dans deux domaines, la dynamique de l'écosystème profond à l'interface eau-sédiment et l'étude de l'écosystème hydrothermal à l'axe des dorsales. Ces programmes impliquent l'utilisation régulière des navires de la flotte et des submersibles d'exploration, ainsi que des développements technologiques importants en matière d'engins robots et d'instruments utilisables à partir de sous-marins. Ces programmes font intervenir de nombreuses équipes du PIRO, en collaboration avec le groupe de recherche de l'IFREMER, qui assure l'interface avec les équipes techniques et de soutien.

Au cours du PMT, le programme d'étude dynamique de l'écosystème profond à l'interface eau-sédiment sera principalement conduit sur quelques sites de l'Atlantique Nord, un projet d'étude des peuplements d'une grande fosse océanique sous influence d'apports organiques d'origine terrestre devant se dérouler dans le Pacifique occidental à bord du Jean Charcot. Les submersibles Cyana puis SM-97, à partir de 1985, sont indispensables pour mener un certain nombre d'expérimentations sur le fond. Les principaux axes de recherche identifiés sont au nombre de trois :

- flux et nature des apports organiques particulaires allochtone au niveau du fond, et en particulier importance et influence des variations saisonnières de ces apports,

- distribution de la faune en fonction des taux d'accumulation de la matière organique dans le sédiment, importance de la bioturbation, fixation et bioaccumulation d'éléments associés (métaux, radioéléments, etc),

- importance des voies de migration vers la colonne sous-jacente par les organismes nageurs carnivores, dont on soupçonne qu'ils représentent une biomasse importante dont le maintien ne dépend sans doute pas seulement des communautés benthiques.

Les études de faisabilité de l'enfouissement de déchets radioactifs à haute toxicité et les recherches sur les risques que comportent les rejets actuels de déchets radioactifs à vie courte en conteneurs dans les grands fonds font appel pour la partie biologique aux résultats des coopérations menées avec divers pays industriels.

Les recherches sur les communautés hydrothermales, dont la découverte remonte à quelques années seulement, seront poursuivies sur différentes cibles géographiques de l'océan Pacifique : dorsale du Pacifique oriental à diverses latitudes, dorsale est-indienne, et sites nouveaux dans les bassins arrière-arcs du Pacifique occidental. Ce programme, compte tenu de la localisation très ponctuelle des communautés hydrothermales, implique l'emploi systématique des submersibles d'exploration. Ils se développera au cours du PMT selon trois axes de recherche :

- nature et importance relative des deux types de production primaire, bactéries chémotrophes d'une part, particules allochtones transportées par advection d'autre part. Les particularités étonnantes de certaines souches bactériennes prélevées dans les fluides hydrothermaux (thermophilie stricte et aptitude à supporter à la pression locale des températures de l'ordre de 250°C), et les potentialités d'application dans le domaine des biotechnologies conduisent à développer les recherches sur la microflore hydrothermale ;

- nature exacte et taux de production secondaire au niveau des grandes espèces animales qui vivent en symbiose avec une microflore chémotrophe active ; conséquences biologiques (vitesse de croissance, mode d'alimentation) et physiologiques (respiration et transports gazeux, métabolisme oxydatif) de ces organismes ;

- variabilité géographique de la composition faunistique de la communauté hydrothermale à l'échelle de l'océan Indo-Pacifique ; phénomènes de spéciation et d'isolement pour lesquels les formes strictement liées à l'activité hydrothermale représentent un modèle biologique original.

Après une première phase de travaux de laboratoire sur du matériel biologique recueilli par les équipes américaines, la réalisation d'une première campagne en 1982 a permis aux équipes françaises d'intervenir sur la dorsale du Pacifique oriental. Au cours du PMT, le programme biologique et microbiologique sera développé parallèlement aux actions menées dans le domaine des sciences de la terre.

## 3 - OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE

L'océanographie physique se définit comme une discipline scientifique contribuant à la connaissance du milieu océanique par la mesure et l'étude spatio-temporelles des paramètres physico-chimiques caractérisant le milieu (température, salinité,...), l'étude de la dynamique de ce milieu sous l'action de forces perturbatrices de nature diverse (vent, attractions de la lune et du soleil), l'étude des relations entre le milieu océanique et ses frontières naturelles (océan-atmosphère, océan-frontière des glaces...), l'interprétation et la modélisation de la circulation océanique à différentes échelles de temps et d'espace.

Occupant 70 % de la surface de la Terre et dont une large part est peu fréquentée, les océans constituent pour ces activités un très vaste champ pour le progrès de la Connaissance. Il sont en même temps le cadre d'activités économiques de transport, de pêche, d'exploitations diverses dont on peut penser qu'elles connaîtront une grande expansion dans les décennies à venir. C'est donc au double titre de la recherche fondamentale et appliquée que les connaissances à acquérir revêtent une importance considérable. Dans le plan à moyen terme proposé, engageant l'avenir pour une décennie au moins, il n'a pas été toujours possible de séparer fondamental et appliqué.

La démarche choisie a consisté à présenter tout d'abord les deux grands thèmes autour desquels vont s'organiser dans le monde entier l'essentiel des recherches :

- la CIRCULATION OCEANIQUE et tout particulièrement son influence sur LE CLIMAT et les VARIATIONS CLIMATIQUES ;
- l'ETAT DE LA MER.

### 3.1. LES THEMES DE RECHERCHE

#### 3.1.1. La circulation océanique

A titre de comparaison, on peut affirmer que la densité et l'homogénéité des observations recueillies par le réseau météorologique mondial ont largement contribué au développement et aux progrès des simulations numériques de la circulation atmosphérique à l'échelle du globe. L'absence d'un tel réseau pour l'océan explique en partie le retard à la mise en place de modèles réalistes de la circulation océanique. En outre, la turbulence géostrophique présente dans l'océan, nécessite encore une paramétrisation qui est loin d'être atteinte. Or, comme la

compréhension de tout système physique exige une bonne description de ses caractéristiques principales, observer et déterminer d'une manière systématique les conditions de surface : le niveau des océans par rapport à une référence unique, le vecteur vent, la température et la couleur de l'océan deviennent une priorité fondamentale, pour accéder à la connaissance globale de l'océan et de ses mouvements.

Seules les TECHNIQUES SPATIALES autorisent une couverture planétaire compatible avec un tel objectif ; toutefois, l'évaluation du taux de transformation des masses d'eau au sein même de l'océan nécessite le levé systématique, le long de sections intercontinentales appropriées, des caractéristiques de l'océan profond (température, salinité, teneur en oxygène, sels minéraux et traceurs géochimiques). Certains de ces levés systématiques peuvent être envisagés par l'utilisation de navires mettant en oeuvre un réseau de plateformes océanographiques (bouées, flotteurs, submersibles...), fonctionnant en liaison avec le sytème ARGOS ou par la mise en place de réseaux d'observation par TOMOGRAPHIE ACOUSTIQUE.

EN DEFINITIVE, les objectifs sont :

1) D'établir une base cohérente de données permettant la description et l'interprétation scientifiques de la circulation de l'océan mondial ;

2) De réaliser et de valider des modèles de circulation.

### 3.1.2. L'océan et le climat

C'est une connaissance récente et désormais admise par tous, océanographes, météorologistes et climatologues, que l'OCEAN JOUE UN ROLE PREPONDERANT DANS LA DYNAMIQUE DU CLIMAT. Compte tenu de la surface de l'océan (70 % de la surface du Globe), de sa capacité calorifique (1200 fois celle de l'atmosphère), de la durée des perturbations océaniques, l'avancement des connaissances ne peut se faire que grâce à l'existence de moyens d'observation nouveaux.

Réchauffé à l'équateur et refroidi aux latitudes élevées, l'océan fonctionne comme partie d'une machine thermique. Il est surprenant qu'il ait fallu attendre les années 1970 pour que deux chercheurs américains (OORT et VONDER HAAR) démontrent quantitativement que l'océan transporte globalement autant de chaleur que l'atmosphère entre les zones inter-tropicales où il acquiert des calories et les zones de moyenne et haute latitude où il cède à l'atmosphère plus de calories qu'il n'en reçoit. Elucider l'ensemble des mécanismes, quantifier les processus intervenant dans le fonctionnement du système naturel océan-atmosphère-glaces de mer, contribuera de manière notable à

la compréhension des effets de l'océan sur le climat.

Ceci a conduit à la mise sur pied de programmes ambitieux de "climatologie" dont la première partie consiste à étudier des phénomènes dont la durée est de l'ordre de plusieurs mois à plusieurs années. L'objectif général est de parvenir à une connaissance suffisante des différents mécanismes qui gouvernent le climat afin de pouvoir comprendre les processus qui le font évoluer et de pouvoir envisager d'en faire la prédiction (et au moins d'en effectuer la surveillance au regard d'éventuelles modifications engendrées par l'activité humaine).

Les océanographes ont donc un rôle primordial à jouer dans cette entreprise : il consiste à quantifier le flux de chaleur méridien dans l'océan, à étudier les variations annuelles et pluriannuelles de certaines composantes de la circulation océanique et finalement à identifier les mécanismes responsables de ces transferts. Dans un premier temps, cet objectif requiert la connaissance de la circulation générale et la compréhension du rôle joué par les tourbillons qui transportent, au sein de l'océan, une part importante de l'énergie cinétique.

### 3.1.3. L'état de la mer

Les travaux poursuivis dans ce domaine concernent la génèse et la propagation des vagues et de la houle par la mesure et l'interprétation des direction, hauteur et longueur d'onde auxquelles on associe les mesures de direction et de vitesse du VENT. La caractérisation des états de mer peut être instantanée, à court terme ou à moyen et long terme. Mais en tout état de cause, c'est un domaine d'intérêt pour le chercheur, le marin, l'ingénieur.

. LE CHERCHEUR

La tension du vent constitue l'un des moteurs de la circulation générale. Mais sur le plan fondamental, le mécanisme générateur des ondes de surface par le vent n'est pas entièrement élucidé, en particulier, celui concernant la naissance et l'évolution des rides dont la cohérence à la surface de l'océan permet la mesure de la vitesse du vent par diffusiométrie, technique de base de la télédétection aéroportée ou satellitaire; de même, le déferlement des vagues est un processus de surface qu'il convient d'étudier car il peut jouer un rôle dans les échanges gazeux entre l'atmosphère et l'océan et notamment dans le cycle du $CO_2$ dont la connaissance peut s'avérer vitale pour la biosphère et l'éventuel contrôle des activités humaines industrielles.

. LE MARIN ET L'INGENIEUR

Les activités marines de transport ou d'exploitation des

océans sont bien sûr concernées par la connaissance statistique et la prévision a priori des ETATS DE MER. Parmi celles qui pourraient bénéficier des progrès en cours, les plus couramment citées sont le routage des navires, les activités pétrolières au large et la pêche, domaine d'activités pour lequel l'application de la télédétection s'avère également prometteuse.

## 3.2. CONTEXTE GENERAL - SITUATION FRANCAISE

### 3.2.1. Eléments fondamentaux du contexte

Au vu des possibilités des nouvelles techniques qui trouveront leur plein effet à partir de 1988-1990, la période 1983-1988 constitue une époque charnière. C'est en effet au cours de ces années que vont se préparer et commencer à s'exécuter les programmes. A la fin de cette décennie, des progrès considérables seront en train de s'accomplir dans les domaines de la circulation océanique, du rôle des océans dans la dynamique du climat, dans la connaissance des états de mer. Avant de déterminer une participation française adaptée, il convient de rappeler trois éléments fondamentaux sur lesquels s'appuient scientifiques, agences de programmes, organisations internationales.

1. La possibilité démontrée d'effectuer des mesures synoptiques et globales avec une précision et une résolution suffisantes sur l'ensemble des mers et des glaces à l'aide des moyens spatiaux. Pour la détermination du niveau des océans, à mieux que 10 centimètres, et des champs de vent, les résultats du satellite SEASAT ont été particulièrement probants. Pour les fronts thermiques et la couleur des océans, les satellites météorologiques géostationnaires et de la série NOAA font chaque jour la preuve de leur efficacité.

2. Les satellites sont dotés d'instruments spécifiques qui donnent des mesures homogènes sur des périodes suffisamment longues, mais l'exploitation de ces informations a montré également la complémentarité des moyens traditionnels dont l'utilisation restera nécessaire.

   D'une part, comme on l'a déjà souligné, il convient de connaître les phénomènes de mélange et de diffusion des masses d'eau profonde inaccessibles aux moyens satellitaires. Les traceurs géochimiques constituent des données d'appoint d'un grand intérêt pour ce type d'étude. D'autre part, des bateaux ou autres moyens permettent une mesure "in situ" nécessaires à la calibration des moyens spatiaux.

3. Bien que les données satellitaires constituent un guide pour la mise en place géographique des moyens traditionnels, la quantité, la diversité et le coût des moyens à mettre en oeuvre sont tels que les recherches menées dans la prochaine décennie ne pourront l'être que dans le cadre de coopérations internationales et à l'occasion d'expériences coordonnées.

Il est proposé une large participation française au programme mondial de recherche du climat (WCRP), à travers les trois expériences :

- WOCE : World Ocean Circulation Experiment, pour l'étude quantitative de la circulation générale ; le satellite POSEIDON en constituera un élément majeur.

- TOGA : Tropical Oceans on the Global Atmosphere, pour la description de l'influence et des relations entre les parties tropicales des océans et l'atmosphère.

- CAGE : Pour la mesure expérimentale des flux de chaleur à l'échelle d'une "boîte" océan-atmosphère dans une partie d'un bassin océanique.

### 3.2.2. Situation en France

Dans le contexte mentionné ci-dessus, la France peut jouer un rôle significatif car elle dispose d'atouts importants tant en moyens existants ou en cours de développement qu'en compétence technique et scientifique.

#### Les moyens

Il n'est pas nécessaire ici d'être exhaustif, mais deux points essentiels sont à souligner :

1) Les moyens à la mer

L'IFREMER dispose de moyens lourds susceptibles d'être mis à contribution à l'occasion des campagnes internationales futures. Toutefois, si les objectifs scientifiques en sont bien connus et s'il est tout à fait évident que des navires océanographiques seront nécessaires, il n'est pas possible encore de formuler de demandes précises.

A ce jour, il faut donc se contenter :

- Au plan français, de faire connaître à la communauté scientifique française qu'elle peut s'engager dans la

définition d'expériences à l'aide de navires océanographiques ;

- Au plan international, d'affirmer en temps utile (1985-1986) et après examen du plan à moyen terme de la flotte que ces moyens pourront éventuellement être mis en oeuvre.

  Il faut noter que la période de répit 1984-1986 pour l'utilisation de la flotte par l'océanographie physique correspond à la phase d'exploitation NECESSAIRE des données accumulées à l'occasion des programmes d'observation tels que FOCAL et TOPOGULF. Une utilisation des trajets des navires de recherche et des navires de commerce, notamment dans l'océan Pacifique, sera recherchée en vue d'obtenir des mesures systématiques relatives au climat.

2) Les moyens satellitaires

Les programmes spatiaux auxquels on peut se référer sont bien adaptés aux thèmes proposés, ce sont :

- ARGOS : Programme opérationnel pour la collecte de données et la localisation, dont l'utilisation pour les expériences en mer en fait un instrument unique et dont l'image de marque favorise le rapprochement de chercheurs étrangers et français. Ce système continuera à jouer un rôle très important dans l'avenir ;

- ERS 1 : Programme de l'Agence Spatiale Européenne, dont le lancement doit intervenir en 1988, qui a la MISSION PRINCIPALE DE CONTRIBUER A LA CONNAISSANCE DES ETATS DE MER. Ce projet pourrait être le premier d'une série à vocation opérationnelle ;

- POSEIDON : Projet en cours d'étude dont le lancement pourrait également intervenir en 1988 et qui a LA MISSION PRINCIPALE D'ETUDIER LA CIRCULATION GENERALE PAR ALTIMETRIE.

La compétence scientifique et technique

Elle est prouvée de longue date. Mais, à titre d'exemple, la réputation des programmes en cours dans le cadre du Programme National d'Etude de la Dynamique du Climat (FOCAL, TOPOGULF), les résultats obtenus par diverses équipes dans l'exploitation des données du satellite SEASAT, la participation française aux travaux scientifiques préparatoires à ERS-1 constituent des assurances pour la

réussite des propositions ci-après.

## 3.3. PROGRAMMES POUR 1983-1988

### 3.3.1. Expériences traditionnelles engagées

Il s'agit de la poursuite d'expériences engagées et de la prolongation éventuelle de ces expériences sur toute la période considérée.

TOPOGULF : Etude de l'influence d'un grand relief sous-marin, la dorsale médio-atlantique, sur la circulation générale océanique et la variabilité tourbillonaire.

ELODYANE : Etude des fluctuations saisonnières de la circulation océanique et des composantes de grande longueur d'onde dans l'Atlantique Nord-Est.

### 3.3.2. Effort instrumental dans le domaine des moyens à la mer

L'instrumentation, d'une façon générale, continuera à bénéficier de l'évolution de la technologie des composants électroniques qui permettront d'affiner la précision des capteurs par des méthodes numériques, d'améliorer la fiabilité par la mise en oeuvre de tests automatiques et de simplifier leur mise en oeuvre grâce à une interaction avec l'utilisateur.

L'instrumentation à venir, plus performante, devra mettre à profit :

- les possibilités offertes par les microprocesseurs,
- l'utilisation de canaux de télétransmission, par satellite, à débit important,
- l'apparition d'un système de positionnement global plus précis,
- l'observation directe à partir de l'espace,
- l'application des propriétés de l'acoustique sous-marine,
- l'application des méthodes numériques de traitement de l'information.

Contrairement aux mesures faites par le passé, qui avaient une relation directe avec les paramètres de la dynamique de l'océan, les nouvelles méthodes d'exploration à distance nécessitent un traitement complexe, demandant une bonne compréhension de la physique des phénomènes en jeu et des traitements numériques appliqués.

A la lumière des résultats obtenus en 1981 et 1982 par un groupe de scientifiques américains, une technique paraît particulièrement prometteuse : la tomographie acoustique. La méthode consiste à mesurer les fluctuations de trajet d'impulsions sonores entre des émetteurs et des récepteurs distants de quelques centaines de kilomètres. Ces fluctuations sont interprétées en termes de variations de paramètres physiques océaniques : température, densité et courants. Sur ce sujet, un programme de coopération, à définir, pourrait s'envisager dans les années à venir.

Ces actions nécessitent le financement :

- du matériel national dont l'Etablissement a la charge ;

- des développements techniques dans les domaines cités plus haut (micro-processeurs, transmissions par satellite,...), visant notamment à placer l'industrie française dans des créneaux technologiques avancés ;

- de développements techniques pour la tomographie acoustique et des traceurs de surface bon marché,...

### 3.3.3. Participation aux programmes spatiaux

Les moyens satellitaires contribueront de manière déterminante à la connaissance océanique à partir des années 1988. L'IFREMER propose donc de s'associer aux programmes ERS-1 et POSEIDON de la manière suivante :

ERS-1

. L'IFREMER (en association avec le CNES et la DMN) a entrepris la sensibilisation des utilisateurs et la promotion des produits pré-opérationnels que délivrera ce satellite pour des domaines économiques tels que l'industrie pétrolière au large, le routage des bateaux...

. L'IFREMER s'associera aux campagnes préliminaires d'évaluation et de calibration des capteurs et notamment pour le diffusiomètre vent. Une expérience nommée TOSCANE (Travaux d'Océanographie Spatiale sur les Capteurs Actifs dans l'Atlantique Nord-Est) sera développée pendant les années 1983-1988 de manière à être opérationnnelle quelques temps

avant le lancement du satellite (expérience menée en coopération avec la DMN).

POSEIDON

Pour marquer sa volonté de disposer de ce moyen essentiel dans l'avenir et contrôler son adéquation à la mission, l'IFREMER prévoit de participer au financement de ce projet à un taux de contribution représentant 15 % du coût total estimé actuellement à 360 MF.

### 3.3.4. Programmes spécifiques

Centre de diffusion internationale de données

L'arrivée de moyens spatiaux donnera lieu à un flux de données considérable, ce qui conduit l'IFREMER à proposer la création à Brest d'un Centre de données synoptiques, acquises à l'aide de satellites ou à l'occasion de campagnes. Ce centre assurera au niveau national et international, le traitement de base et la diffusion des données du satellite POSEIDON.

Les études de définition et d'implantation, la définition et l'écriture de logiciels, l'achat des matériels spécifiques seront réalisés pour rendre le centre opérationnel en 1988.

Aide à la pêche

Se référant à des suggestions émises par des instances internationales, considérant les résultats obtenus à l'aide du satellite METEOSAT dans le Golfe de Guinée, l'IFREMER, en concertation avec d'autres organismes français, développera les moyens scientifiques et techniques pour favoriser l'aide à la pêche, au moyen de données radiométriques acquises par satellite ou par avion.

Ce projet nécessite l'achat de deux équipements de réception et de traitement.

Avion de recherches océanographiques

L'achat d'un avion peut s'avérer nécessaire pour le déroulement des recherches dans le Pacifique, liées à l'aide à la pêche, ou pour mener des expériences de télédétection. Une étude complémentaire de ce moyen est nécessaire. Toutefois, un financement a été prévu, à raison de 5 MF en 1985 et de 2 MF en 1986, dans le chapitre "Moyens et équipements d'intérêt national".

3.3.5. Soutien de la communauté

Le rôle du CNEXO vis-à-vis de la communauté s'exerce de différentes manières :

1) L'effort de programmation envisagé ci-dessus, dont une partie sera menée au sein de l'établissement (TOPOGULF, TOSCANE, maîtrise d'oeuvre du Centre de diffusion de données,...), doit s'accompagner d'actions d'incitation au sein de la communauté, sous la forme de contrats ou de conventions. Il s'agira :

   - de poursuivre des actions déjà engagées et en particulier en liaison avec le CNRS (ATP, GRECO, PNEDC,...) ;

   - de participer à des recherches pluridisciplinaires ou à des thèmes dont l'intérêt pourrait se révéler dans les années à venir.

2) Le développement et l'emploi des nouvelles techniques et notamment la possibilité d'appréhender globalement les problèmes de l'océanographie physique ont d'ores et déjà quelques conséquences :

   - un effort doit être porté sur les aspects MODELISATION. Ceci nécessite le recrutement d'informaticiens et l'utilisation de moyens informatiques du type CRAY ;

   - les compétences étant dispersées au sein d'organismes divers, il a d'ores et déjà été convenu entre cinq d'entre eux de créer une structure de concertation pour l'océanographie spatiale.

La mise en oeuvre de ces recommandations importantes implique l'augmentation à partir de 1985 du budget consacré au soutien de la communauté.

## II - B GESTION DU MILIEU

Elément du patrimoine naturel, au centre des grands cycles des éléments vitaux pour l'espèce humaine, le milieu marin présente une importance écologique particulière.

Il est aussi une source de richesses économiques (pêche, aquaculture, ressources minérales, énergétiques, tourisme, plaisance, transport maritime, industrie et urbanisation littorale) aux exigences souvent conflictuelles. La limitation des ressources terrestres, la croissance démographique et le développement économique conduisent à une volonté accrue d'exploiter les ressources marines, tout particulièrement dans la zone côtière (création des zones économiques exclusives).

La frange littorale est incontestablement la zone la plus vulnérable. Plus riche sur le plan biologique, elle est à la fois soumise aux nuisances des activités terrestres et à celles des activités marines.

Face à cette situation, il est nécessaire d'assurer une gestion rationnelle du milieu avec les trois objectifs principaux suivants :

- . assurer la compatibilité entre les différentes activités.
- . protéger les ressources vivantes
- . protéger le milieu

Pour atteindre ces objectifs, quatre programmes sont proposés.

Il est tout d'abord nécessaire de posséder une bonne connaissance du milieu dans ses composantes physique, sédimentologique, biologique et chimique. L'expérience des années récentes a montré la limite des différentes mesures législatives ou réglementaires mises en place (norme de rejet et de qualité des eaux de baignade et conchylicoles, loi sur la protection de la nature, études d'impact, schémas d'aptitude et d'utilisation de la mer), due à une insuffisance de connaissances adaptées à leur mise en oeuvre. Le souci de préserver le milieu marin et de gérer rationnellement les ressources nécessite des développements particuliers des disciplines classiques de l'océanographie et il reste encore beaucoup à faire pour connaître les mécanismes impliqués, pour les quantifier et les modéliser, dans une optique prédictive. Le développement des connaissances de base et des outils scientifiques spécifiques à la gestion du milieu, constitue le premier programme pour lequel il sera fait largement appel à la communauté scientifique.

En matière d'aménagement et de gestion du littoral, le programme vise à permettre à l'IFREMER de jouer convenablement son rôle de conseil et d'expertise auprès de l'Etat et des collectivités locales et régionales. La réforme actuellement à l'étude des législations et des règlements sur les études d'impact, sur la directive du littoral et sur les procédures expérimentales de Schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer, va conduire à une nouvelle étape en matière de politique d'aménagement du littoral. L'apport de l'IFREMER dans la mise en oeuvre de cette nouvelle politique portera sur la conduite des études d'impact des grands aménagements énergétiques (centrales nucléaires et projet marémoteur), l'amélioration des méthodologies d'étude d'impact des autres activités et la conduite des programmes d'études régionales intégrées, fondement objectif et scientifique des nouveaux "schémas de mise en valeur de la mer", prévus par la loi du 7 janvier 1983. Dans la mise en oeuvre des études régionales intégrées, l'IFREMER cherchera à renforcer sa présence sur l'ensemble des zones françaises, en faisant appel largement au potentiel des laboratoires régionaux.

Les relations entre milieu et ressources vivantes constituent le troisième programme qui sera conduit en étroite corrélation avec le thème "Ressources Vivantes". Son lien manifeste avec les autres aspects de la gestion du milieu en terme de problématique comme de compétences disciplinaires conduit cependant à le positionner naturellement au sein du thème "Gestion du Milieu".

Enfin, le dernier programme porte sur la pollution et les moyens de lutte qui se rattachent directement à la protection du milieu et des ressources biologiques, ainsi d'ailleurs qu'à la limitation des conflits entre les activités, dus aux pollutions qu'elles engendrent. Ce programme répond plus directement que les autres aux préoccupations du Ministère de l'Environnement, dont les directives affichées dans le "Programme de Recherche Gestion Ecologique du Milieu Marin" établi en septembre 1982, ont été largement prises en compte et ont été une aide précieuse à la définition de l'ensemble des actions de l'IFREMER en matière de "Gestion du Milieu".

## 1 - CONNAISSANCES DE BASE ET OUTILS SCIENTIFIQUES

Que les problèmes de gestion du milieu se posent en termes d'aménagement du littoral, de relation entre milieu et ressources vivantes, ou de protection contre les pollutions, l'approche est toujours pluridisciplinaire. Or, la situation de la recherche au niveau français comme au sein de l'IFREMER n'est pas satisfaisante à cet égard car, si certaines disciplines connaissent un développement correct (biologie et dans une moindre mesure chimie), d'autres composantes particulièrement importantes restent sous développées (physique côtière et dynamique sédimentaire). Le rééquilibrage entre les disciplines sera donc le premier objectif du

plan à moyen terme.

Par ailleurs, même dans les disciplines bien développées, l'écart reste grand entre l'état des connaissances actuelles et leur aptitude à résoudre des problèmes concrets de gestion du milieu. Leur développement doit donc être sélectivement orienté vers les préoccupations appliquées, sans négliger les développements de pointe (modélisation écologique) et les apports des technologies récentes (télédétection) qui permettront d'offrir des outils scientifiques nouveaux.

## 1.1. PHYSIQUE COTIERE

Compte tenu de l'importance des côtes sur le territoire français, le déséquilibre constaté en océanographie physique entre les équipes de recherche tournées vers le large et celles qui se préoccupent des problèmes côtiers est surprenant. Hormis les laboratoires d'hydraulique qui prennent en compte les phénomènes très côtiers, seuls les laboratoires universitaires de Brest et Grenoble aux effectifs limités peuvent intervenir dans les études littorales. Cette lacune est un lourd handicap car il est bien évident que, quel que soit le problème posé, sa solution passe par une évaluation des mouvements de la mer à différentes fréquences. Les objectifs recherchés sont :

- déterminer les composantes résiduelles de la circulation par des mesures directes de courants et de hauteurs d'eau sur de longues périodes ;

- appliquer des modèles numériques aux cas concrets à traiter (études régionales, rejets urbains). Des modèles bidimensionnels en éléments finis existent dans les laboratoires d'hydraulique et des modèles tridimensionnels sont à l'étude, et devraient pouvoir être utilisés à échéance du PMT ;

- prendre en compte les effets de la houle, de manière à évaluer la circulation résiduelle, les mélanges et les déplacements sédimentaires qu'elle induit.

Les recherches s'appuieront sur les compétences existant dans les laboratoires d'hydraulique et dans ceux de l'Université et du CNRS. Cependant, en raison du nombre et de la variété des problèmes qui se posent, l'IFREMER doit disposer d'une équipe restreinte pour être capable d'assurer une coordination efficace des différents programmes et d'initier et promouvoir les mises au point technologiques requises.

## 1.2. DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE

Le carence française dans ce domaine est encore plus manifeste. Il n'y correspond pratiquement pas d'enseignement et de recherches universitaires. Ainsi, pour les phénomènes d'une certaine ampleur (pour lesquels les modèles physiques ne sont pas adaptés), les tentatives de modélisation des transports sédimentaires sont actuellement décevantes, par manque de connaissances des phénomènes, manque de mesures et insuffisance de l'appareillage. Cette carence est d'autant plus regrettable que la stabilité des côtes dépend de ces transports, que les particules en suspension jouent un rôle essentiel dans le transfert des polluants et que les biotopes, qu'il s'agisse de systèmes naturels ou de bassins conchylicoles, peuvent être complètement modifiés à la suite de variations de la dynamique sédimentaire d'origine naturelle ou anthropique. Les recherches viseront à établir une modélisation des transports sédimentaires à partir des modèles numériques de courant et de houle, en s'appuyant sur des mesures sur le milieu naturel et, pour certains phénomènes, sur des études sur modèles réduits confiées aux laboratoires d'hydraulique. Pour tirer le meilleur parti possible des moyens disponibles, l'IFREMER devra collaborer étroitement avec les autres laboratoires et, pour ce faire, disposer de l'équipe minimum qui lui fait défaut actuellement.

Par ailleurs, l'IFREMER engagera une action vigoureuse, en liaison avec le PIRO, pour encourager le développement de nouvelles équipes de recherche dans les domaines de la dynamique sédimentaire comme de la physique côtière.

## 1.3. TELEDETECTION

L'amélioration du pouvoir de résolution des capteurs passifs (satellite SPOT en 1984) et la mise au point de capteurs actifs du type SAR (Radar à synthèse d'ouverture) prévu sur le satellite européen ERS 1 en 1987-1988, vont faire de la télédétection satellitaire un outil nouveau pour la gestion du littoral dont les capteurs actuels ne permettent pas une description suffisamment précise. La démonstration en a déjà été faite grâce aux campagnes de simulation SPOT entreprises depuis 1981 et aux données fournies par le SAR déjà monté sur le satellite SEASAT en 1979 et sur la navette spatiale.

### Capteurs passifs - données SPOT

les possibilités offertes par ces données pour la gestion du littoral sont multiples : cartographies thématiques (algues, mangroves, récifs coralliens), bathymétrie, inventaires de sites, surveillance des zones conchylicoles, et n'ont pas toutes été recensées. Elles seront utilisées dans les programmes de gestion et d'aménagement conduits par l'IFREMER et entraîneront un

développement de logiciels et de "savoir-faire" nouveaux, qui pourront être commercialisés, notamment auprès des pays en voie de développement, qui ne disposent en général que d'une connaissance très fragmentaire de leur littoral, de son état, de ses ressources et possibilités d'aménagement. Dans cette optique, une équipe spécialisée dans les problèmes de télédétection littorale sera développée au cours du plan à moyen terme, pour répondre aux exigences des programmes de l'IFREMER et aux demandes de l'extérieur et en particulier des pays en voie de développement. L'articulation de ces compétences sera recherchée avec la Société SPOT-IMAGE.

Capteur actif - Satellite ERS 1

Le satellite ERS 1 de l'Agence spatiale européenne ne sera pas lancé avant la fin du PMT et l'on n'a qu'une idée incomplète des possibilités offertes par le radar à synthèse d'ouverture dans les zones littorales. Pour être opérationnel d'ici là, une étude des données recueillies dans les zones côtières par SEASAT, la navette spatiale, et lors des opérations de simulation SAR 580 mise en oeuvre par l'A.S.E. sera faite en relation avec les points suivants, déjà identifiés : houle, bathymétrie, pollution par les hydrocarbures, surveillance du trafic maritime. Par ailleurs l'IFREMER accentuera sa participation à l'action thématique programmée "Télédétection" du CNRS et du CNES.

## 1.4. MODELISATION ECOLOGIQUE

Une bonne gestion du littoral suppose que l'on puisse établir un diagnostic correct des impacts des aménagements sur le milieu vivant. Cela implique que l'on dispose d'un modèle prenant en compte les processus écologiques pélagiques et benthiques. Dans un premier temps un modèle temporel planctonique, où seuls les processus biologiques sont pris en compte, a été mis au point sur le site de la centrale nucléaire de Flamanville dont l'homogénéité spatiale autorise une telle démarche. Il convient maintenant de développer un modèle spatio-temporel qui sera le modèle d'impact prenant en compte d'une part l'hétérogénéité du milieu et les processus physiques d'advection et de dispersion et d'autre part les perturbations issues de l'aménagement (tache thermique, chlore, dans le cas des centrales nucléaires). Cette approche indispensable pour la gestion du littoral est scientifiquement originale, du moins en France, où les laboratoires de l'Université ou du CNRS s'attachent presqu'uniquement à la modélisation temporelle des écosystèmes du large.

Il faudra, pour réussir, s'appuyer sur les modèles hydrodynamiques existants et affiner certaines connaissances (meilleure estimation des productions primaire et secondaire, et de la variabilité des phénomènes), ce qui amènera des mises au point méthodologiques.

## 1.5. CHIMIE DES POLLUANTS

L'étude de la pollution des océans et particulièrement celle des régions littorales les plus agressées nécessite un potentiel d'analyse chimique de premier ordre pour identifier les polluants, suivre leur distribution et leur évolution dans le milieu marin.

Certaines techniques analytiques doivent encore être affinées et la liste des polluants s'allonge. L'effort de recherche en chimie des polluants doit donc être maintenu. Il sera porté principalement sur les polluants organiques, sur le comportement géochimique des métaux et des organo-métaux. Parallèlement à la recherche de méthodes nouvelles, on cherchera à automatiser les méthodes existantes, en vue de leur application à bord des navires.

L'étude entreprise sur le comportement du pétrole brut dans le milieu marin sera poursuivie, afin de permettre l'établissement d'un bilan quantitatif (répartition entre air, eau et sédiment) et qualitatif (modification de la nature chimique du pétrole entre les compartiments eau et sédiment).

Enfin, aux méthodologies actuelles limitées au constat de pollution, on cherchera progressivement à substituer des méthodes prédictives qui nécessitent la mise au point de modèles de distribution du polluant.

## 2 - AMENAGEMENT ET GESTION DU LITTORAL

Sur les 5500 km du littoral métropolitain, 51 % sont aujourd'hui urbanisés (17 % de façon dense). La population permanente, proche de 6 millions d'habitants, y est en plus grande progression qu'ailleurs. Pendant la période estivale, 19 millions de touristes viennent la grossir. La croissance de l'emploi y est en général supérieure au rythme national. Aux activités traditionnelles liées à la mer (pêche, conchyliculture, activités portuaires, constructions navales), sont venus s'ajouter le tourisme de masse et les grosses industries : raffineries, complexes sidérurgiques et chimiques et, plus récemment, centrales nucléaires.

Cette forte pression sur le littoral, alliée au caractère conflictuel de ces activités, nécessite une politique rigoureuse d'aménagement dont l'intérêt fut récemment rappelé par le Comité Interministériel de l'Aménagement du Territoire.

La loi du 7 janvier 1983 relative à la répartition de compétences entre les communes, les départements, les régions, et l'Etat prévoit l'établissement de "schémas de mise en valeur de la mer" dans les zones côtières. Ils seront élaborés par l'Etat, soumis pour avis aux collectivités régionales et locales et fixeront les orientations fondamentales de la protection, de l'exploitation et de

l'aménagement du littoral. Les autres documents d'urbanisme devront être compatibles avec leurs prescriptions.

Cette loi marque une étape fondamentale dans la politique d'aménagement et de gestion du littoral puisque les décisions prises par l'Etat seront désormais opposables aux tiers. La mise en oeuvre correcte de cette nouvelle politique justifie plus encore que par le passé que l'IFREMER développe un programme ambitieux de recherche en matière de gestion et d'aménagement du littoral.

Le besoin d'aménagement et de mise en valeur du littoral commence également à se faire fortement sentir dans les pays en voie de développement où le taux actuel de progression des activités et de l'urbanisation sur le littoral est plus fort que dans les pays économiquement développés. Ce domaine est donc porteur à terme de développement à l'étranger. Certaines actions ont été initiées dans le cadre d'accords de coopération bilatérale (Indonésie) mais les interventions dans les pays en voie de développement pourraient revêtir d'autres formes : expertises, travaux pour le compte d'organisations internationales, prestations,...

## 2.1. ETUDES D'IMPACT

L'implantation de centrales nucléaires sur le littoral a nécessité la réalisation d'importantes études d'impact sur le milieu marin et la ressource vivante, abordées selon deux axes complémentaires, le constat et la prédiction. Les études se poursuivront avec la surveillance des sites de Gravelines, Paluel, Flamanville, Le Blayais et Penly et une étude plus approfondie et de constat de modélisation prédictive sur le site de Gravelines.

Les perspectives d'usines marémotrices dans le golfe normand-breton, actuellement envisagées sur les plans technique et économique par l'EDF, nécessitent des études d'environnement plus importantes encore, compte tenu des modifications dans l'usage de la mer que de tels projets engendreraient. Une étude sur le site de Cotentin centre est programmée pour les années 1983.

En dehors de ces travaux financés par EDF et que l'IFREMER conduit lui-même avec l'aide de quelques laboratoires extérieurs, en raison de leur importance au plan national, de nombreuses autres études sont à faire sur l'ensemble du littoral français et à l'étranger. Si leur réalisation ne peut être prise en compte par l'IFREMER, dont le potentiel de chercheurs serait d'ailleurs très insuffisant, il lui revient cependant de mettre au point des méthodologies d'étude, encore trop souvent inexistantes pour les activités les plus importantes. Un effort particulier sera fait sur les problèmes des dragages.

Le domaine particulier des études d'impact des activités pétrolières offshore pourrait être assez rapidement porteur d'un marché de prestations pour lequel l'IFREMER serait relativement

bien placé compte tenu de l'expérience acquise dans le cadre des études menées à la suite des accidents pétroliers survenus sur les côtes bretonnes.

Pour répondre à l'ensemble de ces demandes en matière de prestations, en France comme à l'étranger, l'IFREMER envisage de mettre rapidement en place des structures adaptées et des relations privilégiées avec certains bureaux d'études privés qui voudraient se consacrer à ce type de travaux.

## 2.2. GESTION DES ZONES COTIERES

La procédure d'étude d'impact, limitée aux travaux d'une certaine ampleur, ne suffit pas pour fournir les éléments nécessaires à la gestion rationnelle d'une zone côtière. L'acquisition d'un certain nombre de connaissances générales sur la zone est nécessaire : caractéristiques hydrologiques, sédimentologiques, biologiques, quantité et qualité des apports en provenance de la zone terrestre adjacente (rejets urbains, industriels et agricoles), compréhension des conflits actuels et prévisibles et recherche des conditions de compatibilité des activités.

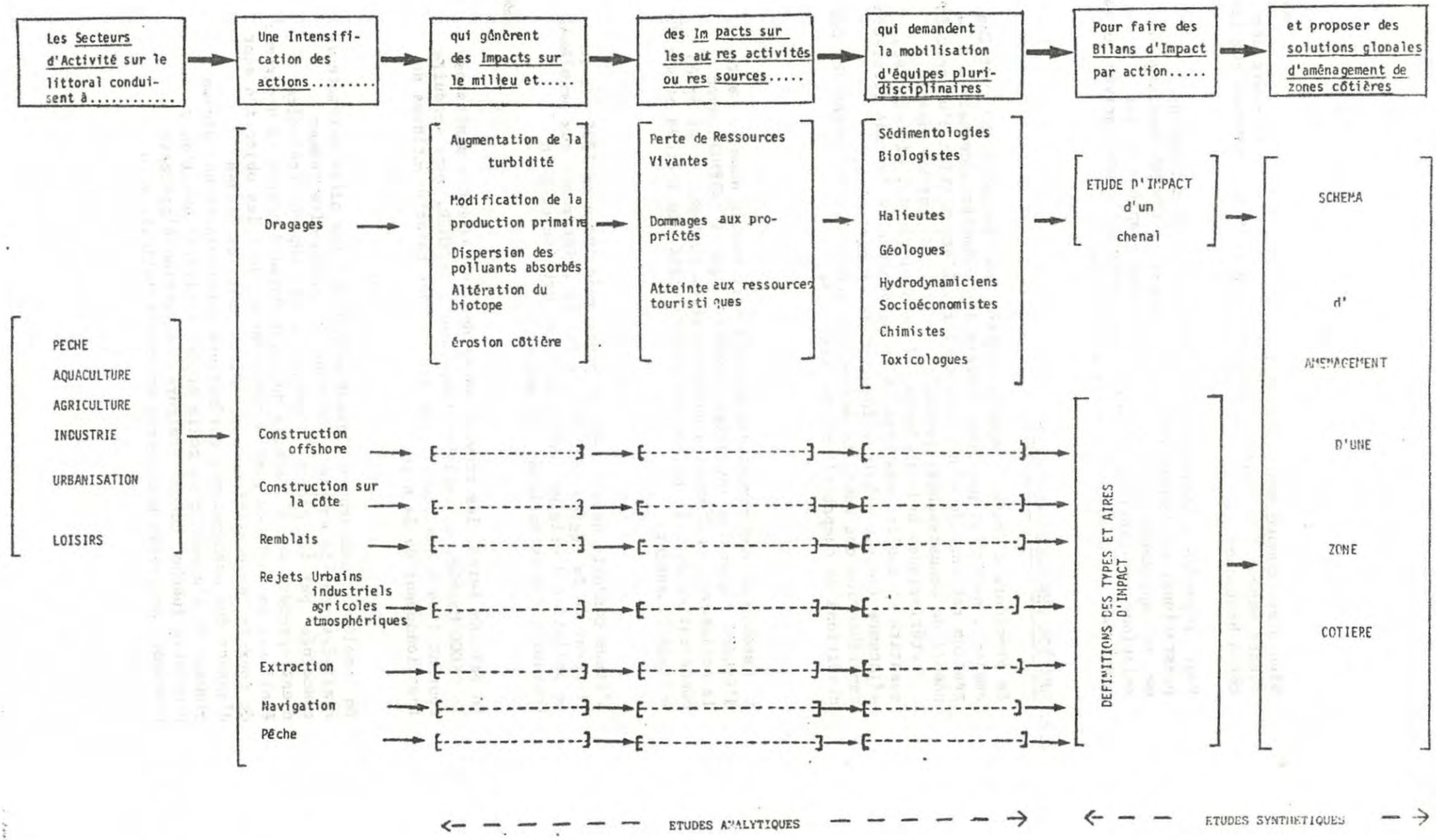
L'ensemble de ces connaissances peut être acquis dans le cadre d'études régionales intégrées, conduites par l'IFREMER, avec la collaboration d'équipes universitaires régionales, et après concertation avec la Région sur les objectifs de l'étude et sur le montage financier.

L'étude conduite depuis 1982 et programmée jusqu'en 1985 sur le littoral de la région Nord-Pas de Calais s'intéresse aux problèmes de pollution d'origine industrielle et urbaine et à la contamination bactérienne des moules.

En Baie de Seine, les travaux menés depuis plusieurs années par le GRECO Manche, en collaboration avec l'IFREMER, vont conduire courant 1984 à une description des grandes caractéristiques du fonctionnement de la Baie.

En complément des études d'avant-projet sur les sites marémoteurs réalisées pour le compte d'EDF dans les zones directement concernées par les projets d'usine, il est apparu nécessaire d'entreprendre sur l'ensemble du golfe Normand-Breton un programme étalé sur la durée du plan à moyen terme, dont les objectifs sont de fournir les conditions aux limites pour les études d'impact des aménagements marémoteurs éventuels et une vision globale de l'ensemble du golfe et des activités que l'on y rencontre (pêche, conchyliculture, extraction d'agrégats, tourisme, activités portuaires et industrielles), afin

# GESTION DU MILIEU



de mieux analyser les conflits actuels et potentiels.

Dans la zone de l'Etang de Berre et du Golfe de Fos, un programme est en cours de définition avec la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, dont la réalisation s'étalera de 1984 jusqu'à la fin du plan à moyen terme. Il s'intéressera aux effets rémanents des polluants et à la régénération du milieu, après l'effort important de limitation des rejets industriels entrepris depuis plusieurs années, avec des perspectives de reprise des activités de pêche dans l'étang et de développemnt possible de la conchyliculture et de la mytiliculture.

Les importants travaux conduits ces dernières années sur les grands estuaires français, qui ont abouti notamment à un schéma d'aptitude et d'utilisation de la mer dans le cas de la Seine, seront limités, pendant la durée du plan à moyen terme, à l'achèvement du modèle d'oxygène dissous dans la Seine, la fin en 1983 de l'étude générale d'environnement de l'estuaire de la Loire et la préparation d'un modèle de pollution de l'estuaire de la Gironde. Selon la demande, un complément d'étude sur l'estuaire de la Loire devra être pris en compte dans l'optique de réalisation d'un schéma de mise en valeur de la mer.

## 2.3. ECOSYSTEMES CRITIQUES ET PHENOMENES DYSTROPHIQUES

Les écosystèmes algaux sont à la fois très sensibles aux activités humaines et aux polluants (champs de posidonies par exemple), générateurs de nuisances en cas de prolifération saisonnière (Ulva lactuca ou "marée verte", Sargassum muticum ou "marée brune") et support d'activité économique pour certaines espèces. Un programme d'environnement axé sur les techniques de cartographie automatique et répétitive, afin de permettre l'évaluation des stocks et de suivre leur évolution, sur la compréhension des phénomènes de prolifération et sur les techniques de valorisation des espèces sources de nuisance, sera développé.

D'autre part, les phénomènes de dystrophie du milieu (eau colorée, phénomène d'anoxie), générateurs de mortalité d'espèces pêchées et cultivées, ou d'intoxication du consommateur par le biais des mollusques d'élevage ou des poissons nécessitent, compte tenu de leur caractère très général et de leur recrudescence d'année en année, la mise en place de surveillances aptes à détecter les conditions d'apparition préalable des situations de crise, en complément des études pilotes qui seront menées dans certains secteurs cibles (Vilaine, bassin de Thau et de Salses-Leucate).

## 3 - MILIEU ET RESSOURCES VIVANTES

Les finalités de ce programme ont été présentées dans le chapitre sur les ressources vivantes. Les actions retenues concernent d'une part la pêche et d'autre part l'aquaculture.

### 3.1. MILIEU ET PECHE

Vis-à-vis des stocks exploitables, la connaissance des paramètres du milieu présente un double intérêt :

- améliorer le rendement des captures par une meilleure connaissance de la distribution et de la disponibilité de la ressource,

- intégrer dans la définition des stratégies d'exploitation les problèmes de variations du recrutement liées pour une large part à celles du milieu. Les ressources, les capacités de capture et de traitement, les marchés, les institutions et notamment celles responsables de l'aménagement , ont des variabilités et des temps de réponse différents. Leur conjugaison représente une des difficultés majeures de l'aménagement.

Océanographie halieutique

Véritable discipline dans certains pays, l'océanographie halieutique n'existe pratiquement pas en France métropolitaine. Dans un premier temps le domaine comportera deux projets :

- Le premier a pour but un accroissement de l'efficacité de la pêche avec la mise en place d'un bureau d'aide à la pêche pour diriger les flottilles, s'appuyant sur la cartographie de différents paramètres (température de surface, vent, houle), fournie principalement par satellite. Les moyens requis pour sa réalisation sont explicités dans le paragraphe "Aide à la pêche", du programme "Océanographie physique". Ce projet devra se faire en collaboration avec l'ORSTOM qui, avec le concours de la Météorologie Nationale, a déjà une expérience dans ce domaine sur les thonidés tropicaux. Les pêches tropicales de thonidés et les projets de redéploiement vers l'Océan Indien et le Pacifique seront ainsi largement prioritaires.

- Le second projet vise, à partir des données historiques disponibles, à caractériser et identifier le rôle des fluctuations hydrobioclimatiques dans la variabilité des stocks. Pour s'assurer de la faisabilité d'une telle démarche, l'étude débutera sur les pêcheries les plus favorables (notamment dans le Golfe de Gascogne).

Déterminisme du recrutement

Les fluctuations du recrutement, c'est-à-dire du nombre d'individus jeunes entrant dans la pêcherie, échappent pour l'essentiel aux modèles classiques. La survie des larves et juvéniles est en effet hautement variable, en fonction d'une part de leur densité, d'autre part des facteurs du milieu. La compréhension de ces problèmes est pourtant essentielle, car elle peut permettre d'infléchir la stratégie d'exploitation de stocks en jouant sur la taille du stock de géniteurs. En matière d'aquaculture extensive, une meilleure connaissance du déterminisme du recrutement peut contribuer à mieux identifier les espèces susceptibles de donner lieu à une aquaculture extensive et à définir les modalités de parcage en milieu naturel. Chez de nombreuses espèces marines, en effet, le recrutement naturel est très difficile à forcer, à moins de pouvoir relâcher des individus à un âge suffisant pour dépasser la phase critique pendant laquelle les facteurs de milieu jouent un rôle déterminant sur le succès du recrutement.

L'analyse de ces phénomènes est nécessairement complexe et demande un personnel important. Les travaux débuteront par une étude rigoureuse de faisabilité portant sur le choix du ou des stocks à étudier. Le développement éventuel des études devra être conduit en collaboration avec des équipes extérieures à l'IFREMER.

## 3.2. MILIEU ET AQUACULTURE

La production conchylicole et plus généralement aquacole en milieu ouvert, dépend de la qualité chimique du milieu et de sa capacité nutritive.

Surveillance des bassins conchylicoles

Il s'agit de mettre en place un réseau de surveillance des bassins conchylicoles majeurs, de manière à suivre les facteurs qui influencent la production, et à prévoir la dégradation insidieuse de la capacité biotique du milieu ou l'apparition de phénomènes dystrophiques dommageables pour les cultures marines. Cette surveillance sera de nature différente de celle du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin dans ses objectifs comme dans le choix des paramètres. Dans une zone donnée elle sera, d'autre part, beaucoup plus complète (nombre de paramètres suivis, fréquence des observations) que celle demandée par la directive communautaire relative à la qualité des eaux conchylicoles.

Etudes intégrées des milieux aquacoles

Ce projet porte sur l'analyse de la productivité des milieux

aquacoles, avec pour objectif la préparation de modèles de production. Il nécessite la mise en place d'une équipe de base pluridisciplinaire chargée de piloter différents projets sur plusieurs types de bassins : Marennes-Oléron, Thau, Arcachon, claires pour la conchyliculture, lagunes et marais pour d'autres formes éventuelles de cultures marines. Les lagunes et les marais maritimes qui couvrent 24 % du littoral non urbanisé présentent en effet un intérêt particulier du fait de leur haute productivité naturelle et des possibilités de développement d'exploitation semi-intensive ou extensive de culture marine. Un programme, axé vers l'évaluation des potentialités aquacoles de ces milieux, sera mené dans le cadre du Centre de Recherche Exploratoire sur les marais du centre ouest à l'Houmeau.

Sols aquacoles :

C'est un projet relevant du thème général "impact des cultures marines sur le milieu". Il est destiné à préciser les effets de piégeage des particules fines et de la matière organique, dus aux installations conchylicoles et aquacoles, en vue de lutter contre l'envasement.

Devenir et effets des polluants :

Les problèmes de pollutions peuvent apporter une limitation importante aux activités de cultures marines. Les projets envisagés sont traités dans le programme "pollution et moyens de lutte".

## 4 - POLLUTION ET MOYENS DE LUTTE

Le déversement de polluants dans le milieu marin, surtout dans la zone côtière, revêt de multiples formes : rejets urbains, effluents industriels, apports par les cours d'eau, apports atmosphériques, circuits chlorés des centrales énergétiques, rejets chroniques ou accidentels d'hydrocarbures par les pétroliers, rejets de dragage d'entretien des ports et chenaux d'accès, déversement en mer de déchets radioactifs.

Ces rejets peuvent compromettre les activités traditionnelles des régions côtières : tourisme, pêche, cultures marines. Ils agissent sur la santé de l'homme par contact direct (baignade) ou par le biais de la consommation de produits contaminés (mollusques, poissons). Ils agissent également sur la productivité des espèces exploitées ou non avec une incidence économique qui peut être importante sur la ressource (mortalité des adultes, mais aussi baisse de reproduction, de la survie larvaire, de la croissance).

## 4.1. SURVEILLANCE DU MILIEU

La surveillance de la pollution des côtes françaises s'appuie sur le Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin (R.N.O.) mis en place en 1974 à la demande du Ministère de l'Environnement qui en assure le financement pour établir et suivre le niveau de pollution dans l'eau, les sédiments, et la matière vivante.

L'IFREMER assure la coordination technique du réseau, le dépouillement, l'archivage et le traitement des données dont l'acquisition est confiée aux cellules anti-pollution et à différents laboratoires sous-traitants répartis sur le littoral.

Le R.N.O. assure un suivi temporel de quelques zones significatives du littoral. Pour avoir une vue complète de la pollution sur l'ensemble du littoral français, une série de campagnes sera réalisée dans la période 1983-1987 pour établir une couverture spatiale beaucoup plus dense.

La réalisation du R.N.O. intéresse certains pays en voie de développement avec lesquelles des coopérations ont été engagées (Indonésie, Côte d'Ivoire).

A la suite des accidents de pétroliers survenus sur les côtes bretonnes, des suivis écologiques ont été entrepris dans cette région. Ces actions coordonnées par l'IFREMER à la demande du Ministère de l'Environnement, qui en assure le financement, se poursuivent actuellement dans le cadre d'un programme de "Veille écologique des côtes bretonnes" prévu jusqu'en 1984, dont l'objectif est de suivre les effets rémanents des accidents passés et d'établir des états de référence en prévision d'éventuels accidents futurs. Ce programme comporte également une part de recherche de méthodologie de suivi des écosystèmes, qui devra être poursuivie tout au long du plan à moyen terme, dans l'optique d'aboutir à des techniques légères et significatives de suivi de l'état des communautés vivantes.

## 4.2. DEVENIR ET EFFETS DES POLLUANTS

L'action la plus dommageable de la pollution concerne évidemment les organismes vivants dont l'existence même peut être mise en cause. Il importe donc de connaître les doses de contaminants admissibles, de connaître les mécanismes physiologiques d'action des polluants, de déterminer les échelons touchés et de savoir les conditions de la préservation de la valeur marchande du produit consommable.

On cherchera à définir des tests sublétaux sur des larves et juvéniles de mollusques et de poissons pour cerner les réponses biologiques et biochimiques à différentes concentrations. L'intérêt s'étendra ainsi de la conchyliculture aux nouvelles formes d'aquaculture et à la pêche.

Des études sur la dégradation et la transformation des polluants dans le milieu (y compris au travers des chaînes alimentaires) et sur la cinétique et les mécanismes d'accumulation et d'élimination des polluants dans les espèces exploitées, seront entreprises sur les problèmes concrets qui se posent actuellement et qui devront être résolus : influence de la contamination du milieu par les produits organostanniques sur le développement conchylicole en Atlantique, accumulation du cadmium par les mollusques en Gironde, accumulation des métaux issus des effluents de fabrication de bioxyde de titane dans le Nord-Pas de Calais et en baie de Seine, accumulation du fluor due aux rejets de phosphogypse en baie de Seine, etc. La diversité des polluants et des espèces concernées, la sensibilité de l'opinion à ce problème rendent nécessaire la constitution d'une équipe importante dotée des moyens nécessaires et capable d'apporter des réponses rapides aux problèmes que ne manqueront pas de poser de nombreux interlocuteurs potentiels : industriels, Ministère de l'Environnement, Ministère de la Mer, professionnels de la pêche, pisciculteurs, etc.

## 4.3. REJETS URBAINS

La politique à adopter vis-à-vis des rejets urbains ou industriels, traités ou non, repose sur la notion mal cernée "d'acceptation par le milieu récepteur" et ce programme a pour objectif de fournir à terme les moyens de définir de nouvelles orientations pour le traitement avant rejet des eaux résiduaires fortement chargées en matière organique. Pour ce faire trois axes de recherche ont été définis : identifier un maximum de substances organiques présentes dans les rejets, et analyser leur comportement (dégradation, absorption, volatilisation, etc), élaborer une méthode d'évaluation de la dilution physique d'un rejet dans un site quelconque et en particulier dans les mers à marées, définir les lois de survie de germes pathogènes.

L'aspect bactériologique est un point important du programme, mais les compétences dans ce domaine sont très limitées à l'IFREMER et en France. Il s'agira donc dans un premier temps de les développer pour s'attaquer ensuite aux objectifs plus précis du programme sur la survie et le devenir des microorganismes rejetés en mer.

## 4.4. ENFOUISSEMENT DES DECHETS RADIOACTIFS

Les travaux menés par plusieurs pays pour étudier la possibilité d'enfouir dans les sédiments profonds des déchets radioactifs à longue période sont concertés depuis 1976 dans le cadre du "Seabed working group" réunissant les Etats-Unis, la France, la Grande Bretagne, le Japon, le Canada, l'Allemagne Fédérale, les Pays Bas et bientôt l'Italie et la Suisse.

Sous l'impulsion de la Grande Bretagne qui, pour des raisons politiques, a été contrainte d'abandonner ses projets d'enfouissement à terre et des Etats-Unis, jusqu'ici leader de fait et désireux de voir la participation des autres pays s'accroître, l'année 1982 a été marquée par une volonté d'accélérer le programme afin d'aboutir en 1987 à un rapport de faisabilité de l'enfouissement en mer sur le plan technique et vis-à-vis de la sécurité. Cette volonté doit se concrétiser en 1983 par la mise en place d'une nouvelle structure internationale comportant un comité exécutif, un office de coordination et une structure de projet, par la production d'un rapport faisant le point des études déjà faites et par l'approbation d'un programme quinquenal d'un coût estimé à 100 millions de dollars dont les Etats-Unis réaliseraient environ 60%.

L'IFREMER et le CEA, décidés à assurer une représentation conjointe de la France dans ce programme, étudient actuellement sur quels domaines l'action française devrait se concentrer. Il pourrait s'agir au plan de la faisabilité technique, d'études sur les pénétrateurs et les caractéristiques géotechniques des sédiments, et sur le plan de la sécurité, de campagnes en mer sur un ou plusieurs sites potentiels en vue d'obtenir les caractéristiques des sédiments sous l'angle de leur rôle de barrières et les données biologiques et d'océanographie physique intervenant dans les phénomènes de dissémination.

La France n'a pas procédé à des immersions de déchets radioactifs de faible durée de vie depuis 1969, mais envisage dans le cadre du plan de gestion des déchets radioactifs actuellement soumis au Conseil Supérieur de la Sécurité Nucléaire, d'avoir recours dans l'avenir à l'immersion de déchets tritiés provenant notamment du démantèlement des centrales. Bien que les effets de l'immersion de tels déchets soient présumés très faibles, il parait souhaitable que la France participe de façon significative au programme de l'Agence pour l'Energie Nucléaire de l'O.C.D.E. qui vise à une meilleure évaluation de ces effets.

Le financement de ces programmes sera assuré conjointement par le CEA et l'IFREMER.

## 4.5. TECHNOLOGIE DE LUTTE

A la suite des récents accidents de pétroliers survenus sur les côtes bretonnes, les nombreuses mesures réglementaires prises ainsi que les dispositifs d'aide à la navigation permettent d'espérer qu'à terme les accidents seront moins nombreux. Il n'est cependant pas possible de supprimer tous les risques inhérents au transport maritime. De plus, l'accroissement des activités d'exploitation d'hydrocarbures en mer, à des profondeurs de plus en plus grandes, multiplie les risques d'éruption accidentelle (type ITOX 1). Or, les techniques d'intervention sur les nappes d'hydrocarbures répandues en mer sont encore très limitées. La difficulté du problème et l'importance des conséquences

écologiques et économiques nécessitent qu'un effort important de recherche soit déployé.

L'IFREMER a participé aux travaux entrepris depuis quelques années sous l'égide du CEDRE auquel il apporte en outre son soutien logistique, notamment par mise à disposition de personnel. Les résultats les plus significatifs portent sur le nettoyage des plages et des rochers, le ramassage en mer calme et pour de faibles quantités, la protection des zones sensibles par des barrages, la mise au point de dispersants. Dans le cas le plus grave de déversement massif, se produisant généralement par mauvais temps, on ne dispose cependant pas de techniques d'intervention qui permettent d'éviter l'arrivée des nappes à la côte. Le programme de l'IFREMER pendant la durée du plan à moyen terme se concentrera principalement sur ce problème.

Télédétection des nappes d'hydrocarbures

Tout d'abord, l'organisation efficace de la lutte nécessite une reconnaissance des nappes en mer par télédétection aéroportée. La connaissance de l'épaisseur et du volume d'hydrocarbures répandu est particulièrement importante pour le choix entre les différentes techniques d'intervention. Or, le système supercyclope de la marine marchande, mis au point à partir de travaux antérieurs de l'IFREMER, et qui sera bientôt complété par un radar latéral, renseigne bien sur la position et l'étendue des nappes mais pas sur leur volume et son emploi est limité à des conditions météorologiques favorables (capteur infrarouge). On cherchera donc de nouveaux capteurs permettant de fournir l'épaisseur des nappes : radiométrie millimétrique, polarisation d'onde radar, fluorescence laser (en privilégiant les ondes millimétriques utilisables par tout temps). Puis, par technique de balayage ou par couplage d'informations ponctuelles sur l'épaisseur avec une cartographie fournie par d'autres capteurs on cherchera à obtenir, à l'échéance de la fin du plan à moyen terme, un système opérationnel fournissant en temps réel une cartographie tridimensionnelle des nappes.

Ramassage en mer

D'autre part, les techniques de ramassage en mer de grandes quantités d'hydrocarbures nécessitent l'emploi de séparateurs hydrocarbure/eau à grand débit (plusieurs dizaines ou centaines de m3/h) supportant en contre partie des taux de séparation laissant quelques % d'hydrocarbures rémanant dans l'eau rejetée. De tels séparateurs sont inexistants sur le marché et deux voies complémentaires seront étudiées jusqu'à la commercialisation ; technique vortex et décantation gravitaire qui paraissent toutes les deux intéressantes selon le type d'hydrocarbures et le taux d'émulsion.

Parmi les différentes techniques de ramassage en haute mer envisagées à ce jour, le projet de grand navire dépollueur parait actuellement le plus prometteur. Si au terme de l'étude de

faisabilité en cours, la décision de poursuivre le projet était prise, l'IFREMER pourrait piloter en liaison avec les autres partenaires concernés, l'étude du projet d'exécution, et la réalisation d'un prototype de 20 m ou directement d'un navire de 75 à 150 mètres de long. Les financements prévus au titre du plan à moyen terme sont relatifs à l'option de la construction directe du grand navire dépollueur, en tenant compte des aides habituellement accordées à la construction navale.

Procédés biologiques

Enfin les techniques d'intervention qui visent à accélérer la dégradation des hydrocarbures en mer, séduisantes sur le plan théorique, en sont encore au stade du laboratoire et n'ont pas encore pu démontrer leur faisabilité. Les efforts de recherche doivent être poursuivis et l'IFREMER prévoit l'implantation d'un fermenteur expérimental en continu alimenté en eau de mer pour pouvoir progresser plus rapidement dans l'étude de cette voie. A l'horizon du plan à moyen terme on peut espérer la mise au point de techniques de fermentation en continu opérationnelles en station fixe (traitement de rejets), mais il est peu vraisemblable que l'on aboutisse à des techniques d'intervention biologique applicables en mer ouverte.

CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE ET GESTION DU MILIEU

| MF 1983 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL 83 - 88 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE | | | | | | | |
| . Programme international de forage | 15,1 | 10,6 | 7,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 97,7 |
| . Ecologie et biologie benthique | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 3 | 3 | 3 | 16,7 |
| . Océanographie physique (dont Poseïdon) | 7,7 (1,7) | 14 (7) | 24,8 (10) | 26,5 (10) | 28,5 (10) | 24,5 (10) | 126 (48,7) |
| TOTAL..... | 25,3 | 27,1 | 35 | 51 | 53 | 49 | 240,4 |
| GESTION DU MILIEU | | | | | | | |
| . Connaissance de base | 5 | 5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 32 |
| . Aménagement et gestion du littoral | 3,5 | 5,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 29 |
| . Milieu et ressources vivantes | 0,4 | 5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 27,4 |
| . Pollutions et moyens de lutte (dont navire dépollueur) | 4,6 - | 10 (4) | 19 (10) | 59 (50) | 84 (75) | 34 (25) | 210,6 (164) |
| TOTAL..... | 13,5 | 25,5 | 35 | 75 | 100 | 50 | 299 |

# CHAPITRE III : PROGRAMMES TECHNOLOGIQUES

## 1 - INTERVENTION SOUS-MARINE PROFONDE

Depuis plus de vingt ans, grâce aux efforts conjugués des organismes publics, civils et militaires, et des industriels, la France a acquis un rôle prépondérant dans le domaine de la plongée et des diverses techniques qui permettent à l'homme d'intervenir sous la surface de l'océan, que ce soit dans un but d'approfondissement des connaissances ou d'exploitation des ressources océaniques.

Le submersible CYANA, qui peut atteindre 3000 mètres, effectue plus de cent plongées par an, tandis que les véhicules remorqués à grande profondeur RAIE explorent systématiquement les fonds marins suivant des tracés linéaires. Depuis trois ans, l'engin autonome EPAULARD, premier né d'une nouvelle génération de robots sous-marins, constitue un outil sans équivalent pour la cartographie des champs de nodules, situés par 6000 mètres de profondeur.

Dans le domaine industriel, grâce à l'effort de recherche mené en physiologie hyperbare, l'industrie française est devenue la première du monde et le record atteint en 1977 lors de l'expérience JANUS IV n'a pas été battu (-501 mètres en mer).

Fournir aux scientifiques des outils sans cesse mieux adaptés et bénéficiant des derniers progrès techniques, fournir aux industriels la recherche technologique finalisée et appliquée dont ils ont besoin, développer nos capacités là où nous dépendons de l'industrie étrangère, telles sont les idées directrices de ce plan.

### 1.1. PROJETS A FINALITE SCIENTIFIQUE

Ils répondent aux besoins de la communauté scientifique française, pour lui permettre de continuer à faire une recherche de haut niveau.

1.1.1. Les sous-marins habités profonds resteront longtemps encore l'outil ultime permettant l'exploration détaillée et précise, ainsi que les prélèvements sélectifs dans des zones préalablement reconnues par des moyens plus automatisés.

Le SM 97, capable d'atteindre 6000 mètres de profondeur, sera opérationnel d'ici 1985. Il sera équipé d'instruments adaptés à des besoins scientifiques nouveaux et utilisera des outils prélevés sur une panoplie amenée sur le fond grâce à des ascenseurs autonomes. Avec sa sphère en alliage de titane, sa charpente en matériaux composites, ses équipements informatiques de fabrication française, le SM 97 constituera une vitrine technologique pour laquelle notre effort doit se poursuivre de façon constante.

La SP 3000 CYANA, qui effectuera prochainement sa 1000 ème plongée, devra être équipée d'une nouvelle sphère résistance (1984-85) et être remise à neuf (1986).

Dès 1987 enfin, il sera temps d'étudier ce que devra être le sous-marin habité profond de la fin du siècle.

1.1.2. Les systèmes remorqués à grande profondeur permettent l'exploration systématique d'une zone plus étendue, préalablement aux plongées des submersibles.

En 1984, l'IFREMER disposera d'un "poisson" équipé d'un sonar latéral à haute définition, donnant, à 6000 mètres de profondeur une "photographie acoustique" du fond, le long d'un profil de 500 mètres de large avec une résolution voisine du mètre. L'étape suivante sera la réalisation d'un "poisson" optique porteur de caméras de télévision (les engins RAIE en service ne sont équipés que de caméras photographiques), afin de transmettre en temps réel une image à grande résolution, sur une largeur de quelques mètres ou dizaines de mètres. Les géophysiciens disposeront ainsi d'images du fond à différentes échelles. Le système PRISME "poisson remorqué d'imagerie sous-marine pour l'exploration" sera opérationnel en 1985 dans une version simplifiée. Ultérieurement un système unique acoustico-optique à deux étages permettra de remplacer les deux poissons que nous venons de décrire et d'obtenir ainsi toutes les informations en un seul passage.

1.1.3. L'exploitation scientifique systématique des zones où l'exploration a permis de déceler un intérêt particulier constitue une phase ultérieure.

Dans les régions d'hydrothermalisme intense par exemple, il sera nécessaire de disposer sur le fond, à des endroits précis, de stations d'observation du fond (SOF) qui, de façon programmée, effectueront des prises de vues, des prélèvements, et enregistreront les données de capteurs divers. Ces stations seront relevées quelques semaines ou quelques mois plus tard sur télécommande acoustique venue de la surface.

1.1.4. Les forages profonds, effectués depuis quinze ans dans le cadre du programme international IPOD, ont apporté à la communauté scientifique une masse importante d'informations.

Toutefois, les progrès instrumentaux réalisés depuis le début du programme permettraient de compléter et de valoriser ces informations, par l'introduction dans les forages anciens d'instruments de mesure spécifiques y demeurant pendant un laps de temps assez long. Il est donc prévu de doter l'un de nos navires océanographiques d'un système de "réentrée", beaucoup plus léger que les systèmes à train de tiges des navires de forage, mais nécessitant une navigation d'une très haute précision. Ce projet de "réentrée dans les forages profonds" commencera en 1984 et s'échelonnera sur une période de plusieurs années.

## 1.2. PROJETS A FINALITE INDUSTRIELLE

La compétition internationale ne fait que croître dans le domaine de l'offshore pétrolier et parapétrolier. La plupart des projets à finalité industrielle de l'organisme sont donc axés dans cette direction et devront, au cours du plan, augmenter en volume à un taux supérieur à celui des projets à finalité scientifique si nous voulons aider de façon significative l'industrie française.

1.2.1. La recherche en physiologie hyperbare permettra d'accroître la sécurité et d'augmenter l'efficacité de la plongée industrielle à des profondeurs croissantes. De nouvelles techniques, telles que l'usage de mélanges gazeux nouveaux (hydrogène - oxygène) seront étudiées et testées sur l'animal et l'homme, en coopération avec l'industrie et l'université.

1.2.2. Les petits sous-marins type plateau continental peuvent emmener des plongeurs sur les zones de travail, mais leur manutention à partir de leur navire-support est souvent difficile et dangereuse dans des conditions météorologiques telles que celles de la mer du Nord. C'est pourquoi un sous-marin de 200 tonnes, doté d'une autonomie telle qu'il puisse se passer d'un support de surface, et se rendre d'un port au chantier pétrolier sous-marin, représente un progrès certain.

Le projet ARGYRONETE, interrompu pendant plusieurs années, apparaît aujourd'hui intéressant. Au travers d'un cofinancement avec la Société COMEX et le Fonds de Soutien aux Hydrocarbures, l'IFREMER participera à la finition et à la mise au point de ce sous-marin, qui servira de véhicule et de base à des plongeurs et à des petits engins télécommandés, jusqu'à des profondeurs de 600 mètres. Il sera en outre utilisé comme plate forme d'essais technologiques de nouvelles sources d'énergie ou de nouveaux matériaux.

## COMPARAISON DU NOMBRE DE VEHICULES SOUS-MARINS CIVILS FABRIQUES DANS LES DIVERS PAYS INDUSTRIALISES

| | SOUS-MARINS HABITES PROFONDEUR SUPERIEURE A 500 METRES | ENGINS TELECOMMANDES A CABLE * | | ENGINS AUTONOMES | SYSTEMES REMORQUES PROFONDS |
|---|---|---|---|---|---|
| U.S.A. | 10 | 17 | 114 | 4 | 6 |
| U.R.S.S. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JAPON | 1 | 2 | 3 | / | 1 |
| ALLEMAGNE | / | 2 | 4 | / | 1 |
| GRANDE-BRETAGNE | 1 | 5 | 9 | / | |
| CANADA | / | 3 | 41 | 1 | |
| FRANCE | 2 existants<br>2 en fabrication | 4 | 3 | 1 ** | 1 existant<br>1 en réalisation |

* *1ere colonne : nombre de types différents.*
*2ème colonne : nombre total d'engins fabriqués, certains types l'ayant été à plusieurs dizaines d'exemplaires.*

** *L'engin autonome "EPAULARD" est le seul de cette catégorie à être pleinement opérationnel.*

1.2.3. Cependant, au delà de 300 mètres, l'intervention du plongeur, délicate et chère, sera sans doute exceptionnelle, et il faudra songer à se passer de la présence humaine.

Même en deçà de cette profondeur, l'homme sera peu à peu remplacé par des robots, tant pour des raisons de productivité que de sécurité.

Les engins télécommandés à câble ont déjà fait leur apparition et sont en train de conquérir le monde du pétrole sous-marin. Dans ce domaine, l'industrie parapétrolière française est dépendante de l'industrie américaine ou même de certains pays européens, qu'il s'agisse de robots légers d'observation ou de robots d'intervention dotés de télémanipulateurs. Dans l'industrie pétrolière proprement dite, les projets à moyen terme prévoient des tâches de manutention lourde pour lesquelles des solutions efficaces économiques restent à trouver.

Bien qu'étant un moyen commode pour mettre en oeuvre, guider un robot et en recevoir des informations, le câble constitue dans de nombreux cas un handicap. C'est pourquoi les robots libres préprogrammés ou à télétransmission acoustique présentent de l'intérêt pour un certain nombre de tâches, notamment l'exploration. Il est certain que le robot libre constituera à terme le seul moyen de contrôle pouvant être mis en oeuvre sous la banquise, par exemple.

Ces diverses raisons vont faire du projet "Robotique sous-marine" la composante la plus importante à terme de ce programme d'Intervention sous-marine profonde.

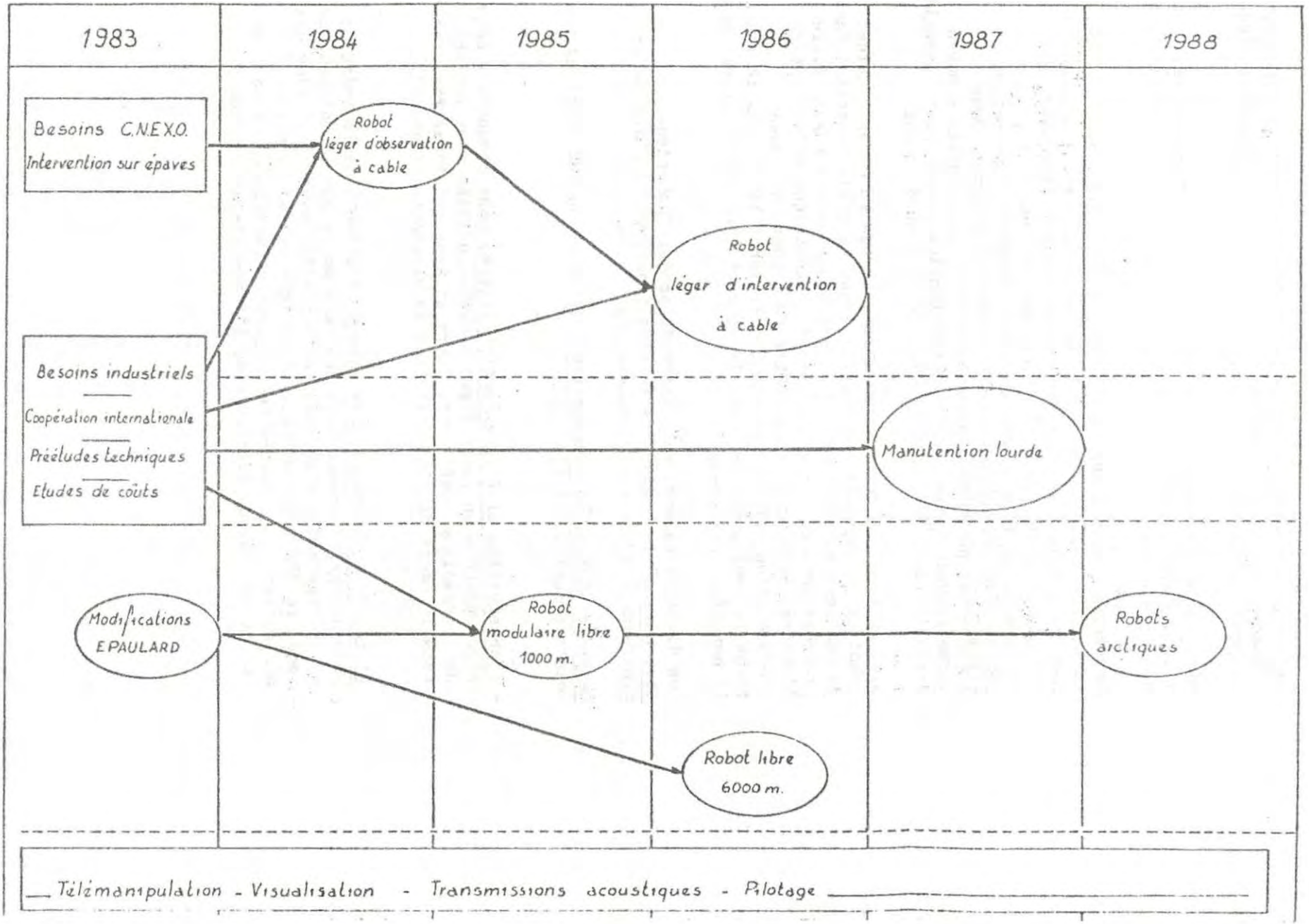
Le projet Robotique sous-marine à échéance du PMT comprend trois volets principaux (voir tableau) :

- L'observation et l'intervention légère, pour lesquelles nous développerons un robot léger à câble, utilisé pour les besoins de l'organisme, mais conçu comme un appareil industrialisable dans le cadre de l'exploitation du plateau continental ;

- L'aide à la manutention de charges lourdes dans le cadre de besoins opérationnels tels que ceux posés par la maintenance et la réparation d'un chantier pétrolier sous-marin dans des fonds de 300 à 600 mètres. La définition des fonctions nécessaires, les études techniques et les études de coût se feront en liaison étroite avec l'industrie pétrolière ;

INTERVENTION SOUS-MARINE PROFONDE

# ROBOTIQUE SOUS-MARINE



- Les robots autonomes, famille d'engins dont EPAULARD est le prototype. Dans un premier temps, celui-ci sera modifié pour être plus opérationnel et capable de suivi automatique de reliefs. Puis, conjointement à l'expérience acquise, des études menées en simulation sur les fonctions principales conduiront à la mise au point d'un robot libre modulaire adapté à la zone économique. A terme, l'objectif est de réaliser des engins capables d'opérer sous les glaces, dans le cadre d'une coopération franco-canadienne. Le robot libre 6000 mètres, héritier de l'Epaulard, constituera pour sa part un outil indispensable à l'industrie nodulière.

La télémanipulation, la prise de vues à faible niveau de lumière, ou en eaux turbides, la navigation par rapport à des systèmes de référence ou à l'environnement, le pilotage, les systèmes de transmission de données et d'images utilisant l'acoustique sous-marine constituent autant de fonctions communes aux trois volets précédents et sur lesquelles un effort particulier sera mené en liaison avec les industriels concernés.

Certaines composantes du projet robotique sous-marine sont susceptibles de bénéficier d'un complément de financement provenant du Fonds de Soutien aux Hydrocarbures et de coopérations internationales, qui viendront s'ajouter à la subvention d'Etat mentionnée sur le tableau de la page suivante.

### 1.2.4. Intervention sur épaves

Les accidents survenus ces dernières années près des côtes françaises ont sensibilisé l'opinion aux problèmes de l'intervention sur épaves, notamment lorsqu'il s'agit d'épaves à caractère polluant. Par ailleurs, les épaves à caractère archéologique passionnent de plus en plus l'opinion. Or, dans tous les cas, notre compétence est encore très artisanale.

En premier lieu, l'intervention sur épaves requiert des capacités d'observation, de localisation et d'expertise faisant appel, en partie, aux techniques de robotique sous-marine et qui seront développées dans le cadre du programme précédent.

La constitution d'une cellule opérationnelle permettra de réagir rapidement à un évènement accidentel et de donner aux pouvoirs publics des renseignements sur le sinistre, indispensables à toute action ultérieure.

En second lieu, le projet comporte la neutralisation de tout ou partie de la cargaison. Cela fera appel à des techniques particulières : pompage, colmatage, relevage qui seront mises au point, tout au long du PMT, au prix d'un effort modéré mais

constant, intégrant les diverses compétences de l'IFP, de l'IFREMER, de la Marine Nationale et d'industriels spécialisés.

## INTERVENTION SOUS-MARINE PROFONDE

| | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SOUS-MARINS HABITES PROFONDS (SM 97, CYANA) et leurs EQUIPEMENTS | 13,5 | 11,5 | 8 | 9 | 3 | 4 | 49 |
| SYSTEMES REMORQUES GRANDE PROFONDEUR (POISSONS ACCOUSTIQUES ET OPTIQUES) | 3 | 6,5 | 8 | 8 | 6 | 5 | 36 |
| STATIONS D'OBSERVATION DE FOND | 0,4 | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 | 18,4 |
| REENTREE DANS LES FORAGES PROFONDS | / | 1 | 3 | 3 | 7 | 7 | 21 |
| PLONGEE INDUSTRIELLE | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 11 |
| SOUS-MARINS HABITES INDUSTRIELS (ARGYRONETE) | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 14 |
| ROBOTIQUE SOUS-MARINE | 4,3 | 10 | 14 | 17 | 21 | 23 | 89,3 |
| INTERVENTION SUR EPAVES | 1,3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 11,3 |
| T O T A L | 25,5 | 39 | 44 | 48 | 46 | 48 | 250,0 |

## 2 - TENUE DES STRUCTURES

Ce programme d'études et de recherches technologiques concerne les activités industrielles habituellement regroupées sous le terme de GENIE CIVIL, et plus précisément leur transposition au cas des ouvrages en mer. Il est motivé par trois constatations :

- l'importance de cette branche d'activités ; de très nombreux ouvrages ont été implantés en mer par des profondeurs d'eau pouvant atteindre 300 mètres. L'industrie française des plate-formes doit rester compétitive ce qui implique d'imaginer de nouveaux ouvrages plus performants ;

- l'importance des besoins en études et recherches d'intérêt général; l'amélioration de la sécurité des ouvrages en mer implique un effort de recherches variées portant par exemple sur l'amélioration des méthodes de calcul ou de suivi des ouvrages en environnement marin ;

- La position de l'IFREMER pour répondre à ses besoins ; avec ses moyens d'essais et de calcul, ses compétences propres au sein d'équipes pluridisciplinaires, l'Etablissement en collaboration étroite avec l'IFP peut assurer la maîtrise d'oeuvre de programmes avancés intéressant la profession.

L'effort global consenti sur ce programme par l'IFREMER, l'IFP et les autres partenaires peut être estimé à 30 MF par an. La participation de l'IFREMER s'élève à 8 MF par an, dont 3 MF en frais de personnel. L'effort en personnel sera augmenté sur ce thème prioritaire pendant la durée du PMT.

Complémentaires les unes des autres, les études et recherches de l'IFREMER et de ses partenaires recouvrent trois thèmes :

### 2.1. METHODES DE CALCUL ET DE SUIVI DU COMPORTEMENT DES OUVRAGES

La connaissance de l'action des éléments (houle, vent, courant) est une étape indispensable pour dimensionner les ouvrages en mer et prédire leur comportement. L'IFREMER développera plus spécialement l'interprétation des mesures de comportement des structures instrumentées, les prévisions relatives aux comportements extrêmes et de nouvelles techniques de modélisation, l'objectif étant de mieux évaluer les risques de ruine.

L'amélioration des méthodes de calcul portera principalement sur le comportement dynamique des ouvrages, la prise en compte de l'interaction sol-structure et des problèmes de vibrations des grandes structures. L'objectif est de définir une nouvelle stratégie d'inspection et de réparation des ouvrages, en "rejouant" leur comportement sur ordinateur.

La surveillance et la détection des défauts des ouvrages en mer doit progresser en précision et en variété dans ses moyens d'intervention. La coordination des recherches sera faite en liaison avec l'Institut Français du Pétrole et les industriels concernés, et s'appuiera sur les groupes de travail de l'Association de Recherche Action des Eléments (A.R.A.E.).

## 2.2. MATERIAUX ET STRUCTURES EN ENVIRONNEMENT MARIN

La durée de vie et la fiabilité des structures en mer dépendent étroitement du comportement des matériaux. L'objectif principal de ce programme est de faire converger les efforts de l'IFREMER et des industriels pour améliorer nos connaissances.

L'action propre de l'IFREMER compte tenu de ses compétences et de ses moyens d'essais portera plus spécialement sur :

- l'étude de matériaux nouveaux ou améliorés comme les composites et les bétons légers dans des environnements spécifiques ;

- l'amélioration de différents systèmes de protection contre la corrosion : peintures, protection cathodique, revêtements spéciaux ;

- la mise au point de nouvelles méthodes de contrôle "in situ".

Une étude expérimentale sera conduite pour évaluer l'intérêt technico-économique d'un procédé révolutionnaire de construction en milieu marin par "électrodéposition". Ce procédé consiste à fabriquer une concrétion ayant les propriétés d'un béton, à partir de microcourants électriques qui permettent le dépôt sur une cathode des sels dissous dans la mer.

En liaison étroite avec l'Institut Français du Pétrole, et en co-participation avec les industriels concernés par la conception, la construction et l'entretien d'ouvrages métalliques en mer, l'IFREMER contribuera au programme de l'Association sur la prévention de la fatigue dans les structures métalliques marines (ou "Groupement Fatigue"), l'objectif étant là encore l'amélioration de la sécurité des ouvrages. Plusieurs milliers de plateformes métalliques sont en activité dans le monde.

Conjointement avec le Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux Publics (C.E.B.T.P.) et en co-participation avec l'Institut Français du Pétrole, les maîtres d'oeuvre et constructeurs de structures en béton en mer, l'IFREMER contribuera aux travaux de l'Association de Recherche sur le Béton en Mer (ARBEM). L'objectif de cette recherche appliquée est de fournir des synthèses et recommandations pratiques utiles à la profession.

## 2.3. MECANIQUE DES SOLS

La sécurité des fondations est primordiale pour la tenue des ouvrages en mer d'où l'utilité d'une recherche appliquée en mécanique des sols. Les efforts porteront plus spécialement sur :

- l'achèvement des actions réalisées en collaboration avec la SNEA/P sur l'instrumentation des pieux en cours de battage par transfert de l'acquis technique à une société de service ;

- l'étude d'une nouvelle méthode de reconnaissance non destructive des sols de fondation. La phase théorique et expérimentale sera suivie en cas de succès par la mise au point d'appareils commercialisables ;

- la mise au point de matériels capables de faire des mesures géotechniques "in situ" en commençant par un scissomètre immergé. Il s'agit-là d'un nouveau domaine de recherche où beaucoup reste à faire, particulièrement en géotechnique "profonde".

Par ailleurs, l'IFREMER contribue en association avec l'IFP aux travaux de l'Association de Recherches en Mécanique des Sols Marins (ARMSM) qui portent, par exemple sur les problèmes de stabilité de sols de fondation ou sur l'analyse de comportement des pieux en sol carbonaté.

## 2.4. CODE DE CALCUL DE STRUCTURES

Un examen conjoint avec l'IRCN, l'IFP et d'autres partenaires sera entrepris, pour étudier les modalités techniques et financières du développement d'un grand code de calcul national de structures flottantes (navires ou structures en mer), analogue au programme PACEM (programmes d'analyse des constructions en environnement marin) proposé par l'IRCN.

## 3 - TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES NAVALES

Le Ministère de la Recherche et de l'Industrie et le Ministère de la Mer ont chargé l'IFREMER d'un rôle d'expert technique en matière de techniques et technologies navales.

Il ne s'agit pas, bien entendu, de concurrencer des organismes de recherche, sociétés d'ingénierie navale ou chantiers, dans des activités qu'ils développent déjà, mais d'identifier des créneaux où l'apport d'une technicité nouvelle serait susceptible d'aider l'industrie française à atteindre une meilleure compétitivité, soit en agissant comme organisme public d'évaluation de nouveaux concepts, soit en mettant au point des outils (logiciels par exemple) transférables dans l'industrie privée. Cette activité sera très étroitement coordonnée avec celle de l'Institut de Recherche en Construction Navale (IRCN).

Il faut noter à cet égard que l'IFREMER a développé ces dernières années une compétence reconnue en particulier par la profession pétrolière et parapétrolière dans les domaines du calcul des structures, de la conception de l'instrumentation océanologique, et des essais de matériels à terre (cuves sous pression, bassin profond, canal de traction) et à la mer (station d'essai du COB).

Cela permet d'envisager que moyennant le recrutement de plusieurs ingénieurs ou techniciens dans un avenir proche, le COB soit en mesure d'élargir ses activités actuelles au secteur de la construction navale.

Sans préjuger des conclusions de l'expertise en cours dans le cadre de la mission "construction navale" et du rôle que l'Etablissement pourrait jouer dans le développement de quelques uns des grands axes de recherche qui seront alors identifiés, il est proposé que l'IFREMER contribue à cet effort national autour des cinq axes.

3.1. EVALUATION DE PROJETS DE NAVIRES "NON CONVENTIONNELS au moyen de mesures du comportement de maquettes en mer réelle, en canal et en bassin et d'interprétation de ces mesures en liaison avec les organismes responsables. A cet égard le caractère "non conventionnel" d'un navire peut apparaître au niveau :

- de la propulsion (cas de la propulsion éolienne) ;
- de la carène (en particulier des multicoques) ;
- de son utilisation (navires de transport de personnel en transit rapide, navires dépollueurs, navires océanographiques, de plaisance ou de compétition, enfin nouveaux navires de pêche).

Pour certains de ces projets, l'IFREMER sera vraisemblablement conduit à jouer un rôle de maître d'ouvrage. Les crédits correspondants ne sont pas au stade actuel inscrit dans le PMT.

3.2. ETUDES "AMONT" SUR LES MATERIAUX NOUVEAUX utilisés et/ou utilisables pour la construction navale. Ces études peuvent porter sur :

- les propriétés de base (durabilité, imprégnabilité,...) ;
- le contrôle non destructif (mesures d'épaisseurs,...) ;
- l'optimisation (économique) des matériaux multicouches.

En liaison avec les professionnels et leurs organismes représentatifs comme la Fédération des industries nautiques, l'IFREMER doit jouer un rôle d'expertise dans des domaines tels que :

- l'analyse de rupture de pièces (métalliques ou non) d'accastillage, de mâture, de quilles ou safrans, par diagnostic métallographique et calculs a posteriori ;
- le calcul de rigidité d'assemblage délicats particuliers conduisant au dimensionnement de pièces critiques (comme par exemple un bras de liaison pour un multicoque) ;
- le dimensionnement et la surveillance d'équipements portuaires (calcul de pontons flottants et des liaisons entre eux, contrôle de la corrosion et choix de protection cathodique pour les marinas sur pieux).

Enfin l'IFREMER pourrait s'intéresser au domaine des câbles et cordages marins qui, bien qu'étant non spécifique de la construction navale, nécessiterait un effort de coordination des recherches et de modélisation.

3.3. ETUDES DE FIABILITE DE CONCEPTS NOUVEAUX

Les travaux porteront sur :

- optimisation des composants structurels ;
- stratégie de maintenance ;
- aide au choix entre solutions concurrentes ;
- conformité aux règlements probabilistes.

Il faut noter que face à un projet nouveau "d'engin" naval ou d'exploitation océanique, pour lequel on ne dispose pas encore d'une expérience, le seul moyen d'évaluer ses chances de succès, notamment économiques, est de faire les calculs de risques associés à ses principaux modes de ruine. Les calculs sont possibles, bien qu'approximatifs, dès lors qu'on dispose d'une description probabiliste des charges de fonctionnement et d'environnement. La mise en oeuvre de cette méthodologie permet, en découvrant les faiblesses d'un projet ou d'un système, de proposer des

modifications et d'établir une stratégie de contrôle et de maintenance.

### 3.4. INFORMATISATION DES PETITS CHANTIERS

Cette action comprendra la mise au point de logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO) (dessin automatique des implantations d'équipements de pont, lissages de carènes, calculs de courbes de stabilité, calculs et optimisation de mâtures et de gréement) pour les navires de pêche et de plaisance, et destinés à être fournis :

- à des sociétés de service spécialisées dans l'appui aux chantiers petits et moyens ou à des architectes navals ;
- directement à des chantiers un peu plus importants.

Il faut noter à ce sujet que la conception de bateaux modernes et performants, susceptibles de maintenir ou d'améliorer nos performances à l'exportation (cas de la plaisance) nécessite aujourd'hui une approche scientifique et technique qui dépasse les architectes indépendants et sans moyens. On citera les calculs de résitance de matériaux, l'optimisation hydrodynamique des appendices, les méthodes de tracé de coque optimisant les sections et le comportement à la mer, le dimensionnement des gréements souples,... Le rôle de l'IFREMER sera de réaliser ces outils de conception spécifique pour les mettre à disposition des bureaux d'études, dont la plupart, sinon tous, n'ont pas les moyens financiers ni les compétences pour les réaliser.

### 3.5. SOUTIEN AU GROUPE "TECHNOLOGIE DES PECHES"

Ce groupe devra en effet pouvoir se reposer sur les compétences "technologies navales" pour les questions relatives :

- à l'amélioration de la puissance propulsive ;
- à la stabilité dynamique sous différents chargements et états de mer ;
- à toutes les questions liées aux matériaux de construction.

Un tel programme est cohérent avec les moyens et surtout les compétences du COB ; il ne nécessite pas la mise en place d'équipes de projets importantes comprenant bureaux d'études, etc ; il correspond à un rôle de Centre technique au service des Ministères (pour évaluation de projets) et des industriels, avec lesquels il conviendra de nouer des contacts étroits afin de vérifier l'adéquation des points 2 et 4 de ce programme aux besoins réels.

"Clientèle" visée par le programme "Techniques et technologies navales"

| Mot clé | Axes | Professions concernées |
|---|---|---|
| Faisabilité | 1 | Inventeurs "indépendants", Ministères concernés, Services R et D de certains chantiers, IFREMER (pour navire océanographique côtier) |
| Qualité | 2 | Toute la profession, de manière indirecte ; bureau de certification, fabricants de matières premières, de manière plus directe |
| Sécurité | 3 | Bureau de certification, sociétés d'ingénierie françaises à vocation internationale (exportation), opérateurs pétroliers |
| Productivité | 4 | Architectes navals petits et moyens chantiers travaillant pour la pêche et la plaisance |

PROGRAMMES TECHNOLOGIQUES

| MF 1983 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL 83 - 88 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INTERVENTION SOUS-MARINE PROFONDE | 27,4 | 39 | 44 | 48 | 46 | 48 | 252,4 |
| TENUE DES STRUCTURES | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 28 |
| TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES NAVALES | 1,3 | 6 | 14 | 15 | 15 | 15 | 66,3 |
| TOTAL..... | 31,7 | 50 | 63 | 68 | 66 | 68 | 346,7 |

# CHAPITRE IV : DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

L'objet des programmes de développement industriel est de favoriser l'industrie nationale dans les secteurs où une action de l'IFREMER permet une amélioration de compétitivité, ou de parts de marché. Cette action, soit auprès des industriels, soit au niveau des marchés, s'appuie sur les compétences et les atouts propres de l'organisme.

Ces programmes mobilisent donc un budget lié aux résultats de la recherche appliquée de l'IFREMER. Son évolution correspond à une augmentation de 5% à environ 7% du total des investissements de l'Etablissement. Cette croissance s'explique d'une part par le retard accumulé dans ce domaine et d'autre part par la volonté de traduire les activités de recherche par le maximum de retombées industrielles.

Quatre axes de développement sont proposés pour optimiser les retombées industrielles des activités de l'organisme.

## 1 - DEFINITION D'UNE POLITIQUE INDUSTRIELLE

L'IFREMER peut être un partenaire important du monde industriel par la notoriété et l'effet d'entraînement qu'il peut susciter sur ses achats de matériels plus que par le volume propre de ses achats.

Une politique d'achat sélective contribue au développement de la part de marché détenue par les industriels français. La crédibilité de cette action repose sur :

- le volume des achats à venir de l'Etablissement,
- l'importance attachée par les acheteurs français et étrangers à la référence IFREMER,
- les possibilités d'essais et de qualification au sein de l'Etablissement,

Ces développements industriels concernent principalement :

- l'instrumentation scientifique (bouées de toutes sortes, capteurs, logiciels de traitement, etc),
- la technologie sous-marine (matériaux syntactiques, sondeurs multifaisceaux, sonars, caméras sous-marines, etc),
- le traitement des informations (mini-ordinateurs, matériels d'informatique scientifique, etc),
- la construction navale et ses équipements (navires océanographiques, instruments de navigation, treuils, etc),

. les grands programmes de développements de l'Etablissement (nodules, ETM, Poséïdon, tenue des structures, technologie navale).

## 2 - RECHERCHE TECHNOLOGIQUE AMONT

Les enjeux industriels concernant le domaine marin sont actuellement plus modestes que ceux d'autres secteurs industriels (espace, aéronautique, mécanique, agro alimentaire, informatique, etc). Les technologies utilisées ne peuvent dans ces conditions supporter un effort autonome de recherche et de développement.

La recherche technologique amont a donc pour but : d'aider le transfert des technologies développées par ces secteurs plus puissants vers les industriels du domaine marin ; et d'assurer des développements propres dans des domaines spécifiques. Elle s'appuie sur les compétences suivantes de l'IFREMER :

. sa connaissance des marchés du domaine marin et des blocages technologiques qui entravent leurs développements,

. sa possibilité de grouper les utilisateurs potentiels pour obtenir les seuils nécessaires au démarrage du marché,

. sa capacité à monter des opérations pilotes indispensables au lancement de la technologie,

de façon à inciter un industriel à diversifier les retombées de ses développements technologiques.

La recherche amont concerne les domaines suivants communs aux développements technologiques à venir : sources d'énergie autonomes pour application sous-marine, matériaux nouveaux légers à haute résistance (composites, syntactiques), acoustique sous-marine appliquée aux problèmes de transmission et de localisation (acoustique non linéaire, effet doppler, etc). Une concertation est engagée avec les partenaires industriels intéressés.

L'effort financier s'élèvera à environ 18 MF en fin de plan.

## 3 - TRANSFERT DES TECHNOLOGIES VERS LES PME-PMI

Le tissu industriel concerné par le domaine marin est, mis à part quelques grandes sociétés, constitué de PME-PMI. La raison principale de cette structure est due à la dispersion des enjeux industriels et aux faibles séries des marchés. Ces sociétés possèdent des moyens en développement limité en particulier pour les essais en mer.

Le transfert des technologies consistent donc à valoriser, auprès des PME-PMI, les développements issus de la recherche appliquée de L'IFREMER. Il s'appuie sur les compétences de ses bureaux d'étude et sur ses moyens d'essais et les moyens à la mer de façon à aider les PME-PMI à mettre au point et à qualifier leurs propres innovations ou celles de l'Etablissement. Ces applications concernent principalement le domaine marin mais peuvent avoir des débouchés sur d'autres marchés.

Une somme de 2 à 3 MF par an sera progressivement consacrée à cet effort.

4 - PROMOTION A L'EXPORTATION

Le savoir faire de l'organisme et les technologies développées en son sein ou avec la collaboration d'industriels ont une valeur marchande exploitable vers les pays réalisant des recherches en océanologie.

La promotion à l'exportation consiste à optimiser les chances commerciales des entreprises françaises concernées par ces "produits". Elle peut s'appuyer sur :

. la capacité de l'Etablissement à intervenir comme consultant auprès d'organismes étrangers concernés par la mise en valeur de leur zone économique maritime,

. et sa possibilité de susciter des groupements dans des GIE de taille convenable.

de façon à promouvoir les développements commerciaux de ces "produits". En outre, elle nécessite des dépenses spécifiques permettant une présence à l'étranger lors de manifestations nationales ou internationales, des actions de prospection et enfin des études d'adaptation des produits aux besoins des clients.

## DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

| MF 1983 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL 83 - 88 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT INDUSTRIELS | 7,7 | 14 | 16 | 19 | 20 | 21 | 97,7 |
| PROMOTION A L'EXPORTATION | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 23 |
| TOTAL..... | 9,7 | 17 | 20 | 23 | 25 | 26 | 120,7 |

# CHAPITRE V : MOYENS ET EQUIPEMENTS D'INTERET NATIONAL

L'IFREMER a la responsabilité de réaliser et de gérer les équipements lourds d'intérêt général. Les équipements concernés sont essentiellement la flotte océanologique et les matériels et systèmes d'acquisition de données associés, les moyens d'essais et de qualification du matériel, les moyens informatiques, les banques et les bases de données et de documentation.

## 1 - LA FLOTTE OCEANOLOGIQUE

### 1.1 EVOLUTION ET RENOUVELLEMENT DE LA FLOTTE

La flotte océanologique de l'IFREMER est constituée de neuf navires de haute mer, d'un tonnage variant de 350 à 2200 tonnes, de quatre navires côtiers et d'un submersible pouvant atteindre 3000 mètres. En dehors de l'entretien courant qui relève financièrement de la section de fonctionnement, son maintien en état et son renouvellement exigent une véritable planification des investissements à prévoir à moyen, voire à long terme, en fonction des programmes.

#### La flotte hauturière

Au titre du maintien en état de la flotte actuelle, les postes indispensables pour la période de 1983 à 1988 sont les carénages approfondis de trois navires, "Capricorne", "Le Noroît" et "Cryos", après 15 ans de mise en service.

Pour ce qui concerne le renouvellement de la flotte, il faut tout d'abord rappeler l'achèvement du sous-marin 6000 mètres, le SM 97, qui entrera en service à la fin de 1984.

Il faut ensuite retenir le lancement de la construction d'un nouveau navire océanographique dont le projet a été inscrit dans le Plan intérimaire pour 1982-1983, puis dans la Loi d'Orientation et de Programmation pour la Recherche et le Développement Technologique. Son étude a débuté en 1981 par une enquête menée auprès des utilisateurs potentiels et par une étude prospective complétée par un avant-projet établies par un chantier naval, qui a permis de dégager ses principales caractéristiques, et d'évaluer son coût à 200 MF.

Trois raisons justifient principalement ce projet de construction:

. les demandes de campagnes à la mer, déjà auto-limitées par les organismes demandeurs, ne peuvent être satisfaites par la capacité d'armement en place, mais aussi du fait d'une demande plus importante pour les navires les plus performants, comme le Jean-Charcot. Celui-ci en tant que seul grand navire est demandé plus de 400 jours chaque année et ce, non seulement pour son sondeur multifaisceaux, mais surtout pour un nombre croissant de campagnes multidisciplinaires d'océanographie générale exigeant des équipes embarquées nombreuses et un volume d'équipements mobiles encombrants ;

. il apparaît, de plus, qu'aucun des navires actuels n'est capable d'exécuter la totalité des travaux indispensables pour les programmes prévus dans les années à venir. Ce navire devra être capable de mettre en oeuvre les équipements les plus récents et les plus lourds, tels que sondeurs multifaisceaux pour la bathymétrie des grands fonds (sea-beam), les sous-marins habités (SM97 - Cyana). Certaines techniques nouvelles, telles que les sonars latéraux, les engins robots remorqués, la réentrée dans les trous de forage, ne pourront être mises en oeuvre que sur ce nouveau navire adapté par sa capacité d'emport, son architecture d'ensemble, sa puissance, ses apparaux (portiques, grues, treuils, etc) et une capacité de logement permettant d'embarquer, outre le personnel scientifique, le personnel spécialisé attaché aux équipements évoqués ;

. enfin, depuis 1974, aucun navire océanographique de haute mer n'a été mis en service. La flotte vieillit. Il est donc temps de lancer la construction d'une nouvelle unité, pour viser un étalement équilibré des investissements, nécessaire à son renouvellement, trois des neuf navires hauturiers atteignant l'âge de la réforme avant la fin des années 90.

La construction de ce navire représentera environ 500 000 heures de travail pour le chantier naval, auxquelles s'ajouteront près de 300 000 heures pour les divers sous-traitants (fabricants de moteur diesel, équipements électriques, équipements de bord, etc.), ce qui correspond au plein emploi de plus de 400 personnes pendant un an.

Cette réalisation doit être également l'occasion d'étudier et de développer en France des équipements nouveaux :

- hélices lentes à rendement amélioré pour économiser l'énergie et pour réduire le bruit rayonné dans l'eau,

- sondeur multifaisceaux d'une technologie plus moderne que le Sea-Beam américain actuellement sur le marché,

- treuil spécial pour sonar ou poisson remorqué par grands fonds,

- positionnement dynamique et systèmes de navigation intégrés.

Enfin, un tel navire doit être considéré comme une vitrine des techniques françaises, de façon à induire des commandes pour des pays étrangers.

La Thalassa, qui a été modernisée en 1982, aura 30 ans en 1990. Elle ne pourra être maintenue en service au-delà. La mise en chantier du navire destiné à la remplacer devra intervenir en 1988 au plus tard.

La flotte côtière

La réforme des petits chalutiers en bois pour la recherche halieutique "Roselys" et "Ichtis" de moins de 100 tonneaux et d'une longueur de 20 mètres est devenue indispensable à court terme du fait de leur vétusté. La Pelagia, navire travaillant à la fois dans les domaines hauturiers et côtiers, qui n'a jamais donné satisfaction à ses utilisateurs du fait de ses qualités marines médiocres, devra également être réformée en 1987. Moyennant un redéploiement de la flotte hauturière existante, ces trois navires pourront n'être remplacés que par 2 navires côtiers de 25 à 30 mètres, d'un coût unitaire de 13 MF. Le premier devra être mis en chantier dès 1984 et le second en 1986.

Les équipements communs

Outre les navires et engins, le CNEXO met à la disposition de la communauté nationale un nombre croissant d'équipements permettant de répondre aux besoins des équipes scientifiques et d'assurer la valorisation maximale des bâtiments océanographiques.

Ces équipements scientifiques embarquables se caractérisent par une diversité et une sophistication croissantes, certains demandant un taux de renouvellement élevé (le taux de renouvellement moyen est de 20% par an impliquant le remplacement tous les 5 ans). Parmi les nouveaux équipements, figure un ensemble de sismique numérique multitraces qui sera acquis dès le début du PMT pour répondre aux besoins de la communauté nationale. Le financement de cet équipement est inscrit pour partie dans le budget des programmes "ressources minérales" et pour partie dans les moyens informatiques.

Au cours des années 1984-1988 un effort particulier devra être porté sur l'équipement de navigation des navires de la flotte afin d'accroître la précision du positionnement indispensable pour les travaux de bathymétrie ou de sismique. Le remplacement des équipements de détection de poissons des navires de recherche des pêches devenus obsolètes doit également être considéré comme une priorité.

# FLOTTE OCEANOLOGIQUE DE L'IFREMER AU 1.1.1983

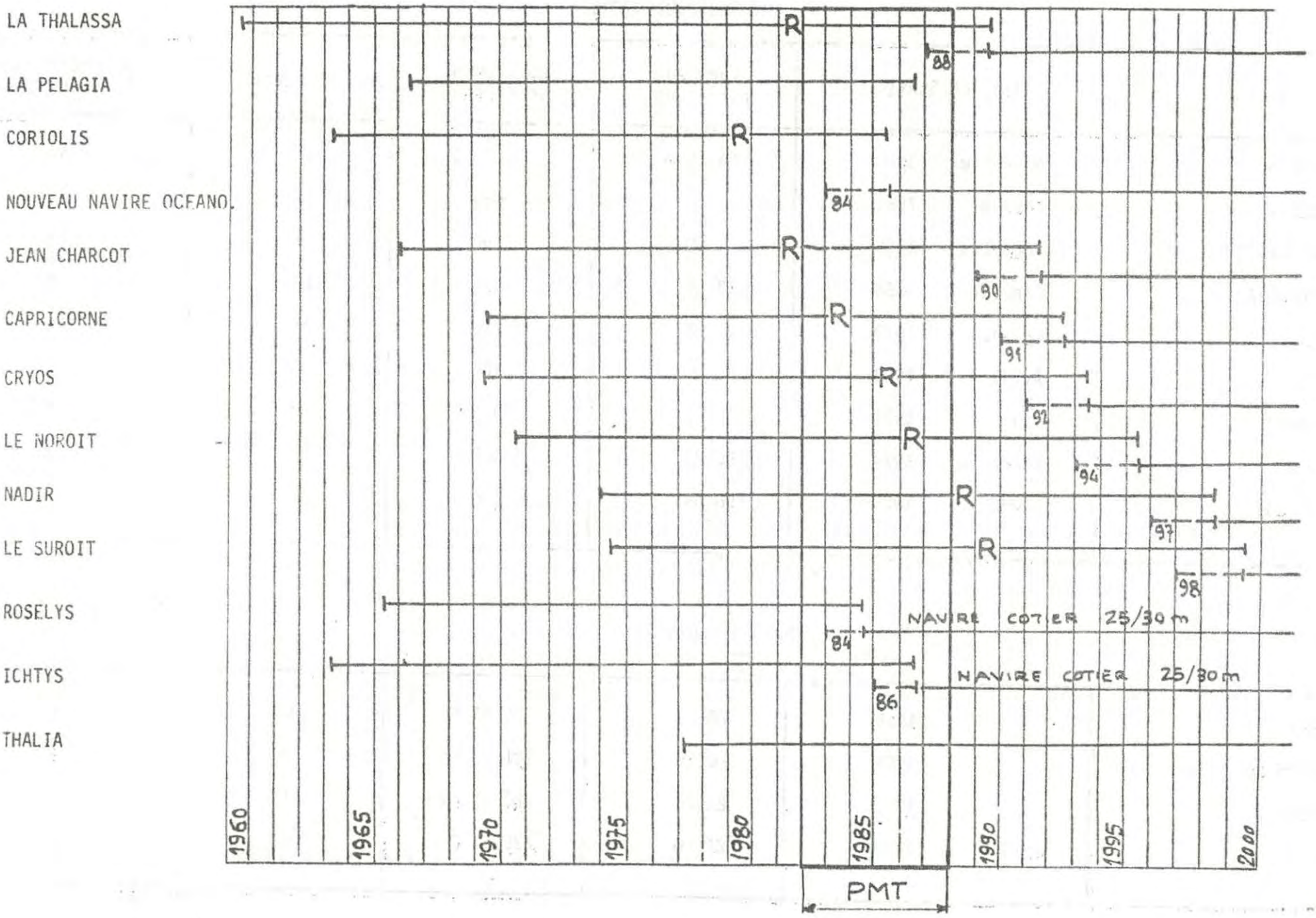
## NAVIRES HAUTURIERS

| NOMS | MISE EN SERVICE | Longueur hors tout | Déplacement en charge | Equipage | Scientifiques et techniciens |
|---|---|---|---|---|---|
| THALASSA | Novembre 1960 | 66,10 m | 1 500 T | 31 | 17 |
| CORIOLIS | Février 1964 | 37,50 | 460 | 19 | 10 |
| JEAN CHARCOT | Décembre 1965 | 74,50 | 2 200 | 48 | 22 |
| LA PELAGIA | Janvier 1966 | 32,55 | 397 | 12 | 6 |
| CAPRICORNE | Février 1970 | 46,55 | 710 | 27 | 12 |
| CRYOS | Avril 1970 | 48,70 | 800 | 22 | 9 |
| LE NOROIT | Juin 1971 | 50,55 | 940 | 20 | 10 |
| NADIR | Décembre 1974 | 55,75 | 2 050 | 14 | 15 |
| LE SUROIT | Avril 1975 | 56,34 | 1 100 | 22 | 13 |

## NAVIRES COTIERS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ICHTYS | 1964 | 20 | 70,93 TX | 6 | 2 |
| ROSELYS II | 1966 | 20,20 | 101 TX | 7 | 5 |
| TAINUI | 1973 | 21,36 | 120 TX | 7 | 5 |
| THALIA | Avril 1978 | 24,50 | 225 T. | 6 | 6 |

PLANIFICATION DES REFONTES ET CONSTRUCTIONS A LONG TERME



## 1.2 LE FONCTIONNEMENT DE LA FLOTTE

En matière de soutien des programmes, l'IFREMER supporte une charge financièrement lourde, de près de 20% de son budget total en 1983, pour les frais de fonctionnement de la flotte, moyens utilisés par l'ensemble de la communauté océanologique française (CNRS - Universités - ORSTOM - IFREMER, etc). Depuis 1975, les contraintes budgétaires, aggravées par le renchérissement du coût du fuel, ont pesé lourdement sur le fonctionnement de la flotte en faisant tomber le niveau d'activité moyen par navire et par an à moins de 200 jours. Dans le même temps, la demande d'utilisation des navires a tendance à augmenter ; le taux de satisfaction de la demande a donc fortement décru.

Pour la période 1983-1988, l'IFREMER propose un renforcement des moyens de fonctionnement de la flotte, qui lui permette :

- de relever le niveau d'activité des navires qui devrait remonter de 200 jours par navire et par an aux environs de 270 jours,

- de mettre en oeuvre le sous-marin SM 97 dès 1984. Ses performances en faisant un outil complémentaire du submersible CYANA, il est prévu d'armer simultanément ces deux engins. De façon à alléger la charge budgétaire correspondante, il conviendra de rechercher une valorisation plus complète des sous-marins scientifiques français dans le cadre de coopérations internationales prévoyant notamment un co-financement,

- de mettre en oeuvre le nouveau navire dont la construction est demandée en 84-85, cependant que les deux navires les plus anciens seraient retirés du service (le Coriolis en 1986 et la Pelagia en 1987).

## 2 - NAVIRE MINIER DE FORAGE FRANCO-ALLEMAND

Des études d'avant projet sont en cours depuis 1982 concernant un navire minier et de forage à grande profondeur dans le cadre d'une collaboration entre la firme française Foramer et la firme allemande Preussag avec le soutien de l'IFREMER et du Ministère Fédéral de la Recherche. Il s'agit-là d'un projet tout-à-fait exceptionnel qui permettrait de réaliser d'une part des opérations minières pilotes de longues durées jamais réalisées à ce jour (boues métallifères de la Mer Rouge, phosphorites en Nouvelle Zélande), nodules du Pacifique, d'autre part des opérations de forage par 3.000 m d'eau avec tube prolongateur et bloc d'obturation de puits, ce qu'aucun navire au monde ne peut faire aujourd'hui mais dont ont besoin tant les programmes pétroliers (Méditerranée profonde, côte est américaine) que les programmes scientifiques comme le souligne le rapport, établi à l'automne 1982, sur les sciences de la terre à la demande du gouvernement.

La construction d'un tel navire, dont le coût dépasse le milliard de francs, justifie son lancement en coopération. Mais une telle décision nécessite des assurances apportées par les futurs clients sur son plan de charge des cinq premières années et une incitation des Pouvoirs Publics sur la partie la plus innovante de ses équipements. Une participation française de 150 MF, pour la réalisation de ce navire, est programmée au titre du PMT.

## 3 - MOYENS D'ESSAIS

L'objectif des moyens d'essais est de mettre à la disposition des organismes ou sociétés impliqués dans la mise en valeur des océans un support de développement des technologies nouvelles. Les buts principalement poursuivis sont :

- les essais d'exploration pour tester des concepts,
- les essais de faisabilité à l'aide de maquettes,
- les essais d'évaluation sur un prototype pour estimer la valeur opérationnelle d'un matériel, en déterminer les performances et définir la série,
- les essais de recettes et d'étalonnage qui assurent le contrôle de la qualité des performances.

La création de nouveaux équipements doit répondre à des critères d'originalité et de complémentarité. L'évolution se fera dans la technicité : complexité des simulations, maîtrise des paramètres, précision des mesures et qualité de leur accès. Les domaines plus spécialement concernés sont :

- les hautes pressions ; réalisation d'un caisson général de grandes dimensions permettant des essais complexes (pressions, efforts, fatigue,...),
- les études hydrodynamiques ; la création d'un canal à circulation d'eau de mer permettant d'établir un courant stable dans une veine expérimentale de grand volume est nécessaire, tant aux études de capteurs, qu'aux essais d'équipements sous-marins remorqués ou à ceux de systèmes dépollueurs et de barrages.
- et enfin un bassin à houle adapté à l'étude des problèmes du génie océanique.

### 3.1. BASSIN D'ESSAI A HOULE

Beaucoup de progrès en matière de conception d'ouvrages maritimes, qu'il s'agisse de navires, de plates-formes pétrolières en mer ou de digues portuaires, passent par une meilleure connaissance des effets de la houle. Pour l'obtenir, il faut d'une part développer les modèles numériques, ce qui est possible avec les calculateurs

avancés, d'autre part vérifier des modèles dans des installations permettant de représenter les différents types de houle. Enfin, il est nécessaire de procéder à des essais directs sur des maquettes représentatives des ouvrages ou parties d'ouvrages.

Bien qu'ayant été à l'origine des premières études générales sur les générateurs de houle, la France ne dispose pas actuellement d'une installation moderne. Les études relatives aux plates-formes pétrolières en mer en particulier sont la plupart du temps confiées à des laboratoires étrangers. Notre recherche hydrodynamique prend donc du retard et nous risquons de nous trouver dans une situation de dépendance inacceptable dans un domaine aussi important.

Il est donc prévu de constituer dès à présent une solide compétence dans ce domaine par le rassemblement de spécialistes dont le principal outil de travail et de recherche sera un bassin multifonctions caractérisé par une génération de houle de haute qualité sur deux côtés pour une surface d'environ 800 m2 et une profondeur d'environ 10 à 15 mètres. Si cela est techniquement possible une génération de courant sera réalisée.

L'IFREMER a proposé de programmer cette action au COB au cours du PMT, des études de faisabilité de 1,5 MF étant lancées dès 1983. Le coût global d'un tel moyen est estimé à 100 MF.

Dans l'hypothèse où, à la faveur du déplacement du Bassin des Carènes - du Ministère de la Défense - il serait possible d'intégrer ce bassin à un centre d'essais et d'études hydrodynamiques moderne apte à satisfaire les besoins du génie océanique civil, l'IFREMER apporterait sa participation à sa création et à sa gestion.

Par ailleurs la nécessité d'élaborer un programme de recherche et de coordonner l'action des différents laboratoires apparaît indépendamment de ces hypothèses. L'IFREMER établira dès 1983 un projet dans cette voie.

## 4 - LES MOYENS INFORMATIQUES

La période 1983-1988 sera marquée par une évolution notable du parc informatique, liée à l'introduction des techniques nouvelles informatiques et au démarrage de nouveaux projets faisant largement appel à l'informatique.

Le réseau téléinformatique basé sur un ordinateur CII-HB IRIS 80/DPS7=70 installé à Brest sera développé pour répondre à un double objectif : offrir aux différents centres de l'Etablissement une "puissance de calcul informatique" (essentiellement une bibliothèque de logiciels océanologiques et des fichiers d'informations marines accessibles en ligne) ; faciliter la transmission d'informations entre les Centres, notamment en matière de gestion administrative, de communication et de bureautique. La fusion des deux organismes CNEXO et ISTPM va accélérer le processus déjà en cours. La mise en place du réseau nécessitera l'équipement du site central à Brest

et des différents Centres, notamment ceux de l'ISTPM pour lesquels un effort particulier est à entreprendre.

Seront disponibles sur ce réseau, les logiciels océanologiques développés dans le cadre des programmes décrits par ailleurs (calcul des structures, contourages automatiques, traitements classiques, etc), ainsi que les fichiers d'informations marines gérés par le Bureau National des Données Océaniques (BNDO), par l'intermédiaire de logiciels spécialisés (SGBD, MISTRAL,...). L'accès à ces ressources sera ouvert aux utilisateurs extérieurs, industriels ou universitaires.

Dans le domaine des équipements de mini-informatique scientifique embarqué et à terre, l'Etablissement met en place, dès 1983, une procédure destinée à faciliter le transfert progressif des applications actuelles et futures sur matériels français, ce qui impliquera un effort financier supplémentaire, ainsi que l'adaptation des compétences actuelles.

L'introduction progressive de méga-mini ordinateurs 32 bits sera un des évènements marquants durant la période 1983-1988. Ce type de matériel va permettre aux équipes de recherche scientifique et technique de développer des projets nouveaux, avec des moyens informatiques de grande puissance pour des coûts limités. Sont ainsi prévus, dans le cadre du plan, des moyens d'intérêt national tels qu'une cellule de traitement de données sismiques pour la communauté scientifique nationale, une extension significative du laboratoire de traitement d'images, une unité de calcul scientifique performant pour le démarrage des programmes de modélisation océanique liée à l'étude du climat.

En fin de plan, l'expérience acquise sur méga-mini ordinateur 32 bits et sur processeurs vectoriels associés, ainsi que le développement du programme d'océanographie physique, conduiront l'organisme à préparer l'acquisition d'un gros calculateur scientifique pour la modélisation numérique dans des domaines tels que la climatologie et la géophysique, importants consommateurs de calcul. Le passage à des gros calculateurs vectoriels est indispensable si la France veut se maintenir au niveau des grandes puissances océanologiques.

L'activité de traitement d'images et de systèmes graphiques va passer de la phase expérimentale à la phase opérationnelle, avec application de ces techniques nouvelles à différents programmes : données de satellite pour la cartographie thématique côtière et l'aide à la pêche, données de sonar, données de vidéo sous-marine, reconnaissance de formes en biologie, données de sismique. L'organisme étudie les possibilités d'utiliser, vers 1985, des équipements spécialisés associés à ces techniques (mémoires-images ; processeurs temps-réel) de conception et fabrication françaises. Les applications envisagées devraient conduire en fin de plan à des acquisitions d'équipements spécialisés et consacrés à des activités opérationnelles routinières.

La période 1983-1988 verra également l'introduction intensive des microprocesseurs dans différents domaines : numérisation des capteurs et des instruments de mesures à la mer ; acquisitions et traitements complexes en temps réel à bord des navires ; distribution de l'énergie informatique pour traitements divers à bord des navires ; communications et transmissions des données entre navires, bouées et centres à terre par le relais de satellites.

En conclusion, on constate que des évolutions importantes dans la physionomie du parc informatique sont à prévoir.

A la notion de moyen national informatique avec grande puissance informatique centralisée, des années 1970, se substitue progressivement une vision plus différenciée, plus répartie, grâce à l'évolution des techniques telles que les réseaux, les microprocesseurs, les ordinateurs de bureau et mini-ordinateurs dans les laboratoires. La gamme méga-mini 32 bits va permettre le démarrage d'unités spécialisées pour le traitement de gros volumes de données spécifiques (satellites, images sous-marines, sismique,...).

## 5 - L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE EN OCEANOLOGIE

Parmi les grands programmes inscrits dans la Loi d'orientation et de programmation pour la recherche et le développement technologique de la France figure le programme mobilisateur "promotion du français langue scientifique et diffusion de la culture scientifique et technique". Les principaux objectifs de ce programme mobilisateur concernent l'amélioration de l'accès aux sources d'information, le développement de l'édition scientifique et technique française, et le renforcement des centres régionaux.

Dans le domaine de l'océanologie, la collecte et la diffusion de l'information scientifique et technique sont d'une importance particulière. Les principales raisons en sont :

. le coût élevé des campagnes à la mer pour la collecte des données ;

. la pluridisciplinarité des travaux de recherche et d'exploration marine ;

. la grande variabilité spatiale et temporelle des phénomènes à observer.

Dès les années 1970 l'Etablissement a mis en place un centre d'information scientifique et technique en océanologie à Brest, le Bureau National des Données Océaniques (BNDO). Le BNDO gère une banque de données numériques et un centre de documentation, à la disposition de l'ensemble de la communauté française.

Les banques et bases de données et de documentation

La période 1983/1988 sera marquée dans ce secteur par des modifications sensibles liées :

- à l'évolution des techniques informatiques de la gestion de l'information qui vont offrir des possibilités nouvelles aux utilisateurs. Ceux-ci, par exemple pourront avoir un accès direct aux informations (principalement les inventaires, les indexes et les catalogues), interroger les fichiers à distance grâce aux réseaux de transports de données, aux capacités de stockage de l'information sur disques et aux langages d'interrogation de plus en plus élaborés. Un effort majeur sera entrepris pour tirer le meilleur profit de ces techniques nouvelles, notamment pour faciliter la recherche d'informations à caractère pluridisciplinaire dans les études sur l'environnement océanique ;

- à la diversification de la demande d'informations marines due à l'apparition de nouveaux groupes d'utilisateurs (techniciens pour les rejets de déchets en mer, responsables de projets de recherche nationaux tels que l'étude de la dynamique du climat, politiciens et juristes pour le droit de la mer, etc) ;

- aux performances croissantes des instruments de mesure (satellites, sonars,...) qui nécessitent la mise en place de gros moyens d'archivage et de traitement adaptés, pour assurer la dissémination des informations collectées à grands frais (informations primaires mais aussi informations élaborées pour utilisateurs secondaires).

Pour atteindre ces objectifs l'IFREMER renforcera ses équipes de spécialistes en information et documentation océaniques, et s'équipera de moyens techniques et informatiques puissants et de technologies modernes (réseaux téléinformatiques, logiciels de gestion de bases de données et de cartographie marine, vidéotext,...).

Les publications scientifiques

Dans le domaine de l'édition scientifique et technique, l'IFREMER assure, seul ou en association avec d'autres organismes, l'édition de deux revues scientifiques primaires (une revue pluridisciplinaire d'océanographie de niveau international et une revue spécialisée dans le domaine de l'halieutique et de l'aquaculture), d'une revue de vulgarisation destinée aux professionnels de la pêche et des cultures marines, et d'un ensemble de publications sans périodicité régulière (Rapports Scientifiques et Techniques, Rapports Juridiques et Economiques, Résultats de Campagnes à la Mer, Actes de Colloques, Travaux du COB).

Une politique d'amélioration de la qualité des revues primaires et de vulgarisation sera poursuivie pour accroître leur impact et, par conséquent, leur diffusion. Concernant les séries à périodicité irrégulière, la politique envisagée passe par un regroupement de certains titres, et la définition de procédures d'examen des manuscrits proposés. Une réflexion particulière concernera les campagnes à la mer, dont les principaux résultats doivent être publiés rapidement. Un inventaire systématique des publications internes ("littérature grise"), actuellement imparfaitement réalisée, permettra une meilleure valorisation tant interne à l'Etablissement qu'à l'extérieur. Enfin, l'IFREMER continuera d'assurer l'édition des compte rendus d'activité annuelle des organismes de recherche en océanologie.

MOYENS ET EQUIPEMENTS D'INTERET NATIONAL

| MF 1983 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL 83 - 88 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FLOTTE OCEANOLOGIQUE | | | | | | | |
| Constructions et équipements | | | | | | | |
| . Refontes | 1,2 | 8 | | 7 | 8 | | 24,2 |
| . Navires côtiers | | 13 | | 14 | | | 27 |
| . Navires hauturiers | 1,2 | 120 | 80 | | | 30 | 231,2 |
| . Equipements | 11,9 | 11,2 | 14,2 | 16,5 | 16,5 | 14,5 | 84,8 |
| Fonctionnement de la flotte | 120,5 | 125 | 137 | 156 | 158 | 158 | 854,5 |
| NAVIRE FRANCO-ALLEMAND | | | 50 | 50 | 50 | | 150 |
| MOYENS D'ESSAIS | | | | | | | |
| . Equipements | 1,1 | 2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 13,1 |
| . Bassins à houle | 1,5 | 35 | 50 | 15 | | | 101,5 |
| INFORMATIQUE | 15,9 | 20,6 | 22,8 | 23 | 23,7 | 25,5 | 131,5 |
| INFORMATION | 0,1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,3 | 0,5 | 3,4 |
| AVION OCEANOGRAPHIQUE | | | 5 | 2 | | | 7 |
| TOTAL..... | 153,4 | 335,8 | 362 | 287 | 259 | 231 | 1628,2 |

## CHAPITRE VI : FONCTIONNEMENT ET INVESTISSEMENTS DES CENTRES

Ce chapitre représente la synthèse financière des crédits d'investissements non imputables aux programmes et des crédits de fonctionnement, indispensables à l'Etablissement pour assumer les missions qui lui ont été confiées.

### 1 - FRAIS DE PERSONNEL

Les prévisions de dépenses de frais de personnels sont établies sur une hypothèse de croissance des effectifs de 340 postes budgétaires dans les cinq prochaines années, faisant passer le nombre de postes budgétaires autorisés de 1010 en 1983 à 1350 en 1988. Le profil de croissance annuel retenu est le suivant :

| | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| accroissement des effectifs | | 80 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| nombre de postes budgétaires autorisés | 1010 | 1090 | 1155 | 1220 | 1285 | 1350 |

Les nouveaux effectifs correspondent à un développement des activités opérationnelles de l'organisme dans les domaines de la technologie marine (110 postes sur la durée du plan), des ressources vivantes (100 postes), des ressources minérales (30 postes), de la gestion du milieu (40 postes), de l'océanographie physique (15 postes), des banques et bases de données et de documentation (10 postes), et à 35 postes d'accompagnement pour la logistique et l'administration.

Les dépenses de personnel indiquées dans ce chapitre ne tiennent pas compte des agents rémunérés par des ressources propres ou les agents des filiales de l'Etablissement, à savoir :

. 60 agents du contrôle sanitaire rémunérés par la taxe parafiscale,

- 51 agents sur ressources propres, qui seront intégrés dans les effectifs de l'Etablissement, mais dont le financement est assuré.

- 15 agents du GIP "nodules",

- 344 marins du GIE CENAVIR qui assure l'armement et la gestion de la flotte océanologique,

- 50 agents de la société France-Aquaculture.

2 - FONCTIONNEMENT DES CENTRES

Les crédits inscrits sous cette rubrique sont destinés à couvrir les dépenses liées au fonctionnement général des différents Centres : achats de petits matériels, carburants, travaux entretien, frais de PTT, frais de gestion,...

Leur augmentation a été calculée pour tenir compte de l'incidence de l'accroissement des effectifs, de l'évolution des programmes, ainsi que des constructions nouvelles.

3 - EQUIPEMENT DES CENTRES

Cette rubrique regroupe les dépenses de renouvellement de matériel des services généraux et les opérations immobilières nécessaires au développement des programmes. Ces dernières, en cohérence avec les augmentations d'effectifs, comprennent principalement :

- achèvement de l'extension des capacités d'accueil de la BOM aux engins habités et inhabités,

- la construction du nouveau Centre à La Rochelle,

- l'extension des bâtiments de Nantes et de Sète,

- la construction de petits laboratoires en Guyanne, à La Réunion et à la Martinique,

- la réalisation d'un centre d'information et de documentation,

- la construction de bâtiments à Brest pour les équipes installées dans d'anciennes baraques de chantier.

FONCTIONNEMENT ET INVESTISSEMENT DES CENTRES

| MF 1983 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL 83 - 88 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frais de personnel, impôts | 193,4 | 221,5 | 238,9 | 257,5 | 273,4 | 292 | 1476,7 |
| Fonctionnement des Centres | 28,4 | 31 | 32,1 | 33 | 33,3 | 33,5 | 191,3 |
| Equipement des Centres | 19,3 | 34,5 | 24 | 24,5 | 21,3 | 21,5 | 145,1 |
| TOTAL..... | 241,1 | 287 | 295 | 315 | 328 | 347 | 1813,1 |

# CHAPITRE VII : RELATIONS AVEC LES COMMUNAUTES SCIENTIFIQUES NATIONALES ET INTERNATIONALES

## 1 - L'IFREMER ET LES ORGANISMES DE RECHERCHE FONDAMENTALE

Les relations de l'IFREMER avec la communauté scientifique nationale (laboratoires de recherche océanographique des Universités et du CNRS coordonnés par le PIRO, ORSTOM, INRA, etc.) correspondent à deux motivations distinctes :

- l'IFREMER, responsable de la gestion des moyens lourds nationaux, en particulier la flotte de surface, les submersibles d'exploration et les grands réseaux d'observation apporte aux équipes de recherche fondamentale les outils indispensables à la réalisation de la plupart des programmes de recherche océanographique ;

- l'IFREMER dans le cadre de sa responsabilité générale dans le domaine de la recherche finalisée, fait largement appel au concours d'équipes extérieures à travers des procédures contractuelles pour la réalisation des programmes. La présence au sein de l'IFREMER d'équipes propres de recherche constitue un élément de liaison indispensable.

La création effective en 1984 de l'IFREMER conduit à accentuer ces relations, en particulier pour la dernière catégorie insuffisamment développée dans le domaine de la recherche halieutique jusqu'à présent.

Soucieux de parvenir à une clarification des procédures et à une fédération plus efficace des compétences et des moyens, l'IFREMER prépare un accord-cadre avec le PIRO. Cet accord prévoit notamment la définition conjointe de programmes prioritaires d'intérêt commun dont la maîtrise d'oeuvre, fonction de la compétence des partenaires et de la finalité des programmes, sera confiée à l'un ou l'autre organisme. La politique d'agence d'objectifs en matière de programmes à caractère finalisé que l'IFREMER conduit sera également renforcée à travers une concertation préalable.

De manière plus générale, la création d'un Comité des programmes scientifiques de l'IFREMER, composé de personnalités scientifiques extérieures à l'établissement avec la participation de représentants élus du personnel, et aux travaux duquel seront associés des responsables des principaux organismes concernés (PIRO et ORSTOM), permettra d'organiser la consultation de la communauté nationale sur les principaux éléments de la politique scientifique de l'établissement :

rôle d'agence d'objectifs et politique d'incitation, politique d'utilisation des moyens navals. Sur ce dernier aspect, il est indispensable de parvenir à une procédure qui garantisse les résultats des travaux d'évaluation des programmes effectués par chaque organisme utilisateur, tout en permettant d'aboutir à l'interclassement des programmes des divers organismes demandeurs dans le respect des grands équilibres entre discipline scientifique et nature des recherches. Ce Comité des programmes scientifiques procédera également à l'évaluation périodique des résultats des programmes scientifiques.

L'IFREMER est chargé d'assurer la représentation française dans un certain nombre d'organisations internationales telles que la Commission Océanographique Intergouvernementale, la Conseil International pour l'Exploitation de la Mer, la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée. A ce titre, il participe à la réalisation des projets nationaux qui s'inscrivent dans les grands programmes internationaux, et apporte son soutien aux équipes extérieures qui interviennent dans ces programmes selon des modalités diverses. Il s'agit par exemple de IPOD, WCRP, BIOMASS dans l'Antarctique, IREX (International Recruitment Experiment), etc.

## 2 - COOPERATION INTERNATIONALE

Parmi ses missions, l'IFREMER a en charge la conduite d'actions de coopération avec des organismes étrangers exerçant leur activité dans le domaine de l'exploration de la mer et de l'exploitation de ses ressources. Actuellement, des coopérations significatives sont conduites avec les Etats-Unis, l'Allemagne Fédérale, l'Indonésie, la Corée et le Japon. L'Etablissement est également associé à l'élaboration des accords de coopération intergouvernementaux ou internationaux, ce qui le conduit à participer, avec le Ministère des Relations Extérieures, aux travaux de plusieurs organisations internationales (Commission Océanographique Intergouvernementale, Conseil International pour l'Exploration de la Mer, Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer méditerranée, Convention sur le Droit de la Mer, etc), dont les programmes sont susceptibles d'influer sur les options de la politique océanologique nationale.

Etant donné la multiplicité des sollicitations, des choix sont nécessaires. L'IFREMER privilégiera d'une part certains secteurs thématiques et d'autre part des régions géographiques ou des pays particuliers.

### 2.1. THEMES DE COOPERATION

Au plan scientifique et technologique, les secteurs prioritaires sont :

- la recherche halieutique qui s'avère indispensable dans de nombreuses régions où la France est susceptible de bénéficier de droits de pêche ;

- l'aquaculture pour laquelle la demande extérieure est très forte, en particulier en provenance des pays en voie de développement des régions tropicales ;

- les études littorales d'environnement marin, domaine dans lequel l'IFREMER occupe aujourd'hui une des premières places au plan international ;

- les technologies marines où les retombées économiques pour l'industrie française paraissent certaines ;

- les ressources minérales avec des initiations d'activités à caractère industriel et commercial, favorisant dans la mesure du possible des intérêts français ;

- les campagnes à la mer, qui permettent notamment de valoriser les navires, équipements et moyens d'intervention sous-marine français, en allégeant la charge budgétaire correspondante.

## 2.2. LES PAYS PRIORITAIRES

Sur le plan géographique, les perspectives de développement des activités de coopération concernent :

- les USA ; les liens noués depuis 10 ans sont maintenant solides et la coopération a perdu tout caractère formel pour devenir un processsus d'échanges et d'actions conjointes, enrichissant pour les deux parties. La géologie et la géophysique des grands fonds marins, les opérations sous-marines à grande profondeur, dans le Pacifique en particulier, constituent un axe important ;

- le Japon ; un accord formel est en vigueur depuis quelques années, mais il n'est pas aisé de le traduire en actions concrètes et soutenues dans le temps, en raison des difficultés de communication et de distance. La coopération avec ce pays ira en s'accentuant à l'occasion de la préparation de l'opération commune d'exploration en sous-marins (SM-97) du fossé de subduction japonais, actuellement projetée pour 1985 et qui sera précédée en 1984 d'une campagne du Jean Charcot ;

- la RFA ; initier une coopération européenne en océanologie ou du moins mettre en place les conditiions favorisant la poursuite de cet objectif, doit constituer un des axes majeurs de la politique de relations internationales pour les années à venir. C'est vraisemblablement l'instauration d'une coopération bilatérale avec la RFA qui est le catalyseur le plus apte à déclencher ce processus. Les sujets de coopération qui aujourd'hui apparaissent les plus porteurs d'avenir et les plus mobilisateurs sont la géologie des grands fonds, axée sur l'emploi en commun des submersibles français (Cyana, puis SM-97) et, ultérieurement, le programme de forage minier ;

Une association franco-allemande constituerait un pôle d'attraction qui pourrait amener la participation d'autres pays d'Europe, et sur lequel d'autres sujets se développeraient graduellement ;

- le Canada ; un projet de coopération dans le domaine de la technologie sous-marine est en cours d'élaboration. Il permettra de diversifier les compétences françaises en robotique pour les besoins de l'exploration et de l'exploitation pétrolières dans l'Arctique, avec la mise au point de nouvelles technologies à haute sécurité, sans intervention de plongeur, et la réalisation de moyens de contrôle et d'inspection ;

- l'Indonésie ; la coopération avec les pays en voie de développement répond à une nécessité scientifique permettant d'élargir le champ d'étude des ingénieurs et des chercheurs français à des domaines de grand intérêt, comme par exemple les placers d'étain en Indonésie, la mangrove dans les pays de la ceinture tropicale. Première coopération d'envergure menée avec un pays en voie de développement, la coopération menée avec l'Indonésie sera développée dans les domaines de la prospection de l'étain, de la pêche, de l'aquaculture et de l'aménagement du littoral, où apparaît déjà la perspective de prolongements commerciaux ;

- la Corée ; cette coopération déjà ancienne se poursuivra dans les domaines de la pêche et de l'aquaculture sur des sujets touchant à l'organisation de la profession, les techniques d'élevage (cages, récifs artificiels, élevage extensif,...) et sur les possibilités de transferts d'espèces ;

- le Brésil et la Chine ; des pourparlers sont actuellement en cours avec ces deux pays. Ils pourraient rapidement aboutir à des actions de coopération.

## 2.3. LES ORGANISMES INTERNATIONAUX

La présence française sera renforcée au sein des grands organismes internationaux (COI et CIEM en priorité). Cette volonté implique une meilleure organisation et un meilleur encadremeent de la participation des équipes françaises au niveau des organismes exécutifs ou des groupes de travail. Une réflexion est en cours, en liaison avec le Ministère des Relations Extérieures et le PIRO, afin de déterminer les axes d'actions.

## LISTE DES SIGLES

| | |
|---|---|
| AFERNOD : | Association Française pour l'Etude de la Recherche des Nodules. |
| ANVAR : | Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche. |
| AODP : | Advanced Ocean Drilling Program. |
| ARAE : | Association de Recherche sur l'Action des Eléments. |
| ARBEM : | Association de Recherche sur le Béton en Mer. |
| ARMSM : | Association de Recherche en Mécanique des Sols Marins. |
| ASE : | Agence Spatiale Européenne. |
| ATP : | Action Thématique Programmée. |
| BNDO : | Bureau National des Données Océaniques. |
| BOM : | Base Océanologique de Méditerranée. |
| BRGM : | Bureau de Recherches Géologiques et Minières. |
| CEA : | Commissariat à l'Energie Atomique. |
| CEBTP : | Centre Expérimental de Recherche et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics. |
| CEDRE : | Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux. |
| CEE : | Commmunauté Economique Européenne. |
| CEMAGREF : | Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. |
| CIEM : | Conseil International pour l'Exploration de la Mer |
| CNRS : | Centre National de la Recherche Scientifique. |
| COB : | Centre Océanologique de Bretagne. |
| COI : | Commission Océanographique Intergouvernementale. |

| | |
|---|---|
| DMN : | Direction de la Météorologie Nationale. |
| EDF : | Electricité de France. |
| FOCAL : | Programme "Français-Ocean-Climat-Atlantique-Equatorial". |
| FSH : | Fonds de Soutien aux Hydrocarbures. |
| GENAVIR : | Groupement d'Intérêt Economique pour la Gestion des Navires Océanologiques. |
| GERMINAL : | Groupe d'Etude et de Recherche de Minéralisations au Large. |
| GIP : | Groupement d'Intérêt Public. |
| GRECO : | Groupe de Recherches Coordonnées. |
| IFP : | Institut Français du Pétrole. |
| INRA : | Institut de la Recherche Agronomique. |
| IRCN : | Institut de Recherche de la Construction Navale. |
| IPOD : | International Phase of Ocean Drilling. |
| NOAA : | National Oceanographic and Atmospheric Administration. |
| NSF : | National Science Foundation. |
| OCDE : | Organisation de Coopération et de Développement Economique. |
| ORSTOM : | Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. |
| PIRO : | Programme Interdisciplinaire de Recherches en Océanographie. |
| PLA : | Préleveur Libre Autonome. |
| PNEDC : | Programme National d'Etude de la Dynamique du Climat. |
| RNO : | Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin. |
| SAR : | Synthetic Aperture Radar (radar à ouverture de synthèse). |

| | |
|---|---|
| SGE/TPI : | Société Générale d'Entreprises pour les Travaux Publics et Industriels. |
| SGTE : | Société Générale de Technique et d'Etudes. |
| SNEA/P : | Société Nationale Elf-Aquitaine/Production. |
| SPOT : | Satellite Probatoire pour l'Exploration de la Terre. |
| UBO : | Université de Bretagne Occcidentale. |
| ZEE : | Zones Economiques Exclusives. |
| WCRP : | World Climate Research Program. |