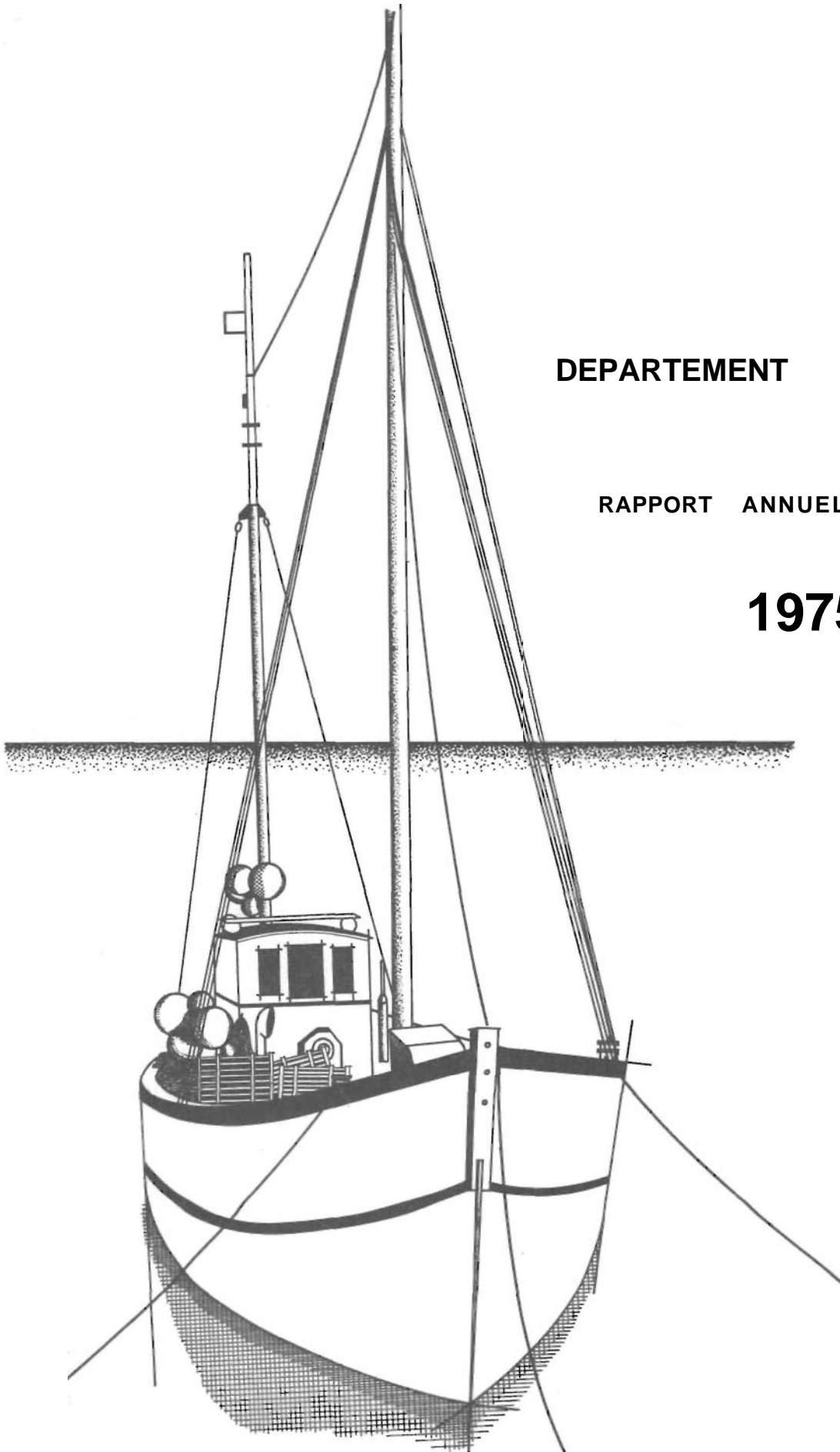


Centre Océanologique de Bretagne

DEPARTEMENT SCIENTIFIQUE

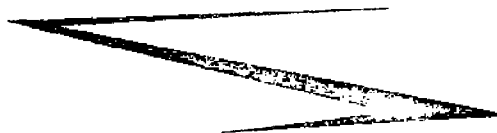
RAPPORT ANNUEL D'ACTIVITE

**1975**



CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS

CENTRE OCEANOLOGIQUE DE BRETAGNE



DEPARTEMENT SCIENTIFIQUE

RAPPORT ANNUEL D'ACTIVITE

1/11/1974 - 31/10/1975



BREST, 20 NOVEMBRE 1975

## S O M M A I R E

I - PARTIE GENERALE	
1. Organisation .....	1
2. Programmes de recherches .....	4
3. Activités à la mer .....	6
4. Effectifs .....	10
5. Colloques et activités extérieures .....	14
6. Liste des publications .....	16
II - SECTION MILIEU SOLIDE.	
Equipes de Géophysique et Géologie structurale et de Lithologie et Géochimie .....	25
III - SECTION MILIEU VIVANT	
Equipe d'Ecologie marine .....	38
Equipe d'Aquaculture .....	49
Unité Pêche .....	56
IV - SECTION MILIEU FLUIDE	
Equipe d'Océanographie physique .....	60
Unité Chimie et Molysmologie .....	66
V - EQUIPE D'INSTRUMENTATION SCIENTIFIQUE .....	67

## I - PARTIE GENERALE



### 1. ORGANISATION.

L'organisation générale du Département scientifique n'a pas subi de modifications importantes au cours de l'année 1975. Cependant, comme le montre l'organigramme, il a été possible de mettre en place les premiers éléments de la future équipe de Chimie et Molysmologie déjà envisagée en 1974, grâce au recrutement d'un chercheur confirmé, M. J.L. MARTIN et de quatre autres personnes (2 ingénieurs et 2 techniciens) travaillant également dans le cadre du programme "Cuivre en rade de Brest". La définition organique précise de l'unité n'est pas encore fixée, pas plus que son rattachement à une section. D'autre part, dans le cadre de la création d'un Service d'Exploitation des Ordinateurs au Centre Océanologique de Bretagne, l'ordinateur I.B.M. 1130 du Département scientifique a été rattaché à ce Service, ainsi que la pupitreuse qui en assurait jusqu'ici l'exploitation.

#### 1.1. Organisation fonctionnelle.

La définition et la mise en application au cours de l'année 1975 de la notion d'opération au niveau de la Direction des Programmes du CNEXO a eu d'importantes répercussions à l'échelle du Département : sur les 36 opérations retenues pour 1975, 8 d'entre elles ont été pilotées par des chercheurs du Département (soit près du quart). Dans quelques cas, la responsabilité organique à l'intérieur du Département et la responsabilité fonctionnelle vis-à-vis des opérations se confondent ; dans d'autres cas, ces deux missions sont disjointes. Après quelques difficultés pratiques lors de la mise en place de la nouvelle procédure, les choses ont dans l'ensemble fonctionné normalement.

#### 1.2. Antennes.

Il n'y a aucune modification à signaler dans ce domaine. Le projet de création d'une antenne de Géochimie envisagée depuis plus de deux ans n'a pu encore être concrétisé. L'Antenne de l'O.R.S.T.O.M. s'est par contre notablement développée au cours de l'année 1975, et compte actuellement une dizaine de personnes. Cette Antenne non intégrée au Département scientifique a été installée physiquement dans une partie des locaux libérés dans le laboratoire de Biologie et Ecologie marine par la mise en service du premier étage. Cette proximité physique contribuera au développement d'activités menées en collaboration dans le cadre des programmes annuels.

#### 1.3. Constructions nouvelles.

Les deux chantiers ouverts en 1974 ont été achevés au cours de l'été 1975 : ils comprennent d'une part la surélévation d'un étage du bâtiment de biologie, soit 1 000 m<sup>2</sup> supplémentaires, et d'autre part un nouveau bâtiment, le bâtiment Lithothèque, de plus de 2 000 m<sup>2</sup> de surface totale. Ce bâtiment comprend tout d'abord au rez-de-chaussée la lithothèque proprement dite, dont la gestion est confiée au B.R.G.M. ; une nouvelle unité créée au cours de l'année et indépendante du Département scientifique,

.../...

la Section de Géologie appliquée, y a également été installée. Le premier étage est presque totalement destiné au Département scientifique ; l'équipe de Lithologie et Géochimie y est installée, et des locaux sont réservés pour le développement de l'unité de Chimie et Molysmologie. Pour des raisons budgétaires, la commande de la plus grande partie des équipements mobiliers techniques et classiques de ce bâtiment a été retardée jusqu'à présent.

Il faut enfin signaler l'entrée en service du bâtiment construit par le Ministère de l'Agriculture pour accueillir le Laboratoire de Pathologie des animaux aquatiques. Les travaux actuellement poursuivis dans ce laboratoire intéressent directement les programmes d'aquaculture du Département.

ORGANIGRAMME DU DEPARTEMENT SCIENTIFIQUE

Chef du Département  
L. LAUBIER

Conseil du Département

Secrétaire Administratif  
J. CORNEC

SECTIONS :

MILIEU SOLIDE

MILIEU FLUIDE

MILIEU VIVANT

RESPONSABLES  
SCIENTIFIQUES :

G. PAUTOT

J.L. HYACINTHE

L. LAUBIER

EQUIPES :

Géophysique  
et Géologie  
structurale

Lithologie  
et Géochimie

Physique

Ecologie

Aquaculture

Pêche

Instrumentation

CHEFS D'EQUIPE :

J.C. SIBUET

H. BOUGAULT

A. CAVANIE

L. LAUBIER

M. L'HERROUX

J.C. DAO

P. JUHEL

EFFECTIF TOTAL  
au 31.10.1975 :

16

14

13

26

24

4

12

UNITE CHIMIE et MOLYSMOLOGIE

Effectif : 1

## 2. PROGRAMMES DE RECHERCHE.

Les programmes de recherche poursuivis en 1975 par les différentes équipes du Département montrent une évolution assez sensible par rapport aux années précédentes. Ainsi, les études à caractère saisonnier poursuivies depuis 1973 en matière d'océanographie physique et d'écologie benthique abyssale dans le Golfe de Gascogne se sont terminées fin 1974 ; l'effort important consacré aux études de la croûte océanique en 1974 a été réduit en 1975, les recherches sur les marges continentales représentant cette année la partie la plus importante des programmes en géophysique et géologie structurale. Enfin, le développement des recherches sur les écosystèmes perturbés constitue d'autre part une nouveauté importante.

### 2.1. Domaine du profond.

A l'échelle de l'océan Atlantique, les programmes poursuivis concernent cette année la section Milieu solide et l'équipe d'Ecologie. Du point de vue géologique et géophysique, et par rapport à l'année 1974, il faut souligner un effort de recherche accru vers les marges continentales, au moins en ce qui concerne l'activité à la mer : le programme FAMOUS d'étude de la ride médio-atlantique est cette année en phase de dépouillement au laboratoire. Les programmes d'étude des marges continentales passent par la mise au point de techniques nouvelles (enregistreurs posés sur le fond, appareil de mesure du flux géothermique) et par la réalisation d'une série de campagnes depuis la Mer de Norvège jusqu'à la marge ibérique. Un des objectifs poursuivis cette année réside dans la définition des caractéristiques géophysiques et géologiques au contact de la croûte océanique et la croûte continentale. Des études locales intégrées permettent d'envisager la construction d'un modèle des marges passives. L'entrée de la France dans le programme international de forages océaniques IPOD a représenté un élément essentiel pour la section Milieu solide : participation à différents comités et ateliers de travail, campagnes de reconnaissance de sites, campagnes à bord du Glomar Challenger. En Ecologie, la réalisation d'une campagne d'étude des communautés benthiques abyssales des grands bassins profonds de la Mer de Norvège, en collaboration avec la Suède, représente en quelque sorte un programme de transition dans le domaine abyssal. La Mer de Norvège, pratiquement inexplorée au-delà de 1 000 mètres depuis les grandes expéditions de la fin du siècle dernier, constitue un domaine privilégié pour ce type de campagne d'exploration à grande échelle.

Dans l'océan Pacifique, le domaine des nodules polymétalliques a, comme en 1974, fait l'objet d'un programme de recherche. La zone d'intérêt s'est déplacée vers le nord. L'environnement sédimentaire et hydrologique des zones à nodules a permis de proposer un modèle de formation des nodules, en liaison avec plusieurs laboratoires extérieurs. Pour tester ce modèle, une campagne a été effectuée au cours de laquelle il a été possible de travailler au fond avec une précision compatible avec le problème à résoudre.

Enfin, les études structurales du bassin occidental de Méditerranée et de son contact avec l'Atlantique sont entrées dans une phase d'interprétation générale précisant notamment la continuité du bassin occidental et de la Mer d'Alboran, et l'établissement d'une marge active en bordure de l'Afrique du Nord.

Le long des côtes nord-ouest africaines, le programme d'éco-physiologie du plancton a fait l'objet d'une campagne destinée à étalonner les indices physiologiques basés sur la mesure des activités spécifiques de certaines enzymes par rapport aux méthodes plus traditionnelles (mesure du taux de grazing et de la consommation d'oxygène). Les résultats obtenus ont confirmé l'intérêt et la représentativité de la méthode originale développée depuis quelques années.

Les activités liées à la flottille germonière franco-espagnole ont été poursuivies, et des essais de pêche à partir d'une annexe de petite dimension ont été tentés. Simultanément, à la faveur d'une collaboration avec des chercheurs de Hambourg, des essais en vraie grandeur de pêche d'Euphausiacés ont permis de ramener près de 6 tonnes de "krill atlantique", qui font actuellement l'objet de divers essais d'utilisation en alimentation animale. La réalisation de la dernière campagne d'étude de la variabilité saisonnière au mois de décembre 1974 a marqué la fin du programme PHYGAS dans sa première définition. Une orientation nouvelle portant sur l'étude de détail de zones réduites s'est matérialisée en fin d'été avec une campagne d'étude détaillée d'une zone frontale située en Iroise.

## 2.2. Domaine littoral.

Dans ce domaine, les programmes poursuivis concernent l'océanographie physique et la section Milieu vivant. En océanographie physique, l'étude de l'action de la houle entreprise à Crozon a été poursuivie, et une autre campagne a été réalisée récemment au nord de l'embouchure de l'Adour. Bien qu'elles soient encore à l'heure actuelle au stade de la définition de projet, les études en matière d'énergie thermique des océans constituent une orientation nouvelle, dont le développement est prévu pour les prochains mois sur les côtes languedociennes.

L'étude des écosystèmes marins perturbés représente une voie de recherche qui s'est rapidement développée en 1975 dans plusieurs directions. Il faut tout d'abord mentionner le domaine du traitement des données écologiques par différentes méthodes d'analyses multivariées ; les exemples retenus sont d'une part la souille expérimentale de baie de Seine (dragages d'agrégats marins), d'autre part et surtout les données recueillies au cours de programmes annuels sur les sites des futures centrales thermonucléaires littorales. D'autre part, un premier programme d'étude des incidences d'une pollution métallique par peintures antifouling en rade de Brest a été entrepris au cours de l'année ; il comporte trois volets différents, depuis l'aspect purement géochimique jusqu'à l'analyse physiologique des effets de fortes teneurs, en passant par la recherche des mécanismes de pénétration dans l'organisme.

Le programme de captage de naissain de coquilles St Jacques entrepris depuis 1973 a cette année donné des résultats satisfaisants, et a en outre permis d'enregistrer des fixations très importantes de pétoncles, constatation qui peut conduire à certaines applications. En même temps, les travaux de dynamique des populations de coquilles St Jacques ont permis de proposer certaines mesures conservatoires. Dans le domaine de la pêche de langoustines de Bretagne sud, il a été possible de mettre au point un modèle mathématique de simulation basé sur l'estimation de la croissance moyenne en fonction de la fréquence des mues. Ce modèle est évidemment susceptible d'importantes généralisations, aussi bien d'un point de vue pratique (gestion rationnelle des stocks de grands Crustacés) que d'un point de vue théorique.

.../...



### 2.3. Aquaculture.

Les programmes poursuivis cette année comportent certaines orientations nouvelles. Tout d'abord, les résultats acquis depuis deux ans sur l'ormeau jusqu'à une taille compatible avec une vie sur parc conduisent à préconiser la réalisation d'un module de production (50 000 ormeaux/an) qui pourrait, selon les résultats de croissance, préfigurer une éclosérie de production. Par ailleurs, dans le domaine des Poissons plats, les essais de reproduction de la sole ont donné d'intéressants résultats, en particulier en ce qui concerne la phase critique du passage à l'alimentation inerte. La saison 1975 de reproduction du bar apporte également des données nouvelles intéressantes, puisque près de 20 000 animaux de 1 g environ et conditionnés à l'alimentation composée ont été produits.

L'étude du contrôle écologique de la reproduction chez la Crevette *Penaeus japonicus*, entreprise depuis le début de l'année, a permis de franchir une étape importante en ce qui concerne la ponte en captivité dans des conditions très proches des conditions naturelles. Dans le domaine du développement larvaire, des pourcentages de survie largement supérieurs à 50% ont été obtenus, et une production totale de 200 000 post-larves a été réalisée en deux mois environ.

Les programmes d'étude du développement larvaire chez le turbot et le bouquet ont été poursuivis, ainsi que diverses études de nutrition chez les Poissons.

### 2.4. Instrumentation spécifique.

En dehors des grands projets directement liés aux études de géophysique et de géologie (flux géothermique, profils grande réfraction) ou d'océanographie physique (bouées légères en liaison avec le système "Nimbus"), il faut mentionner la poursuite d'un programme de mesure de longue durée du pH en mer sur une période de deux mois avec retransmission des données par balise radio. Un nouveau programme d'étude d'un échantillonneur pour métaux lourds, fondé sur le principe de fixation des métaux lourds sur des résines échangeuses avec pompage en continu, a été entrepris cette année. Les premières études ont révélé un certain nombre de difficultés annexes, en dehors du problème des résines échangeuses d'ions proprement dit.

## 3. ACTIVITES A LA MER.

Comme les années précédentes, figurent dans cette rubrique d'une part les campagnes organisées par le Département scientifique, d'autre part les campagnes organisées par d'autres laboratoires français ou étrangers, auxquelles ont participé des chercheurs du Département. En ce qui concerne la première catégorie, elle représente un total de 8 mois de campagnes, qui se répartit comme suit : 140 jours pour la section Milieu solide (dont 118 jours à bord du N.O. "Jean Charcot"), 60 jours pour l'équipe d'Ecologie, et 40 jours pour l'équipe d'Océanographie physique. Plus de soixante chercheurs français ou étrangers ont été invités à participer à ces différentes campagnes. La campagne NORBI, organisée en collaboration complète

.../...

avec l'Université de Lund, a bénéficié d'un important soutien financier de la part de la Suède. Parmi les campagnes organisées par d'autres organismes, il faut signaler la présence de deux chercheurs de la section Milieu solide durant les legs 40 et 44 du Glomar Challenger.

Il faut également rappeler l'activité à la mer de l'unité pêche du Département : participation, comme les années précédentes aux marées d'assistance à la flottille thonière (1er juin - 25 octobre), et sorties régulières, en baies de St Brieuc et de Brest à bord de navires coquilliers dans le cadre des activités liées à la dynamique des populations de Pectinidés.

### 3.1. Campagnes organisées et dirigées par le Département.

#### ALBATLANTE (6 novembre - 15 décembre 1974).

- Collecte de mesures géophysiques, de données stratigraphiques et sédimentologiques dans la partie S.W. du Golfe de Gascogne, les marges ibérique et marocaine, et le domaine océanique adjacent.

- Participants C.O.B. : J.C. SIBUET et J.L. OLIVET (chefs de mission), G.A. AUFFRET, P. BEUZART, D. CARRE, J.P. FOUCHER, J. HERVEOU, R. KERBRAT, J. MASCLE, S. MONTI, L. PASTOURET et C. TOULARASTEL. Invités : 12 dont 2 étrangers.

- 2 500 milles de profils sismiques, 15 dragages, 16 carottages et 3 séries de prises de vue ont été réalisés au cours de la campagne.

#### PHYGAS 44 (10 décembre 1974 - 3 janvier 1975).

- Etude de la variabilité saisonnière dans le proche Atlantique ; poursuite du programme PHYGAS en collaboration avec le laboratoire d'Océanographie Physique de l'Université de Bretagne Occidentale.

- Participants C.O.B. : A. CAVANIE (chef de mission), A. BILLANT, R. EZRATY, J.P. GOUILLOU, F. MADELAIN, B. MAH, R. PERCHOC. Invités : 5.

- Bilan : 46 stations d'hydrologie, 6 stations d'étalonnage, 37 stations de chimie.

#### GIBRALTAR (18 mars - 20 avril 1975).

- Etude de l'écophysiologie du zooplancton dans la région de remontée d'eau subsuperficielle du Sahara espagnol.

- Participants C.O.B. : J. BOUCHER (chef de mission), J.P. BERGERON, MM. BORNE, J. FAVENNEC, Y. GUENNEGAN, JR. LE COZ, J.F. SAMAIN. Invités : 17, dont 1 étranger (Duke Univ. Beaufort, U.S.A.).

- Les nombreux résultats obtenus au cours de cette campagne ont permis d'analyser les processus de production animale dans les conditions optimales présentées par une zone eutrophique.

TRIPOD (5 avril - 28 avril 1975).

- Reconnaissance préliminaire de la plaine du Tage et de la plaine ibérique et des bancs de Galice pour d'éventuels forages du "Glomar Challenger" dans le cadre du programme IPOD. Campagne organisée conjointement par le laboratoire de Géologie dynamique de Paris VI (Prof. G. BOILLOT) et le C.O.B.
- Participants : J.P. REHAULT (chef de mission), J.M. AUZENDE (chef de mission) et L. PASTOURET. Invités : 6.
- Travaux de sismique réfraction, 750 milles de profils de sismique réflexion, 1 750 milles d'enregistrements magnétométriques en continu, 1 carottage, 3 dragages.

MARGAS (23 avril - 28 mai 1975).

- Contribution à l'étude des marges continentales dans le prolongement du plateau continental français. Complément à la campagne GEORGAS 1972.
- Participants C.O.B. : G.A. AUFFRET et F. AVEDIK (chefs de mission), F. BESSE, J. BERTHE, J.Y. BERVAS, J.P. FOUCHER, J. HERVEOU, P. JUHEL, B. JULLIEN, B. LEDUC, J.P. MENEZ, G. PAUTOT, R. PERRON, V. RENARD, J.C. SIBUET, B. SICHLER, C. TONIAZZI et C. TOULARASTEL. Invités : 12 dont 3 étrangers.
- Au cours des deux parties de cette campagne ont été effectués des profils de sismique réfraction, des dragages (15), des carottages (17), ainsi que des mesures de flux de chaleur. A noter la première utilisation opérationnelle de l'ascenseur autonome mis au point par l'équipe d'instrumentation du C.O.B.

CEPAN (1er juin - 14 juillet 1975).

- Etude tectonique et structurale de l'Atlantique nord au nord de l'Islande. Complément des campagnes NORGE 1974 et NESTLANTE II 1970.
- Participants C.O.B. : P. BEUZART (chef de mission), D. CARRE, J. HERVEOU, D. MARQUES et A. VANGRIESHEIM. Invités : 11 dont 2 étrangers.
- En liaison avec le Comité d'Etudes Pétrolières marines, cette mission a permis de réaliser 2 320 milles de sismique réflexion et d'enregistrer plus de 103 000 tirs.

NORBI, (17 juillet - 12 août 1975).

- Exploration systématique des communautés benthiques profondes des divers bassins de la Mer de Norvège.
- Participants C.O.B. : L. LAUBIER (chef de mission), P. CHARDY, M. SIBUET, Y. GUENEGAN, J.Y. LE BARS, G. CONAN. Invités : 21 dont 14 étrangers.
- Réalisée en collaboration avec l'Université de Lund (Suède), cette campagne a permis d'effectuer 17 chalutages à perche, 18 dragages épibenthiques Sanders, 23 carottages Reineck, 9 troïkas et 7 mouillages de nasses grande profondeur.

PHYGAS-IROISE (13 septembre - 29 septembre 1975).

- Reconnaissance et étude hydrologique d'une zone frontale située à 40 milles des côtes bretonnes.

- Participants C.O.B. : F. MADELAIN (chef de mission), B. LAPARRA, R. PERCHOC, A. BILLANT, J. KERVELLA et K. YOON. Invité : 1.

- Enregistrement en continu de la température de surface, prélèvements, mesures de courant à l'aide de flotteurs dérivants, 94 stations à la sonde CTD O<sub>2</sub>.

3.2. Campagnes organisées par d'autres laboratoires ou organismes français ou étrangers auxquelles des chercheurs du C.O.B. ont participé.

- Du 10 décembre 1974 au 10 février 1975, Mlle MELGUEN participe au Leg 40 du JOIDES à bord du "Glomar Challenger" : forages profonds sur les marges africaines de la plaine du Cap au golfe de Guinée.

- Du 5 février au 15 février, embarquement de MM. HYACINTHE et PERCHOC sur le "Jean Charcot" en transit Brest-Toulon, pour mouillage du marégraphe par 2 200 m de profondeur, et pour une durée de 6 mois (la récupération de l'appareil s'est faite avec succès en août, lors du retour sur Brest du "Charcot" à l'issue de la campagne NORBI).

- Du 15 février au 5 mars, embarquement de Mme LAPARRA à bord du "Jean Charcot" : participation à la campagne MEDOC organisée par le laboratoire d'Océanographie physique du Muséum national d'Histoire naturelle.

- Du 18 février au 4 mars, séjour de M. ARHAN sur la bouée "Borha II".

- Du 23 février au 2 avril, V. RENARD participe à la campagne MARARA : dans le cadre du projet nodules, mise au point technologique du dragage de nodules avec positionnement acoustique.

- Du 19 juin au 7 juillet, participation de M. BLANCHARD à la campagne "Krill 1975" à bord du navire allemand "Walter Herwig". Participaient également à ce programme : J. MORICEAU, à bord de l' "Ar Zent", et F.X. BARD sur le "Pêcheur breton".

- Du 12 juillet au 13 août, MM. BERTHE, ECHARDOUR et LEDUC participent à la campagne "grands profils réfraction" organisée par l'Institut de Physique du Globe, à bord du "Ptolémée".

- Du 14 août au 30 septembre, participation de L. PASTOURET au parcours 44 du "Glomar Challenger" dans l'Atlantique Nord entre la Floride et les Bahamas.

- Du 8 au 26 septembre, MM. FOUCHER, AUZENDE et TOULARASTEL participent à une mission de mesures du flux thermique entre Nice et Calvi, à bord de la "Catherine-Laurence" ; laboratoires maîtres d'oeuvre : COB/Milieu Solide, et Station de Géodynamique sous-marine de Villefranche.

- Du 15 au 30 septembre, J.C. SIBUET embarque sur la "Florence", pour une reconnaissance de site sur les bancs de Galice ; but : préparation des forages IPOD 1976 sur cette zone.

.../...

4. EFFECTIFS.

Par rapport à l'année précédente, l'effectif total du département a crû de plus de 19%, passant d'un total de 92 personnes au 31.10.1974 à 110 personnes au 31.10.1975. Cet accroissement en personnel porte pour plus de la moitié sur du personnel technique. Par ailleurs, ces recrutements ont été faits sur contrats extérieurs, les cases budgétaires ouvertes en 1975 ayant été utilisées pour des agents déjà en place sur contrats.

La section Milieu solide passe de 24 à 30 personnes. Cet accroissement correspond à un renforcement du bureau de dessin dans le cadre de la collaboration avec le C.E.P.M. (dépouillement des données de géophysique et préparation des bandes de sismique réflexion), et d'autre part au développement du secteur chimie, dans le cadre du programme d'étude des pollutions métalliques en rade de Brest (cuivre en particulier), le rattachement de ce personnel n'étant pas encore définitivement arrêté.

La section Milieu vivant est particulièrement renforcée, puisqu'elle passe de 42 à 54 personnes. L'équipe d'Ecologie marine bénéficie en particulier de 3 personnes dans le cadre du traitement des données écologiques recueillies sur les sites des futures centrales nucléaires, et de 3 autres personnes dans le cadre des applications aux pollutions chimiques et physiques des méthodes enzymologiques. Deux autres personnes ont, en outre, été affectées aux programmes "krill" et écophysiologie de la reproduction chez les Penaeides. L'équipe d'Aquaculture compte 4 personnes de plus : 2 seulement constituent un réel renfort (dont une collaboratrice étrangère, Mlle B. FERNANDEZ), les 2 autres provenant de changement dans la situation administrative des intéressés. Enfin, l'unité Pêche est demeurée, au total, de 4 personnes.

L'équipe d'Océanographie physique compte, temporairement, un chercheur de plus : le Professeur R.W. TRITES, collaborateur étranger en année sabbatique.

Enfin, l'effectif de l'équipe Instrumentation scientifique est demeuré inchangé : 12 personnes au total.

4.1. Tableau des effectifs du Département Scientifique au 31.10.1975.

EQUIPES	Situation au 1.2.73		Situation au 31.10.74		Situation au 31.10.75		Evolution 1974/1975
	cherch.	techn.	cherch.	techn.	cherch.	techn.	
Ecologie mar.	13	8	9	8	14	12	+ 9
Aquaculture	11	7	9	11	12	12	+ 4
Pêche	2	1	4	1	3	1	- 1
Géoph. et Géol. structurale	8	2	10	2	10	6	+ 4
Lithologie & Géochimie	10	5	7	5	8	6	+ 2
Physique	6	5	7	5	8	5	+ 1
Chimie- Molysmologie	-	-	-	-	1	-	+ 1
Instrumentation	3	7	4	8	4	8	inchangé
TOTAUX	90		92		110		

4.2. Liste nominative du personnel.SECTION MILIEU VIVANTEquipe Biologie et Ecologie marine :

L. LAUBIER, Docteur ès Sciences, Responsable scientifique de la section,  
 Chef du Département.  
 Mme A.M. ALAYSE, Chercheur, Ecologie.  
 M. BLANCHARD, Chercheur, Ecologie.  
 J. BOUCHER, Docteur 3ème cycle, Chercheur, Ecologie pélagique.  
 J. BRANELLEC, Programmeur.  
 P. CHARDY, Docteur 3ème cycle, Chercheur, Ecologie benthique.  
 G. CONAN, Master of Sci., Chercheur, Ecologie et Pêche.  
 J.Y. DANIEL, Technicien.  
 P. DE LA SALLE, Chercheur, Informaticien.  
 Mlle E. DERRIEN, Technicienne.  
 Mme A. GRAMOULLE, Secrétaire.  
 Y. GUENNEGAN, Technicien.  
 Mlle M. JEZEQUEL, Technicienne.  
 Mme M. JEZEQUEL, Technicienne.  
 Mme A. LAUBIER, Docteur ès Sciences, Chargée de recherche au C.N.R.S.,  
 Endocrinologie.  
 A. LAUREC, Polytechnicien, Chercheur, Ecologie et Pêche.  
 J.Y. LE BARS, Aide de laboratoire.  
 J.R. LE COZ, Technicien  
 J.Y. LE GALL, Docteur 3ème cycle, Chercheur, Ecologie pélagique.  
 Mme A. LE MORVAN, Technicienne.  
 Mlle V. MARTIN, Dessinatrice.  
 Mlle J. MOAL, Chercheur, Ecologie.  
 J.F. SAMAIN, Docteur 3ème cycle, Chercheur, Biochimie.  
 M.S. SHAFEE, Chercheur étranger.  
 Mme M. SIBUET, Licenciée ès Sciences, Chercheur, Ecologie benthique.  
 J. CORNEC, Licencié ès Sciences, attaché au Chef du Département scientifique.

Equipe Aquaculture.

M. L'HÉRROUX, Docteur 3ème cycle, Chef d'équipe.  
 J.C. ALEXANDRE, Technicien.  
 Mlle E. ALLIOT, Docteur 3ème cycle, Chercheur de l'Antenne d'Endoume.  
 C. AVELINE, Technicien.  
 Mlle M.H. BARAHONA-FERNANDEZ, Chercheur, collaboratrice étrangère.  
 J.P. FLASSCH, Docteur 3ème cycle, Chercheur.  
 F.J. GATESOUBE, Chercheur de l'Antenne I.N.R.A.  
 M. GIRIN, Docteur 3ème cycle, Chercheur.  
 Y. KOIKE, Chercheur, collaborateur étranger.  
 Mme LE GALL, Secrétaire.  
 M. LE GALL, Aide-technicien.  
 Mlle A. LE ROUX, Technicienne  
 Mlle M. MALAVAL, Technicienne de l'antenne I.N.R.A.  
 R. METAILLER, Docteur 3ème cycle, Chercheur.  
 M. NAVINER, Dessinateur.  
 Mme J. NEDELLEC, Technicienne  
 Y. NORMANT, Technicien  
 Mlle A. PASTOURAUD, Docteur 3ème cycle, Chercheur de l'Antenne d'Endoume.  
 Mme J. PERSON, Docteur 3ème cycle, Chercheur.  
 L. PILVIN, Technicien.  
 L. POULIQUEN, Docteur 3ème cycle, Chercheur.

J. ROBIN, Chercheur.  
 Mme A. SALAUN, Technicienne de l'Antenne d'Endoume.  
 G. SALAUN, Technicien.

Unité Pêche.

JC. DAO, Ingénieur agronome, Chef d'Unité.  
 F.X. BARD, Docteur 3ème cycle, Chercheur.  
 D. BUESTEL, Chercheur.  
 A. MERRIEN, Technicien.

SECTION MILIEU SOLIDE

Equipe Géophysique et Géologie structurale.

G. PAUTOT, Docteur ès Sciences, Responsable scientifique de la Section.  
 J.C. SIBUET, Docteur Ingénieur, Géophysicien, Chef d'Equipe.  
 J.M. AUZENDE, Docteur 3ème cycle, Géodynamicien.  
 F. AVEDIK, Ingénieur, Géophysicien.  
 Mme B. BERTHE, Mécanographe.  
 P. BEUZART, Ingénieur, Géophysicien.  
 D. CARRE, Cartographe.  
 J.P. FOUCHER, Docteur 3ème cycle, Géophysicien.  
 J. FRANCHETEAU, Ph. D., Géophysicien.  
 Mme N. GUILLO, Secrétaire.  
 D. MARQUES, Dessinateur.  
 J.L. OLIVET, Chercheur, Géodynamicien.  
 V. RENARD, Ph. D., Géophysicien.  
 B. SICHLER, Ingénieur, Géophysicien.  
 R. THIRION, Dessinateur.  
 C. TOULARASTEL, Technicien.

Equipe Lithologie et Géochimie.

H. BOUGAULT, Docteur Ingénieur, Géochimiste, Chef d'Equipe.  
 G.A. AUFFRET, Docteur 3ème cycle, Sédimentologue.  
 D. BIDEAU, Chercheur.  
 P. CAMBON, Technicien.  
 Mlle M. CHARLOT, Technicienne.  
 Mlle G. FAVENNEC, Secrétaire.  
 R. HEKINIAN, Ph. D., Pétrologue.  
 R. KERBRAT, Technicien.  
 Mme S. MARQUES, Technicienne.  
 Mlle M. MELGUEN, Docteur 3ème cycle, Sédimentologue.  
 S. MONTI, Cartographe.  
 H.D. NEEDHAM, Ph. D., Sédimentologue, collaborateur étranger.  
 L. PASTOURET, Docteur 3ème cycle, Paléontologue.  
 J. L. CHARLOU, Ingénieur chimiste.

SECTION MILIEU FLUIDE

Equipe Océanographie Physique.

J.L. HYACINTHE, Docteur ès Sciences, Responsable scientifique de la Section.  
 A. CAVANIE, Docteur 3ème cycle, Chercheur, Chef d'équipe.

Mme M. BEUZART, Secrétaire.  
 M. ARHAN, Ingénieur de l'Antenne du Laboratoire d'Océanographie physique  
 du Museum.  
 G. AUFFRET, Technicien.  
 A. BILLANT, Technicien de l'Antenne du Laboratoire d'Océanographie physique  
 du Museum.  
 R. EZRATY, Docteur Ingénieur de l'Antenne du Laboratoire d'Océanographie  
 physique du Museum.  
 J.P. GOUILLOU, Ingénieur de l'Antenne du Laboratoire d'Océanographie physique  
 du Museum.  
 J. KERVILLA, Technicien.  
 Mme B. LAPARRA, Chercheur de l'Antenne du Laboratoire d'Océanographie phy-  
 sique du Museum.  
 F. MADELAIN, Docteur 3ème cycle, Chercheur.  
 R. PERCHOC, Technicien.  
 Professeur R.W. TRITES, Collaborateur étranger.

#### Unité Chimie et Molysmologie.

J.L. MARTIN, Docteur ès Sciences, Chercheur.

#### EQUIPE INSTRUMENTATION SCIENTIFIQUE.

P. JUHEL, Ingénieur E.N.S.P., Chef d'Equipe.  
 R. BERRIC, Technicien mécanicien.  
 J. BERTHE, Technicien électronicien.  
 J.Y. BERVAS, Ingénieur mécanicien.  
 R. CONOGAN, Technicien mécanicien.  
 A. ECHARDOUR, Technicien mécanicien.  
 Mlle B. JULLIEN, Ingénieur.  
 B. LEDUC, Technicien électronicien.  
 J.P. MENEZ, Technicien mécanicien.  
 L. POTIN, Dessinateur projeteur.  
 Mlle D. TRETOUT, Technicienne (assure en outre le secrétariat de l'équipe).  
 A. WEILL, Docteur Ingénieur, Electronicien.

#### 4.3. Stagiaires.

Le Département scientifique a accueilli comme chaque année un certain nombre de stagiaires : étudiants en cours de D.E.A. ou en fin de maîtrise, élèves de diverses Ecoles d'Ingénieurs, élèves de seconde année d'Instituts universitaires de Technologie, etc. Par rapport aux années passées, le nombre total de stagiaires est en diminution, ce qui est certainement très regrettable. En 1975, 32 stagiaires représentant un total de 56 mois de stage ont été accueillis par les diverses équipes, dont les deux tiers dans la section Milieu vivant. Certains stages de longue durée s'ajoutent à ce total, et permettent la réalisation de mémoires à caractère original : 4 étudiants de 3ème année de l'Ecole d'Agriculture de Rennes ont effectué cette année leur mémoire de fin d'études (Aquaculture et Pêche). Trois scientifiques du contingent ont été affectés par la D.R.M.E. au C.O.B. et ont travaillé dans différentes équipes du Département. Il faut enfin signaler des séjours de chercheurs étrangers : un chercheur péruvien dans l'équipe d'aquaculture, un chercheur chilien dans l'unité Pêche, deux stagiaires coréens, l'un en Océanographie physique, l'autre dans l'équipe Instrumentation scientifique.

.../...



5. COLLOQUES ET ACTIVITES EXTERIEURES.5.1. Colloques.

La participation des différentes unités du Département à des Colloques nationaux ou internationaux a été, comme l'année passée, soutenue. Dans la quasi totalité des cas, les chercheurs assistant à des Colloques ont présenté une communication.

Ecologie marine :

- Participation à la réunion du GABIM, Concarneau, (novembre 1974).
- Participation et présentation d'une communication à la XIVème Assemblée plénière de la CIESM, Monaco (décembre 1974).
- Participation et présentation de deux conférences au "Challenger Society Meeting, Deep-Sea Benthos", Londres (janvier 1975).
- Participation à diverses réunions avec E.D.F. et les laboratoires contractants sur les problèmes d'étude de bilan écologique au cours de l'année.
- Organisation et réalisation au C.O.B. d'une réunion de travail sur les principaux résultats du programme BIOGAS (février 1975) et discussion des programmes futurs dans ce domaine.
- Organisation et réalisation au C.O.B. d'une réunion d'information sur la campagne Gibraltar (mai 1975).
- Participation à la Réunion spéciale du CIEM sur les changements de stocks de poissons de la Mer du Nord, Aarhus, (juillet 1975).
- Participation et présentation de communications au 3ème Symposium international sur les écosystèmes d'upwelling, Kiel (août 1975).
- Participation et présentation d'une communication au Symposium International sur les produits naturels marins, Aberdeen (septembre 1975).
- Participation et présentation de communications au 10ème Symposium européen de Biologie marine, Ostende (septembre 1975).
- Participation et présentation d'une communication à la 63ème Réunion statutaire du CIEM, Montréal (octobre 1975).
- Participation et présentation d'une communication à la 2ème Conférence des Echinodermes, Rovinj (Yougoslavie) (octobre 1975).

Aquaculture :

- Participation et présentation de deux communications au 6ème Congrès annuel de la "World Mariculture Society", Seattle (U.S.A.) (janvier 1975).
- Participation et présentation de deux thèmes de discussion à la 3ème Session de la C.O.P.R.A.Q., Sète (février 1975).
- Participation et présentation de deux communications aux journées annuelles des Techniciens Hygiénistes, Brest (juin 1975).
- Participation et présentation de deux communications au 10ème Symposium européen de Biologie marine, Ostende (septembre 1975).
- Participation et présentation d'une communication à la 63ème Réunion statutaire du CIEM, Montréal (octobre 1975).

Pêche :

- Participation et présentation de communications à la réunion annuelle de l'I.C.C.A.T., Madrid (novembre 1974).
- Participation au Groupe de Travail sur le homard, Nantes (avril 1975).
- Participation et présentation d'une communication au 3ème Congrès de la Société de Malacologie, La Rochelle (juin 1975).

Milieu Solide :

- Participation à la réunion IPOD, site survey, Lamont (décembre 1974).
- Participation et présentation d'une communication au Congrès de la CIESM, (décembre 1974).
- Participation à la réunion du "Geological Survey of America" Miami (U.S.A) (novembre 1974).
- Présentation des résultats "Famous 1973" à la conférence de Pétrologie sous-marine, Londres (décembre 1974).
- Participation et présentation d'une communication à la Conférence sur les Marges européennes, Londres (novembre 1974).
- Organisation au C.O.B. d'une réunion concernant les travaux d'analyse effectués par les laboratoires français et étrangers sur les échantillons Famous (décembre 1974).
- Participation au Séminaire de paléomagnétisme sur la Méditerranée, Strasbourg (mars 1975).
- Participation et présentation de communications (15) à la 3ème Réunion des Sciences de la Terre, Montpellier (avril 1975).
- Participation et présentation d'une communication à l'American Geophysical Union, Washington (juin 1975).
- Participation et présentation de communications (6) au 9ème Congrès International de Sédimentologie, Nice (juillet 1975).
- Participation et présentation d'une communication à la réunion européenne sur les nodules polymétalliques, Aix-la-Chapelle, (septembre 1975).
- Participation et présentation de communications à la Réunion de l'U.G.G.I., Grenoble (septembre 1975).
- Participation et présentation des résultats Famous au Symposium International des Sciences de la Terre, Lac Baïkal (U.R.S.S.) (septembre 1975).
- Participation à la réunion de l'E.A.E.G., Bergen (juin 1975).
- Participation à la réunion du Leg 37 d'IPOD, Halifax (août 1975).
- Participation à la réunion sur le manteau supérieur, Ajaccio (septembre 1975).
- Participation et présentation de communications (5) au Colloque international sur les marges de l'Atlantique sud, Sao Paulo (octobre 1975).

Océanographie physique :

- Participation à la réunion de la section française de géodésie et d'océanographie physique de l'U.G.G.I., Paris (novembre 1974).
- Participation à la réunion du groupe "Overflow", Reykjavik (mai 1975).

- Participation à la réunion du C.N.F.G.G., Paris (juin 1975).
- Participation et présentation d'une communication aux Journées de la Société Hydrotechnique de France, Paris (juin 1975).
- Participation et présentation d'une communication à la XVIème Assemblée de l'U.G.G.I., Grenoble (septembre 1975).

Instrumentation scientifique :

- Participation au Colloque du G.R.E.T.S.I., Nice (juin 1975).
- Participation à la XVIème Assemblée de l'U.G.G.I., Grenoble (septembre 1975).

5.2. Enseignement et conférences.

Comme l'année passée, l'équipe d'Ecologie a apporté sa contribution au D.E.A. d'Océanographie biologique de l'Université de Bretagne Occidentale sous forme de cours et de travaux dirigés. Plusieurs étudiants ont effectué au Département scientifique leur mémoire de D.E.A. Dans le cadre de la révision à l'échelon national des D.E.A., un projet de D.E.A. de Géologie marine a été mis sur pied en étroite collaboration entre les laboratoires de Géologie de l'U.B.O. (Professeur DIDIER) et la section Milieu solide. Ce D.E.A. doit fonctionner au cours de l'année scolaire 1975-1976. Une convention d'ordre plus général entre le C.N.E.X.O. et l'U.B.O. a été signée au début du mois d'octobre par les deux partenaires.

De nombreux exposés sur les recherches poursuivies au Département ont été faits par des chercheurs des diverses équipes, en particulier à l'E.N.S.T.A. dans le cadre de l'option Océanologie et à l'Institut Océanographique.

6. LISTE DES PUBLICATIONS PREPAREES DURANT LA PERIODE DU 1er NOVEMBRE 1974 AU 31 OCTOBRE 1975.

- 314. LAUREC, A., F.X. BARD et J.C. DAO. La gestion informatique des données relatives à la pêcherie de surface du germon dans le nord-est Atlantique. *Rapp. Scient. Techn., CNEXO.*
- 315. AUZENDE, J.M., J.P. REHAULT, L. PASTOURET, B. SZEP et J.L. OLIVET. Les bassins sédimentaires de la Mer d'Alboran. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XVII, pp. 98-107 (1975).
- 316. PAUTOT, G. Tuamotu Archipelago and adjacent areas : hot spot or not ? *Bull. G.S.A.*
- 317. ARIAN, M. et Y. GOURITEN. Relations entre les variations de pression au fond et les courants particuliers dans la houle côtière proche du déferlement. *Annls hydrogr.*
- 318. PASTOURET, L., J.L. OLIVET, J.M. AUZENDE et G.A. AUFFRET. Particularités de la sédimentation plio-quadernaire en Mer d'Alboran. *Communication présentée au XXVIème Congrès CIESM.*

.../...

319. CAVANIE, A. et R. EZRATY. Etude statistique de la houle littorale proche du déferlement. *Annls hydrogr.*
320. AVEDIK, F. The seismic structure of the western approaches and the south armorican continental shelf and its geological interpretation. *Proceedings of Conference on Petroleum and the Continental shelves of North-West Europ : the Geology and Environment*, pp. 29-43 (1975).
321. BOENIN, J., J.L. OLIVET, J.M. AUZENDE. Structure en nappe à l'Ouest de Gibraltar. *C.R. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, Paris, 280, pp. 559-562 (1975).
322. LECAILLE, A., M. PREVOT, J.C. TANGUY et J. FRANCHETTEAU. Intensité d'aimantation de basaltes dragués dans le rift médio-atlantique vers 36° 50' N. *C.R. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, Paris, 279, pp. 617-620 (1974).
323. MEIGUEN, M. et J. THIÉDE. Influence des courants profonds au large du Brésil sur la distribution des faciès sédimentaires récents. *Annls 9ème Congrès international de Sédimentologie*, Nice 1975, pp. 51-55 (1975).
324. LE GALL, J.Y., A. LAUREC, F.X. BARD et J.C. DAO. Etude de l'état du stock nord-atlantique de Germon *Thunnus alalunga* par l'analyse des cohortes (rendement pondéral et fécondité. ICCAT/SCRS/74/34. *ICCAT/CICTA Recueil de Documents scientifiques*, vol. IV, pp. 3-33 (1975).
325. CHARDY, P. Biogéographie des Isopodes Asellotes de la plaine abyssale atlantique. *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, Paris.
326. HEKTIANIAN, R. Petrology of Mid Atlantic Ridge samples near 36° 50' N compared to other oceanic provinces. *Proceedings of Geological Society of London*.
327. FLASSCH, J.P. et Y. KOIKE. Reproduction artificielle de l'Ormeau *Haliotis tuberculata* L. : Premiers résultats. *Colloque sur l'Aquaculture, Brest, 22-24 octobre 1973. Actes de colloques*, n° 1, 1974, CNEXO ed., pp. 61-67.
328. JARACHE, Y. Premiers résultats de l'élevage du saumon Coho (*Oncorhynchus kisutch*). *Colloque sur l'Aquaculture, Brest 22-24 octobre 1973. Actes de colloques*, n° 1, 1974, CNEXO ed., pp. 343-353.
329. THIRIOT-QUIEVREUX, C. Observations sur les larves et les adultes de Carinariidae (Mollusca Heteropoda) de l'Atlantique Nord. *Mar. Biol.*
330. LE PICHON, X. Bilan scientifique préliminaire de la participation française à l'opération NAMOUS. *Oceanexpo, octobre 1974*.
331. LE GALL, J.Y. Description, efficacité et sélectivité des engins et techniques de pêche de germon *Thunnus alalunga*, du Nord-Est Atlantique. I - La pêche à la traîne par les thoniers-ligneurs français. *La Pêche Maritime*, n° 1163 : pp. 94-98 (1975).
332. CHARDY, P., D. DESBRUYERES et A. LAUREC. Bionomie benthique du plateau continental de l'archipel des Iles Kergulen. Macrofaune 4. Analyse multivariante des taxocénoses annélidiennes du Golfe du Morbihan. *C.N.F.R.A.*

333. BOUCHER, J., C. RAZOULS et S. RAZOULS. Composition chimique élémentaire en carbone et azote de *Centropages typicus* et *Temora stylifera*. Analyse des variations en fonction de la physiologie et des conditions écologiques. *Cah. Biol. Mar.*
334. MASCLE, J. Les marges continentales atlantiques : distinction de deux types structuraux de base. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
335. RANNOU, M. et C. THIRIOT-QUIEVREUX. Structure des otolithes d'un Macrouridae (poisson gadiforme) bathyal. Etude au microscope électronique à balayage. *Annls Inst. Océanogr.*
336. FLASSCH, J.P., M. L'HERROUX, L. LAUBIER et C. AVELINE. Continuous spat production of flat oyster *Ostrea edulis* in current water. *Proceed. 6th ann. Workshop World Mariculture Society.*
- 336 bis. ARCYANA. Transform fault and rift valley geology by bathyscaph and diving saucer. *Science.*
337. FLASSCH, J.P., G. SALAUN et Y. NORMANT. Viability of phytoflagellates after freezing. *Proceed. 6th ann. Workshop World Mariculture Society.*
338. AUZENDE, J.M., J. BONNIN et J.L. OLIVET. La marge nord-africaine considérée comme un marge active. *Bull. Soc. géol. France.*
339. LE GALL, J.Y., A. LAUREC et P. CHARDY. Mise en évidence des relations phénotypiques et phylogénétiques à l'intérieur du genre *Thunnus* par une analyse multicritère. *Bull. Mus. nat. Hist. nat., Paris.*
340. AUFFRET, G.A. et J.L. DOUVILLE. Faciès sédimentaire actuels à la périphérie Ouest et Nord du craton armoricain. Relations avec les processus dynamiques. *Annls IXème Congrès international de Sédimentologie*, Nice 5-12 juillet 1975.
341. AUFFRET, G.A., L. PASTOURET et R. KERBRAT. Dynamique sédimentaire au bas de la marge continentale armoricaine : exemple de la ride Aegis. *Annls IXème Congrès international de Sédimentologie*, Nice 5-12 juillet 1975.
342. HOFFERT, M. et G. PAUTOT. Transfert sédimentaire à l'approche d'une zone de subduction : fossé du Pérou. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
343. GIRIN, M. et J.P. FLASSCH. Filtration et épuration en aquaculture larvaire. *Actes des Journées Information de l'ASPEC*, décembre 1975.
344. VOLAT, J.L., M. HOFFERT et G. PAUTOT. Premières phases de sédimentation dans le domaine des dorsales océaniques : Exemple de la dorsale Est-Pacifique. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
345. PAUTOT, G. Analyse structurale de l'Archipel des Touamotou : origine volcano-tectonique. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier, 23-25 avril 1975.
346. MASCLE, J. Les structures diapiriques du Delta du Niger. *Bull. Soc. géol. France.*

347. ARCYANA. Cartographie et typologie des roches basaltiques dans la vallée du Rift et la faille transformante près de 36° 50' N, Océan Atlantique. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
348. ROBINSON, P., R. HYNDMAN et H. BOUGAULT. Résultats du "Leg 37" du D.S.D.P. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
349. BOUGAULT, H. Eléments de transition dans les basaltes océaniques de Famous et du Leg 37. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
350. MOLNAR et J. FRANCHETEAU. The relative motion of melting spots in the Atlantic and Indian Oceans during the Cenozoic. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*.
351. MOLNAR et J. FRANCHETEAU. Plate tectonics and paleomagnetism : implications for the age of the Deccan traps and the magnetic anomaly time scale. *Nature*, vol. 255, n° 5504, pp. 128-130 (1975).
352. PAUTOT, G. Marges actives : Pérou et autres exemples. *Bull. Soc. géol. France*.
353. RENARD, V. et J.C. SIBUET. Levé bathymétrique détaillé de la Vallée du Rift médio-Atlantique dans la zone Famous. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
354. NEEDHAM, H.D., R. HEKINIAN et J. FRANCHETEAU. Contexte structural des roches basaltiques de la Vallée du Rift de la zone Famous. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
355. FRANCHETEAU, J., R. HEKINIAN, X. LE PICHON et H.D. NEEDHAM. Discussion des modèles structuraux des failles transformantes océaniques à partir des résultats Famous. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
356. OLIVET, J.L., J. BONNIN, J.M. AUZENDE, J.H. MONTEIRO, L. PASTOURET et B. SICHLER. Etude préliminaire de la marge à l'Ouest de Gibraltar. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
357. AUZENDE, J.M., J. BONNIN, J.L. OLIVET, P. BEUZART, L. PASTOURET et B. SICHLER. Nouvelles données sur l'histoire tertiaire de la partie orientale de la zone Açores-Gibraltar. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
358. BONIFAY, A. et B. SICHLER. Les plis de l'anti-Atlas : Contribution du paléomagnétisme. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.
359. SICHLER, B., A. BONIFAY et M. WESTPHAL. Position du craton ouest-africain au Trias-Lias : Données paléomagnétiques de Mauritanie. *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, Montpellier 23-25 avril 1975.

360. LE PICHON, X. et G. PAUTOT. Le fond des océans. *Que sais-je*.
361. AUFFRET, G.A., R. KERBRAT et L. PASTOURET. Processus sédimentaires actuels dans le Vema Channel (Atlantique Sud). *Annls IXème Congrès international de Sédimentologie*, Nice 5-12 juillet 1975.
362. RODRIGUEZ-BABIO, C. et C. THIRIOT-QUIEVREUX. Trochidae Skeneidae et Skeneopsidae (Mollusca, Prosobranchia) de la région de Roscoff. Observations au microscope électronique à balayage. *Cah. Biol. mar.*
363. SIBUET, J.C., J. MASCLE and B. VEYRAT-PEINEY. Equatorial fracture zones and the South-Atlantic. *Meeting of A.G.U.*, Washington, June 16-20th 1975.
364. MASCLE, J. Géologie marine du Golfe de Guinée. *Thèse de Doctorat d'Etat*, présentée le 19 février 1975.
365. MADELAIN, F. Dissolved oxygen measurements at sea with an automatic probe. *XVIème Congrès U.G.G.I.*, Grenoble, septembre 1975.
366. LAUREC, A. et J.Y. LE GALL. De-seasonalizing of the abundance index of a species. Application to the Albacore (*Thunnus alalunga*) monthly catch per unit of effort (CPUE) by the Atlantic Japanese longline fishery. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., Shimizu Lab.*, n° 12 : pp. 145-169 (1975).
367. KATZMANN, W. et L. LAUBIER. Paraonidae (Polychètes sédentaires de l'Adriatique). *Annalen Naturhistor. Museum*, Wien.
368. PAUTOT, G. et M. MELGUEN. Courants profonds, hiatus sédimentaires et nodules polymétalliques. *Annls IXème Congrès international de Sédimentologie*, Nice 5-12 juillet 1975, pp. 57-64 (1975).
369. LAUBIER, L. *Lacydonia laureci* sp. n., Annélide Polychète nouvelle de l'étage abyssal de Méditerranée orientale. *Vie Milieu*.
370. CAVANIE, A. Application à la zone au large du Finistère d'une méthode d'estimation statistique des courants de houle au voisinage du fond. *Rev. La Houille Blanche*.
371. ARHAN, M. et R. EZRATY. Saisie et analyse de données des courants particuliers et pressions au voisinage du fond dans la houle littorale proche du déferlement. *Rev. La Houille Blanche*.
372. MELGUEN, M. et Al. Faciès evolution and carbonate dissolution cycles in sediments from basins and continental margins of the Eastern South Atlantic since early cretaceous. *Annls IXème Congrès international de Sédimentologie*, Nice 5-12 juillet 1975, pp. 44-50 (1975).
373. LAUREC, A. Analyse et estimation des puissances de pêche. *Journal du Conseil*.
374. CONAN, G. Périodicité des mues, croissance et cycle biologique de *Nephrops norvegicus* dans le Golfe de Gascogne. *C.R. hebdom. Séanc. Acad. Sci.*, Paris.
375. PAUTOT, G. and M. MELGUEN. Sedimentary hiatus and antarctic bottom current in the South Central Pacific Ocean (Touamotou). *Deep-Sea Res.*

376. MASCLE, J. Atlantic-type continental margins : distinction of two basic structural types. *Nature*.
377. LE PICHON, X. Le monde en mouvement. *Encyclopédie Alpha*.
378. GOY, J. et A. THIRIOT. Macroplancton et micronecton dans la zone de divergence de Méditerranée occidentale. Cnidaires et Euphausiacés. (Campagne Médiprod III du N.O. Jean Charcot, 13 juin-2 juillet 1972). *Annls Inst. océanogr.*
379. THIRIOT, A. Caractéristiques chimiques et planctoniques dans le Golfe de Gascogne. Campagne Polygas A, 20 octobre-4 novembre 1972 ; Campagne Phygas 32, 24 avril-8 mai 1973. Zooplancton. Bibliographie commentée. *Publ. C.N.E.X.O., Sér. Résult. campagnes à la mer.*
380. THIRIOT, A. Caractéristiques chimiques et planctoniques dans le Golfe de Gascogne. Campagne Polygas A, 20 octobre-4 novembre 1972 ; Campagne Phygas 32, 24 avril-8 mai 1973. Zooplancton et Micronecton. *Publ. C.N.E.X.O., Sér. Résult. Campagnes à la mer.*
381. MADELAIN, F. Présentation des données recueillies pendant la campagne Overflow 73 par une équipe du C.O.B. à bord du navire Walter Herwig. *I.C.E.S.*
382. DAO, J.C. et C. BESSINETON. Expérimentation de treuils hydrauliques pour la pêche du Germon à la ligne traînante. *Rev. France Pêche*.
383. SUBRARAO, K.V., R.V. VISWANATHA and R. HEKINIAN. Mid Ocean ridges, oceanic trenches and geodynamics. *I.U.G.G. Meeting*, Grenoble, septembre 1975.
384. LE GALL, J.Y. et MELQUIADES PINTO PAIVA. Catches of tunas and tuna like fishes, in the longline fishery areas off the coast of Brazil. *Arquivos do Ciencia do Mar* (Brésil), 15 (1) : pp. 1-18 (1975).
385. AUFFRET, G.A., L. BERTHOIS et J.L. DOUVILLE. Observations sur les rides sous-marines du plateau continental. *Rev. La Houille Blanche*.
386. NEEDHAM, H.D., P. CHOUKROUNE, J.L. CHEMINEE, X. LE PICHON, J. FRANCHETEAU and P. TAPPONIER. The accreting plate boundary : Ardoukoba Rift (North-East Africa) and the oceanic Rift Valley. *Earth Planet. Sci. Letters*.
387. BUESTEL, D. et A. LAUREC. Croissance des coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus* L.) en rade de Brest et en baie de Saint-Brieuc. *Congrès de Malacologie*, La Rochelle, 1975.
388. MASCLE, J. Submarine Niger Delta : structural framework. *Journal of mining and geology*.
389. SIBUET, M. Le genre Hymenaster (Astérides) dans l'Océan Atlantique. *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, Paris.
390. FRANCHETEAU, J. New terrestrial heat flow measurement on the Nasca Plate. *J. Geoph. Res.*
391. (Non attribué).



392. FRUCHAUD, LAPARRA, B., J. LE FLOCH, J.Y. LE TAREAU et A. TANGUY. Etude hydrologique et variations saisonnières dans le proche Atlantique en 1973. *Rapp. Scient. et Techn., C.N.E.X.O.*
393. MASCLE, J. and J.C. SLEJET. Submarine geology and evolution of the Gulf of Guinea. *Symposium on Atlantic type continental margins*, Sao Paulo, octobre 1975.
394. MASCLE, J., M. MELGUEN and F. AVEDIK. A north-South structural profile across the Westernmost Rio Grande Rise : Preliminary interpretation. *Symposium on Atlantic type continental margins*, Sao Paulo, octobre 1975.
395. MASCLE, J. Atlantic continental margin : two basic structural types. *Symposium on Atlantic type continental margins*, Sao Paulo, octobre 1975.
396. MASCLE, J. and V. RENARD. Margin compared : Sao Paulo Plateau and Angola margin. *Symposium on Atlantic type continental margins*, Sao Paulo, octobre 1975.
397. PASTOURET, L., J.L. OLIVET, J.M. AUZENDE et J.L. REHAULT. Remarques complémentaires sur le Néogène de la mer d'Alboran. *Bull. Soc. géol. France*.
398. DESBRUYERES, D. et L. LAUBIER. *Noanelia hartmanae* gen. sp. n., Ampharetidae (Annélides Polychètes sédentaires) abyssal du Golfe de Gascogne. Volume Jululaire O. HARTMAN.
399. DAO, J.C., D. BUESTEL et A. LAUREC. Vers une exploitation rationnelle des gisements de coquille Saint Jacques en France. *La Pêche maritime*.
400. MADELAIN, F., B. FRUCHAUD-LAPARRA. Variations saisonnières dans le Golfe de Gascogne et le Proche Atlantique. *XVIème Assemblée Générale de l'U.G.G.I.*, Grenoble 1975.
401. BOUGAULT, H. Transition series elements.: Fractional crystallization and partial melting. *I.R.D.S.R.P.*
402. BOUGAULT, H. Major elements : analytical chemistry on board and preliminary results. *I.R.D.S.R.P.*
403. BOUGAULT, H. and P. MARTINELLI. Dispersive and non-dispersive W ray fluorescence for manganese nodules analysis on board Research vessels. *Deep-Sea Res.*
404. BLANC, BLANC-VERNET, LAUREC, LE CAMPION et L. PASTOURET. Application paléocéologique de la méthode d'analyse factorielle en composantes principales : Interprétation des microfaunes de foraminifères quaternaires en Méditerranée. III - Les séquences climatiques. *Paleo III*.
405. BLANC, F., P. CHARDY, A. LAUREC et J.P. REYS. Choix des métriques qualitatives en analyse d'inertie. Implication en Ecologie marine benthique. *Mar. Biol.*
406. GIRIN, M., M.H. BARAHONA-FERNANDES and A. LE ROUX. Larval rearing of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* (L.)) with a high survival. *63ème Réunion statutaire du C.I.E.M.*, Montréal 29 septembre-8 octobre 1975.
407. CONAN, G. A growth model for *Nephrops norvegicus* from Biscay Bay in function of periodicity of moult. *63ème Réunion Statutaire du C.I.E.M.*, Montréal 29 septembre-8 octobre 1975.

408. PREVOT, M., A. LECAILLE, J. FRANCHETEAU and R. HEKINIAN. Magnetic inclination of basaltic lavas from the rift valley and transform fault "A", mid-atlantic ridge near 37° N. *Nature*.
409. PAUTOT, G. and M. MELGUEN. Deep bottom current, sedimentary hiatuses and polymetallic nodules. *Bull. Techn. Conférence de Suva, CCOF/SOPAC*, septembre 1975.
410. PAUTOT, G. Tectonique et sédimentation sur les marges continentales. *Annls IXème Congrès de Sédimentologie*, Nice 5-12 juillet 1975.
411. AUFFRET, G. et L. PASTOURLET. Observations sur les micro-faciès des roches sédimentaires prélevées sur la marge armoricaine. *Rev. I.F.P.*
412. CONAN, G., C. MELO U. et G. YANY G. Evaluation de la production d'une population littorale du crabe Hippidae *Emerita analoga* Stimpson par intégration des paramètres de croissance et de mortalité. *10ème Symposium européen de Biologie marine*, Ostende 17-23 septembre 1975.
413. PERSON-LE RUYET, J. Techniques d'élevage de masse d'un rotifère (*Brachionus plicatilis* O.F. Müller) et d'un Crustacé branchiopode (*Artemia salina* L.). *10ème Symposium européen de Biologie marine*, Ostende 17-23 septembre 1975.
414. GIRIN, M. La ration alimentaire dans l'élevage larvaire du Bar (*Dicentrarchus labrax* (L.)). *10ème Symposium européen de Biologie marine*, Ostende 17-23 septembre 1975.
415. SAMAIN, J.F., J. BOUCHER, D. BUESTEL, MM. BORNE, J.R. LE COZ. Signification biologique des teneurs protéiques et des activités de l'amylase et des protéases chez *Artemia salina* L. Aspects d'application à l'étude de la nutrition. *10ème Symposium européen de Biologie marine*, Ostende 17-23 septembre 1975.
416. REYSS, D. Cumacés de profondeur de l'Atlantique tropical. Famille des Lampropidae. 1 - Les genres : *Lamprops*, *Paralamprops*, *Platysympus* et *Platytyplops*. *Crustaceana*.
417. REYSS, D. Cumacés de profondeur de l'Atlantique tropical. Famille des Lampropidae. II. Les genres : *Pseudodiastylis*, *Dasylamprops* n. g. et *Murilamprops* n. g. *Crustaceana*.
418. REYSS, D. Cumacés de profondeur de l'Atlantique nord. Famille des Lampropidae. 1. Les genres *Chalarostylis*, *Hemilamprops*, *Mesolamprops*, *Bathylamprops* et *Typolamprops* n. g. *Crustaceana*.
419. REYSS, D. Cumacés de profondeur de l'Atlantique nord. Famille des Lampropidae. II. Les genres *Paralamprops* et *Platysympus*. *Crustaceana*.
420. PERSON-LE RUYET, J. Elevage larvaire d'*Artemia salina* (Branchiopode) sur nourriture inerte : *Spirulina maxima*. *Aquaculture*.
421. SIBUET, M. Répartition et diversité des Echinodermes (Holothurides - Astérides) en zone profonde dans le Golfe de Gascogne. *Second Echinoderms Conference*, Rovinj, octobre 1975.
422. BARD, X. Commentaires sur le niveau réel d'exploitation du Germon (*Thunnus alalunga*) nord-Atlantique en pêche de surface. *I.C.C.A.T.*

423. BOUCHIER, J. A. LAUREC, J.F. SAMAIN et S.L. SMITH. Etude de la nutrition, du régime et du rythme alimentaire du zooplancton dans les conditions naturelles, par la mesure des activités enzymatiques digestives. *10ème Symposium européen de Biologie marine*, Ostende 17-23 octobre 1975.
424. LAUBIER-BONICHON, A. et L. LAUBIER. Reproduction contrôlée chez la crevette *Penaeus japonicus*. Conférence technique F.A.O., Kyoto 1976.
425. BERVAS, J.Y. et A. WELLL. Sismographe autonome. *Marine Geoph. Res.*
426. GIRIN, M. Point des techniques d'élevage larvaire du Bar en octobre 1975. *Bull. Aquac. F.A.O.*
427. BARAHONA-FERNANDES, M.H. et M. GIRIN. Preliminary tests on the best pellet adaptation age for sea bass larvae (pisces : *Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*.
428. LE GALL, J.Y. Estimation des structures démographiques des captures de germon (*Thunnus alalunga*) par la pêche palangrière thonière : Atlantique nord et Atlantique sud. *Recueil des documents scientifiques de l'I.C.C.A.T.*
429. LE GALL, J.Y. Cartographie mensuelle des données sur l'effort et les prises de la pêche palangrière thonière japonaise de l'Océan Atlantique 1972 et 1973. *Recueil des données de l'I.C.C.A.T.*
430. LE GALL, J.Y. Cartographie comparée des efforts et des prises de deux pêcheries palangrières atlantiques : Japon et Taiwan, pour les années 1967, 1968, 1969, 1971, 1972, 1973. Rendement (C.P.U.E.) et poids moyen des captures de germon (*Thunnus alalunga*) et d'albacore (*Thunnus albacares*). *Recueil des données de l'I.C.C.A.T.*
431. LE GALL, J.Y. Cartographie mensuelle des données sur l'effort et les prises de la pêche palangrière thonière taiwanaise de l'Océan Atlantique : 1968, 1969, 1971, 1972, 1973. *Recueil des données de l'I.C.C.A.T.*
432. LAUBIER-BONICHON, A. Induction de la maturation sexuelle et ponte chez la crevette *Penaeus japonicus* (Bate) en milieu contrôlé. *C.R. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, Paris.
433. LAUBIER, L., C. DANIOUX, M. GIRIN et Y. HARACHE. L'aquaculture marine. *Grands dossiers Alpha de la Mer*, 16/176, 17/177, 18/178 : 301-360 (1975).
434. LAUBIER, L. Ecotron ou le contrôle de la production marine. *Grands dossiers Alpha de la Mer*, 19/179 : 361-380 (1975).

## II - SECTION MILIEU SOLIDE

EQUIPES DE GEOPHYSIQUE ET GEOLOGIE STRUCTURALE ET  
DE LITHOLOGIE ET GEOCHIMIEINTRODUCTION.

Au cours de cette année, et contrairement à l'année précédente, l'accent a été mis sur la compréhension des marges continentales. Plusieurs actions dans différentes zones géographiques atlantiques ont permis de mettre au point des techniques nouvelles et un matériel nouveau (enregistreurs sismiques sur le fond, appareil de flux thermique), de réaliser des campagnes souvent en étroite collaboration avec des organismes extérieurs et de dépouiller et d'interpréter des données originales. La majorité des chercheurs et techniciens du Milieu Solide a donc participé au programme "marges continentales" en collaboration avec le Comité d'Etudes Pétrolières Marines ou dans le cadre de la préparation du programme international IPOD.

L'étude structurale du bassin occidental méditerranéen et de son contact avec l'océan atlantique a donné lieu à des travaux d'analyse et d'interprétation qui précisent la continuité du bassin occidental de la Méditerranée au bassin d'Alboran, et soulignent l'établissement d'une marge active en bordure de l'Afrique du nord. Nous avons décidé de ne plus programmer de campagnes de géologie structurale classique en Méditerranée sauf si des méthodes d'investigation plus profonde devenaient opérationnelles. C'est dans cette optique que nous avons réalisé un profil de mesures de flux thermique entre Nice et Calvi qui apporte des éléments nouveaux sur la transition croûte océanique-croûte continentale et sur l'âge du bassin méditerranéen.

L'action du CNEOX dans le domaine des nodules polymétalliques a pris une ampleur considérable par le budget réservé à ce projet, par le temps bateau accordé et par la mise en place d'une unité opérationnelle. La zone d'intérêt s'est déplacée du Pacifique sud au Pacifique nord où la potentialité semble plus grande. L'environnement sédimentaire et hydrologique de ces nodules a fait l'objet d'études au sein du milieu Solide en étroite collaboration avec des organismes extérieurs. Ces études ont permis d'établir un modèle de formation des nodules polymétalliques. Pour tester ce modèle, une campagne a été effectuée au cours de laquelle pour la première fois, il a été possible de travailler avec une précision telle que des variations spatiales à l'échelle de quelques dizaines de mètres ont été mises en évidence dans la formation des nodules.

L'opération prioritaire en 1974, le projet FAMOUS, est naturellement passée à la phase d'analyses fines et d'interprétation. Toute la communauté scientifique française a été invitée à participer à l'étude des échantillons et une collaboration scientifique très vaste est en cours. Des résultats importants ont déjà été publiés, parmi lesquels le cadre structural et pétrologique qui a fait l'objet d'un article principal dans la revue Science. Des modèles de zones de fracture et de mise en place de magma à l'axe des dorsales sont en cours d'établissement.

.../...

Les résultats des analyses chimiques effectuées à bord du "Glomar Challenger" au cours du parcours 37, grâce à notre container de géochimie, ont été jugés excellents par les laboratoires américains. Au cours des deux premiers parcours du nouveau programme IPOD, notre laboratoire sera embarqué pour le premier très grand trou (plus de 1 500 mètres) dans la croûte océanique.

Dans le cadre des activités diverses nous devons signaler une vaste participation à des colloques et réunions internationales et la préparation du certificat de D.E.A. : Structure et évolution géologique des océans.

Au cours de la 3ème réunion annuelle des Sciences de la Terre en avril 1975 à Montpellier, une quinzaine de communications ont été présentées. On note également une participation importante à la réunion de l'International Union of Geodesy and Geophysics en août-septembre à Grenoble, et en juillet à Nice pour le 9ème Congrès International de Sédimentologie.

Pour la préparation des forages du programme IPOD, un Comité national a été constitué avec des sections recouvrant les grands thèmes de recherche : croûte océanique, marges passives, marges actives, paléo-environnement, relevés de sites. Le Milieu Solide est représenté dans chacune de ces sections.

Un élément nouveau très important est, dans le contexte du protocole d'accord signé entre le CNEXO et l'Université de Bretagne Occidentale, la demande d'un Enseignement de 3ème cycle qui a été accepté. Cette demande a été effectuée en commun par le laboratoire du Professeur DIDIER et le Milieu Solide. Le programme du certificat de D.E.A. a été défini également en commun et au cours de cette première année le Milieu Solide assurera les 2/3 des cours et les travaux dirigés en laboratoire. Nous espérons la nomination prochaine d'un Professeur de Géologie marine qui ramènera à un plus juste équilibre la participation du Milieu Solide à l'Enseignement.

## 1. ACTIVITES TECHNIQUES.

### 1.1. Container de géochimie embarqué.

Ce container a été décrit brièvement dans le rapport annuel d'activité 1974. Il n'a été que peu modifié après son embarquement sur le "Glomar Challenger" lors du parcours 37. Les vérifications des analyses effectuées à bord ont été faites dans plusieurs laboratoires américains et français et ont montré une excellente concordance entre les résultats. Il est donc maintenant possible de faire des analyses chimiques à bord en temps réel et avec la même précision qu'en laboratoire. Une extension de ce container est en cours afin d'associer à l'appareillage de fluorescence X existant un diffractomètre qui permettrait en temps réel de doser les constituants minéralogiques des sédiments prélevés.

### 1.2. Navigation précise.

Dans le dernier rapport d'activité, nous avons insisté sur le grand pas technologique qui avait été réalisé au cours de l'expédition FAMOUS. Grâce à des balises acoustiques posées sur le fond, il était possible de faire naviguer avec une précision de l'ordre de quelques dizaines de mètres un engin de surface ou un submersible. Nous avons poursuivi nos efforts dans cette direction en améliorant le software des

équipements existants et en effectuant une opération dans le cadre du projet nodules. Dans le Pacifique sud, un réseau de trois balises a été mis en place. Les déplacements du bateau et de la drague étaient plottés en temps réel sur table traçante, ce qui a permis d'établir une carte bathymétrique détaillée de la zone et une corrélation entre la nature des nodules dragués et la bathymétrie.

### 1.3. Sondes de flux géothermique.

On sait que les mesures du flux géothermique au fond des océans permettent de définir l'âge du substratum et éventuellement sa nature. Dans certaines zones comme le golfe de Gascogne ou la Méditerranée, les mesures sont extrêmement rares et pourtant elles constituent un paramètre fondamental lors de l'élaboration de modèle de la structure profonde. L'appareillage n'existant pas en France, nous avons établi une collaboration étroite avec l'équipe du Professeur LANGSETH du Lamont. Nous avons pu de cette manière obtenir un équipement bien testé, du personnel technique pour la mise en oeuvre et une collaboration scientifique pour le dépouillement des données. Cette opération a permis de former un chercheur et un technicien de notre équipe.

L'interprétation des mesures de flux géothermique demande souvent une masse de mesures rapprochées que l'on doit traiter statistiquement. Pour affiner ces mesures et serrer la maille en un point, nous avons proposé à l'équipe d'Instrumentation de réaliser un prototype de sonde géothermique différente. Une sonde géothermique libre a ainsi été réalisée. Par l'enfoncement d'une aiguille de trois mètres de longueur dans le sédiment, elle permettra l'enregistrement de la température et de la conductivité thermique in situ. Ce prototype sera testé en vraie grandeur en décembre 1975.

### 1.4. Enregistreurs sismiques sur le fond.

La sismique réfraction en domaine océanique exige l'utilisation d'une série de récepteurs (ou détecteurs) posés sur le fond afin d'accroître la précision des mesures tout en diminuant la quantité d'explosif à utiliser et en réduisant la durée de réalisation des profils.

Ces impératifs conditionnent la technologie des détecteurs sismiques qui doivent répondre aux critères suivants : bon rapport signal/bruit (même par conditions météorologiques défavorables), simplicité de construction et d'utilisation, fiabilité et robustesse, prix de revient réduit.

Le prototype (ascenseur autonome) réalisé par l'équipe Instrumentation permet d'enregistrer la sismicité naturelle. Il ne convient pas exactement pour réaliser des profils sismiques et son prix de revient est assez élevé pour interdire l'emploi d'une panoplie de ces engins. C'est pour cette raison que le Milieu Solide a conçu et construit des enregistreurs sismiques sur le fond (ESF) simples et qui répondent aux critères énoncés ci-dessus.

.../...

Les premiers ESF, avec émission radio, ont été réalisés et utilisés dès 1971 sur le plateau continental (programme Manche). La distance radiophonique de la bouée émettrice est de 50 km environ permettant une profondeur d'investigation de 5 à 7 km. Pour accroître cette profondeur d'investigation, le prototype d'un détecteur sismique avec enregistrement autonome fut construit début 1975. Les caractéristiques sommaires sont :

poids (dans l'air) : environ 350 kg,  
 profondeur opérationnelle maximum : 600 m,  
 détecteurs sismiques : 3,  
 durée d'enregistrement : 8 heures,  
 bande passante : 1-50 Hz,  
 descente et remontée par nylon.

Les premiers essais de ces ensembles effectués durant la mission MARGAS (mai 1975) ont montré que les performances "sismiques" étaient satisfaisantes. Par contre, le mouillage sur nylon présente des inconvénients puisqu'un ensemble fut volé par un chalutier. Nous nous sommes alors orientés vers un système autonome.

L'ensemble qui sera utilisé en décembre 1975 a les caractéristiques suivantes :

poids : 90 kg + lest (200 kg),  
 hauteur : 1 mètre,  
 diamètre : 1,2 m,  
 nombre de détecteurs : 1 hydrophone + 2 géophones horizontaux.

Ces capteurs se découplent automatiquement de la sphère pour se poser sur le sol. Le largage du lest est effectué par commande acoustique. Deux sécurités (mécanique et pyrotechnique) assurent le largage du lest ; le programmeur sismique permet une grande souplesse pour la cadence de tir et la durée d'enregistrement.

## 2. RESULTATS SCIENTIFIQUES.

### 2.1. Recherches sur les marges continentales.

L'effort principal du Milieu Solide s'est concentré sur la compréhension des marges continentales passives (de type atlantique) et principalement sur le problème du passage continent-océan (structure profonde). La structure de cette zone de contact est pratiquement inconnue. Les études récentes (Keen, Rabinowicz) montrent que le pied de la pente continentale ne représente pas forcément la limite entre croûte continentale et croûte océanique. Cette limite peut se trouver plus au large par des profondeurs supérieures à 4 000 mètres ou au contraire très près du plateau continental. La recherche de cette limite, ou zone de transition plus vraisemblablement, a des implications importantes pour les reconstructions géométriques dans le cadre de la tectonique des plaques mais également dans le cadre d'éventuels gisements de pétrole profond. Pour cette étude, nous avons établi un programme de recherches intégrées : sismique réfraction et réflexion, magnétisme, gravimétrie, flux de chaleur, dragages, carottages, reconnaissance de sites pour forages profonds.

.../...

- Campagne NORGE :

Cette campagne est citée ici en préambule car elle est le complément de nos travaux d'étude géophysique systématiques en mer de Norvège. Le programme de cette campagne a été défini en commun avec le CEPM et réalisé conjointement. La zone étudiée cette année était située entre l'Islande, l'île de Jan Mayen et le Groënland. Le programme d'étude de la marge du Groënland n'a pu être abordé à cause du pack qui s'avancait largement vers l'est. La campagne NORGE a été effectuée en sismique réflexion 24 traces et les données ont été enregistrées par la centrale d'acquisition du bord. Plus de 100 000 tirs ont été effectués et la qualité de la sismique obtenue est remarquable. Nous tendons actuellement à abandonner ce type d'étude générale pour réaliser des études détaillées intégrées.

- La marge occidentale de la péninsule ibérique :

L'histoire structurale de la région située à l'ouest du Portugal est en relation directe avec l'évolution tectonique initiale de l'Atlantique nord. Le domaine considéré est situé au sud du golfe de Gascogne et il est limité à l'ouest par les premières anomalies magnétiques de l'Atlantique nord datées du Crétacé supérieur et au sud par la ligne Açores-Gibraltar.

Des arguments basés sur l'étude des anomalies magnétiques cartographiées et datées au nord et au sud de la zone Açores-Gibraltar et sur l'étude des corrélations des horizons sédimentaires datés par dragages ou carottages permettent de penser que le domaine océanique profond a été créé entre 150 et 110 MA lors du déplacement par rotation de la péninsule ibérique.

Le Milieu Solide a contribué de façon significative à l'étude de cette zone d'autant plus que dans le cadre du projet IPOD, trois forages profonds sont programmés pour le printemps 1976.

Au cours de la campagne Albatlante (novembre-décembre 1974) nous nous sommes efforcés de définir le cadre structural général des bancs de Galice, complété plus tard par la campagne Tripod (mars 1975) effectuée en collaboration avec l'Université de Paris (Professeur BOILLOT). Les bancs de Galice situés à une profondeur supérieure à 1 500 m correspondent à un bloc continental effondré séparé du plateau continental ibérique par un bassin profond ouvert au nord sur le fossé marginal nord-espagnol et au sud sur la plaine ibérique. Les données de sismique réflexion et les nombreux dragages permettent de proposer un schéma d'évolution tectonique et sédimentaire et de cartographier les formations les plus anciennes. L'un des objectifs des forages est d'atteindre ces formations afin de définir l'histoire ancienne de cette marge. Un groupe d'études comprenant des chercheurs de l'Université de Paris, de l'Institut Français du Pétrole et du C.O.B. s'est constitué pour l'exploitation des données et la définition des sites de forage qui seront proposés dans le cadre IPOD. En septembre 1975, le levé détaillé des sites définis par le groupe d'études a été réalisé par le "N.O. Florence" de l'I.F.P. Les propositions finales d'implantation des forages sont en cours de rédaction et seront examinées avant la fin de l'année par les différentes commissions du projet IPOD. Elles répondent aux principaux objectifs de la Commission

.../...



des marges passives : étude de la transition croûte continentale-croûte océanique, obtention de datations sur les horizons sédimentaires profonds, étude de l'évolution sédimentaire d'une marge passive.

Une seconde zone a fait l'objet de recherches au cours de la campagne Albatlante, c'est la marge continentale à l'ouest de Gibraltar. Elle est constituée par la juxtaposition de deux marges tectonisées complexes appartenant à l'Ibérie et au Maroc. Dans le précédent rapport d'activité, nous avons signalé que les prolongements immergés de l'Ibérie et du Maroc étaient en grande partie recouverts par des masses allochtones mises en place au Miocène.

Les nouvelles données d'Albatlante permettent de cerner les limites de ces masses allochtones qui semblent comprises entre la "ride de Cadix" et la vallée de Rabat. Cette "nappe de Gibraltar" s'étend vers l'ouest, très au-delà des limites continentales. Sa disposition, celle des structures qui l'affectent, montrent que son origine est à chercher dans l'affrontement des marges ibérique et marocaine. La partie orientale de la zone Açores-Gibraltar comprend la ride Tore-Madeira et les rides complexes de Goringe, Ampère et celles qui ferment au nord et au sud respectivement les plaines du Tage et de Seine. La mise en place de toutes ces structures complexes correspond vraisemblablement à une phase de réorganisation de l'Atlantique et doit avoir un équivalent dans le domaine alpin.

- Les approches occidentales de la Manche.

Le projet présenté au CEPM et accepté est d'étudier en détail par des méthodes directes et indirectes le contact entre le golfe de Gascogne profond et les débouchés de la mer Celtique. Sur cette marge armoricaine, au niveau de la terrasse de Mériadzek et au sud-est de celle-ci, les connaissances antérieures se limitaient à une bonne base bathymétrique, à quelques profils de sismique réflexion et à quelques dragages épars.

Dans une première phase, avec l'aide du Professeur BERTHOIS, nous avons complété les cartes bathymétriques existantes. Nous avons choisi ensuite, d'après la bathymétrie et les profils sismiques existants ou nouvellement réalisés, les zones d'affleurement des divers horizons sédimentaires. Une campagne de dragages a ensuite été réalisée. Il s'avère que les zones privilégiées pour les dragages sont les flancs de canyons car les interfluves sont souvent recouverts de vase. L'étude des prélèvements, en relation avec la SNPA, confirme le caractère peu profond durant tout le Crétacé inférieur. Les échantillons d'âge Crétacé supérieur sont très rares. Il semble y avoir persistance de dépôts peu profonds jusqu'à l'Eocène. Les premières marques d'approfondissement (faciès pélagique) apparaissent au Miocène.

Ces résultats préliminaires sont à utiliser avec précaution car tous les prélèvements ont été effectués dans les canyons, et des coraux et lamellibranches actuels qui ont été dragués par 2 000 mètres de profondeur dans ces canyons, ont été déterminés comme faciès peu profond !

Il faudra donc attendre les résultats des forages IPOD de l'été prochain dans la même zone géographique pour accréditer ou non cette thèse.

.../...

Pour comprendre les relations entre la partie centrale du golfe de Gascogne, à caractère océanique, et le plateau continental armoricain, nous avons défini en commun des profils de sismique réflexion lourde. Ces profils ont été réalisés par l'IFP. Sur ces profils, nous avons enregistré le magnétisme, la gravimétrie, la sismique réfraction et le flux de chaleur. Toutes ces données intégrées doivent permettre à terme de calculer un modèle plausible d'évolution de la marge armoricaine.

Les nouveaux enregistreurs sismiques sur le fond (ESF) ont été décrits précédemment dans les activités techniques. Parmi plusieurs essais un profil réfraction sur le plateau et deux largages par 4 500 mètres furent effectués. Cette mission Margas n'était qu'un prélude à la mission en vraie grandeur qui doit avoir lieu en décembre 1975. Dans un couloir perpendiculaire à la marge armoricaine, il est prévu d'une part d'effectuer une série de profils réfraction parallèles à la marge, du centre du golfe jusqu'au plateau, et d'autre part un profil de réflexion oblique sous la marge pour suivre la plongée du Moho sous le continent.

Les mesures de flux de chaleur avaient pour but de définir le régime géothermique du bassin nord-gascogne dans le même couloir que les autres mesures géophysiques. 9 mesures de flux ont été effectuées avec succès au cours de la campagne Géomanche dont 7 en bas de pente et sur le glacis continental entre les isobathes 4 000 et 4 500 m et 2 sur la pente entre les isobathes 2 500 et 3 000 m. Les mesures sur le glacis indiquent un flux moyen voisin de 1.2 HFU (1 HFU =  $1 \mu \text{ cal/cm}^2/\text{s}$ ) et suggèrent la présence d'une croûte océanique d'âge ancien ( $> 60 \text{ MA}$ ), tandis que les mesures en bas de pente indiquent un flux élevé, voisin de 2,0 HFU, et apparemment lié à la remontée du socle visible sur le profil sismique réflexion. Les mesures sur la pente continentale indiquent un flux relativement faible, voisin de 1,0 HFU.

Comme préliminaire au modèle qui sera établi pour la marge armoricaine, des calculs théoriques ont été effectués sur la mécanique de la flexure de la lithosphère et l'analyse des mouvements verticaux.

La méthode de propagation matricielle de Haskell a été utilisée pour calculer la flexure d'un modèle de plaque lithosphérique à n couches de viscosités (newtoniennes) différentes lorsque cette plaque est soumise à l'action d'une surcharge volcanique ou sédimentaire appliquée à sa surface. Le modèle à deux couches consistant en une couche supérieure rigide d'épaisseur 20-40 km et en une couche inférieure de viscosité  $< 10^{25}$  poise est en bon accord avec les observations. L'analyse quantitative dans l'espace et dans le temps de la subsidence du bassin parisien choisi comme exemple a conduit à la constitution d'un schéma général de développement des bassins cratoniques et à la construction d'un modèle thermomécanique de subsidence. Cette étude intégrée de la marge armoricaine doit se poursuivre au cours des campagnes de décembre 1975 et en 1976. Pour être complet, il faut signaler que deux campagnes définies conjointement par l'IFP et le COB ont été réalisées sur cette zone par l'IFP. Ces missions de sismique réflexion ont permis d'une part de fixer le cadre structural des études futures et d'autre part d'effectuer la reconnaissance détaillée des sites de forage IPOD.

- Participation au programme JOIDES :

Deux chercheurs ont participé cette année à deux parcours du "Glomar Challenger" sur les marges atlantiques. L'un des parcours (leg 40) avait comme objectifs la reconnaissance du bassin du Cap, de la dorsale de Walvis et de la marge angolaise. L'autre parcours (leg 44) concernait la marge continentale américaine au niveau des Bahamas. .../...

Les principaux résultats du parcours en Atlantique sud sont les suivants. Au Crétacé inférieur dans les bassins du Cap et d'Angola, comme sur la barrière de Walvis qui sépare ces deux bassins, on note une phase de stagnation générale avec dépôts euxiniques, apports terrigènes et dissolution intensive des carbonates. Ces conditions de stagnation s'expliquent par l'absence de communication franche avec l'océan donc correspondraient à la phase initiale d'ouverture. A la fin du Crétacé, la sédimentation devient nettement plus carbonatée. On note une importante chute de la vitesse de sédimentation au passage Crétacé/Tertiaire. Des conditions franchement oxygénées règnent dans les deux bassins au Tertiaire. La dorsale de Walvis a joué le rôle de barrière joué par Walvis sur la circulation profonde...

Le parcours 44 du "Glomar Challenger" marquait la fin de la phase II du Deep Sea Drilling Project. De nombreuses difficultés techniques ont émaillé ce parcours, mais le record de pénétration a été battu : 1 412 m de forage par 4 981 m de profondeur d'eau. Dans le bassin de Blake-Bahama les horizons les plus profonds atteints sont d'âge Jurassique supérieur et sont constitués de marnes de couleur rouge rappelant les faciès de l'Ammonitico Rosso des Alpes. Des argiles noires (black shales faciès) comparables à celles décrites dans l'Atlantique sud recouvrent les séries jurassiques et le Cénozoïque est constitué uniquement par des vases hémipélagiques quaternaires et du Miocène calcaire remanié. Le complexe récifal du Blake Nose s'est installé dans cette zone dès la base du Crétacé et il s'est largement développé jusqu'au Barrémien. A partir de cette époque, la subsidence est devenue plus importante que la croissance de l'ensemble, ce qui a entraîné son extinction. Le forage implanté sur une colline du glaciaire à l'est du cap Hatteras a permis de mettre en évidence l'action mineure de la tectonique sur le dépôt et l'action prédominante des courants de contour sur le façonnement de la couverture sédimentaire.

- On doit pour clore ce panorama de nos actions sur les marges continentales, citer le travail de dépouillement en géologie structurale et sédimentologie de la région de Rio Grande et plateau de Sao Paulo (Brésil), et la thèse d'Etat de Jean Mascle sur le golfe de Guinée qui a été soutenue en février.

## 2.2. Etude structurale du bassin occidental méditerranéen.

Au cours de l'année 1975 nous n'avons eu qu'une action ponctuelle sur le terrain dans ce domaine. Cependant, un effort de synthèse important est en cours dans le cadre de la rédaction de deux thèses d'Etat.

L'étude de documents inédits (essentiellement profils de sismique réflexion) en mer d'Alboran permet de compléter et de modifier une interprétation proposée précédemment. Dans les bassins de part et d'autre du seuil d'Alboran, une couche de sel fluant surmontée d'évaporites a été mise en évidence. Compte-tenu de l'épaisse couverture anté-salifère reconnue dans le bassin occidental d'Alboran, il apparaît que le substratum du bassin est à une profondeur identique à celle du bassin nord-africain. Ceci vient à l'appui de l'hypothèse d'une origine et d'une évolution semblables pour les deux bassins.

.../...

Les bassins d'Alboran et nord-africain vont se différencier au cours du Plio-quaternaire grâce à l'apport sédimentaire plus important en mer d'Alboran. Ce fait peut être expliqué par la morphologie complexe du bassin d'Alboran et surtout par sa situation privilégiée par rapport à l'orogène miocène bético-rifain.

Dans le cadre de la Néotectonique en Méditerranée occidentale, il a été montré que les ensembles sédimentaires identifiés présentent une anomalie de structure au pied de la marge continentale nord-africaine par rapport aux autres marges du bassin occidental. L'ensemble des dépôts messiniens et infra-messiniens du domaine profond subit une flexure à l'approche de la marge nord-africaine. La dépression qui en résulte est comblée par les apports plio-quaternaires. Cette observation permet l'hypothèse suivante : la marge nord-africaine est une marge active à un stade très précoce d'évolution. La structure anormale du champ de gravité dans la région considérée va dans le sens de cette interprétation.

L'approche paléomagnétique pour la détermination de mouvements éventuels entre le craton ouest-africain et le bloc nord-africain (Maroc) s'est poursuivie au laboratoire. Les deux résultats principaux sont les suivants : les mesures sur les dolérites de Mauritanie et du Maroc sont synchrones et datées du début du Jurassique ( $186 \pm 5$  MA) ; les pôles géomagnétiques virtuels du Hodh, du Hank et du Maroc (anti-Atlas) sont très proches les uns des autres, ainsi que de celui trouvé par Wesphal pour le Maroc mesétien, ce qui revient à rejeter tout mouvement relatif important du Maroc septentrional par rapport au craton ouest-africain, à moins bien sûr que le pôle de rotation ne fut lui-même très proche du pôle géomagnétique virtuel.

Les données de flux géothermique en Méditerranée occidentale sont très rares et dispersées. Le but de la campagne organisée en collaboration avec la Station Géodynamique de Villefranche était de réaliser un profil de mesures entre Villefranche et Calvi pour apporter des renseignements sur l'âge de la mer Ligure, sur la nature de son substratum et sur son mode de création. 13 bonnes mesures furent réalisées. Les résultats préliminaires indiquent une profonde asymétrie du bassin ligure avec la présence, approximativement de part et d'autre de l'axe NE-SW du bassin, de deux provinces géothermiques bien individualisées. La province septentrionale est caractérisée par un flux géothermique moyen voisin de 1,6 HFU. La transition d'une province à l'autre paraît brutale. Les valeurs de flux de la province nord suggèrent une croûte de type continental à intermédiaire s'étendant de la côte provençale jusqu'à l'axe du bassin. Le flux élevé de la province sud, pour un âge du bassin généralement donné comme Oligocène, peut représenter un bassin marginal inactif à flux anormalement élevé.

### 2.3. Paléoenvironnement du Pacifique : guide d'exploration des nodules polymétalliques.

Dans le rapport d'activité précédent, nous avons présenté notre apport dans le cadre du projet nodules et l'importance que nous attachions au parcours des eaux antarctiques profondes dans le Pacifique.

.../...

La poursuite de nos travaux a permis de définir les paramètres importants influant sur la formation des nodules et de proposer un modèle de formation et de distribution des nodules polymétalliques riches en nickel et en cuivre.

Les nodules polymétalliques se constituent autour d'un nucleus constitué de débris volcaniques, d'argile indurée, de fragments organiques ou de tout autre objet solide exposé sur des fonds marins bien oxygénés, à faible vitesse de sédimentation et situés près de zones volcaniques actives.

La topographie des fonds contrôle également la nature et la distribution des nodules : les nodules enrichis en nickel et cuivre sont concentrés dans les bassins tandis que les nodules enrichis en cobalt se trouvent plutôt sur les hauts fonds. Le cortex des nodules, constitué d'auréoles d'accroissement, suggère fortement une formation à caractère épisodique. Ce caractère reflète la présence dans le milieu de formation de facteurs également épisodiques dont les plus importants seraient le volcanisme et les courants profonds.

Le rôle du volcanisme dans le genèse des nodules a d'abord été abordé au niveau de l'axe de la dorsale Est-Pacifique, zone où les métaux de transition peuvent être délivrés sous forme ionique dans l'eau de mer. Or, à proximité immédiate des zones émissives de la dorsale les prélèvements n'ont rapporté que des fragments d'encroûtement riches en manganèse.

Une autre source d'ions métalliques (peut-être plus importante) semble être les zones de fracture. Dans ces zones de fracture, l'eau profonde se charge en éléments de transition (confirmé par les mesures de Geosecs) par "léchage" des roches ultra-basiques ou par les venues hydrothermales. Sur les flancs des dorsales et particulièrement au débouché des zones de fractures le flot d'eau enrichi en ions métalliques arrive en contact avec le courant profond antarctique. Il est à noter ici que le nickel et le cuivre peuvent non seulement être véhiculés sous forme ionique mais aussi (et surtout peut-être) être fixés sur des fragments biogènes : matière organique ou test.

Le contact entre l'eau pacifique intermédiaire et l'eau antarctique profonde est non seulement une thermocline mais également une lysocline hydrographique. Basses températures et milieu oxygénée de l'eau antarctique sont favorables à la précipitation des ions métalliques et à la cristallisation de phases solides. Les organismes calcaires, brutalement dissous par la masse d'eau froide corrosive, libèrent les ions métalliques qui précipitent sur un substrat. La précipitation des métaux de transition semble se produire préférentiellement entre la lysocline hydrographique et la profondeur de compensation des carbonates (CCD) soit approximativement entre 4 100 et 5 000 m. Plus profondément les teneurs diminuent.

L'enrichissement des nodules en nickel et en cuivre est fonction non seulement de la disponibilité d'ions métalliques dans l'eau, de leur vitesse de précipitation mais également de la vitesse de précipitation du manganèse. Dans les zones d'accélération du courant profond (chenaux, haut-fonds...) la précipitation du manganèse est rapide et les éléments de transition se trouvent dilués dans la masse de manganèse. En conséquence, les nodules les plus riches en nickel et cuivre doivent être rencontrés sur des fonds marins soumis à l'action de courants profonds mais plutôt dans des zones de décélération de ces courants et au voisinage de la lysocline hydrographique.

.../...

Pour tester ce modèle et se rapprocher du phénomène, nous avons formé le projet d'effectuer une étude détaillée d'un champ de nodules. En prélude à ce projet, nous avons réalisé dans le Pacifique sud une étude bathymétrique détaillée avec photographies et prélèvements intensifs. Les premiers résultats de cette opération sont riches d'enseignement.

Grâce aux balises acoustiques posées sur le fond, on a pu mettre en évidence une succession de rides et dépressions orientées approximativement nord-sud. Le rejet des rides est peu important (200 mètres maximum) et la succession des lignes structurales est de l'ordre de 5 000 mètres. A cette échelle fine, il apparaît que les fortes concentrations des nodules sur le fond se trouvent dans les dépressions. Sur les rides, les concentrations diminuent fortement et dans les sillons les nodules sont encore moins nombreux. La morphologie des nodules varie aussi avec la concentration, donc avec la situation topographique. Les zones à forte concentration sont constituées de gros nodules (> 5 cm) tandis que de petits nodules sont visibles sur les rides. Il ne semble pas qu'il y ait des variations de teneur totale significatives sur cette zone de quelques kilomètres carrés.

Ces premiers résultats sont fragmentaires et il est nécessaire de vérifier si ces corrélations sont extrapolables à d'autres zones et de mieux définir les paramètres déterminants (profondeur absolue, morphologie, courants, sédiments...). L'étude détaillée de quelques sites bien choisis permettra de pondérer ces paramètres qui pourraient alors servir de guide pour l'exploration.

#### 2.4. La croûte océanique.

Dans ce domaine on peut citer les résultats du dépouillement de l'opération FAMOUS et du Leg 37 du JOIDES ainsi que des travaux théoriques sur les zones de fracture. Il n'y a pas eu d'opération à la mer en 1975.

Un important travail de laboratoire a été réalisé sur les échantillons du leg 37 qui détient actuellement le record de pénétration dans les roches volcaniques (580 mètres). Les éléments majeurs et de transition ont été dosés et cet ensemble constitue le plus grand nombre de données probablement recueillies au niveau d'une zone d'accrétion. L'interprétation en cours apporte des éléments nouveaux au niveau de la cristallisation fractionnée et de la fusion partielle.

Une nouvelle analyse intégrée des zones de fracture de l'Atlantique sud a permis de proposer un modèle plus élaboré pour la cinématique de l'Atlantique sud. Les données de sismique réflexion, de magnétisme et de gravimétrie utilisées simultanément permettent de définir la structure de la lithosphère de part et d'autre des zones de fracture et leur extension vers le continent africain dans le golfe de Guinée.

En effet, les lithosphères d'âges différents, donc présentant des caractéristiques de température et de densité différentes, sont en contact de part et d'autre des zones de fracture et sont à l'origine d'une anomalie gravimétrique nette. L'étude de ces anomalies magnétiques montre que le voisinage des zones de fracture est en complet déséquilibre isostatique local près de l'axe des dorsales et passe progressivement en s'éloignant de l'axe des dorsales à un équilibre isostatique local.

.../...



La largeur des zones de fracture atteint parfois plusieurs dizaines de kilomètres. Une interprétation intégrée des données de gravimétrie et de sismique a permis de montrer que la position théorique de la zone de fracture déduite de la gravimétrie est bien positionnée par rapport au complexe structural de la zone de fracture.

Le tracé des zones de fracture, défini avec précision dans le golfe de Guinée, a permis de mettre en évidence quatre phases principales pour la formation de l'Atlantique sud et de calculer les paramètres associés à chacune des ces phases.

Une première phase d'ouverture de 130 MA à 85 MA est suivie d'une phase compressive dont les manifestations sont visibles dans le bassin de la Benue. De 85 MA à nos jours, deux phases d'ouverture se sont succédées avec un changement de phase à 38 MA correspondant à ces mouvements verticaux bien définis de part et d'autre de l'Atlantique sud.

### L'opération FAMOUS

Les résultats marquants sur le plan structural ont fait l'objet d'un article de la revue américaine Science (10 octobre 1975). Cet article met un terme à la première phase de dépouillement et ces résultats préliminaires ne seront pas repris ici.

Depuis, la plus grande part du travail a été consacrée à l'étude des roches prélevées par les deux submersibles Archimède et Cyana, et à l'étude détaillée de la faille transformante "A" (partie médiane).

Les observations de terrain sur le fond de la vallée transformante fournissent des contraintes majeures sur la structure de la zone de cisaillement grâce à une image détaillée de sa structure superficielle. En premier lieu, les données de terrain montrent que la zone de cisaillement est une zone étroite, intensément fracturée sans plans préférentiels de mouvements. En outre, la zone cisailante n'est pas stable dans le temps. Deuxièmement, la morphologie de la partie profonde de la vallée transformante et confinement de puissantes zones d'éboulis dans cette partie profonde soulignent le fait que la zone principale de mouvement n'a pas varié de manière significative. Troisièmement, la largeur totale de la zone cisailante a dû changer au cours du temps pour accommoder les contraintes cinématiques par l'intermédiaire de régions-relai. Enfin, la zone toute entière est affectée par des réajustements verticaux majeurs qui se superposent au cisaillement horizontal. L'évolution des failles transformantes est de plus, compliquée par l'hétérogénéité des déformations qui affectent un domaine mécaniquement complexe avec des lithosphères d'épaisseur variable.

L'étude des échantillons de basalte confirme l'hétérogénéité spatiale et temporelle de la croûte océanique avec une échelle de temps de l'ordre de 10 000 ans et une longueur d'onde de l'ordre du kilomètre. Malgré cette hétérogénéité, la diversité des types de lave est restreinte. Par contre, la chimie (éléments majeurs) de ces laves est tout-à-fait comparable à celle des roches typiques prélevées dans d'autres zones de dorsales. Les données montrent que c'est probablement la variation consommitante entre les phases magmatiques et les déformations dues à la tectonique qui serait responsable de la distribution complexe des roches observées à la surface et par conséquent de la partie supérieure de la croûte

.../...

océanique dans un contexte plus large. Les basaltes prélevés dans les trois domaines de plongées ne montrent pas de différences fondamentales et peuvent parfois être identiques dans leur composition. Néanmoins, la distribution des principaux types pétrographiques est différente dans les trois domaines. Par exemple, les basaltes riches en pyroxène sont observés le plus souvent dans la faille transformante sur des escarpements de faille. La définition des principaux types pétrologiques dans le contexte structural repose sur l'obtention de critères diagnostics exclusifs.

La connaissance de l'âge relatif de chaque échantillon progresse par plusieurs voies (traces de fission de l'uranium, isotopes de l'oxygène, thermoluminescence, altération et accumulation de manganèse). De telles études n'ont jamais été tentées auparavant dans le cadre précis d'établir les processus magmatiques et tectoniques à l'axe d'une dorsale. Les premiers résultats soulignent la complexité de la mise en place de la croûte océanique.

L'étude des éléments traces des roches qui constitue un moyen de connaître la part respective de la fusion partielle et de la cristallisation fractionnée dans la genèse des roches montrent sur la collection FAMOUS que la variété des roches reflète divers degrés de cristallisation fractionnée mais que plusieurs séries doivent être invoquées.

L'étude magnétique des échantillons démontre que les roches de la partie axiale du rift ont été mises en place pendant la période normale de Brunhes confirmant l'âge déduit des anomalies magnétiques mais met en doute la supposition simple et fréquemment admise que la zone précise d'injection de nouvelle croûte peut être traduite par une zone d'aimantation anormalement élevée.

Pour faire le point sur les travaux de FAMOUS et faire des comparaisons avec les zones d'accrétion émergées (Islande, Afars), nous organisons à Brest, sous l'égide de la Société Géologique de France, une réunion spécialisée les 27 et 28 novembre 1975. Plus de 35 communications sont annoncées et une centaine de participants français mais aussi américains, anglais, islandais, allemands sont attendus.



### III - SECTION MILIEU VIVANT

#### A - EQUIPE D' ECOLOGIE MARINE

##### INTRODUCTION.

L'activité de recherche de l'équipe d'écologie au cours de l'année 1975 peut être caractérisée par une consolidation des programmes avec développement de nouvelles orientations qui en découlent très logiquement. En matière d'écophysiologie pélagique, le développement des recherches sur les indices métaboliques définis par la mesure des activités spécifiques de certaines enzymes a conduit à accentuer les travaux sur des élevages expérimentaux ; un essai d'application de la méthode à l'étude de l'action de certains métaux (cuivre) et de la température a été entrepris. L'outil de traitement statistique est en voie d'application à grande échelle dans le cadre des études de sites de centrales thermonucléaires littorales. En matière d'écologie benthique, une nouvelle orientation vers les questions de production secondaire en zone littorale et d'écoéthologie s'est clairement dégagée. Enfin, les recherches sur les phénomènes endocrinologiques liés à la maturation sexuelle des crevettes Penaeides ont permis de définir les conditions écologiques du contrôle externe de ces phénomènes.

Deux thèses de doctorat ont été achevées et doivent être soutenues avant la fin de l'année. Du point de vue locaux, il faut signaler la mise en service du premier étage du bâtiment biologie début septembre.

#### 1. ECOLOGIE PELAGIQUE

L'année écoulée a marqué la fin de la participation au programme international CINECA. Cet arrêt a été mis à profit pour exploiter les résultats acquis et commencer une série d'expérimentation sur élevage en laboratoire, destinés à servir de tests pour l'étude de la physiologie et de la production. Il paraît maintenant nécessaire de résumer les résultats obtenus au cours de ces quatre premières années d'activité pour dégager l'évolution et les progrès du programme suivi.

L'optique de recherche en écologie pélagique est d'analyser les processus biologiques d'un écosystème dans les conditions naturelles. Les mesures *in situ* traditionnelles, biomasse, composition et distribution faunistique, peuvent être reliées aux conditions écologiques correspondantes du milieu. Cette méthodologie permet une description de l'écosystème ; elle a été réalisée pour deux régions productives (upwelling et divergence) lors des campagnes CINECA I et MEDIPROD III. Cependant, l'information obtenue par ces méthodes est trop statique pour permettre la compréhension des mécanismes de fonctionnement et de production zooplanctonique sans multiplier de façon très lourde le nombre des mesures à réaliser.

.../...

Une seconde approche consiste à faire appel à l'estimation des taux physiologiques. Une difficulté apparaît alors, liée à la fragilité et à la petite taille des animaux zooplanctoniques. De ce fait, les expérimentations effectuées sur des animaux prélevés dans l'écosystème considéré et conservés en élevage, sont difficilement interprétables. En effet, elles se heurtent aux problèmes de reconstitution des conditions naturelles *in vitro*, du stress subi par les organismes lors de la capture et de leur adaptation aux nouvelles conditions qui leur sont proposées. Pour résoudre ces difficultés, il a été fait appel à la biologie cellulaire. L'activité physiologique d'un organisme résulte d'une suite de réactions biochimiques contrôlées qui se déroulent au niveau cellulaire. La mesure de l'un des composants régulateurs de la réaction est un indice potentiel de l'activité physiologique. C'est sur ce principe que la mesure des taux physiologiques a été envisagée.

La nutrition est le premier processus étudié. Il a été démontré au cours de la campagne CINECA III que la teneur d'une enzyme digestive (l'amylase) varie en fonction du comportement trophique et en particulier, avec la quantité de nourriture (phytoplancton) disponible dans le milieu. Il existerait une régulation de cette enzyme digestive par l'activité et les conditions trophiques. De plus, ces premiers résultats laissent supposer l'existence d'un rythme de synthèse de l'amylase donc d'une nutrition périodique. Les campagnes CINECA IV et V ont permis d'affiner la description de ces processus. Il a été montré que l'activité des protéases digestives variait indépendamment de celle de l'amylase, ce qui confirme l'hypothèse de la spécificité de la régulation des synthèses d'enzymes digestives en relation avec leur fonction physiologique. Ce résultat permet d'envisager la mesure du régime alimentaire du zooplancton, ses fluctuations et ses adaptations par l'étude comparée de différentes activités enzymatiques. Le traitement des mesures effectuées durant ces deux campagnes a été orienté dans ce sens écologique. Les résultats obtenus ont conduit à envisager un nouveau modèle de nutrition dans lequel interviendrait le rythme d'alimentation, le régime alimentaire et le rendement d'utilisation de la nourriture en fonction de sa composition chimique. Le programme d'activité de l'année 1975 a été réalisé dans cette optique ; il se présente sous deux aspects :

- Au laboratoire, amélioration des techniques de mesure des indices biochimiques et recherche d'une plus grande spécificité. De plus, des élevages d'*Artemia* comme organisme cobaye ont été mis en place pour définir les mécanismes de régulation de la synthèse des enzymes digestives.

- *In situ*, utilisation d'un écosystème connu et productif (upwelling mauritanien) pour étudier au niveau spécifique le rythme de synthèse et son origine, pour évaluer le régime alimentaire des copépodes dans différentes conditions trophiques et mettre en évidence les facteurs du milieu qui contrôlent la régulation de la synthèse des indices choisis. Au cours de la campagne GBRALTAR, cette approche biochimique a été comparée avec les méthodes classiques de physiologie.

Parallèlement à cet axe de recherche centré sur la nutrition, l'étude de la croissance est abordée dans la même optique. Enfin des tests de contrôle de l'état physiologique du zooplancton en élevage avec des conditions expérimentales optimales et reproductibles sont progressivement mis en place.

.../...

### 1.1. Travail au laboratoire :

La première étape de l'analyse des propriétés biochimiques de l'activité de l'amylase a été achevée et présentée à ABERDEEN au Marine Natural products International Symposium. Cette analyse permet de confirmer la spécificité digestive et la caractérisation de l' $\alpha$ -amylase, sa grande stabilité et son caractère allostérique particulier.

La mesure de la trypsine, protéase spécifiquement digestive, a été mise au point de façon à remplacer la mesure des protéases totales dont la spécificité est moindre. Les techniques de mesure de l'amylase et des protéines ont été améliorées et sensibilisées de façon à pouvoir traiter les problèmes de nutrition avec des échantillons de quelques individus d'une même espèce.

Une série d'élevages d'*Artemia*, commencés en 1974, a été complétée et achevée en 1975 pour l'étude des facteurs régulateurs de la synthèse des enzymes digestives. Au cours de cette étude une méthode particulière de mesure de l'ingestion chez *Artemia* a été mise au point. Elle fait appel à l'étude des variations de la densité protéique des individus. Ces expériences ont permis d'établir : l'activation de l'amylase et la répression des protéases par la nutrition végétale, la corrélation entre la nourriture ingérée et les taux enzymatiques correspondants, les variations de régime alimentaire dans de mauvaises conditions d'élevage et le rôle probable des bactéries en tant que source de nourriture. Elles permettent de mettre en évidence le rythme de nutrition et son caractère bimodal, de différencier enfin les besoins énergétiques des *Artemia* selon leur âge. Ces résultats ont fait l'objet d'une communication à OSTENDE (10ème Symposium européen de Biologie marine) (communication n° 415).

Une technique provisoire de mesure de l'ATC (Aspartate trans-carbamylase) a été définie afin de commencer à tester la valeur de cet indice vis-à-vis de la croissance. Les premiers résultats tendent à montrer une bonne relation avec la vitesse de croissance des animaux. Les difficultés techniques de mesure de cette activité exigent encore un travail important de mise au point.

Deux expériences préliminaires ont été réalisées pour l'étude des variations de la physiologie d'*Artemia* en présence de polluants chimiques (cuivre) et physiques (température). Elles ont permis de mettre en évidence la réponse des paramètres biochimiques à ces facteurs externes et de définir un protocole précis pour l'étude systématique de tels problèmes qui seront abordés en 1976.

Ces différents protocoles d'élevages nécessitent la réalisation d'un ensemble de tests physico-chimiques permettant de contrôler les événements du milieu d'élevage. Les différents modules de contrôle ont été définis et sont progressivement mis en place.

.../...

### 1.2. Travail in situ :

La campagne GIBRALTAR (N.O. "Jean Charcot") a été organisée et réalisée dans la zone d'upwelling du Sahara espagnol. Cette campagne était axée sur les problèmes d'écophysiologie zooplanctonique et en particulier sur la nutrition. Le régime alimentaire, la quantité de nourriture ingérée des principales espèces de Copépodes, de Chaetognates, d'Euphausiacés et des populations, en liaison avec les variations des paramètres écologiques ont été étudiées. Les mesures ont été effectuées par les méthodes de physiologie classique et par les mesures biochimiques permettant une intercomparaison des résultats.

Les premiers traitements ont permis de déterminer l'influence de la qualité et de la quantité de nourriture disponible sur la régulation de la synthèse de l'amylase et de la trypsine. Une adaptation du système enzymatique aux variations des caractéristiques trophiques, permettant aux individus de conserver une efficacité optimale de digestion, est mise en évidence. Des corrélations significatives lient l'activité spécifique de l'amylase aux taux d'ingestion (mesuré par l'incorporation de C 14).

Du point de vue écologique, le régime et le rythme alimentaire sont analysés au niveau de l'espèce et permettent de conclure quant à la nature de la nourriture ingérée, à l'origine et à la signification des paramètres du rythme.

Ces différents résultats ont fait l'objet de deux communications à Kiel au cours du 3ème Symposium international sur les écosystèmes d'upwelling et à Ostende au 10ème Symposium européen de Biologie marine (contribution n° 423).

Enfin, une étude systématique de la composition élémentaire en Carbone et en Azote, au niveau spécifique, réalisée au cours des campagnes CINECA et avec des prélèvements effectués en Méditerranée, a été achevée. Le rapport Carbone/Azote de *Temora stylifera* et de *Centropages typicus* apparaît constant pour les deux espèces, pour les divers stades juvéniles, les adultes des deux sexes et les générations successives au cours d'un cycle annuel ; par contre la teneur en Carbone et en Azote présente des variations annuelles. La comparaison des individus des deux écosystèmes méditerranéen et africain permet de mettre en évidence un rapport C/N distinct pour les deux régions, qui traduit l'adaptation des organismes à un type donné d'écosystème. Cet indice est stable pour chaque écosystème considéré. Ces résultats ont fait l'objet d'une communication à la XIVème Assemblée plénière de la CIESM (contribution n° 333).

### 1.3. Utilisation des Euphausiacés du N.E. Atlantique :

L'exploitation des Euphausiacés du N.E. Atlantique est entrée au cours de l'année 1975 dans sa phase opérationnelle. Les années précédentes (1970-1974), à l'occasion des campagnes d'assistance technique et scientifique à la flottille germano-française des données précises sur la biologie de l'espèce, étaient patiemment accumulées. Cette somme de connaissances a permis de déboucher en 1975 sur la collecte d'une quantité suffisante de l'espèce *Meganyctiphanes norvegica* pour réaliser les premières expériences d'utilisation de "krill" sur le marché français. La

campagne de 1975 a été réalisée en collaboration entre le CNEOX/COB et l'Institut Fédéral des Pêches d'Hambourg (R.F.A.) dans la zone nord-Açores. Cette campagne a servi de banc d'essai technologique et préparatoire à la campagne antarctique de l'été austral 1975-1976, qui doit être réalisée à bord du "Walter Herwig", premier navire de recherche halieutique d'Allemagne de l'Ouest. Sur le plan français, au cours de la même campagne, il a été démontré que la collecte du krill N.E. Atlantique est une activité compatible avec la pêche au thon blanc pour certaines unités (force motrice, procédé de réfrigération). A la suite de cette campagne, une série d'expériences a été mise au point pour tester la valeur de ce produit pour l'alimentation des salmonidés : truite en eau douce (expérience positive), truite et saumon en eau de mer (expériences en cours).

## 2. ECOLOGIE BENTHIQUE.

### 2.1. Systématique et biogéographie des communautés abyssales.

#### 2.1.1. Mer de Norvège :

La Mer de Norvège s'est formée à une époque relativement récente, et les bassins profonds que nous connaissons aujourd'hui remontent à 50 ou 60 millions d'années. A cette époque, les eaux littorales arctiques étaient soumises à des conditions thermiques tempérées. Le refroidissement progressif qui a amené les eaux arctiques littorales aux températures extrêmes actuelles s'est terminé il y a environ 3 millions d'années. Il est vraisemblable que, au cours de ce refroidissement, les faunes profondes originelles des bassins de la Mer de Norvège ont disparu et qu'elles ont été remplacées par des éléments nouveaux provenant du plateau continental, et adaptés aux conditions thermiques polaires. Or, alors que les faunes côtières sont parmi les mieux connues du monde en Mer de Norvège, au-delà de 1 500 mètres environ, les connaissances actuelles remontent pratiquement en totalité à deux expéditions océanographiques du siècle dernier : l'expédition norvégienne de MOHN et SARS à bord du "Vöringen" (Nord Nordhavs Expedition) et l'expédition danoise de l'Ingolf dans le bassin situé au nord de l'Islande. Les résultats biologiques concernant des profondeurs supérieures à 2 500 mètres sont extrêmement réduits, l'essentiel des travaux réalisés avec succès se situant entre 500 et 2 000 mètres. La campagne franco-suédoise NORBI avait pour objectif l'étude des communautés benthiques des bassins profonds avec les techniques de prélèvement les plus modernes.

Parmi les résultats préliminaires, il faut souligner spécialement les points suivants :

1 - Au cours des nombreuses opérations de prélèvements de faune effectuées dans les quatre bassins profonds de la Mer de Norvège, il a été constaté une remarquable homogénéité de la faune benthique. De très faibles différences ont été constatées d'un bassin à un autre, les deux stations les plus ouest (10 et 13° W) étant les seules à présenter un contraste marqué. Cette homogénéité de la composition faunistique qualitative, pour une amplitude bathymétrique de plus de 1 000 mètres, est en contradiction avec ce qui est connu en Atlantique Nord.

2 - La diversité spécifique demeure pour l'ensemble des stations prospectées extrêmement faible, tout au moins pour les espèces identifiables

.../...

à bord. Pour un groupe comme les Echinodermes, moins de 10 espèces en tout ont été recensées. Quatre espèces seulement de poissons ont été récoltées et toutes au-dessus de 3 000 mètres : *Rhodichthys regina*, espèce endémique appartenant à un genre monospécifique, *Lycodes frigidus*, *Paraliparis bathybius* et *Paraliparis* sp. Aucun Macrouridae n'a été récolté dans les chaluts ou dans les nasses. De la même manière, les crustacés montrent une réduction remarquable du nombre des espèces : 12 à 15 espèces de grands Amphipodes, contre une centaine d'espèces pour la même gamme de profondeur dans le golfe de Gascogne ; deux Décapodes seulement (*Bythocaris leucopis* et *Hymenodora glacialis*) ; absence de groupes largement représentés habituellement en abyssal comme les Lithodidae, les Galathéimorphes (*Munidopsis*), les Pagures, les Penaeides, etc... Quelques espèces d'Isopodes, largement dominées par le grand *Glyptonotus megalurus* de plus de 5 cm de longueur. Les Annélides Polychètes comprennent moins de dix espèces, les Mollusques moins d'une vingtaine. Des groupes tels que les Sipunculides, les Echiurides ou les Ascidies font totalement défaut. Par contre, les résultats quantitatifs montrent l'efficacité des méthodes employées : des formes telles que *Bythocaris leucopis* et *Boreomysis scyphops*, connues jusqu'à NORBI par 5 à 6 individus, ont été récoltées par centaines au cours de la campagne.

3 - Le nombre d'espèces communes entre la Mer de Norvège et l'Atlantique Nord-Est est extrêmement faible, ce qui confirme largement l'hypothèse d'isolement de la faune profonde de la Mer de Norvège (influence du seuil Groënland-Islande-Feroës). Au contraire, la faune récoltée dans les quatre bassins profonds montre d'indéniables affinités avec la faune arctique littorale au niveau générique : c'est par exemple le cas des genres Halirages (Amphipode), *Bythocaris*, *Boreomysis*, *Elpidia*...

4 - L'organisation de l'écosystème profond benthique diffère profondément des connaissances acquises en d'autres régions de l'océan mondial : le dernier échelon trophique (carnivores, ou scavengers = équarisseurs, des anglo-saxons) est représenté tout au moins en-dessous de 3 000 mètres par des Amphipodes de la famille des Lyssianassidae (*Eurythenes gryllus* en particulier). Les poissons et les grands Décapodes font totalement défaut à ce niveau.

5 - Les densités observées pour certaines espèces sont largement supérieures aux chiffres admis jusqu'à présent pour de telles profondeurs : une espèce limivore comme *Elpidia glacialis* est représentée à plus de 3 000 mètres de profondeur par 4 à 6 individus au minimum par m<sup>2</sup> ; un carnivore strict comme *Eurythenes gryllus* atteint vraisemblablement une densité de l'ordre de 1 individu pour 50 m<sup>2</sup>, ce qui à raison d'un poids individuel de 2,5 g, représente une biomasse de 0,05 g/m<sup>2</sup> pour ce seul niveau tertiaire, chiffre très élevé.

#### 2.1.2. Atlantique et Méditerranée :

L'exploitation scientifique du matériel récolté aux cours des précédentes campagnes se poursuit et les résultats suivants ont été publiés.

Le genre *Hymenaster* (Astéride) fait l'objet d'une révision systématique et biogéographique à partir d'espèces récoltées au cours de missions BIOGAS et de types provenant du British Museum et du South African Museum. Description de 3 espèces nouvelles (contribution n° 389).

L'étude de l'ensemble de représentants de la famille des Haplo-niscidae (Isopodes Asellotes) donne lieu à une classification fondée sur une double approche, phénotypique et cladistique. L'étude des affinités morphologiques entre les 73 espèces considérées est développée à partir d'une analyse multicritère (Analyse des Correspondances et Hiérarchie). L'hypothèse phylogénique fondée sur le principe de l'arbre minimum permet de donner un sens évolutif à la classification proposée. Les aspects méthodologiques (choix des caractères, de leur codage, de la distance taxinomique et de l'algorithme de traitement) sont largement discutés (contribution n° 325, Thèse P. CHARDY).

La répartition des Isopodes Asellotes à l'échelle de l'Océan Atlantique est réalisée dans le cadre du traitement de l'information biogéographique relative au domaine abyssal. Un fichier faunistique conçu sur CII 10070 permet de dégager les grandes lignes de la distribution verticale et horizontale de ce groupe. Un chapitre méthodologique est consacré au problème des ressemblances faunistiques en biogéographie. Une analyse d'inertie permet de bâtir un schéma traduisant globalement les affinités entre les principaux bassins atlantiques. Une discussion sur l'origine des Asellotes de profondeur conduit à envisager une colonisation du milieu abyssal par des formes littorales (contribution n° 325, Thèse P. CHARDY).

Une espèce nouvelle de *Lacydonia* (Polychète errante) a été décrite de la fosse de Matapan ; le genre comportait déjà un représentant abyssal du Pacifique Nord-Ouest (contribution n° 369).

## 2.2. Ecologie abyssale du Golfe de Gascogne - programme BIOGAS

### 2.2.1. Environnement physico-chimique :

Afin de fournir une description globale des conditions physiques et chimiques des 6 stations régulièrement prospectées pendant 2 ans, une analyse multivariable a été appliquée à l'ensemble des paramètres mesurés (granulométrie, calcimétrie, Carbone organique, Azote, Protéines). Les caractéristiques suivantes ont été mises en évidence :

- Le taux de matière organique et le pourcentage de fraction grossière ne varient pas avec la profondeur, mais avec la localisation géographique. La zone sud Gascogne présente un sédiment vaseux plus riche en matière organique que le sédiment de la partie nord du Golfe. Située au débouché du canyon du Cap breton, la zone sud bénéficie d'un apport terrigène dont l'importance semble varier avec les saisons sur les fonds de 2 000 m.

- Le taux de Carbone minéral décroît avec la profondeur indiquant une meilleure représentation de la fraction biogène dans les stations les moins profondes. Il existe également à profondeur égale une distinction régionale entre le nord et le sud du Golfe : les sables de la radiale nord sont dans l'ensemble plus calcaires que ceux de la zone sud dont la fraction grossière est d'origine détritique.

- Le rapport C organique/N augmente avec la profondeur, traduisant une baisse de l'activité microbologique dans les grands fonds. A profondeur égale, le rapport C/N est plus élevé dans la zone sud qu'au nord du Golfe.

.../...

Une analyse des variations "intra-stations" révèle une hétérogénéité spatiale qui remet en question la notion (pourtant très répandue) d'uniformité de l'environnement abyssal. Ces résultats sont développés dans l'article principal de la Thèse de P. CHARDY devant être soutenue le 19 décembre 1975 (Université Pierre et Marie Curie).

### 2.2.2. Etude faunistique :

La structure du peuplement des Isopodes Asellotes de la plaine abyssale du Golfe de Gascogne a été analysée en relation avec les variations physico-chimiques du milieu. La biomasse, variant entre 1,4 mg/m<sup>2</sup> et 25,2 mg/m<sup>2</sup>, baisse avec la profondeur : elle n'est donc pas corrélée avec la teneur en Carbone organique dans le sédiment, mais avec le rapport C/N, indicateur de l'activité micro-biologique in situ. La diversité spécifique est plus faible dans la zone sud Gascogne plus directement soumise aux variations littorales en raison de la proximité des côtes. Par ailleurs, les diversités les plus faibles sont enregistrées aux stations les plus profondes (4 500-4 700 m). Deux hypothèses sont avancées pour interpréter cette observation :

- La baisse de diversité avec la profondeur traduit des conditions écologiques extrêmes liées à une réduction de la nourriture disponible.

- Toute communauté ayant tendance à se diversifier avec le temps, la faible diversité des stations profondes traduit une colonisation relativement récente des grands fonds.

L'étude qualitative et quantitative des variations de la composition faunistique révèle une discontinuité marquée entre les fonds de 2 000 m et les stations plus profondes que les paramètres physico-chimiques ne permettent pas d'expliquer. Par contre, les différences faunistiques à 2 000 m entre les zones nord et sud sont attribuables à des différences sédimentaires (cf. Thèse d'Etat, P. CHARDY).

Le groupe de travail réunissant les différents participants du programme BIOGAS (10-11 février 1975) a été l'occasion d'une première synthèse des résultats de 2 ans de travaux à la mer. Des résultats globaux de biomasses macrofaune et méiofaune ont été présentés et discutés.

L'étude écologique des Astérides et des Holothuries dans le Golfe de Gascogne a fait l'objet d'une communication à Rovinj en Yougoslavie (Colloque sur les Echinodermes, contribution n° 421). L'analyse du rapport gonado-somatique de deux espèces d'Ophiures abyssales récoltées régulièrement dans le Golfe de Gascogne conduit à la mise en évidence d'un cycle de reproduction annuelle (rapport de stagiaire I.U.T.).

L'étude des Polychètes Ampharetidae a permis de découvrir un genre nouveau, *Noanelia*, relativement isolé au sein de la famille. Certains caractères peuvent être considérés comme primitifs (contribution n° 398).

.../...



### 3. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

En 1974, le rôle d'un facteur écologique, la lumière, avait été mis en évidence en tant que synchronisateur des rythmes endocriniens dans une population ; il s'agissait alors de la maturation sexuelle chez les mâles d'*Octopus vulgaris*. En 1975, le programme d'étude des conditions de la maturation sexuelle chez *Penaeus japonicus* en captivité réalisé depuis la fin de l'hiver, fait à nouveau intervenir des facteurs écologiques, la lumière et la température.

150 crevettes mâles et femelles (sex ratio de 50% environ) âgées de 1 et 2 ans (classes 1973 et 1974, nées en mai), provenant d'une expérience antérieure pour les animaux les plus âgés et de la station d'élevage de Maguelone pour les plus jeunes, ont été mises en expérience à partir du mois de décembre 1974. Trois séries d'expériences ont été menées simultanément, dans lesquelles la température et la durée d'éclairage ont varié depuis le 1er avril. Les autres facteurs (pH, oxygénation, charge et volume des bacs, nourriture, nature du substrat) ont été maintenus identiques dans les trois bacs. La maturation sexuelle a été réalisée en trois mois dans les trois bacs. Les pontes sont apparues simultanément dans les trois bacs à partir du 10 juillet. Toutefois, le nombre total de pontes et le nombre moyen d'individus obtenus par ponte sont largement fonction des conditions du milieu. A la date du 3 novembre, 87 pontes totalisant 1 322 800 individus ont été collectées ; tous les produits obtenus sont parfaitement vigoureux. Les pontes se poursuivent toujours depuis cette date. Par ailleurs, des pontes de femelles isolées ont été provoquées par élévation nocturne de la température du milieu. Ces pontes provoquées ont permis de vérifier sur un individu isolé que l'émission des oeufs peut se faire de manière séquentielle, au cours de deux nuits successives. Deux des pontes (10 juillet et 28 août) ont été élevées pour constitution des stocks de futurs géniteurs. L'élevage des larves et des post-larves a été réalisé sans difficulté, avec un taux de survie de l'ordre de 15-20%. Les plus âgés de ces juvéniles pèsent actuellement 7 g pour les plus grands individus ; les uns sont élevés à température élevée (25°), les autres à température plus basse. Une note faisant le point des résultats obtenus à la date du 27 octobre a été déposée (contribution n° 432). L'expérience de poursuit sans interruption ; la question qui se pose actuellement est de connaître si le maintien en conditions de température et de photopériode tropicales au-delà de la saison normale de reproduction suffira pour que les pontes se poursuivent, ou bien si l'horloge biologique sera la plus puissante. D'autre part, il faut également poursuivre de manière systématique l'étude des conditions de déclenchement de la ponte.

L'exploitation des données concernant l'influence de la lumière dans la maturation sexuelle chez les femelles d'*Octopus vulgaris* est en voie d'achèvement. L'étude de la neurosécrétion dans le cerveau d'un Céphalopode abyssal rare, *Cirrothamna murrayi*, a permis de découvrir des cellules neurosécrétrices parmi les cellules nerveuses. L'architectomie du cerveau de cette espèce étant très particulière, une étude anatomique plus poussée est nécessaire pour établir les homologues avec les structures classiques des Céphalopodes littoraux.

.../...

#### 4. TRAITEMENT DES DONNEES ECOLOGIQUES ET HALIEUTIQUES.

Outre les programmes habituels de recherche poursuivis dans ce thème, l'année 1975 est caractérisée par la mise en place au sein du D.S., d'une cellule de traitement de l'information destinée essentiellement à analyser et interpréter les données écologiques de sites E.D.F., retenus pour l'implantation de Centrales thermonucléaires. Cette cellule a pour tâche, dans un premier temps, la réalisation d'un outil de traitement mathématique spécifique aux problèmes des écosystèmes marins modifiés par l'homme.

##### 4.1. Gestion.

###### 4.1.1. Données écologiques :

La gestion des données écologiques collectées sur les sites E.D.F. ne peut être assurée par le D.S., en raison du volume de l'information. Une collaboration avec le B.N.D.O. a donné lieu à la réalisation d'un projet de bordereau de saisie de données E.D.F. pour l'hydrologie et la biologie. La mise en place d'un système de gestion qui serait assuré par le B.N.D.O., demande environ une année complète de programmation. Afin de démarrer le programme de traitement, le D.S. a réalisé un outil de gestion élémentaire utilisable à titre transitoire. Les données relatives à chaque site sont archivées dans un fichier conçu pour restituer les informations sous la forme requise par les programmes de traitement multivariable. Les systèmes de gestion relatifs à l'environnement des sables et graviers de la Manche ainsi qu'aux données de planctologie des campagnes CINECA sont passés au stade de l'utilisation routinière.

###### 4.1.2. Données halieutiques :

Après la phase de mise au point de l'outil de gestion, phase réalisée au cours des années précédentes, les opérations d'exploitation pour la saisie et la gestion des données de pêche aux thons par les palangriers asiatiques dans l'Atlantique sont conduites dans le cadre de la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (contributions D.S. n<sup>os</sup> 429, 430, 431). Il en est de même pour la pêche côtière de homard du littoral du sud Bretagne (année 1973, année 1974).

##### 4.2. Traitement.

###### 4.2.1. Ecologie

###### - Ecosystèmes perturbés :

Une réflexion sur les méthodes d'approches applicables aux problèmes du suivi des écosystèmes modifiés par l'homme a fait l'objet d'un rapport. Les méthodes de traitement, la stratégie de l'échantillonnage sont développées dans l'optique du traitement des données E.D.F. Une coordination au niveau de l'exploitation mathématique des données écologiques et halieutiques est envisagée avec l'I.S.T.P.M. Un effort particulier a été entrepris au niveau du contrôle et des méthodes d'acquisition des données de terrain. Différents groupes de travail (EDF-CNEXO-ISTPM) ont abouti à une meilleure harmonisation des méthodes de collecte.

Les données de la première campagne du Blayais ont fait l'objet d'un pré-traitement visant à synchroniser (par interpolations successives) les mesures hydrologiques et biologiques, dont la maille dans le temps est décalée. Une analyse des premiers résultats phytoplanctoniques de Gravelines a permis d'envisager une modification du plan d'échantillonnage.

- Divers :

La méthodologie de l'utilisation des séries temporelles pour le traitement des paramètres hydrobiologiques est appliquée aux données du Warf de Pointe Noire en collaboration avec l'Antenne ORSTOM. Une chaîne de programmes a été réalisée dans ce but par le D.S.

Le choix des métriques qualitatives en analyse d'inertie et le problème de la dualité des structures (variables-observations) ont fait l'objet d'un travail méthodologique en collaboration avec F. BLANC de la Faculté des Sciences de Luminy (contribution n° 405). Selon la qualité d'information mise en évidence, les métriques sont réunies en ensembles ou familles d'indices écologiques.

Les mesures d'activités enzymatiques effectuées in situ, au cours des campagnes CINECA ont été analysées au moyen des corrélations multiples et partielles et des techniques d'inertie.

Les peuplements annéliens de l'Archipel des Iles Kerguelen ont été définis par une analyse multivariante (zone du Golfe du Morbihan). Plusieurs systèmes faunistiquement homogènes sont mis en évidence en vue d'une étude de production (en collaboration avec D. DESBRUYERES, Laboratoire de Zoologie des Terres australes et antarctiques françaises).

#### 4.2.2. Données halieutiques :

- Dynamique des populations, évaluation et gestion rationnelle des stocks :

La gestion rationnelle du stock de thon blanc ou germon de l'Atlantique nord pose le problème de la coexistence de deux pêcheries : la première est celle de jeunes thons de surface par les thoniers français et espagnols, la seconde est celle des thons adultes par les palangriers. Il est indispensable de parvenir à une connaissance de plus en plus précise de la structure démographique des captures (des deux pêcheries : surface (contribution n° 384) et palangre (contribution n° 428)). D'autre part, les variations saisonnières des efforts de pêche développés et des tendances historiques de la pêcherie marquent l'évolution de l'indice vrai d'abondance d'une espèce (germon) recherchée. Ces difficultés d'appréciation nous ont amené à développer une technique de désaisonnalisation d'un indice d'abondance d'une espèce, technique applicable à de nombreux phénomènes en écologie quantitative (contribution n° 366). Par ailleurs, la focalisation de toutes ces techniques de gestion de données de pêche thonière dans une zone particulière a conduit à évaluer la production potentielle thonière des eaux au large du Brésil, soit environ 40 000 tonnes annuelles pour 6 espèces principales (contribution n° 384).

- Analyse multivariante :

Face aux problèmes de hiérarchisation des critères d'identification des 7 espèces appartenant au genre *Thunnus*, l'utilisation de l'analyse multivariante a permis de confirmer l'existence des relations phénotypiques et phylogéniques déjà reconnues par des auteurs précédents à l'aide de techniques classiques et de mettre en évidence une corrélation entre la biogéographie des espèces et certains critères anatomo-physiologiques retenus (contribution n° 339).

.../...

B - EQUIPE D'AQUACULTURE

INTRODUCTION.

Une année d'aquaculture c'est un cycle d'élevage supplémentaire dont les enseignements renforcent ou infirment, spécifiquement, les espoirs d'aboutir à un schéma rationnel et reproductible d'élevage à vocation commerciale.

Pour l'Ormeau, la Crevette japonaise, le Bar, la Sole, c'est l'optimisme tandis que l'aspect maussade cette année concerne le Bouquet et le Turbot.

Les élevages ancillaires (algues et herbivores) ont été sensiblement améliorés et fonctionnent désormais d'une manière routinière.

Les efforts portés sur la nutrition ont permis une amélioration des performances des aliments synthétiques destinés au grossissement tandis qu'il était constitué un dossier sur les techniques de microencapsulation utilisables pour les élevages larvaires. Toujours dans le souci général de simplifier les manipulations et de rationaliser les techniques.

1. PRODUCTION PRIMAIRE.

Les efforts ont porté sur l'aspect routinier de la production en testant le schéma expérimental mis au point l'année précédente : souches, volumes de 20 l, sacs polyéthylène de 40 à 80 l, concentration, congélation, lyophilisation.

La production totale de phytoplancton s'élève à 84m<sup>3</sup> (90% de *T. suecica*) dont 31m<sup>3</sup> ont été distribués frais et 53 m<sup>3</sup> concentrés et stockés (volume correspondant à 8 kg en poids sec). A partir du mois de mars il faut comprendre un apport hebdomadaire en algues concentrées correspondant à 35 g sec de *T. suecica* (200 litres à 1 10<sup>6</sup>  $\phi$ /ml) utilisé par la Faculté de Médecine de Brest (Service du Dr BALOUET) pour servir ses études sur la maladie de l'huître plate (*Ostrea edulis*).

A cette production totale, il faut ajouter la nourriture destinée à l'opération *Penaeides* déclenchée en cours d'année. Soit :

7 m<sup>3</sup> de *T. suecica* à 1 10<sup>6</sup>  $\phi$ /ml  
 290 l de *Phaeodactylum* à 10 10<sup>6</sup>  $\phi$ /ml  
 180 l d'*IsochrYSIS* et *MonochrYSIS* à 12 10<sup>6</sup>  $\phi$ /ml  
 70 l de *Skeletonema* à 8 10<sup>6</sup>  $\phi$ /ml

L'étude sur les possibilités de stockage avec reviviscence commencée en 1974 (contribution n° 337) a été poursuivie. Les nouveaux protecteurs à base de lait se sont montrés beaucoup moins efficaces que le glycerol à 15%.

Ce dernier toutefois présente l'inconvénient de mal se dissoudre dans l'eau de mer. Les essais se poursuivent.

## 2. HERBIVORES.

L'expérimentation sur le Rotifère *Brachionus plicatilis* s'est poursuivie jusqu'en mars. Elle a permis de montrer que *Tetraselmis suecica* donne, à volume de culture égal, de meilleures productions que *Chlorella* sp. et *Monochrysis lutheri*. Avec la poudre de *Spirulina* sp et de *Tetraselmis*, les résultats sont satisfaisants, mais on se heurte, encore pour le moment, à des pollutions importantes. Pour *Artemia* il est confirmé que la poudre de *Spirulina* est actuellement la nourriture la mieux adaptée et la plus économique. Sa teneur moyenne en protéines est de 55% au lieu de 30-35% pour *Tetraselmis* et *Isochrysis*.

Toute la production de *Brachionus* a été assurée sur culture de *Tetraselmis* en cuve de 100 l. La récolte quotidienne moyenne a été, de février à juin, de  $5 \cdot 10^6$  *Brachionus* par cuve soit un poids frais de 12 g et un poids sec de 1,2 g pour une consommation de 20 l d'algues à  $2 \cdot 10^6$   $\phi$ /ml (soit 7 g sec). Par la suite la production a été adaptée à la demande. Les premières analyses précisant que chez *B. plicatilis* la teneur moyenne en protéines est de 50% et en lipides de 5%.

Toute la production d'*Artemia* a été, sauf incident, assurée sur *Spirulina* selon la technologie développée en 1974. Cette année la consommation d'*Artemia* de 6 jours ( $A_6$ ) par les poissons s'est légèrement réduite. Par contre, le programme Penaeides a exigé, dès août, de grandes quantités d'*Artemia* de 2 et 4 jours (production journalière moyenne en août :  $810\ 000 A_2 + 900\ 000 A_4 + 915\ 000 A_6$  ; en septembre :  $2\ 540\ 000 A_2 + 1\ 300\ 000 A_4 + 920\ 000 A_6$ ). L'unité a tourné sans interruption de décembre à octobre et à partir de février toute sa production a été immédiatement consommée. Notons que la structure actuelle est entièrement saturée et risque de devenir, sauf amélioration, un facteur limitant les programmes.

## 3. REPRODUCTION ARTIFICIELLE ET GROSSISSEMENT DE MOLLUSQUES.

### 3.1. Huîtres.

Les recherches sur la reproduction artificielle de naissain d'huîtres sont déjà anciennes et ont permis les mises au point de biotechniques parfois totalement différentes mais toutes basées, de l'élevage larvaire jusqu'à la métamorphose, sur le principe des volumes stagnants. Faisant suite à la mise au point de ces techniques, des unités à options commerciales fleurirent depuis une quinzaine d'années utilisant chacune la biotechnique leur paraissant la meilleure. Les résultats obtenus par ces unités sont très aléatoires et actuellement il n'existe pas de preuve formelle qu'une unité de ce type soit rentable à long terme. Ceci tient au fait que le facteur environnement est un élément prépondérant sur l'équilibre de ce type d'élevage qui, compte-tenu des connaissances actuelles, reste très fragile. Ces unités ont en effet beaucoup de mal à planifier en qualité et en quantité leur production.

Dans ce contexte, les réflexions sur ces trois dernières années d'activité ont amené à proposer une réorientation de la politique de recherche pour la production artificielle de naissain d'huître. Les difficultés actuelles rencontrées dans le domaine de l'ostréiculture montrent qu'un effort est à mener dans la connaissance génétique du problème : sélection, isolement de produits résistants, etc... Pour cela il faut tout d'abord connaître avec exactitude les possibilités dans le temps et dans l'espace de la production artificielle (ce que nous ignorons actuellement), et standardiser les techniques. Pour toutes ces raisons, nous préconisons donc la création d'un module spécialisé sur l'huître où la production doit être un outil permettant le test, à l'échelle industrielle des différentes biotechniques utilisées. Ces tests porteront sur l'élevage larvaire (eau stagnante, eau courante, contribution n° 336) et le contrôle de la métamorphose (obtention de naissain un à un sur brissures, sur supports avec détrocage précoce) et fixation sur collecteur sans détrocage précoce (rapport éclosion expérimentale du 3 juillet 1975).

Ces recherches permettront donc, dans un premier temps de clarifier les données sur les écloseries et de vérifier la fiabilité d'un tel système. Cette unité devrait en outre avoir pour objectif le contrôle de la qualité du naissain produit (sélection d'adultes, études en aval sur le prégrossissement et le grossissement des juvéniles) (travail préliminaire : Thèse de 3ème cycle sur la "Croissance en culture suspendue de bivalves dans un étang breton" de J. ROBIN, qui doit être soutenue en décembre prochain à l'Université de Paris VI). Par ces études il sera possible de concevoir avec précision le potentiel à prévoir pour une mise en place rapide, à l'échelle nationale, d'une filière de production de naissain dans le cas de nécessité absolue (faillite de la production naturelle durant un temps plus ou moins long, ou pollutions locales etc...).

### 3.2. Ormeaux.

Une nouvelle activité s'est ajoutée à l'aspect production artificielle de naissain. Il s'agit de l'étude écologique de 3 sites expérimentaux situés dans la rade de Brest (Saint Anne-du-Portzic, Pointe du Corbeau à terre et au large). Cette étude vise à mettre en évidence la productivité de ces sites, l'âge des individus et l'évolution des peuplements afin de vérifier si l'absence totale de pêche sur les bancs situés au-dessous du zéro des cartes ne provoque pas à la longue un vieillissement des populations. Pour cela le travail en plongée indispensable est effectué en collaboration avec l'équipe de plongée du T.D.I. à raison d'une moyenne de 12 plongées par mois. Depuis le mois d'avril, 1 700 ormeaux ont été marqués. Le cycle d'étude devant porter sur un an, les résultats sont en cours de dépouillement.

Les expériences de reproduction artificielle ont permis d'obtenir 40 000 ormeaux entre 10 et 15 mois. Des expérimentations ont porté sur la mise en évidence d'un meilleur régime alimentaire. La nourriture naturelle la plus efficace est l'algue rouge, *Rhodomenia palmata*. Aussi curieux que cela paraisse, le mélange de cette algue et de deux autres espèces *Ulva lactuca* et *Laminaria digitata* donne de moins bons résultats ; la croissance étant linéaire, les croissances mensuelles sont pour *R. palmata*  $2,5\text{mm} \pm 0,1$ , *U. lactuca* 2,0 mm, *L. digitata* 1,8 mm et le mélange des trois 2,3 mm, soit en 3 ans une différence de 7 mm (Rapport de stage MFSAR). Une nourriture artificielle a été aussi testée. Les résultats sont identiques à ceux obtenus avec l'algue rouge. La concentration d'élevage standard des

juvéniles ayant migré sur le fond est au m<sup>2</sup> de 10 000 entre 3 et 5 mois, 5 000 entre 5 et 7, 3 000 à 7-8 mois et 2 000 de 8 à 12 mois.

Entre le 12 juin et le 9 septembre, 18 000 juvéniles de 10,7 g à 3,5 g ont été immergés sur la concession de la Coopérative JAOUILL à Kerlouan. Les difficultés rencontrées en 1974 (ensablement du site) étaient dues à une mauvaise technologie de parcs (orientation parallèle au rivage des rangées de parpings). Les modifications apportées au début de cette année (disposition des buttes perpendiculaires au rivage) semblent très satisfaisantes. Une amélioration donnée au moment de l'immersion (briques creuses au sein des buttes) et chasse aux crabes prédateurs par pêche aux casiers sur le site, donnent pour le moment d'excellents résultats : pas de mortalité apparente, la population reste très dense et la croissance moyenne mensuelle est d'environ 2 mm par mois compte-tenu de l'adaptation. Sur les 2 500 ormeaux de 1 cm immergés en 1974, décimés du fait de la mauvaise technologie du parc et de la prédation, il ne reste que 2 à 3% des individus. Leur taille moyenne est supérieure à 4 cm.

Compte-tenu des résultats acquis cette année, une production pour une production dans le hall d'aquaculture ne se justifie plus en 1976. Afin d'effectuer une continuité dans les expériences sur le terrain par l'apport de juvéniles, un module ormeaux est créé sur la concession du vivier d'Argenton. Cette unité est destinée à produire 50 000 juvéniles par an pendant deux ans ; temps nécessaire pour affirmer ou infirmer une promotion d'élevage de l'ormeau sur le littoral breton.

#### 4. CREVETTES

##### 4.1. Bouquet.

Il a été reconduit une expérience de production en grand volume (20 m<sup>3</sup>) en s'efforçant de s'affranchir partiellement de la nourriture vivante (*Artemia* nourris de 2 et 4 jours). 800 000 larves ont été maintenues et nourries pour 1/3 avec des *Artemia* vivants, pour 1/3 avec une nourriture congelée (*Artemia*) et pour 1/3 avec un aliment synthétique (granulé sec) de petite taille. Toutes ces distributions ont été automatiques et continues sur 24 heures. Le développement larvaire s'est déroulé sans mortalité appréciable pendant 20 jours jusqu'au moment de la métamorphose où s'est déclenchée une mortalité massive ne permettant que 5% de survie en animaux métamorphosés.

Ce problème reste donc posé. Il pourrait se situer probablement à la convergence de facteurs liés à la nutrition et à l'environnement. Au terme de la vie larvaire, on se trouve en présence d'une structure vieillie par 20 jours d'élevage et d'animaux ayant à franchir une phase de leur vie particulièrement critique dont les exigences ne sont pas satisfaisantes. L'étude de ce point particulier de la survie à la métamorphose sera reprise en petits volumes. Les post-larves obtenues participent à l'île Tudy à une expérience d'élevage mixte huîtres-crevettes ces dernières s'alimentant en partie sur les pseudofèces émises par les mollusques.

#### 4.2. Penaeïdes.

Le succès obtenu cet été sur l'induction de la ponte en captivité de *P. japonicus* a conduit à mettre en oeuvre une structure d'élevage susceptible d'accueillir les oeufs et les larves. Nous avons adapté une solution à mi-chemin entre l'expérimentation (pour progresser) et la production (pour permettre l'"alevinage" des expériences de grossissement entreprises par le CNEOX). Le travail a été effectué en volumes de 250, 450 et 1 500 litres en améliorant constamment les taux de survie après métamorphose. Ces derniers, en volume de 250 et 450 litres se situent actuellement entre 60 et 80% avec une charge initiale de 80 oeufs ou nauplii par litre. Ceci nous a permis d'expédier à la DEVA/Sud pour hivernage 200 000 post-larves.

Ici comme ailleurs, le but est de rationaliser les techniques en particulier en s'efforçant dans toute la mesure du possible d'échapper à la sujétion d'une chaîne alimentaire vivante pour la nutrition des larves et post-larves. C'est dans ce sens que tendent les efforts actuels.

### 5. POISSONS.

#### 5.1. Bar.

Le total des juvéniles de plus de 3 mois et 1 gramme conditionnés au granulé sec qui ont été distribués à divers utilisateurs (URDA/Nord, nutrition COB) se monte pour la saison à 18 500 poissons. La survie à 1 gramme de ces poissons issus de pontes en extérieur est globalement de 11,2%.

Dans le schéma alimentaire employé en routine les proies vivantes ont été remplacées par des proies inertes (*Artemia* lyophilisé puis granulé) le 50ème jour. Des expériences réduites ont montré qu'il est techniquement possible de passer en nourriture inerte dès le 40ème jour sans augmenter la mortalité. D'autre part, le premier tri des données met en évidence un bon niveau de reproductibilité d'une expérience à l'autre à condition que la taille des oeufs soit comparable. Ce facteur semble en effet avoir une influence considérable sur la survie des larves pendant leur premier mois de vie.

Les expériences de grossissement poursuivies sur ces poissons ont donné des résultats particulièrement intéressants laissant apparaître à l'île Tudy en cette fin de saison un poids moyen de 16 g.

#### 5.2. Sole.

Cette année environ 15 000 oeufs viables ont été récupérés du lot de géniteurs captifs. Ceci montre bien que s'il existe une amélioration à ce niveau, le problème de l'obtention massive d'oeufs en captivité demeure posé.

1 700 poissons de 2 mois nourris de proies vivantes ont été mis à la disposition des utilisateurs (INRA - UBO - URDA/Nord). En outre, un essai de passage à l'aliment composé entre 30 et 50 jours après l'éclosion a été réussi grâce à l'incorporation de poudre d'*Artemia*. 400 soles



ont été ainsi menées au-delà de 3 mois et 1,5 g de poids moyen et conditionnés à l'aliment standard pour Bar. Le taux de survie à 3 mois depuis l'éclosion se situe aux alentours de 5% pour l'ensemble de la saison sur ce poisson. Ces expériences comme celles menées à la suite par l'URDA/Nord (qui laissent actuellement apparaître un poids moyen de 16,1 g à l'île Tudy) sont particulièrement encourageants vis-à-vis des possibilités d'Aquaculture de cette espèce.

### 5.3. Turbot.

Le Turbot a beaucoup souffert cette année des efforts portés sur le Bar et la Sole. Faute de place disponible il a fallu attendre le mois de mai pour lancer les premiers élevages importants avec un personnel physiquement éprouvé. Il s'en est suivi de mauvaises conditions d'expériences et des résultats sans progrès sur l'année passée.

## 6. NUTRITION DES POISSONS.

### 6.1. Equipe d'Aquaculture.

Au cours de cette année, a été mise en place au C.O.B. une unité de granulation permettant la fabrication de petites quantités d'aliments de toutes tailles (granulés de 400 µm à 12 mm) et de toutes compositions. Il a été de ce fait possible de participer à la campagne de reproduction (bars, soles, turbots) en fournissant différents aliments "relais" permettant le passage de la nourriture vivante à l'alimentation inerte dans les meilleures conditions.

Des aliments pour alevins et juvéniles de soles et bars ont été mis au point. Il faut noter une très grande sensibilité des alevins à de faibles différences de formulation ainsi qu'à toute modification brutale du régime alimentaire. Une grande diversité dans le choix des différentes sources alimentaires permet une bonne couverture des besoins nutritifs ; l'utilisation des levures semble particulièrement intéressante.

L'opération "saumon" qui s'est déroulée de février à mai a permis de montrer que des aliments (à base de farines classiques), présentés sous forme de granulés humides (environ 30% d'eau) semblent apporter un début de réponse au problème de la survie et de la croissance du saumon dans des conditions de températures élevées (de l'ordre de 20° C). Pour cela, il faut y incorporer du poisson frais (maquereau, merlan) ou congelé, de bonne qualité (déchets de filletage).

### 6.2. Antenne INRA.

Deux thèmes principaux ont été abordés cette année : recherche d'une alimentation artificielle adaptée aux stades larvaires des bars, soles et turbots et étude de la nutrition chez le jeune turbot.

.../...

Le premier but à atteindre était de démontrer la possibilité d'une alimentation au niveau des stades larvaires. Une étude sommaire de l'évolution de la concentration de certaines enzymes du turbot de l'éclosion à 30 jours révèle que si l'on observe une augmentation sensible, il existe dès l'éclosion des protéases, lipases et sucrases. L'observation du comportement alimentaire montre que les larves de soles et de bars présentent vers le 2<sup>ème</sup> jour la faculté d'absorber n'importe quelle particule passant à proximité, alors qu'il n'en est plus de même après qu'elles aient été habituées à une proie vivante ; la larve de turbot ne présente pas ce phénomène, ce qui laisse peu d'espoir de résoudre le problème pour cette espèce. Pour qu'un aliment artificiel puisse être efficace, il faut qu'il soit constamment disponible pour la larve, ce qui implique un certain nombre de qualités physiques dont la plus difficile à obtenir est la stabilité à l'eau ; les techniques de microencapsulation nous l'ont permis, mais au détriment de l'appétabilité. L'essai d'un tel aliment s'est révélé négatif pour le bar et le turbot, mais a toutefois permis d'obtenir 7% de métamorphose pour des soles nourries artificiellement dès l'éclosion. Un nouveau procédé s'inspirant des techniques précédentes permet d'obtenir des aliments enrobés dans une paroi stable mais comportant des facteurs d'appétence ; il sera testé l'an prochain.

Depuis le mois d'août, une étude sur les turbots nés en 1974 est entreprise. Une phase préliminaire a permis d'apprécier la variabilité de la croissance individuelle pour des animaux groupés en différents bacs mais recevant un régime identique. Actuellement, une expérience tente de définir les besoins qualitatifs en acides gras, ce qui devrait permettre de connaître l'utilité réelle des huiles employées.

### 6.3. Antenne S.M.E.

Les études réalisées pendant cette période ont porté sur le choix des produits entrant dans la fabrication des granulés, les possibilités d'abaisser le coût de l'aliment en épargnant des sources onéreuses (épargne protéique), et la physiologie des très jeunes poissons.

En ce qui concerne l'étude des sources de protéines (le taux optimum ayant été défini antérieurement), une expérience a été réalisée fin 1974 sur des poissons de 140 g environ avec les farines suivantes : hareng, maquereau et capelan, sardine, poissons blancs, déchets de poissons. Les résultats montrent qu'il existe des corrélations entre la croissance, la digestibilité des protéines et la teneur en acides gras poly-insaturés des farines. La farine de hareng préparée avec des antioxydants donne les meilleurs résultats. L'aspect du traitement subi par les farines semble être plus important que celui de l'origine des protéines et ceci a une grande importance dans la fabrication d'aliments artificiels : choix des matières premières (farine traitée avec antioxydant), fabrication contrôlée du granulé (peu d'altération pour un granulé fabriqué à une température inférieure à 35°). La digestibilité de mélanges protéiques contenant de la farine de levure (coll. R. METAILLER) a été étudiée. La digestibilité de ces mélanges est comparable à celle des farines de poisson seule et permet de les employer en supplémentation.

L'étude de la fraction glucidique du régime a pour objectif l'abaissement du taux de protéines dans l'aliment. 4 séries d'expériences ont été réalisées.

.../...

Les résultats font apparaître que pour un régime donné (50% de protéines, 12% de lipides) le glucose et le maltose améliorent l'efficacité du régime. Pour des poissons de 30 g, le rendement (gain de poids frais pour 100 g d'aliment sec) à 18° est de 65,6%, à 23° 67,3%. Ceci pour un régime contenant 15% de glucose.

L'influence des sucres sur l'efficacité du régime semble décroître avec l'âge pour les poissons de 30 g, le régime à 15% de glucose était le meilleur, pour ceux de 80 g 10% environ, et pour ceux de 130 g 3% de glucose. On peut donc espérer, en adaptant la formule des régimes pour les différentes classes d'âge, améliorer leur efficacité, et par un meilleur apport d'énergie, économiser des protéines.

C -- UNITE PECHEINTRODUCTION.

Le programme 1975 n'a pas vu apparaître de réorientation des objectifs. Le thème principal des recherches est la dynamique de population pour définir les méthodes de gestion rationnelle des ressources halieutiques, l'accent étant mis sur quelques espèces de référence, le thon blanc (*Thunnus alalunga*), la Coquille St Jacques (*Pecten maximus*) et la langoustine (*Nephrops norvegicus*).

Sur le thon blanc, les recherches se déroulent en étroite collaboration avec les organisations scientifiques espagnoles et japonaises et permettent de présenter une synthèse globale de l'état des populations de l'Atlantique. Cependant, la séquence de données n'est pas encore suffisamment longue pour que les résultats acquis puissent être à l'origine de mesures internationales de conservation de cette espèce.

Sur la Coquille St Jacques, les résultats acquis sont entrés dans une première phase d'application : les pêcheurs du gisement de St Brieuc ont décidé eux-mêmes une série de mesures conservatoires (diminution de 50% de l'effort de pêche pour la campagne 1975-1976) fondée sur les évaluations scientifiques (C.O.B. et I.S.T.P.M.).

Sur la langoustine, il manque encore l'évaluation de la mortalité pour concevoir un modèle global.

Parallèlement à ces travaux, ont été poursuivies deux études appliquées, l'une sur le thon blanc visant à détecter les zones de pêche potentielles : ces poissons sont inféodés à des eaux de caractéristiques thermiques précises que l'on suit grâce à une collaboration de la Météorologie Nationale. Cela a donné lieu, à la suite d'une demande du Comité Interprofessionnel du Thon, à une opération de prospection montée en mer avec 14 thoniers, qui a permis de relancer avec succès une campagne catastrophique dans son début de saison.

La seconde étude appliquée porte sur les possibilités de capture du naissain de Coquille St Jacques en vue d'un éventuel repeuplement. Les résultats obtenus, de l'ordre de 300 par collecteur et une excellente survie, montrent que cette voie est prometteuse. En plus de ce naissain, le matériel s'est avéré excellent pour la collecte de naissain de pétoncle blanc (*Chlamys opercularis*), avec des densités allant jusqu'à 25 000 individus par collecteur ; mais le problème de leur survie hivernale n'est pas encore résolu.

Ainsi, sur les Pectinidés tout au moins, le concept de gestion rationnelle d'un stock, limité jusqu'à présent à la seule dynamique de population, devrait pouvoir être élargi en incluant le repeuplement.

.../...

## 1. ACTIVITES SUR LES THONIDES

### 1.1. Dynamique de la population de thon blanc.

Les données sont collectées en routine avec le suivi des pêches à partir du navire d'assistance affrété par les professionnels, des échantillonnages dans les ports, et une compilation des carnets de pêche que les patrons-thoniers remplissent. Ces données sont transmises à la Marine Marchande et à la Commission Internationale pour la conservation des Thonidés atlantiques.

La coopération accrue des scientifiques des autres pays pêchant cette espèce a permis de disposer d'évaluations plus fiables des données de base et ainsi de reprendre la dynamique de cette population par des approches différentes. Les résultats sont cohérents et il est possible d'arriver prochainement à une synthèse définitive au niveau international.

Actuellement, les résultats acquis indiquent que le stock de l'Atlantique nord subit une très forte pression de pêche et se trouve dans un état d'équilibre assez précaire.

### 1.2. Dynamique de la population de Thon rouge de l'Atlantique Nord-Est.

L'activité en 1975 a été très faible en raison du manque de personnel pour échantillonner dans le Sud-Ouest de la France. Cependant, un système de collecte automatique est en cours de mise en place avec les organisations professionnelles (pêcheurs et mareyeurs) et une collaboration très poussée avec les scientifiques espagnols permet néanmoins de dresser un tableau complet de l'exploitation du Golfe de Gascogne.

Cette population présente des signes certains de déséquilibre et certains thoniers mettent en cause la pêcherie du Golfe de Gascogne; des données collectées devraient contribuer à statuer sur ce problème au sein de la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés atlantiques.

### 1.3. Recherche opérationnelle sur le thon blanc.

L'émission d'un bulletin de pêche à partir du navire d'assistance a été poursuivie cette année encore. Ce bulletin, qui repose sur les isothermes de surface transmis par la Météorologie Nationale a atteint ses limites de perfection, il est fort utile mais de précision locale limitée. Aussi a-t-il été procédé à une expérimentation visant à utiliser les informations des satellites météorologiques qui sont équipés de radiomètres : les résultats de juin-juillet sont décevants mais des améliorations semblent possibles.

Une opération de prospection de 14 thoniers, décidée en mer et montée en un jour à la demande du Comité Interprofessionnel du Thon, a été conduite durant dix jours en fonction de la technique opérationnelle de détection qui est utilisée. Les résultats ont permis de diriger la flottille française sur une zone propice et de relancer l'activité des thoniers.

L'expérimentation pour la mécanisation des opérations de pêche à la ligne trainante a été reprise par le moyen d'une annexe embarquée à bord du navire d'assistance. Si en matière de démonstration, elle s'est avérée très précieuse, son efficacité de pêche n'est pas probante et liée non aux treuils hydrauliques utilisés, mais à l'annexe même. Par contre, elle demeure un instrument commode d'expérimentation au milieu de la flottille (suivi de marques ultrasoniques).

## 2. ACTIVITES SUR LA COQUILLE St JACQUES ET LES PECTINIDES.

### 2.1. Dynamique des populations.

Le modèle de dynamique de population et l'évaluation des densités des jeunes individus dans leur taille non commercialisables ont donné lieu à des prévisions de pêche communiquées aux pêcheurs : au lieu d'une campagne 1975-1976 moyenne, c'est-à-dire de l'ordre de 8 à 9 000 tonnes, il faut prévoir de l'ordre de 13 000 tonnes, mais par contre, une campagne 1976-1977 catastrophique de l'ordre de 4 000 tonnes. En diminuant de moitié l'effort de pêche pour la saison à venir, on peut ramener la production des deux campagnes à 8 000-9 000 tonnes par an, et même obtenir un bilan positif de + 1 000 tonnes. Ce sont ces résultats qui ont incité les pêcheurs à adopter la réglementation proposée.

Les résultats acquis sont en cours d'analyse dans deux voies nouvelles. Il s'agit non plus de disposer de modèle donnant des quantités pondérales mais une valeur à la production. Les premiers résultats indiquent qu'en faisant varier la taille commerciale, l'effort de pêche et les dates de campagne, si l'on peut augmenter de 20% la quantité, on pourrait augmenter de 100% la valeur. Dans une autre approche, le gisement a été subdivisé en deux ensembles géographiques où l'effort de pêche déployé est variable (zones avec ou sans blocs de rocher). Ce modèle reflète mieux l'exploitation réelle de la population, mais doit être repris.

### 2.2. Les essais de collecte de naissain.

Le plan de pose des collecteurs pour la période de juin à novembre a été respecté bien qu'étant très exigeant au niveau de la densité de travail sur le terrain. L'apport fourni par les étudiants-stagiaires a été déterminant.

Les premières fixations observées ont été notées à partir du 15 août avec des densités de 50 à 150 coquilles St Jacques avec autant de pétoncles pour St Brieuc, mais une absence de coquille St Jacques pour Brest. En fin septembre, a été atteint un rendement de 250 à 370 coquilles dans un secteur particulier de la baie de St Brieuc. En fin de saison, autant à Brest qu'à St Brieuc, ont été dénombrées des fixations de pétoncle de plus de 10 000 par collecteur.

Il semble maintenant possible de suivre un protocole de plan de collecte de naissain incluant la détermination des pontes par l'étude de la maturité des géniteurs. Le suivi spatio-temporel des larves par l'étude du plancton qui conditionne la date et le lieu d'immersion des collecteurs. Les prélèvements ont été réalisés sur une maille de temps d'une semaine et sont en cours de dépouillement.

.../...

### 3. ACTIVITES SUR LA LANGOUSTINE ET LES CRUSTACES.

Les captures de langoustine ont été échantillonnées dans les ports du quartier du Guilvinec (taille, sexe, structure de population). Les statistiques détaillées de débarquement pour les cinq dernières années ont été compilées.

En vue d'établir un modèle de dynamique de la population de la Grande Vasière, les résultats sur la croissance et le rythme des mues ont été repris et confirmés. Cela est résumé par un modèle de simulation de la croissance en fonction du cycle biologique.

Ces méthodes d'approche de la gestion des crustacés sont applicables à d'autres espèces : elles doivent être reprises pour l'étude de la croissance du homard norvégien dans le cadre du Conseil International pour l'Exploration de la Mer.

Ces techniques ont été appliquées pour calculer la production naturelle d'un crustacé filtreur des côtes pacifiques de l'Amérique du Sud (*Emerita analoga*). La production a été estimée à 15 tonnes par hectare et par an, le chiffre étant proche de ceux calculés par d'autres auteurs pour des cultures de bivalves filtreurs. Ce travail a été réalisé avec deux scientifiques chiliens.

L'évaluation des paramètres sur la mortalité par pêche et la mortalité naturelle de la langoustine est en cours de réalisation, par des méthodes de marquage et de relacher adéquates : le marquage a été expérimenté en aquarium par différentes techniques dont une semble donner des résultats satisfaisants ; un système de conteneur perdu, à ouverture automatique retardée a été mis au point pour le largage des individus marqués. Une première opération de 1 800 animaux a été réalisée sur un fond de pêche avec la collaboration du Comité local des Pêches du Guilvinec ; les patrons-pêcheurs se sont proposés à consigner leurs données de capture sur un carnet approprié.

### 4. COORDINATION AVEC LES PROFESSIONNELS DE LA PECHE.

La liaison entre l'unité pêche et les professionnels a été assurée régulièrement pour présenter les résultats acquis et élaborer les programmes de coopération. Ainsi, le déroulement des opérations d'échantillonnages et de collecte des données a pu être réalisé par des contrats passés avec les Comités locaux des Pêches maritimes de Brest, du Guilvinec et de St Brieuc.

L'intérêt que portent les professionnels aux travaux menés par l'unité se manifeste même par des demandes d'expertise pour mener des études analogues à celles menées au C.O.B. (Comité local des Pêches maritimes de Granville pour une étude sur la praire) ou même par des propositions (étude du stock de Coquilles St Jacques en baie de Seine).

## IV - SECTION MILIEU FLUIDE

## A - EQUIPE D'Océanographie Physique

INTRODUCTION.

L'équipe d'Océanographie Physique du Département scientifique a fonctionné pendant cette année avec un effectif de douze personnes à plein temps. Un ingénieur coréen du K.O.R.D.I., en stage de longue durée, a participé à nos travaux pendant cette période.

Les travaux à la mer pour l'étude des variations à l'échelle saisonnière dans le proche Atlantique se sont terminées par PHYGAS 44, dernière des onze campagnes d'hydrologie effectuées depuis 1972 en collaboration avec l'équipe du Professeur LE FLOCH de l'U.B.O. En raison des retards dans le lancement de NIMBUS F, le programme initialement prévu autour des bouées dérivantes localisées par ce satellite a dû être reculé d'un an et les travaux à la mer se sont portés sur l'étude de l'hydrologie et des courants des zones frontales à l'entrée de la Manche.

Les travaux sur la houle ont comporté des mesures dans la zone littorale de la station de Crozon et au nord de l'embouchure de l'Adour, mais l'effort principal dans ce domaine a porté sur la définition des relations amplitude-période des vagues de tempête et la mise en place des moyens nécessaires au traitement des données du réseau Bretagne-Ouest.

Parmi les recherches entamées cette année, il faut surtout citer les travaux portant sur l'énergie thermique des océans, ainsi que la mise au point de techniques de mesure des courants de dérive, en surface et au fond.

1. HYDROLOGIE ET COURANTOMETRIE DU PROCHE ATLANTIQUE.1.1. Activités.

La dernière campagne saisonnière du programme triennal a été effectuée à bord du "Nadir" entre le 10 décembre et le 3 janvier 1975 sous la responsabilité du C.O.B. L'ensemble des résultats obtenus au cours de l'année 1973 au cours de ces campagnes (PHYGAS 31, 32, 33, 34) ainsi que leur interprétation ont fait l'objet d'une publication rédigée en commun par des chercheurs du C.O.B. et de l'Université de Bretagne Occidentale (Laboratoire du Professeur LE FLOCH). De même, un volume relatif aux campagnes effectuées en 1974 est en préparation et précèdera la publication d'un atlas récapitulatif de toutes les données recueillies pendant ces campagnes.

Une étude comparative des variations saisonnières sur les années 1973 et 1974 a été abordée et a donné lieu à une communication lors de la dernière Assemblée générale de l'U.G.G.J. (contribution n° 400).



Une campagne destinée à l'étude d'une zone frontale a été effectuée sur le "Cryos" (PHYGAS-IROISE, 13-29 septembre 1975).

Des mesures de courant à deux niveaux ont été faites à proximité de la plate-forme de forage PENTAGONE 84, afin de déterminer la nature et l'intensité des courants de marée.

### 1.2. Activités techniques.

L'utilisation de flotteurs dérivants pour la mesure des courants superficiels pendant la campagne PHYGAS-IROISE conduit à envisager l'utilisation de cette méthode de mesure dans des campagnes à venir (PHYGAS 76) ou encore dans des campagnes multidisciplinaires (biologie pélagique, océanographie physique) durant lesquelles ils constitueraient un moyen de "marquage" d'une masse d'eau.

Une étude est en cours pour définir un système de localisation de ces flotteurs dans un rayon de 100 km à partir d'une station à la côte. Ainsi pourrait être entreprise une étude intensive des courants marins à proximité de nos côtes sans mobiliser un navire.

Les nombreuses calibrations faites en mer du capteur d'oxygène dissous ont conduit à la définition d'une loi de dérive de ce capteur avec le temps qui permet désormais de limiter le nombre de ces stations de recalage tout en conservant aux mesures une grande précision (contribution D.S. n° 365).

### 1.3. Résultats scientifiques.

#### Analyse des campagnes saisonnières :

L'étude des variations saisonnières doit être abordée à partir de l'évolution du contenu thermique de la couche superficielle (250 m) et non de la température de surface qui présente des fluctuations à plus courte période. En plus des variations annuelles qui ont pu être observées, il apparaît que la zone étudiée ne doit pas être considérée comme un tout mais comme la juxtaposition de secteurs qui réagissent différemment aux variations saisonnières. Les remarques suivantes peuvent être faites :

- C'est par 45° N que les contenus thermiques les plus élevés sont observés aux longitudes 12 W et 7 W de part et d'autre d'une zone médiane où ils sont plus faibles.

- Le golfe de Gascogne, lui-même, accumule encore moins de calories bien que les températures de surface y soient élevées.

- Un phénomène d'advection est en partie responsable des contenus thermiques élevés observés par 12 W et du réchauffement précoce de cette zone qui fut particulièrement net en 1973.

- Ailleurs, le brassage mécanique dû au vent joue un rôle prépondérant. Ainsi, à la fin de la période de réchauffement (15 septembre) les zones à température de surface élevée (par exemple le golfe de Gascogne) sont caractérisées par un thermocline peu profonde (30 m environ) et un

contenu thermique faible, alors que les zones à température de surface plus faible (de l'ordre de  $1,5^{\circ}$  C) ont un contenu thermique élevé lié à une plus grande épaisseur de la couche mélangée (60 m environ). L'écart  $\Delta Q_T$  de contenu thermique atteint  $30 \text{ kcal/cm}^2/250 \text{ m}$ , soit 80% des variations moyennes annuelles pour l'ensemble de la zone étudiée.

#### Campagne PHYGAS-IROISE

La zone étudiée (au large d'Ouessant) est caractérisée par un front thermique de surface très prononcé ( $\Delta t = 2^{\circ}$  C pour 4 milles) qui marque le passage d'une zone stratifiée à l'ouest (milieu à deux couches) à une zone peu stratifiée ou quasi-homogène à l'est.

Les mesures de courant ont montré qu'à l'ouest du front le courant moyen porte au S-SW alors qu'il porte au nord ou au N-NE à l'est du front. Les vitesses moyennes restent comprises entre 8 et 15 cm/s. Il semble que les flotteurs utilisés pour ces mesures aient dérivé en suivant les isothermes de surface.

#### Campagne OVERFLOW 73

L'ensemble des données a été présenté grâce à l'utilisation d'un programme de tracé automatique disponible au BNDO. Au cours des trois parcours consécutifs qui ont été effectués, aucun phénomène de débordement des eaux profondes de la mer de Norvège n'a été observé. Les eaux rencontrées sur le seuil étaient constituées d'un mélange d'eau arctique intermédiaire et d'eau atlantique. Sur les sections situées au sud du seuil, une veine d'eau située à 900 m environ caractérisée par de faibles teneurs en oxygène dissous a été observée ; son origine reste à préciser mais est très probablement due à une influence d'eau méditerranéenne.

#### 1.4. Conclusions actuelles.

Les variations annuelles qui ont été observées pendant ce cycle de campagnes PHYGAS compliquent l'interprétation des variations saisonnières d'autant plus que les campagnes n'ont pu être faites à la même date d'une année sur l'autre. L'exploitation de ces données va être poursuivie en essayant de relier les anomalies du champ des contenus thermiques au champ moyen de vent dans toute la zone étudiée.

## 2. ETUDE DES VAGUES ET DE LEUR ACTION.

### 2.1. Activités.

La campagne hivernale à la station de houle de la presqu'île de Crozon n'a pas fourni de résultats scientifiques exploitables en raison de difficultés techniques et logistiques qui se sont accumulées. Avant la campagne à venir, des essais complets de la station sont en cours dans le bassin d'essais.

.../...

De la mi-septembre à la mi-octobre, des mesures de houle et de courant au voisinage du fond ont été faites régulièrement par 16 m de profondeur au nord de l'embouchure de l'Adour. Ce travail effectué avec le groupe du C.E.A. à Saclay, spécialisé dans le traçage de sédiments radioactifs, a permis d'enregistrer des vagues de huit mètres de hauteur au cours de deux coups de vent.

## 2.2. Résultats techniques.

Pour permettre le traitement accéléré de données de houle de provenance diverses (réseaux de bouées, plate-forme pétrolière, station de Crozon, etc...), une participation active a été apportée à l'étude de l'unité de dépouillement développée autour d'un système HP 21 MX, par le Service d'Exploitation des Ordinateurs. De même, le programme général de traitement OCEANO développé par l'A.R.A.E. a été implanté sur le CII 10070 du C.O.B.

L'enregistrement de données, à la station mobile de houle, a été adapté sur bande magnétique compatible avec un dépouillement automatique sur HP 21 MX par l'adjonction de circuits de marquage.

Si les risques de chalutage et les problèmes de raccords rendent délicate l'utilisation de câbles conducteurs pour les mesures littorales, l'expérience au nord de l'Adour montre que les problèmes de pose et de tenue sont maintenant bien maîtrisés.

## 2.3. Résultats scientifiques.

L'étude des données de houle fournies par la Météorologie Nationale (données de DSA5 sur 4 ans) qui avait pour but de préciser les statistiques à long terme des vagues dans la région à l'ouest de la Bretagne s'est terminée en juin. La hauteur de la vague centenaire de l'ordre de 30 m, correspond bien aux valeurs calculées d'après les observations de navires, et les courants de houle sur le fond atteignent un noeud plusieurs fois par an par 100 m de profondeur.

Des observations effectuées sur une plate-forme en Mer du Nord, ainsi qu'une expérience préliminaire sur BORHA II en Méditerranée, confirment l'existence de forces d'impact sur des structures cylindriques verticales par gros temps en haute mer. Cette étude sera poursuivie l'an prochain avec une instrumentation appropriée développée cette année.

A la demande de l'Association de Recherche Action des Eléments, une étude importante concernant les relations amplitude-période pour les vagues de tempête s'achève actuellement. Le volet théorique de ce travail, maintenant terminé, part de travaux de CARTWRIGHT et LONGUET-HIGGINS pour aboutir à une densité de probabilité composée amplitude-période pour chaque vague individuelle d'un état de mer donné. Le volet expérimental, basé sur 200 enregistrements en Mer du Nord, bien engagé, corrobore ces résultats théoriques.

### 3. ENERGIE THERMIQUE DES MERS

La mise en route d'études dans ce domaine a été effective en septembre 1975.

Après des contacts avec différents groupes industriels, l'opération s'oriente vers une préétude, en collaboration avec le groupe CGE, d'une centrale de production d'énergie de l'ordre de 50 MW. Cette préétude, qui pourrait aboutir à la proposition de réalisation d'un prototype, porterait, outre la faisabilité technologique et l'intérêt économique, sur la "dimension environnement" (gisement potentiel, étude de sites).

Par ailleurs, une expérimentation d'étang solaire sur le terrain (à Maguelone) doit être lancée dès la fin 1975 pour étudier la physique du phénomène et sa stabilité. Un moteur Sofrétès, redéfini au niveau fluide et échangeurs, pourra y être testé.

### 4. MAREGRAPHIE PROFONDE.

L'essai, dans la Penfeld à côté du marégraphe SHOM, du 22 juin 1974 au 7 janvier 1975, du capteur différentiel Télémac et de l'électronique C.O.B., a été concluant : les constantes d'étalonnage du capteur ont été précisées ( $- 1,7 \cdot 10^{-4}$  m/Hz,  $- 1,2 \cdot 10^{-4}$  °C/Hz) ainsi que sa dérive (0,42 cm/jour) à la suite d'une analyse harmonique sur 194 jours.

La version définitive du marégraphe 6 000 m autonome, après essai en bassin TDI, a été mouillée du 9 février au 16 août 1975, par 2 200 m de fond, sur la terrasse de Meriadzec ( $47^{\circ} 32' N$  et  $8^{\circ} 27' W$ ). Après récupération sans encombre, les conclusions suivantes de cet essai ont été tirées :

- très faible corrosion,
- facilité de mise en oeuvre et de récupération de la version adoptée,
- faiblesse à basse température des piles au mercure (une pile de 6,75 V et 12 Ah donnant 6 mois d'autonomie en laboratoire, ne tient que 4 mois en grande profondeur),
- mauvais fonctionnement du capteur.

Les causes de ce mauvais fonctionnement sont en cours d'analyse : ce peut être un défaut de principe non encore apparu, ou bien, plus probablement, un défaut de mise en oeuvre dans cette campagne (des traces de corrosion dans la prise Marsh Marine indiquent la possibilité d'un court circuit des entretiens des cordes), ou enfin un défaut de fonctionnement à forte pression intérieure et faible température.

Si l'explication de la défaillance ne met pas en cause le principe du capteur, un nouveau mouillage de longue durée de l'appareil sera fait à partir du Charcot, du début février au mois d'août 1976 ; le point choisi sera le même pour comparaison à posteriori avec les marégraphes grande profondeur essayés en décembre 1973.

.../...

Sur le plan international, il faut noter que le groupe SCOR WG 27 "Marées au Large" a été dissous et que le Professeur MUNK arrête le programme expérimental du marégraphe IGPP.

Aucun investissement n'a été fait en 1975 sur l'opération ni sera fait en 1976. Le but actuel est de déclarer "bon pour le service" l'appareil dont un programme d'utilisation systématique serait ensuite à définir.

B - UNITE DE CHIMIE ET MOLYSMOLOGIE

Le démarrage de cet axe de recherche, traitant pour le moment des pollutions du milieu marin par les métaux lourds sur l'exemple concret représenté par la rade de Brest et le projet de construction d'une nouvelle forme de radoub pour pétroliers géants, a été effectif au mois de mai.

La mise en oeuvre de ce programme de recherche nouveau s'est traduite par le recrutement de personnel au cours de l'année, et l'achat de matériel.

Le travail effectué a porté dans un premier temps sur la mise au point des méthodes d'analyse des métaux dans les organismes marins et dans les sédiments par spectrophotométrie d'absorption atomique, et dans l'eau de mer à l'aide d'un four au graphite et d'un polarographe impulsional à redissolution anodique.

L'analyse des différents métaux dans de très nombreux organismes marins, animaux et végétaux, provenant de la rade de Brest et d'autres sites de prélèvement a été effectuée dans le but de déterminer l'état de pollution (ou de non pollution) actuelle de cette rade.

La toxicité du cuivre issu des peintures anti-fouling utilisées pour le radoubage des bateaux a été testée au cours d'expériences préliminaires pour divers organismes animaux présentant des comportements alimentaires différents.

L'étude de l'influence de l'ultra-structure de la surface branchiale des Crustacés décapodes sur l'accumulation du Fer dans cet organe, à l'aide du microscope à balayage électronique, a été menée à son terme.

Le métabolisme des métaux en relation avec la reproduction chez les Crustacés décapodes a fait l'objet de deux publications (contributions n° 435 et 436.)

## V - EQUIPE D'INSTRUMENTATION SCIENTIFIQUE

### INTRODUCTION.

L'activité de l'équipe Instrumentation a été répartie au cours de l'année 1975 essentiellement sur 3 projets :

- bouées légères en liaison avec le système "Nimbus F" ;
- profils "grande réfraction" ;
- mesure du flux géothermique.

Quelques études de moindre importance ont également été réalisées.

### 1. BOUEES LEGERES EN LIAISON AVEC LE SYSTEME "NIMBUS F".

Le lancement du satellite "Nimbus F" le 12 juin a permis le démarrage du programme de mesure à la mer à l'aide des bouées L-55. Rappelons que ce programme comporte essentiellement des mesures continues dans le golfe de Gascogne à l'aide de 2 bouées remplacées tous les 3 mois. Ces bouées, munies d'une ancre flottante située sous le thermocline, sont équipées de capteurs météorologiques et océanologiques (température de surface et température à moins 10 mètres), l'ensemble des données étant retransmis par le satellite "Nimbus F". L'équipement de chaque bouée sera complété d'une chaîne de thermistances.

Pour l'année 1975, les différentes étapes de préparation sont mentionnées ci-dessous suivant l'ordre chronologique :

- 1.1. Essais effectués à la demande de la NASA pour vérifier l'équipement électronique des futures bouées dérivantes.
- 1.2. Réalisation d'un coffret de test pour la vérification du bon fonctionnement des capteurs avant la mise à l'eau.
- 1.3. Essais de tenue à la mer des ancres flottantes.
- 1.4. Ancrage d'une bouée entièrement équipée en Rade de Brest (pointe du Corbeau) le 18 juin, c'est-à-dire 6 jours après le lancement du satellite. Cette expérience qui se déroule sans interruption depuis cette date a pour but d'étudier les conditions de liaison avec le satellite (en particulier la précision de la localisation) et d'effectuer des essais de longue durée afin de tester l'autonomie.

L'ensemble des résultats fera l'objet d'un rapport détaillé.

Les résultats essentiels sont les suivants :

- la précision de la localisation a été considérablement améliorée au cours du mois d'août (probablement à la suite d'une amélioration de traitement des données de trajectographie). Cette précision est maintenant compatible avec la portée des balises HF qui seront utilisées lors de la recherche des bouées dérivantes.

.../...

- La télémessure des tensions montre que l'autonomie des bouées est compatible avec une rotation de l'ordre de 3 mois.
- Les capteurs "température" (air et eau) et "vent" sont satisfaisants.
- Le capteur "pression atmosphérique" n'a pas donné satisfaction.

Ce dernier reste donc le point noir pour les opérations futures ainsi que le délai d'acheminement des données NASA → COB (de l'ordre d'une semaine).

## 2. PROFILS "GRANDE REFRACTION".

2.1. A la demande du DS/Milieu Solide, le sismographe autonome a été mis en oeuvre au cours de la deuxième partie de la campagne "MARGAS" pour effectuer des profils "grande réfraction".

Un premier profil, perpendiculaire à la marge, a été réalisé le 20 mai. Un second profil, parallèle à la marge, a été enregistré le 23 mai. Dans les deux cas l'immersion de l'appareil était de 4 500 mètres. Ces deux expérimentations ont confirmé l'expérience acquise antérieurement et démontré la fiabilité et la souplesse d'emploi. Les résultats sont résumés dans une note interne intitulée : "Utilisation du sismographe (engin libre) pour les profils "grande réfraction".

2.2. Une deuxième campagne a été réalisée pour le compte de l'Institut de Physique du Globe (du 18 juillet au 12 août) sur le chalutier Ptolémée.

Deux incidents techniques ont perturbé le déroulement de cette campagne. Tout d'abord, durant la première mise à l'eau, une fausse manoeuvre au treuil a entraîné la chute du sismo sur la plage arrière. D'autre part, le dépouillement des mesures correspondant aux deux premières stations, réalisées après réparation, a mis en évidence un défaut de fonctionnement provoqué par la présence d'humidité dans la sphère (l'attribution récente d'un container permettra d'éviter ce type de pannes).

2.3. Un deuxième sismographe a été réalisé au cours de l'année. Ce deuxième sismographe sera utilisé durant la prochaine campagne (décembre 1975).

## 3. MESURE DU FLUX GEOTHERMIQUE.

L'équipe Instrumentation, au cours de l'année 1975, a étudié la possibilité d'effectuer des mesures de flux de chaleur, à l'aide d'un engin libre.

Le capteur, constitué par une aiguille de longueur 3 m, avait déjà été étudié au cours de la précédente année.

Les différentes étapes en 1975 ont été les suivantes :

.../...



Pour le capteur :

- mesure en laboratoire du paramètre "conductibilité" à l'aide du dispositif de chauffage simplifié;
- réalisation définitive du capteur (voir note interne : flux de chaleur, note n° 5);
- tenue à la pression des différents composants (aiguille, thermistance etc...).

Pour la partie mécanique de l'engin :

- étude et réalisation du prototype;
- essais en Rade de Brest pour la vérification du comportement de l'engin (descente, position sur le fond, remontée) et de certains composants (piston, dispositif de largage).

Pour la partie électronique :

- étude et réalisation de l'électronique associée au capteur et de l'électronique de lecture.

Le prototype sera essayé en vraie grandeur au cours de la prochaine campagne (décembre 1975).

4. ETUDES DIVERSES.4.1. Mesure du pH.

Des essais de longue durée ont été réalisés à la station Ste Anne. La retransmission des données, à l'aide d'une balise radio, a été effectuée sur une période de deux mois (18 février - 18 avril). Cette expérience aura permis une estimation de la dérive du pH-mètre (0,3 pH pour deux mois). D'autre part, cette expérience a mis en évidence les variations périodiques du pH en fonction de la marée. L'ensemble des résultats a été publié dans une note interne intitulée : "Essais en mer d'un pH-mètre".

4.2. Marégraphe grande profondeur.

Vérification et essais en laboratoire du 3ème marégraphe (fabrication industrielle).

4.3. Capteur de houle.

Le capteur L.C.T. qui équipait la bouée L-55 (réseau Bretagne sud) n'ayant pas donné satisfaction, l'équipe d'Instrumentation a développé un nouveau capteur (accéléromètre vertical décrit dans la note 75-01-BL).

4.4. Echantillonneur pour métaux lourds.

L'étude papier a révélé de grandes difficultés en dehors du problème des résines :

- le choix des matériaux pour éviter les traces parasites ;

.../...

- les filtres (dimensions, colmatage, fixation d'une partie des ions en solution ou suspension) ;
- la pompe (miniaturisation et consommation).

Actuellement, l'étude n'est pas suffisamment avancée pour faire un bilan financier.

#### 4.5. Effaceur magnétique.

Au cours du mois de septembre démarrage d'une étude concernant la réalisation d'un dispositif de commande pour l'effaceur magnétique équipant le laboratoire de paléomagnétisme (essais d'amélioration de la symétrie et la décroissance régulière des cycles d'hystérésis).

4.6. Signalons pour terminer qu'un certain nombre de calculs ou d'expérimentations préliminaires ont été effectués pour tester le principe d'appareils nouveaux envisagés soit par des industries, soit par des organismes :

- turbimètre ultra-sonore ;
- détecteur aérien pour hydrocarbure ;
- capteur de pression atmosphérique capacitif ;
- dispositif de localisation de flotteur.